GEOLOGICA HUNGARICA

FASCICULI INSTITUTI GEOLOGICI HUNGARIAE
AD ILLUSTRANDAM NOTIONEM GEOLOGICAM
ET PALAEONTOLOGICAM

SERIES GEOLOGICA

TOMUS 21

DR. RÓNAI ANDRÁS: AZ ALFÖLD NEGYEDIDŐSZAKI FÖLDTANA
DR. ANDRÁS RÓNAI: THE QUATERNARY OF THE GREAT HUNGARIAN PLAIN

INSTITUTUM GEOLOGICUM HUNGARICUM
BUDAPESTINI, AUGUSTUS 1985

Lektor:
Dr. Pécsi Márton
Dr. Kriván Pál

Szakszerkesztő:
Piros Christa

Az angol szöveg a szerző munkája

Nyelvi lektor:
Dr. Végh Sándor

A szerző eredeti ábráinak felhasználásával

Megjelent a Műszaki Könyvkiadó gondozásában
Budapest, 1985

Felelős kiadó: Dr. Hámor Géza

A kézirat lezárva: 1984. augusztus

Egyetemi Nyomda — 84.2909 Budapest, 1985
Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

Műszaki vezető: Kőrizs Károly
Műszaki szerkesztő: Metzker Sándor
A könyv formátuma: A4
Ívterjedelme: 58 (A5) + mellékletek
Ábrák száma: 388
Példányszám: 900
Papír minősége: 120 g műnyomó
Betűcsalád és -méret: gm/gm Extended
Azonossági szám: 01527

TARTALOM — CONTENTS

Bevezetés 7

Az alföldi táj 7

Az Alföld földtani megismerésének története 9

A megismerés kezdetei 9
A megismerés újkora 12
Az első földtani térképezések kora 15
Az agrogeológia születése 15
A felszín alatti viszonyok megismerése 17
A negyedidőszak kutatása 18
Az Alföld-kutatás, mint tudományos program 19
A második síkvidéki talajtérképezés 21
A harmadik Alföld-térképezés 22
Talajvíz és artézi víz kataszterek 23
A Sümeghy-féle térképezés reambulációja, az 1 : 200 000 ma. földtani térképkiadás 30
A negyedik (komplex) Alföld-térképezés 31
A társintézmények szerepe az Alföld földtani kutatásában 55

Az Alföld földtörténete 57

Az Alföld földtörténete a negyedidőszakig (Kőrössy László) 57

A medencealjzat domborzata 57
A medencealjzat hegységszerkezete 57
A terület földtani képe a paleozoikum végén 59
A mezozoikum története 59
Események a paleogénben 61
A miocén története 62
A pannóniai kor földtörténete és kifejlődése 63
A pannóniai képződmények taglalása 64
A medence felszínének domborzata a pannóniai kor végén 66
A pliocén – pleisztocén történeti és képződményhatár 66

Az Alföld földtörténete a negyedidőszakban 66

A folyóvízi üledékképződés kezdetei 66
A negyedidőszak sztratigráfiája 71
A negyedidőszak éghajlata 76
A kéregmozgások jellege és nagyságrendje a negyedidőszakban. A piocén – pleisztocén határ 81

Az Alföld felszínének formái és negyedidőszaki rétegeinek anyagai 87

A domborzati szintek kialakulása és a felszíni üledékek származása 87
A folyók felszínalakító munkája 96
A felszíni képződmények anyaga 104
Felszínközeli üledékösszletek, rétegcsoportok 121
A mélyebb rétegek anyaga 124
A laza, szemcsés üledékek osztályozása 136
A homoküledékek ásványtartalma 136

Az Alföld felszín alatti vízkincse 140

A talajvíz 140

A talajvíz mélységi elhelyezkedése, a talajvíztartó rétegek ... 140
A talajvíztükör ingadozása ... 141
A talajvíztartó rétegek vízadóképessége ... 142
A talajvíz horizontális áramlása ... 143
A talajvíz hőmérséklete ... 144
A talajvíz kémiai jellege ... 144
Az Alföld ásott kútjainak katasztere ... 146
A mélységi víz ... 149
Artézi kutak, fúrt kutak ... 149
A mélységi vízadó rétegek ... 151
Vízföldtani tájak ... 156
Nyomásviszonyok az alföldi víztartókban ... 167
A mélységi vizek hőmérséklete ... 178
A mélységi vizek oldott sói ... 185
A víz kémiai jellege ... 187
Közepes mélységű vízadó rétegeink gázossága ... 201
Az alföldi mélységi vizek eredete és kora ... 202
A mélységi vizek utánpótlódása. Vízjáték a mélységi víztartókban ... 204

Az Alföld gazdaságföldtana ... 226
A természetes és az emberkéz alakította táj ... 226
A termőföld ... 227
Az öntözés földtani vonatkozásai ... 232
A víz ... 243
Építőipari ásványi nyersanyagok ... 244
Építésföldtan ... 247
Földgáz, kőolaj ... 250
A geotermikus energia ... 252
A földtani viszonyok szerepe az alföldi közlekedéshálózat kiépítésében ... 254
A táj mesterséges átalakítása. Környezetvédelem ... 255

Az Alföld tájai ... 258
A Duna – Tisza köze ... 258
A jelenkori Duna-völgy, a Duna bal parti síkja ... 263
A talajvíz ... 273
Ásványi nyersanyagok ... 277
A Duna – Tisza közi homokhátság ... 278
Szerkezet, anyagok és formák ... 278
Talajvízviszonyok ... 287
Mélységi vizek ... 289
Gazdaságföldtan ... 301
A Tiszántúl ... 303
A Szatmári-síkság ... 305
Bodrogköz – Rétköz ... 309
A Mezőség és a Taktaköz ... 310
A Jászság ... 317
A Gödöllői-dombság ... 332
A Nyírség ... 333
A Hajdúság ... 337
A Hortobágy ... 342
A középső Tisza partvidéke ... 346
A Nagykunság ... 355
A Körös-medence ... 364
A mélységi vízviszonyok és a paleomágneses vizsgálatok ... 375
A Tisza-völgy déli szakasza ... 393
Az orosházi hátság ... 407

Irodalom ... 437

The Quaternary of the Great Hungarian Plain 413
General description 415
The landscape 415
The geological discovery of the Great Plain 416
History of the geological development of the Great Plain 417
The geomorphology of the Great Hungarian Plain and the Quaternary rocks 419
Ground water conditions 421
Economic geology 424
Geological and geomorphological regions of the Great Hungarian Plain 426
The region between the Danube and Tisza 426
The Holocene Danube valley 426
The sand hills between the Danube and Tisza 426
The Tisza valley 427
The plain of Szatmár 428
The region between the Tisza and the Bodrog river 428
The region of Mezőség and Taktaköz 428
Jászság 429
The Gödöllő hills 430
The Nyírség 430
Hajdúság 431
Hortobágy 431
Region in the middle section of the Tisza river 432
Nagykunság 433
The Körös-basin 433
The southern section of the Tisza valley 435
The Orosháza plateau 435
References 437

Az alföldi táj

A Föld története során a földfelszín hatalmas változásokon ment át. Hegyvidékeken, ahol magasra meredő növénytelen sziklákon a rétegek merész gyűrődései a szemünk előtt vannak, vagy éles vonalak mentén lezökkenéseket, feltolódásokat láthatunk, képet alkothatunk magunknak azokról a felmérhetetlen erőkről, amelyek e mozgásokat létrehozták.

Az Alföldön a földfejlődés történetének nincsenek külső, jól elemezhető nyomai. A sík vagy hepe-hupás területeken járva nem látunk más felszínformáló erőt, mint a folyóvizekét vagy a szélét. Pedig az Alföld is részt vett a földfelszínt alakító nagy mozgásokban. A medencealjzaton ott találjuk a 2000—3000 m magas, mélybe süllyedt hegységeket, amelyek — eltakarva bár — végigvonulnak az egyik szélétől a másikig. Az egykori domborzatot elegyengető üledéktakaró, amely elfedi őket a szemünk elől, csak néhány millió éves a sok száz millió éves hegységek fölött. E hegyek kőzeteinek képződési kora nem azonos kiemelkedésük, ill. mélybesüllyedésük idejével. Mai helyzetük későbbi események eredménye. Az Alföldet ma körülvevő hegységek kiemelkedése lépést tartott a központi medence süllyedésével.

Kiemelkedés nincs süllyedés nélkül. Minden formaváltozás ellenirányú feszültség forrása és kiegyenlítődésre tör. A Kárpát-medence területén a hegységperemek kiemelkedése és a medencebelső süllyedése egyensúlyban van.

A mélyfúrások lassanként feltárják az Alföld medencealjzatának történetét: hogyan és mikor alakultak ki azok a hegyvonulatok, amelyek ma keresztbe szántják a medence alját, s amelyek tetőszintjét—völgytalpait olajkutató fúrásaink hol 2000, hol 6000 m mélységben érik el. Mai életünkre e mélységi viszonyok és ismeretük is kihat különböző áttételekben, szorosabb kapcsolatunk azonban az élénk domborzatú aljazatot befedő üledékes rétegekkel van. Főként ezekben tárolódik olajunk és földgázunk, s ami még fontosabb: vizünk.

Az Alföldnek az a története, amelyben szorosabban érdekelve vagyunk, 8—10 millió évvel ezelőtt kezdődött, s e történet ma is tart. A kéreg mozog, a felszín alakul, s nem is olyan lassan, hogy modern eszközeinkkel mérni ne tudnánk, akár egy-egy emberöltő alatt is. Az Alföld mély részei egy emberöltő 33 éve alatt 5—6 mm-t süllyednek tovább.

Az Alföld tája, a táj neve, nem földrajzkönyvi név, a nép ajkán élő fogalom. A nép nyelvhasználatában az Alföld gyakran nem a homokvidékeket jelenti, hanem a nagy síkságot. A kecskeméti ember azt mondja: „ott lenn az Alföldön" és alatta a Tisza völgyét vagy Tiszántúlt érti. A mélysíkot. A Duna—Tisza közti hátságot és Nyírséget egy kissé már a földrajz kebelezte be az Alföld tájnevébe.

Itt van az ország geometriai közepe, az egész Kárpát-medence közepe is. Az Alföld a legnagyobb magyar táj és hazája a legtöbb magyarnak. Az ország legelmaradottabb tája ma is, éppen ezért a legtöbb lehetősége van a fejlődésre, ha a szükség meg tudja teremteni a lehetőséget. Festők, költők, tudósok, papok megénekelték, elmagyarázták szépségeit és leírták gyengeségeit. A két nagy háború között országos programmá lett az Alföld-kutatás és Alföld-fejlesztés. Ma újra építkezésünk előterébe került.

Ezer egynéhány éve itt telepedett meg Árpád fejedelem, Ond vezér, Ajtony, Gyula törzse. Félezer éve innen pusztította ki a török majdnem az egész lakosságot. 200 éve ide telepedett vissza a végek magyarjainak egy része, s egyúttal egy csomó idegen, 60 éve majdnem csak ez maradt meg magyar hazának.

Tessedik Sámuel itt birkózott először a szikesedéssel, Széchenyi István itt hajózott végig a Tiszán, hogy új Magyarországot álmodjon és részben teremtsen. Vásárhelyi Pál itt alkotta meg a síksági folyók szabályozásának világszerte érvényes törvényeit. Szabó József itt figyelt fel a fiatal tektonikus mozgásokra a Dunán hajózva. Nopcsa báró e terület geotermikus viszonyait vizsgáltatta és íratta meg sok más országot megelőzve Sümeghy József-fel. Itt fakasztották napjainkban az ország legbővebb szénhidrogén forrásait. Zsigmondy Vilmos itt fúrta az Európában azidőben legmélyebb kutat, s utána Zsigmondy Béla az éltető vizet adó artézi kutak százait. Eötvös Loránd itt

kísérletezett a földi gravitáció anomáliáinak mérésével. A talajtudomány művelői itt gyűltek össze először a haladó világ országaiból, hogy közös nyelvet alakítsanak ki és elindítsák nagysikerű útjára a talajtan nemzetközi szervezetét.

Az Alföld Európa legnagyobb egyveretű, de nem egyhangú, környezetétől jól megkülönböztethető, világos határokkal bíró tája. Százezer négyzetkilométer körüli területe nagyobb a Pó-síkságnál, a Párizsi-medencénél, Aquitaniánál, a Rajna völgyénél, a Visztula egész vízvidékénél. Ennek a nagy síkságnak valamivel kevesebb mint a fele, kereken 45 000 km² tartozik ma Magyarországhoz, ezzel is legnagyobb tájunk a Dunántúl 37 000 km²-ével szemben. Az ország lakosságának fele itt él, igaz Budapesttel együtt.

Az Alföld a Kárpát-medence nagy központi süllyedéke, s mint ilyen, földtani szerkezeti egység. Felszíne azonban távolról sem egyhangú, változatosság nélküli és a felszín alatt sem azonos a földtani kép. Néhány jól körülhatárolható jellegzetes tája van, s ezeken belül több kisebb és még kisebb szerkezeti vagy üledékföldtani, vízföldtani egység.

A nagy tagok: a Duna—Tisza köze, a Tiszántúl mély földje és a Nyírség. A Duna—Tisza köze terjedelmes szerkezeti lépcső a Dunántúl pannóniai táblája és a Tiszántúl mélyre süllyedt medence aljzata között. A Tiszántúl a medence mélyét jelenti igen elegyengetett felszínnel és igen változatos medencealjzattal. A Nyírség a pannóniai felszín egy viszonylagosan magasan maradt és később újra megemelkedett szigetszerű darabja. E nagy szerkezeti tájak között az átmenetet és a medenceperemekkel való kapcsolatot olyan nagy kiterjedésű tájak szolgálják, amelyek kisebb egységekre tagolódnak. Ilyen az északi hegyperem és a Tiszántúl mélyföldje közötti pannóniai lejtő a negyedkori hordalékkúpokkal: a Jászság, Mezőség, Taktaköz, vagy a Nyírség szigetével elzárt Latorca-medence és a Szatmári síkság. Ilyen Erdély felé az Érmellék és délen a politikai tájnevet viselő Bánát és Vajdaság a Bácskával.

Maga a Tiszántúl mélyföldje is több szerkezeti darabra tagolódik. Szolnok—Debrecen vonalában a mélyben húzódó mezozóos hegyvonulat a mély medencét egy északi és egy déli félre tagolja. Az északi rész szerkezeti tájai a Nagykunság, Hortobágy és a Nyírség gallérját alkotó Hajdúság; a déli részé a Körös-medence, a dél-tiszai süllyedék és az orosháza—aradi perem.

A felsorolt medencerészek és ezek további kisebb tagjai rendszerint felszíni viszonyaikban is elkülönülnek egymástól és földrajzi tájneveik vannak. A nép ajkán élő tájnevek legtöbbször komplex tartalmúak és nemcsak természeti tényezőket, de történelmi, gazdasági, etnikai és művelődési viszonyokat is magukba foglalnak. A Kiskunság nevében benne van a sík felszín, a szikes puszta, a közeli kavics altalaj, a magas talajvízszint, a kunoktól leszármazott lakosok szokásaikkal, életmódjukkal vagy akár a Petőfi megénekelte s eképpen maradandóvá lett látványos szépség. A kecskeméti homokhátsághoz hozzátartozik a mély futóhomok a termékenységet adó eltemetett löszpásztákkal, a hepehupás felszín, a ligetes-bokros természetes növénytakaró, de mellette már a szőlő és gyümölcsös, az örökké kísérletező, tanuló gazda, az iskolaváros Kecskemét. A Jászság tájneve etnikai név, de a táj földtanilag és felszíni formáiban is jól jellemezhető sajátos jegyeket hord. A Nyírség neve sem csak homokot és buckákat jelent, a Hajdúság sem csak löszrétegeket a homokon. A Hortobágy tájnevéből kielemezhetjük a vastag agyaggal borított árteret, a sík szikes felszínt, a fátlanságot; a történelmet, amely a községek tucatjait pusztította el innen s most a legelésző juhnyájat, a száguldó ménest vagy akár a délibábot is.

Ennek a könyvnek az a célja, hogy áttekintést adjon hazánk e nagy tájának földtani fejlődéstörténetéről, a medencét kitöltő rétegekről, az azokban fellelhető ásványi nyersanyagokról, a nagy medence vízviszonyairól és a felszíni és felszínközeli képződményekről, amelyek meghatározzák termelési, építkezési, közlekedési és élhetési viszonyainkat. Az általános áttekintésen túl foglalkozni kívánok az egyes tájak földtani viszonyaival és mindazzal, ami azokból következik.

E munka egy kisebb előtörténeti rész kivételével egyszemélyes egyéni alkotás, de a háttér, amelyből született, széles. Alapja a Magyar Állami Földtani Intézet síkvidéki tudományos programja és a Síkvidéki Kutató osztály 33 éves tevékenysége. Az osztály tagjai e hosszú idő alatt változtak, de néhányan meghatározói voltak a program teljesítésének. Munkámat nekik ajánlom.

A megismerés kezdetei

Ahogy a jégkorszakok után kitavaszodott, az Alföld vízvidékeit benépesítette az ősember, aki még kőeszközöket használt. Ez a kitavaszodás 6000—8000 évvel ezelőtti idő. A földtan a holocén első melegebb klímájú szakaszának (a boreálisok után az atlanti) nevezi, a művelődéstörténet új kőkorszaknak, neolitnak. Az ember ezt megelőzően, a jégkorszakokban is élt, a barlangi leletek erről tanúskodnak, hiszen a jégárak a Kárpát-medencét nem érték el és a hideg időszakok közötti interglaciálisokban a mainál kedvezőbb időszakok is voltak. A benépesülés azonban a holocén időben zajlott le.

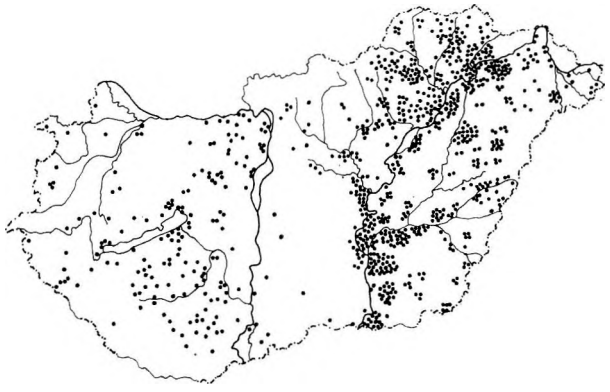
A régészeti leletek és ásatások ebből az időből igen sok telephelyet mutatnak ki végig a Tisza folyó és mellékvizei, a Bodrog, a Hernád, a Sajó, a Zagyva, a Hortobágy, Berettyó és a Körösök mentén. Üres viszont a Duna—Tisza közi homokterület, üres — feltűnően — a Duna mente és gyéren lakott a Dunántúl is. Ebben az időben az Alföld mély tengelye a legismertebb a Kárpát-medence tájai közül.

Hosszú időn át alakult ki és maradt meg ez a helyzet. A halász, vadász, pákász életmódnak ezek a területek nagyon megfeleltek. Ha csak a megismert régészeti leletek elterjedését nézzük, akkor a következő néhány ezer év gyérebb településre mutat. Sokkal kevesebb réz- és bronzkori emléket tártak fel eddig, mint késő kőkorszakit, de amit feltártak, azt zömmel a folyópartokon. Változás az eddigi települési képpel szemben az, hogy a bronzkorban (1500—3000 évvel ezelőtt) a Dunántúl is jobban benépesedett, főleg a Duna mente.

Minthogy a halász-vadász ember nagyobb területen mozog, mint később a szántó-vető, ebben az időben az itt lakók eléggé jól ismerhették az Alföldet. A közlekedést a vizek nagy területen biztosították.

Az Alföldön ásványi nyersanyag, bányászni való kincs egyedül a fazekas agyag volt. Ezt bányászták is többfelé. Téglagyárak agyag- és löszfalaiban ma is látható helyenként az agyaggödrök sora, későbbi talajos rétegekkel kitöltve.

A rómaiak hódításai megálltak az Alföld peremén, nagyjából a Duna vonalán. Így az Alföldet a római csapatok, ha be is kalandozták néha, birtokba nem vették, térképeik nem adnak róla számot. A római birodalom bukása előtt, alatt és után a népvándorlás legkülönfélébb népei kalandozták be ezt a területet és csak az avarok tudtak hosszabb időt itt tölteni. Sáncaik, őrdombjaik nyomait ma is megtaláljuk az Alföldön. Őket és utódaikat a magyarok váltják fel. Előttünk még rövid félszáz évre, de hírében máig tartó jelentőséggel itt virult a hun birodalom. Bár Attila birodalma nyugaton és keleten messze túlterjedt a Kárpát-medencén, a király szálláshelye a Közép-Tisza mellett volt, pon-

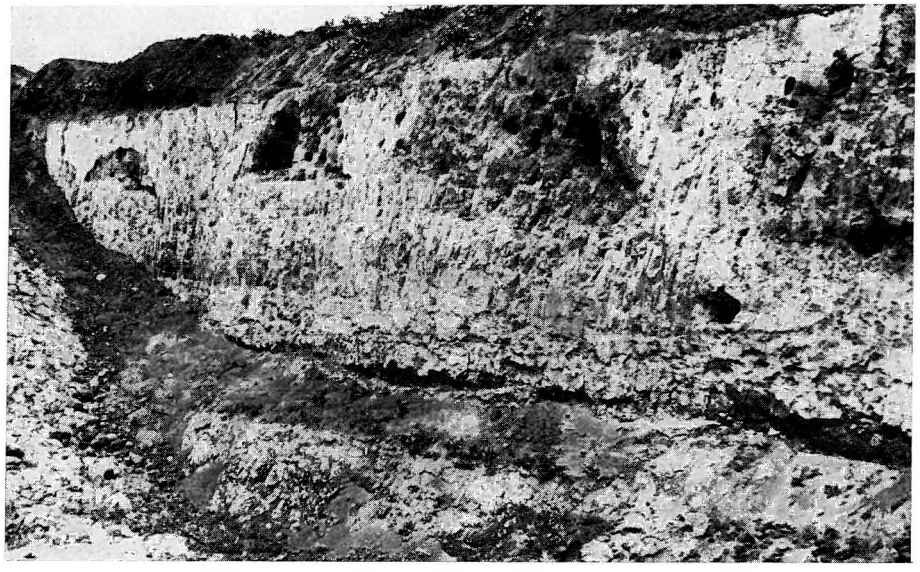


1. ábra. Neolit lelőhelyek Magyarországon. Szerkesztette: Bácskay E. 1980

Fig. 1. Neolithic sites in Hungary. Plotted by E. Bácskay 1980



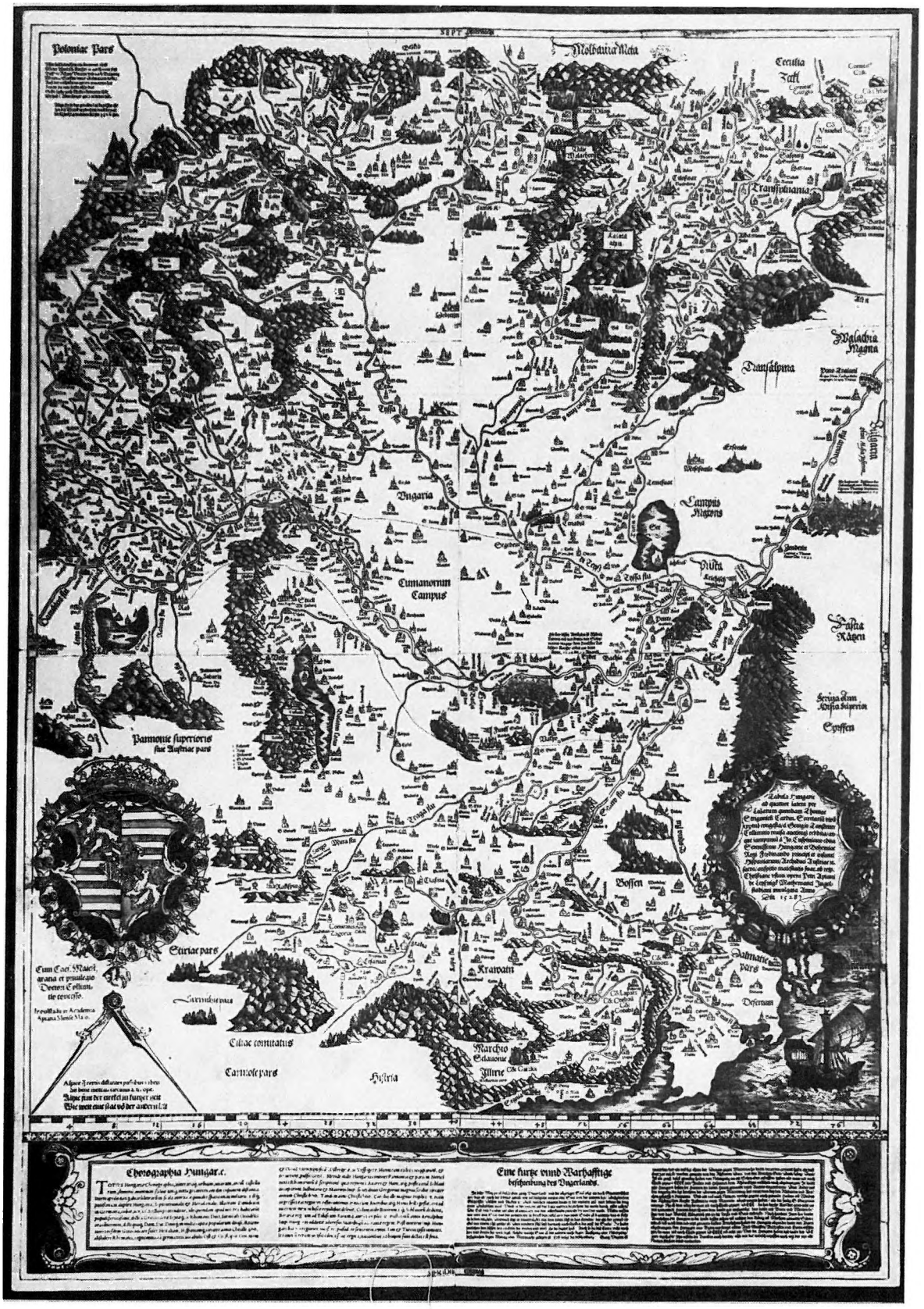
2. ábra. Régészeti lelőhelyek a galgahévízi löszfalban
Fig. 2. Archaeological site in loess wall, Galgahévíz



3. ábra. Régi agyagbányák löszfalban (Tiszafüred)
Fig. 3. Ancient pottery clay pits, Tiszafüred

tosan azon a területen, amelyet a régészeti lelőhelyek már régen a legjobban benépesült területnek mutatnak ki (Törökszentmiklós—Szentes vidéke). A hun birodalom emléke — joggal vagy jogtalanul — a magyar honfoglalás elődjeként vonult be történeti tudatunkba, bár a kettő között jó négyszáz év telt el. A magyar honfoglalásról szóló legendák és feljegyzések mutatják, hogy őseink hamar megismerték ezt a földet és minthogy nem voltak már többségükben nomádok, megszállták legtermékenyebb és településre legalkalmasabb részeit. Az, hogy alapos és a lényeget megragadó ismeretség volt, a honfoglalásról szóló mondák és a törzsenként kiválasztott települési helyek bizonyítják. Az állam berendezkedésével aztán megszületnek az írásos okmányok és leírások, majd egy-két évszázad múlva a térképek is.

Lázár deák térképe — felirata szerint — az 1528. évben készült, tehát két évvel a mohácsi csatavesztés után. A településkép nyilván a török pusztítások előtti állapotot mutatja. Feltűnő rajta az, hogy igen sűrű a városok—községek hálózata az északi hegyvidéken és Erdélyben, sűrű a Dráva—



4. ábra. Lázár deák térképe Magyarországról, 1528

Fig. 4. Map of Hungary, by scholar Lázár 1528

Száva közén, de nagyon ritka az Alföldön, a Duna—Tisza közén és Tiszántúlon is, és ugyancsak ritka a Dunántúlon. Csak a nagy folyók mente sűrűn lakott; a Duna, Tisza, Maros partjai. A települések képe tehát nem változott lényegesen az Alföldön a honfoglalás előtti állapottal szemben. A magyar törzsek átvették az itt talált népek telepeit és sokban életmódját. Az Alföld folyóktól távoli területei még Mátyás kora után is igen gyéren lakottak és kevéssé ismertek. A mondák, a történelmi események, az irodalom is hosszú ideig a hegy- és dombvidékeken találja meg említésre érdemes eseményeik színhelyét és nem az Alföldön. Alpár és Pusztaszer neve után hosszú ideig nem szerepel kiemelt jelentőségű alföldi helynév történelmünkben — legfeljebb a Muhi pusztáé — Vörösmarty Szép Ilonkája is az erdőn vadászó Mátyást örökíti meg és csak jóval később születik meg irodalmunkban az Alföld fiának apoteózisa Toldi személyében.

Lázár deák térképét itthon és külföldön számtalan térképalkotás követi. A XV—XVI. század Európában a térképezések és a térképnyomtatás, illetve -metszés korszaka. Nagy térképszerkesztő és rajzoló iskolák és műhelyek működtek Hollandiában és Németországban és hatalmas atlaszokban tették közzé műveiket az akkor ismert világról. Ez az idő a nagy felfedezések kora. Az európai hajósok megismerik és csodálatosan pontos térképeken megrajzolják a kontinensek határait, a tengerpartokat, szigeteket, szorosokat, kikötőket. A kontinensek belsejét csak később kezdik el részletesen térképezni, bár Európában ez is megindul.

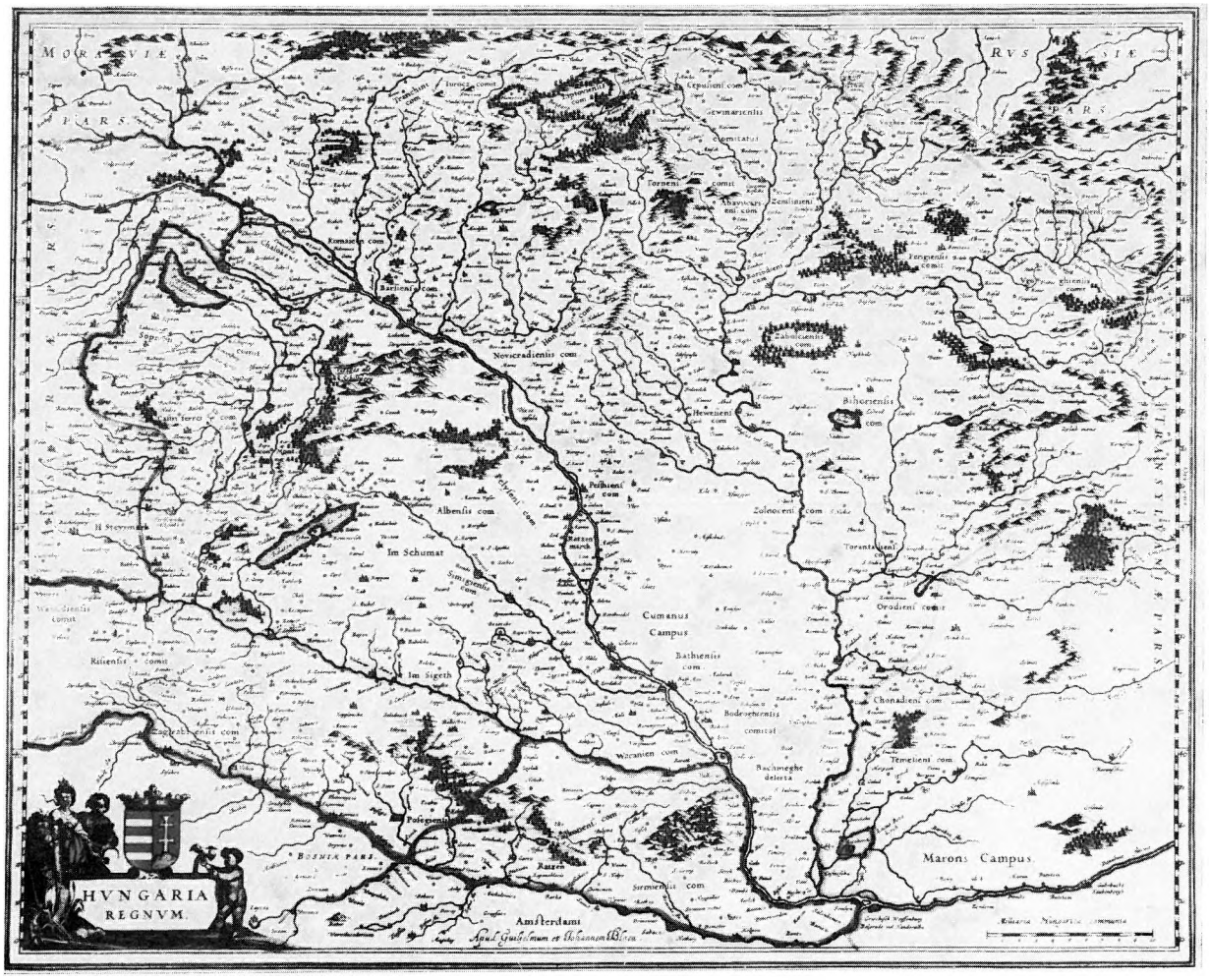
A török hódítás ideje nemcsak az Alföld népét pusztította ki jószerével, hanem elmosta mindazt a tudást is, amit a magyar állam első századaiban e területről összegyűjtöttek. A XI—XV. sz. közötti időben — bármennyire is telve voltak zavaros és háborús eseményekkel — Magyarország műveltségben és a közállapotok szintjén az európai országok élvonalában állott. Ebben a helyzetben jelentett változást a másfél százados török pusztítás, különösen az Alföldön. A török időkben nem születnek új térképek, a régieket módosítgatják. Az ország — és megint főleg az Alföld — nem annyira meghódított és a megszálló saját érdekében gondozott terület volt, hanem állandó, megújuló csatatér. Nem ismerjük a török levéltárak adatait a XVI—XVII. századból, de ránk nem maradtak törökök felmérte térképek Magyarország déli területeiről, a török uralom idejéből.

A megismerés újkora

Nagyarányú térképező munka indult meg a törökök kiűzése után. A lakatlanná vált terület jelentős részét újonnan telepítették be, s ez most már mérnöki felmérő és területrendező munkát jelentett. Az elvadult vizeket is szabályozni kellett, csatornaépítésekbe is kezdtek. A terület újbóli megismerése, mondhatni „tudományos" felmérése, most indult meg. Valóságos új honfoglalás ez, Árpád és IV. Béla után a harmadik. Az Alföldre visszaköltöző családok keresik régi birtokaikat és okmányaikat, amelyekkel igényjogosultságukat igazolják. A törökök kiűzésében résztvevő sok katona szerez új birtokokat. Még több azonban — sok százezer — a még mindig török fennhatóság alól, a Balkánról menekültek száma. Ezek mellett a nyugatról jövő telepesek — bár sokan vannak — száma elmarad. Az újonnan visszaszerzett területeken megindulnak a földrajzi felmérő és térképező munkák. Ez az idő egybeesik Európában a centralizált nemzeti államok kialakulásával. Az államhatalom a helyi oligarchiáké fölé nő. A kialakuló államigazgatási szervezetnek adatokat kell gyűjtenie a kormányzandó területekről, azok népességéről és gazdasági viszonyairól. A topográfiai térképek mellett megjelennek az ásványi nyersanyag lelőhelyekről és bányahelyekről való térképek is. A bányatérképek különben, a tengerpartok és hajózó utak térképezését kivéve, mindenütt megelőzték az általános földtani térképeket.

Lázár deák térképétől az 1780-as évek végén megindult részletes katonai topográfiai térképezésig az Alföld felszíni viszonyainak ismerete nem sokat fejlődött. Joannes Sambucum Pannonium 1579-ben készült térképe bár részletesebb, de elrajzoltabb Lázár deák térképénél. Nem sokkal jobb, de részletesebb Jakob von Sandrat 1664-ben kiadott térképe és közelít már a jó térképhez Müller 1769-ben kiadott térképe. Ezen már a Duna mellékágakra bomló szigetképző szakaszjellege, a Tisza nagyon kanyargós mederfejlődése, valamint a mocsaras, vízállásos helyek is tanulmányozhatók. Jelzi a futóhomok dombsorokat a Duna—Tisza közén és a Tisza bal partján. A holocén Duna-völgy és a Tisza—Körös köz korabeli vízrajza szintén fontos információkat nyújt. A Tisza—Berettyó és Tisza—Körös között, árvízi összekötő vízfolyások sorát mutatja a térkép Kunhegyes—Körösladány, Fegyvernek—Túrkeve között. A Nagykunság emelkedő táblája terelte itt a Tiszát mind nyugatabbra, időszakos élővízcsatornaként hagyva hátra a régi medreket. E folyóvízi közlekedésre alkalmasan behálózott terület déli részén vonul végig védekezésül, vagy segítségül a hatalmas mesterséges mű az Ördögárok, Csongrád, Túrkeve, Körösladány, Püspökladány között. A Hortobágy északi felét nagy mocsár borítja Tiszadobtól Balmazújvárosig. A Duna—Tisza köze déli részét és a Hortobágy területét ez a térkép is majdnem lakatlannak tünteti fel.

A XVIII. sz. végén az első katonai részletes felvétel 1:28 800 méretarányban készült és ennek alföldi lapjai a topográfián keresztül már sok földtani információt is adtak, elsősorban a futóhomok



5. ábra. Willem Janssoon Blaeu-Johannes térképe 1647 körül

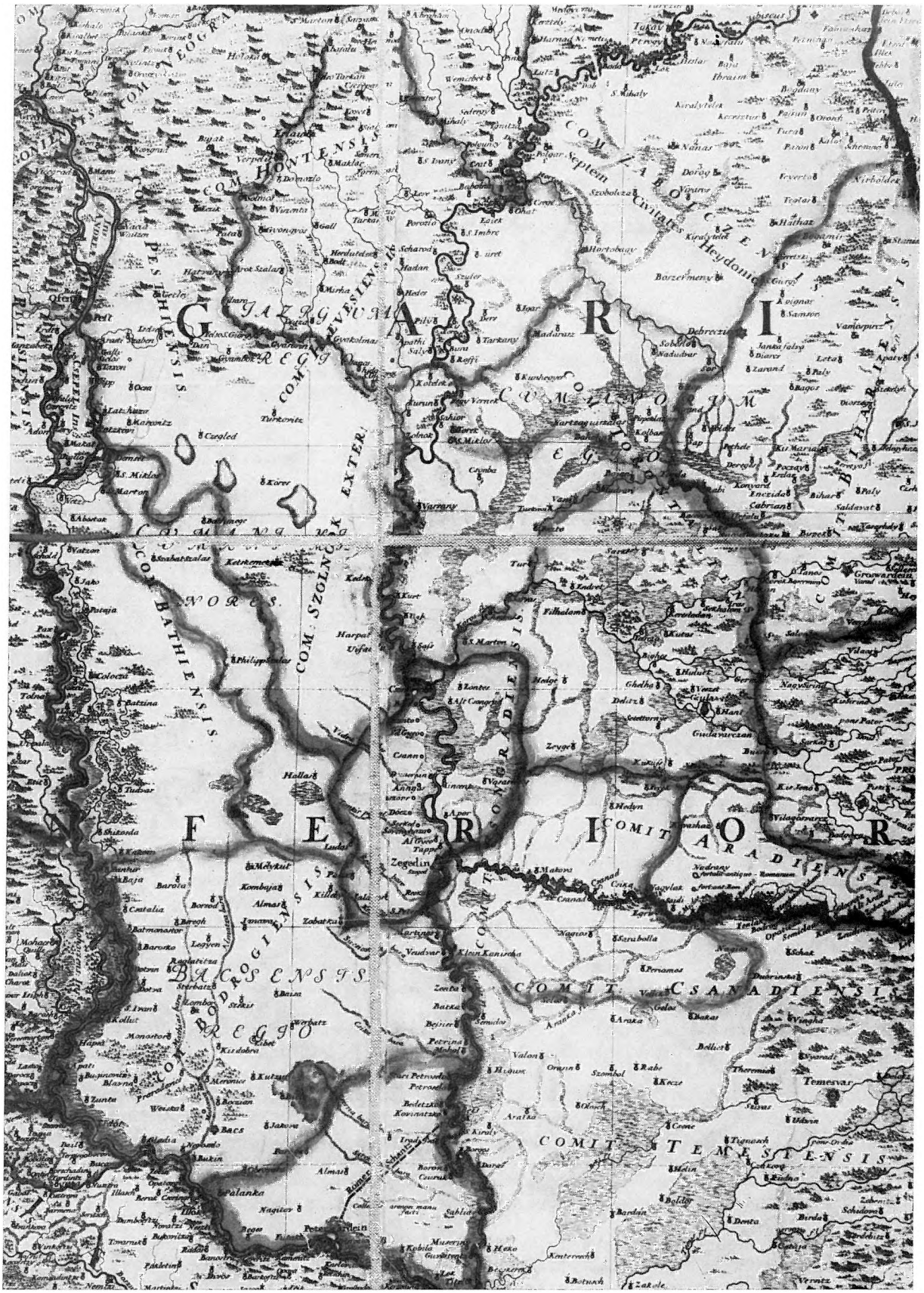
Fig. 5. Map of Hungary, by W. J. Blaeu-Johannes 1647

területekről és a vizenyős, mocsaras süllyedékekről. Az új felvétel alapján készült Lipszky János áttekintő térképe Magyarországról (Mappa generalis regni Hungariae, Pest, 1806), amely a nagyszabású vízrendezések előtti állapotokat mutatja be az Alföldön, most már szabályos hálózatban, méretarányhelyesen.

A hortobágyi nagy mocsár ezen a térképen is szerepel, de hasonló nagy kiterjedésű mocsarak borítják a Nagykunság közepét és déli részét Karcag, Füzesgyarmat és Szarvas között. Nyílt víztükör a Sárrét területe is. Nagy mocsár foglalja el a Zagyva—Tisza közét is és szikes tavak borítják a Duna—Tisza közi homokhátság nyugati peremét, továbbá a mai Duna-völgy keleti peremét. Lipszky részletes felmérésen alapuló térképe kitűnően szemlélteti a Tiszántúl legjobban süllyedő felszíneit Karcag—Püspökladány, Bucsa körül és a peremi helyi süllyedéket a Nagy-Sárrét területén. Jól látható az is, hogy a Hármas-Körös Kunszentmártonnál bevágott mederben réseli át a Nagykunság déli szegélyét.

Magyarország ásványkincseiről már 1556-ban jelent meg áttekintő térkép (W. Lazius) és 1741-ben részletes térkép készült (L. Ferdinand Marsigli). 1786-ban J. M. Korabinszky adott ki országos térképet földtani vonatkozású térképjelekkel. Közben Mikoviny Sámuel készített és adott ki topográfiai térképei mellett bányatérképeket. Ezek a térképek azonban az Alföldre vonatkozóan nem sok újabb információt adtak.

Az ország földtani megismerésében a külföldi utazók jártak elöl. 1793-ban az angol R. Towson utazta be Magyarországot és adott ki leírást és térképet. 1815-ben a lengyel S. Stascic szerkesztett útleírást és földtani térképet. 1818-ban F. S. Beudant adott ki 1:1 000 000 ma. földtani térképet Magyarországról. Ezek az utazók is inkább csak a közlekedési nehézségeket látták az Alföldön, mintsem a földtani viszonyokat.



6. ábra. Geographia Novissimae Regni Hungariae. IGNAZ MÜLLER, Viennae 1769

Fig. 6. Geographia Novissimae Regni Hungariae. I. MÜLLER, Viennae 1769

Az első földtani térképezések kora

A rendszeres földtani térképezés az 1830—1840-es években indult meg a bécsi földtani intézet szervezésében és 1845-ben már megjelent az Osztrák—Magyar Monarchia áttekintő földtani térképe 1:864 000 méretarányban. 1867 és 1871 között F. Hauer kiadta 1:576 000 méretarányban a Monarchia geológiai áttekintő térképét. A felvételi lapok 1:28 800 és 1:144 000 méretarányban készültek.

Ezeken a térképeken az Alföld felszíni képződményeit igen elnagyolva tüntették fel, rendszerint csak alluvium és diluvium megjelöléssel. Meglepő hamar jelentkezett azonban a törekvés, hogy a hegyvidéki geológia érdeklődési köre és kifejlett kőzettani és sztratigráfiai jelkulcsa mellett a síkvidéki területek sajátos viszonyait is megfigyeljék. A történelmi Magyarországon, ahol a síkvidéki területek az egész országterület egyharmad részét adták, ez különleges feladat volt és nem volt várható példa a nyugat-európai haladottabb területekről.

A magyar geológusok legelsője, Szabó József, az Alföld-térképezés sajátos feladatát felismerte és az általános földtani térképezés kezdeti korában, még a Földtani Intézet megszervezése előtt, kísérletet tett rá. 1861-ben tanulmányt jelentetett meg Békés és Csongrád megye geológiai viszonyairól és talajnemeinek ismertetéséről. A tanulmányhoz 1:576 000 ma. színes földtani térképet mellékelt. Ezen a térképen hat osztályba sorolta a „talajokat", azaz 1. jó fekete föld; 2. szikes; 3. turfás és korhany talajok; 4. homok; 5. kötött agyag; 6. iszaptalaj. Ez az osztályozás félúton van a földtani, kőzettani és a kifejezetten pedológiai, talajtani megkülönböztetés között. Mindenesetre úttörő munka ez, elindítója a későbbi talajtani kutatási irányzatnak. Szabó József 1864-ben Heves és Külső Szolnok megyékről közölt földtani leírást, 1880-ban pedig Molnár Jánossal anyagvizsgálati útmutatásokat is kidolgozott (Szabó J. 1880).

1869-ben megalakult a Magyar Kir. Földtani Intézet, egyelőre néhány szobában, néhány emberrel. Az intézet önállósultan, a hazai viszonyokhoz szabottan folytatta az osztrákok földtani térképező munkáját, azonos felfogásban és azonos méretarány szerint. 1871-től német, később magyar nyelven kiadta évente közleményeit (M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve), majd jelentéseit (M. Kir. Földtani Intézet Évi Jelentése). Az intézet a maga néhány geológusával eleinte csak a hegyvidéki területek térképezését végezte, az Alföld földtanával, elsősorban talajaival — Szabó József-en kívül — csak a mezőgazdasági főiskolák foglalkoztak. Az 1885. évi országos kiállításon a debreceni, kassai és keszthelyi gazdasági tanintézetek bemutatták a tangazdaságok és környékük talajviszonyait ábrázoló térképeiket.

1886-ban Szabó József szót emel a Magyarhoni Földtani Társulat közgyűlésén egy alföldi térképező osztály felállítása érdekében a Földtani Intézetben. Indokolja ezt azzal, hogy itt a földtani felvétel módja más, „mert az Alföldön a kőzetek függőleges vizsgálata és az azokban mozgó víz iránya, mennyisége és minősége is lényegesen szerepel". Ezt a vizsgálatot pontosan száz év múlva végeztük el.

Az igazi lökést a síkvidékek földtani térképezésére a földművelésügyi miniszter 1889. évi rendelete adta meg, amely a filoxérával szemben immunis futóhomok szőlőterületek összeírását rendelte el és a Földtani Intézetet hívta fel a vizsgálatok végzésére. Hegyvidéki értékes szőlőinket 1875-ben lepte meg a filoxéra-vész. 1880-ban már 31 községben pusztított, 1890-ben 495 községben, végül 1961 községben pusztult el a szőlőterület nagy része. Nem terjedt el a filoxéra a homokterületeken, a Duna—Tisza közén. Ezért keresték máshol is az immunis homokterületeket. Az eredmény az lett, hogy 1914-ben már az ország összes szőlővel beültetett területének fele a Duna—Tisza közén volt, homokon. Közben az egész ország területén erőltették a talajok vizsgálatát és térképezését.

Az agrogeológia születése

Böckh János igazgató az agrogeológiai új munkakör ellátására (Böckh J. 1891: Igazgatósági jelentés. Földt. Int. 1890. Évi Jel.) 1890-ben egy állást kért és kapott a Minisztériumtól. Erre vették fel a magyaróvári gazdasági akadémián működő Treitz Pétert, munkatársnak. Még ebben az évben a földművelésügyi miniszter kinevezte Szabó József tanítványát és barátját, Inkey Bélát a Földtani Intézet főgeológusává, s megbízta őt az új osztály vezetésével. Inkey minisztériumi megbízás alapján 1891 nyarán külföldi tanulmányútra indult. Felkereste Berlint, Badent, Lipcsét, Heidelberget, Strassburgot, Zürichet, Bécset, visszatértében pedig Magyaróvárt. Treitz is tanulmányútra ment 1892-ben Heidelbergbe, Badenbe és Darmstadtba. A nyert tapasztalatok alapján a porosz földtani intézet térképezési előírásait követve indult meg a tapogatódzó térképező munka Mezőhegyes, Debrecen, Magyaróvár környékén részletező agrogeológiai felvételek formájában. 1896-ban Horusitzky Henrik is csatlakozott az „agronóm"-térképezőkhöz.

Az 1896. évi millenneumi kiállításon a Földtani Intézet két témával szerepelt: a mezőgazdaság és a bányászat tárgykörével. A mezőgazdasági részt Inkey B. rendezte. A kiállításon bemutatták Magyarország geológiai térképét. Az Alföld ezen eléggé egyhangúan szerepelt.

1896-ban Inkey B. és Horusitzky H. a Kisalföldön, Treitz P. a Duna—Tisza közén térképe-

zett. Az egyes térképezők között jelentős felfogásbeli különbségek voltak. A lényeges kérdés az volt, hogy az agrogeológiai térképnek szigorúan kőzettani térképnek kell-e lennie, vagy figyelembe kell vennie az éghajlat talajképző hatását. Ez utóbbi esetben előzetes országos átnézetes térképet kell készíteni, míg az előző esetben a részlettérképek felvétele bárhol megkezdhető és folytatható. A viták folyamányaképpen Inkey B. 1897-ben lemondott az osztály vezetéséről, s mivel az átnézetes talajtérképezésre való áttérésről szóló memorandumát a földművelésügyi minisztérium nem fogadta el, megvált a Földtani Intézettől. Az osztály vezetését Szontágh Tamás vette át. Ezzel vége lett a kísérletezésnek. Az új vezető nem tudós, hanem adminisztrátor alkat volt, a térképezés pedig tovább folyt a túlhaladott porosz minta szerint. Az alapelvek terén fennálló vita mellett, az agrogeológiai térkép szerkesztésének sarkalatos problémája volt még a fiatal holocén és pleisztocén laza üledékek osztályozásának, elnevezésének és ábrázolásának megoldatlansága is.

Az addig használatos üledékes kőzettani osztályok: — agyag, homok, kavics — itt már nem voltak elegendők a kőzetleírásnál. Megjelennek a jelkulcsban az iszap, homokliszt, vályog elnevezések. Keveredtek egymással a kifejezések az egyre részletezőbb kőzetleírás során: homokos iszap, homokos agyag, vályogos agyag, márgás homok stb. megjelöléssel találkozunk. Megjelennek a genetikai, a kémiai osztályozás formái, sőt keverednek is: lösz, löszös homok, deluviális agyag, ill. vasas kavics, szikes agyag, réti mészkő, gyepvasérc. A törmelékes kőzeteknél pl. a homoknál a tengeri, tavi, folyóvízi és futóhomok genetikus megadása mellett kívánatos lett a részletező anyagleírást tovább finomítva a szemnagyság megadása is: finom, közepes szemű, durva homok. A litológiai jelkulcs tehát kiszélesedik olyannyira, hogy egy-egy térképen 10—12 kőzettani kategória is megjelenik és ezeket a terepi térképezők egyike-másika ráadásul még különböző felfogásban is használja...

Később ugyan az üledékföldtani, talajtani, majd később talajmechanikai laboratóriumok szervezése és kifejlesztése során az elnevezések mellé anyagvizsgálati paraméterek is kerültek a szubjektív hibaforrások kiküszöbölésére, így az azonosítás biztosítása is lehetővé vált: ezzel azonban nem szűnt meg a nagyon sokféle elnevezés és nem vált még lehetővé a különböző arányú szemcse keveredéseknek rövid névvel vagy jellel való megjelölése.

A „szemcseszerkezet", a szemcsenagyság összetétel és eloszlás kategorizálásának és számmal való rövid megjelölésének problémája csak jóval később oldódott meg.

Az első térkép 1902-ben jelent meg. Horusitzky H.—Inkey B.—Timkó I.: Magyar-Szölgyén és Párkány-Nána vidéke c. lapja 1:75 000 méretarányban. Másodikként Treitz P.: Szeged és Kistelek vidéke c. agrogeológiai térképe és magyarázója jelent meg 1905-ben. A lényegében egyidőben készült kétféle térkép mutatja, hogy a térképszerkesztés elvében és módszerében is lényeges felfogásbeli különbségek voltak a munkatársak között. Ez természetes is. Az agrogeológiai térképezésnek hazánkban nem volt előzménye; csak kísérletezéssel és ellentmondásokon keresztül lehetett előre jutni. A porosz mintájú, kőzettani jellegű földtani térképek éppen azért jutottak hazánkban zsákutcába, mert más területek más viszonyaira kidolgozott módszerekhez ragaszkodott az intézet vezetése és a főhatóság, s azoknál az „egység és a rend érdekében" makacsul ki is tartott. Az elvi módszerbeli viták, ha néha élessé is váltak, tulajdonképpen mégis napirenden tartották az Alföld-térképezés ügyét, egyben segítették is a terület minél alaposabb és több oldalú megismerését.

1905-ben a Földtani Intézet bizottságot küldött ki az agrogeológiai térképek szerkesztésének egyeztetésére. A bizottság (Timkó I., Güll V., László G.) javaslata alapján jelent meg 1907—1911-ben Timkó I. szerkesztésében és magyarázójával Érsekújvár és Komárom térképe (14. zóna XXVIII. rovat 1:75 000 méretarányban). A térkép Timkó, Horusitzky és László felvételei alapján készült.

A vita azonban folytatódott. Ez a térképezési elvek újabb felülvizsgálatát indította el — annak ellenére, hogy elkészültekor a jövőben kiadandó lapoknál követendő mintának elfogadták —, egy olyan fórum keresését, amely széles körű tapasztalatok alapján és meggyőzően dönthet az elvi kérdésekben. E fórum egy nemzetközi konferencia lehetett. Ennek gondolatát az új és igen aktív igazgató, id. Lóczy Lajos nyomban felkarolta és azt jó sikerrel, rövid idő alatt össze is hozta.

A Budapesten 1909. ápr. 14—24. között tartott első nemzetközi agrogeológiai konferencia kitűnő előadásokat és vitákat hozott. Megtárgyalták a talajgenetika, talajosztályozás, minősítés kérdését, új talajvizsgálati módszereket ismertettek a geológiai vizsgálati módszerek mellett. Felvonultatták a kémia újabb eredményeit. Néhány, később nagy hírnévhez jutott tudósra itt figyeltek fel először (így a magyar Simon Elekre). A határozatok közül kiemeljük a következőt: „Kívánatos a talajtípusok térképének Európa-szerte mielőbbi felvétele, mégpedig a talajok zonális elterjedésének figyelembevételével." (Comptes Rendus de la Première Conférence Internationale Agrogéologique.) A következő években ennek az iránynak a képviselője, Treitz Péter jutott a magyar agrogeológiában vezető szerephez.

Amilyen meghatározó jelentőségű volt ez a nemzetközi konferencia a talajtan tudományának fejlődésében — később rendszeres talajtani konferenciák követték azt — épp annyira veszedelmes következményekkel is járt a geológiai alapok, a geológiai tényező háttérbe szorításával. Treitz P. ugyan még megtartotta térképein a földtani alapot, szemléltette az ábrázolható földtani vonatkozást, de a kémia felé forduló irányzat már előre vetette árnyékát és később Kreybig L. térképein az önálló

képződménynek tekintett talaj az ábrázolás során már teljesen el is szakadt az anyakőzettől, mint talajképző kőzetalaptól.

A konferencia új lendületet adott a síksági területek agrogeológiai térképezésének. A térképezők egész sora állt munkába és aránylag rövid idő alatt az ország nagyobb részét térképezték. Treitz mellett Horusitzky Henrik, Timkó Imre, László Gábor és Ballenegger Róbert tevékenykedett. Az első világháború egyrészt akadályozta, másrészt gyorsította a munkát. Gyorsította abban, hogy sürgette a befejezést. Treitz, aki az egyik legtevékenyebb felvételező volt, 1918-ban átnézetes összesítő térképet szerkesztett az egész országról, mielőtt az darabokra szakadt. Ezt a színezett térképet 1927-ben adták ki 1:1 000 000 méretarányban. A térkép már nem agrogeológiáról beszélt, hanem talajrégiókról s a magyarországi talajokat 4 kategóriába sorolta:

I. erdei fakó talajok régiója (fenyvesek klímája), II. erdei barna talajok régiója (bükkösök klímája), III. erdei fekete talajok régiója (vegyes lomberdők klímája), IV. mezőségi sötét barna talajok régiója (mezőségi klíma).

A klímazonális talajrégiókon belül kőzettani jellemzőket is közölt: homok, futóhomok, lösz, vasas kavics, meszes kavics, márga, mészkő, dolomit, homokkő, bazalt, trachit, vulkáni tufa, eruptív gránit, kristályos pala, öntéstalaj, tőzegtalaj, réti agyag, szik. A térkép idejében elkészült, de az első világháború utáni zavaros idők miatt későn jelent meg és addigra a tudományos kutatás fejlődése már többet kívánt.

Mióta a talajtan önálló tudománnyá lett, gyorsan fejlődött, a termeléstechnika pedig sokkal inkább tematikus céltérképeket s ráadásul részletesebb felbontású térképeket kívánt meg, mint Treitz P. áttekintő térképe volt hozzáférhetősége idején. Ezért a Treitz vezette térképezés igazi célját nem érte el. Tudományos jelentősége azonban nagy, és bár az áttekintő térkép erős kritikát kapott, a felvételi lapok a későbbi talajtani felvételek alapanyagát képezték és képezik ma is.

Az agrogeológiai térképezésnek kiegészítő fejezete volt a magyarországi szikesek térképezése és a szikesedés folyamatának tanulmányozása. Sokan működtek ebben közre és a gyakorlati eredmények mellett, a szikesedés tudományos vizsgálatában nemzetközi fórumok előtt kiemelkedő — sok tekintetben úttörő — érdemeket szereztek.

A felszín alatti viszonyok megismerése

Eddig az agrogeológiai térképezésről szóltunk, s vele az Alföld felszíni képződményeinek megismeréséről is. Hamarosan jelentkezett további igény a már Szabó József által is sürgetett vertikális megismerés és a talajvízviszonyok megismerése terén. A vertikális feltárásokat az artézi kútfúrások indították el. Zsigmondy Vilmos 1868—1878-ig fúrta meg nagy feltűnést keltő eredménnyel a Városligeti artézi kútját (970 m). A 11 évig tartó fúrás a magyar föld mélyének megismerése terén olyan döntő új ismereteket hozott, amelyet egyetlen, azóta lemélyített fúrásunk sem múlt felül. Tulajdonképpen a fúrás hosszúra nyúlt idejében született meg a magyar mélyföldtan tudománya. A Földtani Intézet működésének első évtizedét jelenti ez az idő. Az Alföld mélyének megismerése, helyesebben megsejtése terén a városligeti fúrás az első lépés.

A fúrástechnika fejlődése terén is nagyot léptünk ez alatt a 10 év alatt. De a legnagyobb és eléggé nem méltatható eredmény az artézi kutak fúrásának elindítása az Alföldön, amely ennek a tájnak legfontosabb gazdasági problémáját, a vízellátást oldotta meg. Az artézi vízfúrások rövid néhány évtized alatt feltárták az Alföld fiatal üledékeit 200—300 m mélységig. A mélyebb rétegek megismerése fél évszázaddal későbbre, az olajkutatásra maradt.

Bár a mélyebb rétegek tényleges megismerése még sokáig váratott magára, az elképzelések előtt megnyílt az út. Ezek az elképzelések még az olajkutatás megindulása előtt megteremtették az Alföld mélyére vonatkozó első hipotéziseket. Előbb Böckh Hugó és id. Lóczy Lajos, később Prinz Gyula, Telegdi Roth Károly, Pávai Vajna Ferenc közölt elképzeléseket a magyar medence mélyszerkezetéről. Ezek az elképzelések nagyban támaszkodtak a szomszédos hegyvidékeken, az Erdélyi-medencében, a Balkánon végzett földtani kutatásokra és romániai tanulmányutakra. Legismertebbé vált az elképzelések közül a Printz-féle Tiszia-elmélet, amely a magyar Alföld alapzatában egy mozdulatlan köztes tömeg jelenlétét tételezte fel, amely egy merev tömeg, mint kaptafa körül, gyűrődtek fel a Kárpátok. E tételt később a szénhidrogén-kutató fúrások megcáfolták.

A városligeti fúrás befejezésében Zsigmondy Vilmosnak legnagyobb segítsége Zsigmondy Béla gépészmérnök volt, aki a fúrástechnika kifejlesztésében úttörő munkát végzett. A sikeres fúrás után megindult artézi fúrások sokaságának kivitelezője is Zsigmondy Béla volt.

Az alföldi vízellátást nem a mélyfuratú és hévizet adó kutak oldották meg, hanem a negyedkori rétegekbe mélyülő 200—300 m mélységű kutak, amelyek kis sótartalmú, enyhén langyos tiszta vizet adtak és szerencsés esetben nyugalmi vízszintjük már csekély mélységről is a felszín fölé emelkedett, s így szivattyú nélkül üzemeltethetők voltak. Az 1800-as évek végén készült első kutak kedvező

eredménye után százszámra mélyítették az artézi kutakat az Alföldön és a század végére már közel ezerre rúgott a jó ivóvizet adó kutak száma. 1885-ből való az artézi kutakról szóló első törvényes szabályozás.

Az artézi vízkutatás néhány száz méter mélységig betekintést adott az Alföld felszínközeli rétegeinek anyagára, felépítésére. A fúrási rétegsorokat az első kútfúrók (különösen az úttörő Zsigmondy Vilmos és Zsigmondy Béla) igen gondosan rögzítették, anyagukat begyűjtötték, a Földtani Intézetbe később rendszeresen be is küldték. Így vált lehetővé a feltárt rétegek kőzettani és paleontológiai vizsgálata.

Halaváts Gyula 1896-ban jelentette meg a magyarországi artézi kutakról készített összefoglalását és 1895-ben az Alföld Duna—Tisza közi részének földtani viszonyait tanulmányban foglalta össze az artézi kutak adatai alapján.* Mindkét munka 150—200 m-ben állapította meg a negyedkori rétegek vastagságát. Alattuk a Kisalföldön felső-pliocén, levantei, a Duna—Tisza közén pedig felső-pannóniai feküt mutatott ki. A számbavétel mellett az Intézet felfigyelt az artézi víz pazarlására is, sok kút szabad vízelfolyására.

A Földtani Intézet felterjesztése alapján az 1913-ban kiadott törvényrendelet minden artézi kút fúrását a Földtani Intézet szakvéleménye alapján kiadott engedélyhez kötötte. A rendelet a hidrológiai adatszolgáltatást is előírta. Így a kiadott szakvélemények száma előbb a néhány százat, később a néhány ezret is meghaladta évente.

A negyedidőszak kutatása

A XIX. sz. vége és a XX. sz. eleje Európa-szerte a jégkorszakok tanulmányozásának ideje. Geográfusok és geológusok vállvetve igyekeznek tisztázni a földtörténet utolsó nagy fejezetének, a jégkorszakoknak eseményeit és a Föld arculatának aránylag rövid idő alatt bekövetkezett markáns változásait.

A negyedidőszaki üledékek térszíni helyzetének, különböző vastagságának megfigyelése elvezetett a kéregmozgások hatásainak tanulmányozásához, a geomorfológián, sztratigráfián át a tektonikához. E téren Szabó József munkássága előremutató (Szabó J. 1862).

Hazánkban a negyedidőszak kutatása a XX. sz. derekára felzárkózott a nemzetközi színvonalhoz. Az Alföld területén két kimagasló és sok tekintetben nemzetközi viszonylatban is úttörő munka jelzi e tudomány első nagy eredményeit: Szádeczky-Kardoss Elemér műve a Kisalföldről és Sümeghy József munkája a Tiszántúlról.

1938-ban jelent meg német nyelven Sopronban Szádeczky-Kardoss E. nagy monográfiája a Kisalföldről; 1944-ben pedig a Földtani Intézet kiadásában Sümeghy József „Tiszántúl"-ja, amely vázlatosan az egész Alföld szerkezeti felépítését is tárgyalta és a nagy süllyedék pannóniai kor utáni fejlődéstörténetét is megrajzolta.

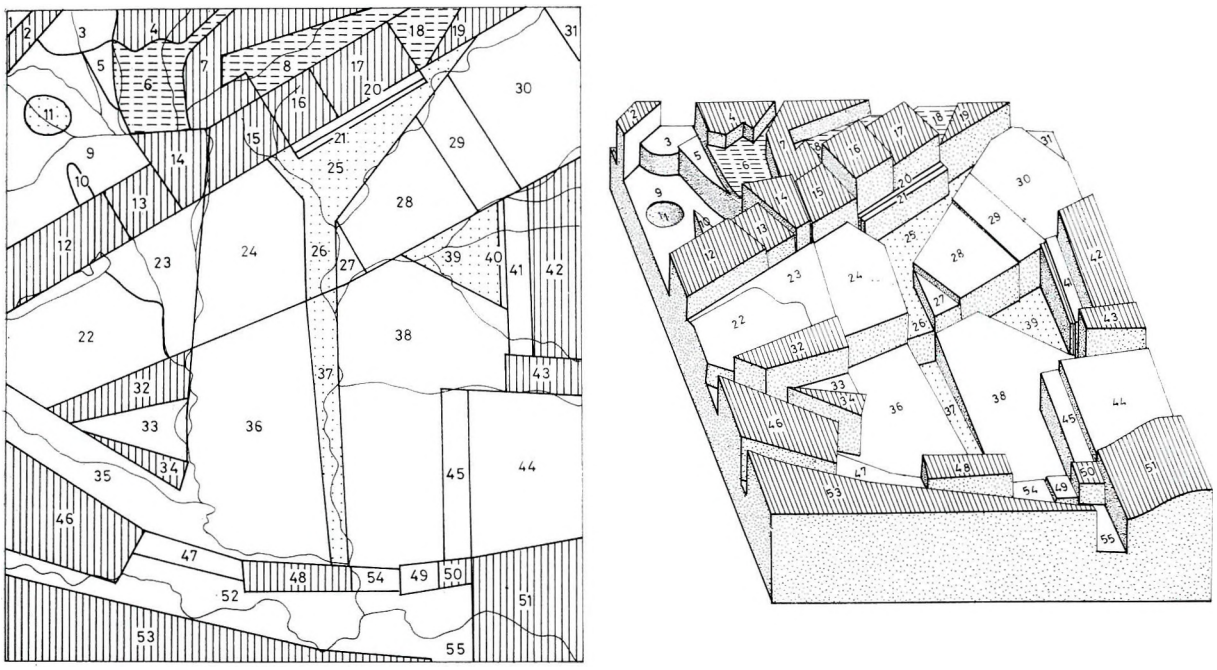
Szádeczky-Kardoss E. munkája nemcsak a Kisalföld felszínéről és kialakulásának történetéről adott összefoglaló képet, hanem a már eddig is divatos terasz-morfológiai kutatásokat új anyagvizsgálati eljárásokkal gazdagítva, igen fontos ősföldrajzi megállapításokat tett a folyóhálózat alakulásáról a felső-pliocénben és a negyedidőszakban, s végül felhívta a figyelmet a kavicsteraszokban mutatkozó periglaciális jelenségekre. A munka jelentős hatással volt a magyar negyedidőszaki földtani és földrajzi kutatásokra, bár e hatás eredményei a második világháború miatt csak megkésve jelentkeztek.

Sümeghy J. „Tiszántúl"-ja rendszeresen végigsorolja és tárgyalja az Alföld és alföldperem negyedidőszaki üledékeit, ismerteti a felső-pannóniai felszín kialakulását és későbbi változásait a levantei emelet idején és a negyedidőszak alatt. E tanulmány követte Sümeghynek az Alföld geotermikus gradiensről szóló és az Alföld mélyszerkezetét érintő — nagy feltűnést keltett — előző tanulmányát. Sümeghy az Alföld szerkezetét törésesnek mutatta be, szemben Pávai Vajna Ferenc ekkor már ismert tételével, amely az Alföld szerkezetében gyűrődéses formákat állapított meg (Pávai Vajna 1930).

Sümeghy 1:200 000 ma. térképet is szerkesztett a Tiszántúl holocén és felső-pleisztocén képződményeiről. Ez a térkép a korbesorolást még sok helyen nyitva hagyta. A terület öntözésének földtani előkészítéseképpen Sümeghy 1:25 000 ma. térképezést is végzett és fúrásszelvényekkel hálózta be a területet.

A felszíni és felszínközeli földtani viszonyok ismertetése csak egyik és nem is a legfontosabb része Sümeghy könyvének. Ami megelőzte kora nemzetközi irodalmát is, az az alföldi medence fiatal szerkezetének megszerkesztése volt. Ezt sok száz artézi fúrás rétegsorának részletező értékeléséből építette fel. E merész vázlat, melyet az újabb vizsgálatok általában megerősítenek, a magyarországi

* Halaváts szerint 1894-ben Magyarországon 1325 fúrt kutat tartottak nyilván. Ebből 555 volt artézi; 532 fúrt kút; 238 sikertelen. A mai magyarországi területre 214 artézi és 346 fúrt kút esett; ebből az Alföldre 199 artézi és 322 fúrt kút.



7. ábra. A Magyar Medence tektonikai térképe és tömbszelvénye. Szerkesztette: SÜMEGHY J. 1944
1. Morva-medence, *2.* Kis-Kárpátok, *3.* Vág-völgye, *4.* Inovec-Tribecs hegység, *5.* Ürményi dombvidék, *6.* Zsitva-Ipoly közti dombvidék, *7.* Osztrovszki-Börzsönyi hegység, *8.* Ipoly-völgye, *9.* Győri-medence, *10.* Pannonhalma, *11.* Csallóközi-üst, *12.* Bakony-hegység, *13.* Vértes hegység, *14.* Dunazug hegyvidék, *15.* Cserhát hegység, *16.* Mátra-hegység, *17.* Bükk-hegység, *18.* Sajó-medence (Cserehát), *19.* Sátor-hegység, *20.* a Mátra-, Bükk-hegységek pannóniai pereme, *1.* a Mátra-, Bükk-hegységek párkánysíkja, *22.* Somogy-tolnai dombvidék, *23.* Mezőföld, *24.* a Duna-Tiszaközi pannon rög, *25.* Zagyva-Tisza árok, *26.* Cegléd-kecskeméti árok, *27.* Szolnoki rög, *28.* Nagykunsági rög, 29. Hortobágyi rög, *30.* Nyírségi rög, *31.* Szatmári-síksági rög, *32.* Mecsek-hegység, *33.* Ormánysági tábla, *34.* Villányi-Báni hegység, *35.* Dráva árok, *36.* a középalföldi levantei depresszió Ny-i része, *37.* Tiszai mélyvonal, *38.* a középalföldi levantei depresszió K-i része, *39.* Körösök-közi pleisztocén depresszió, *40.* a Keleti-középhegység párkánysíkja, *41.* a Keleti-középhegység pannóniai pereme, *42.* Réz-, Béli-hegység, Királyerdő, *43.* Hegyes-hegység, *44.* Vingai tábla, *45.* a temesi alföldi perem, *46.* Biló-Papuk-hegység, *47.* Rumai tábla, *48.* Fruskagóra-hegység, *49.* Deliblát, *50.* Verseci-hegység, *51.* Krassó—Szörényi-hegység Ny-i pereme, *52.* Száva-árok, *53.* Dinaridák, *54.* Bánátisarok, *55.* Morava-völgye

Fig. 7. Tectonic sketch map of the Hungarian Basin. Plotted by J. SÜMEGHY 1944
The names of the single regions distinguished

neotektonikai kutatás jelentős eredménye. Tömbszelvényének rajzi megoldása nagyon kifejező, áttekinthető (7. ábra).

SÜMEGHY Tiszántúlja az első átfogó földtani áttekintés az Alföldről, nemcsak a Tiszántúlról. Gazdag, becses munka. Alapvető irodalma hosszú időre az Alföld fiatal medenceüledékeivel és szerkezeti fejlődésével foglalkozóknak.

Az artézivíz-fúrások fellebbentették a leplet az Alföld történetének utolsó félmillió—millió esztendejéről. Később nagyobb mélységek felé haladva adatok gyűltek a pannóniai tófenék szárazra kerülése utáni folyóvízi feltöltés menetéről és a kialakult rétegekről. Semmi biztos tudomás nem volt azonban a negyedkori rétegek fekvőjében talált pliocén rétegek vastagságáról, de a medence aljzatáról sem. Ezekre a kérdésekre a szénhidrogén-kutatás és a vele kapcsolatos geofizikai mérések válaszoltak és válaszolnak.

Taglalása más témakörbe tartozik, de az időbeli egyeztetések érdekében meg kell jegyezni, hogy EÖTVÖS LORÁND 1911-ben Bugyi és Kecskemét környékén végez először az Alföldön nehézségi anomália méréseket; ID. LÓCZY L. ugyanez évben jár a román alföldön kőolaj tanulmányúton; 1918—1924 között mélyítik le az első szénhidrogén-kutató hortobágyi mélyfúrásokat, amelyeket követnek a karcagi, hajdúszoboszlói, debreceni, tiszaörsi fúrások.

Az Alföld-kutatás, mint tudományos program

Az 1930-as években a magyar gazdaságpolitika elsőrendű feladata lett az Alföld gazdasági fejlesztése, s ezzel előtérbe került az Alföld problémáinak tudományos feltárása, az Alföld-kutatás. Az 1918-ban területében megkisebbedett és egyoldalúan agrárjellegűvé vált ország most kezdte tudomásul venni az eseményeket és új gazdasági orientációt keresett. A mezőgazdaság ebben az időben ért

végére az első világháború után jelentkező nagy konjunktúrának, amikor a kiéhezett Európa minden élelmiszert jó áron felvásárolt. Mindenképpen szükség volt olyan reformra, amely az extenzív termeléstől az intenzív felé, a kenyérmagvaktól a takarmánynövények, a kerti veteményes, ipari növények és gyümölcsök termelése felé viszi a fejlődést, de úgy, hogy a terméshozamra vetített termelési költségek ne növekedjenek.

Kétségtelen, hogy a mezőgazdasági struktúra átalakításának legfőbb ösztönzője a gazdasági világválság volt, amely 1927-ben az Amerikai Egyesült Államokból indulva az 1930-as években végigsöpört Európán és 1931—32-ben a közép-európai kis államokkal együtt Magyarországot is alapjaiban rázta meg. A birtokok elviselhetetlenül eladósodtak, a gazdák menekülni kezdtek földjeiktől. A földreform, azaz birtokreform ügye érni kezdett olyan körökben, ahol eddig csak ellenzői voltak. De a megoldás már nem a tulajdonviszonyokban, hanem a művelési módokban és az egész termékszerkezet átalakításában rejlett.

Az igények a termeléstechnika terén elsősorban az öntözést kívánták meg, hiszen az Alföld éghajlata száraz, a természetes csapadék csak az extenzív gabonatermeléshez elég, egyes években arra is kevés. A második feltétel a nagyobb gazdasági egységek egyöntetű és tervszerű gazdálkodását kívánta meg. Az öntözés ezt is elősegíti, hiszen az öntözővíz elosztása, felhasználásának ütemezése nagyobb területegységek tervszerű és egyeztetett gazdálkodását kívánta meg. A harmadik és további feltételek a talajerő-pótlás, gépesítés, feldolgozás, tárolás, konzerválás, közlekedés, szállítás fejlesztése és olcsóvá tétele.

A gazdaságosság nagy területek bevonását kívánta az öntözésbe, s lehetőleg olyan területeket, amelyek öntözés nélkül rosszul hasznosíthatók (szikesek). A választás a Tiszántúl északi felére esett. Tervek már az 1920-as évek derekán születtek, a komoly előmunkálatok a 30-as években indultak meg.

A vízkivételi művek és víztárolók helyének kiválasztása több alternatívát vetett fel. Tiszaszederkény, Tiszaluc, Tiszalök, Tiszafüred körzetében indult meg a tájékozódás. A feltárási munkálatok kiterjedtek a Tiszántúl középső részére, a Nyírségtől a Körösök vidékéig. Több mint 60 szelvényben közel 300 fúrást mélyítettek le 10—30 m mélységben. A feltárásokat a Földtani Intézet részéről Sümeghy József vezette, anyagukat ő dolgozta fel a már idézett „Tiszántúl" c. munkájában és az ahhoz mellékelt térképen és szelvényeken. A Tiszántúl öntözendő területeinek feltárása a két háború közötti időszak legnagyobb szabású síkvidéki földtani munkálata volt és egyben első példája az építésföldtani célú feldolgozásoknak.

A mezőgazdasági termékek olcsó szállítása érdekében készült el ugyancsak az 1930-as években, két évszázados tervezgetések után, a Duna—Tisza közi hajózó- és öntözőcsatorna építésének terve. Ennek nyomvonalát is végigfúrták 10—20 m mélységben. A fúrásokat Sümeghy irányította. Az első Duna—Tisza közi földtani áttekintő szelvény született meg így, ha nem is olyan mélységben, mint azt a tervezett építkezések, a csatorna és tervezett műtárgyak megkívánták.

Az öntözés eredményes megvalósítása, az öntözővíz helyes kihasználása megkívánta az öntözendő terület talajainak — most már nem áttekintő, hanem — részletes ismeretét. Olyan talajtérképek szükséglete merült fel, amelyek közvetlen útbaigazítást adnak a gazdálkodónak a termőföld használatára és gondozására vonatkozólag.



8. ábra. Öntöző csatorna Zagyvarékas és Besenyszög között

Fig. 8. Irrigation canal at Zagyvarékas



9. ábra. Öntözés talajvízből (Jászfényszaru)
Fig. 9. Irrigation from phreatic aquifer. Jászfényszaru

A második síkvidéki talajtérképezés

1933-ban a Földtani Intézetben egy új talajtani felvétel tervezése indult. Kidolgozója KREYBIG LAJOS vegyész és gazda volt, aki 1930-ban került a Földtani Intézetbe. A felvételt ez alkalommal is hosszabb előkészítés, vita és próbalapok felvétele előzte meg. A kidolgozott módszer a növénytermesztés szempontjából legfontosabb tényezőket kívánta térképezni: a feltalaj és egyes esetekben az altalaj mésztartalmát, a humuszos réteg vastagságát, a talaj foszfor- és káliumoxid-tartalmát, a talaj fizikai szerkezetét, elsősorban a vízzel szembeni viselkedését, végül a talajvíz mélységét.

A KREYBIG L. szerkesztette térképsorozat 1:25 000 méretarányban négy tényezőcsoportot ábrázolt:

1. A kémiai tulajdonságokat 6 féle szín fejezte ki.
2. Az egyéb jelzések színekkel, az időszakos vízállásos területet, erdőket, tavakat, nádasokat és a növénytermesztésre alkalmatlan területet jelölték.
3. A fizikai tulajdonságokat vonalkázás jelölte.
4. A táperőtőkét és a talajvíz mélységét törtszám fejezte ki.

Ez a térképfelvétel úgyszólván teljesen szakított a földtani viszonyok ábrázolásával. Mindössze a talaj vízvezető, ill. víztartó képességében jelentkezett kőzettani jellegű minősítés. Nem alkalmazta a térkép a talajgeográfia nevezéktanát sem. Kifejezetten termeléstechnikai adatokat szolgáltatott, mégis közel 30 éven keresztül az Alföld felszínéről a leginkább használt térképsorozat lett, mivel ilyen részletességű nyomtatott térkép másik nem volt.

KREYBIG vezetésével a talajtani felvételezésben ENDRÉDY ENDRE, ÉBÉNYI GYULA, SÍK KÁROLY, BABARCZY JÓZSEF, WITKOWSZKI ENDRE, HAHN FERENC, BUDAY GYÖRGY, és TEÖREÖK LÁSZLÓ vett részt. A munka 1944-ig a Tiszántúlon befejeződött. A tiszántúli lapok nagy részét kiadták.

KREYBIG az 1:25 000 ma. talajtérképek magyarázóiban tette közzé SCHMIDTNEK az artézi kutakról a térképezés folyamán összegyűjtött és feldolgozott adatait.

KREYBIG térképein kimaradt a jelkulcsból és a térképek tartalmából a klímazonális talajövezetekre és típusokra való utalás is. A munkatársak zöme vegyész volt és az intézeti anyagvizsgálati laboratóriumot is a talajvegyészet irányába fejlesztették. Az agrogeológiai térképezésből ezúttal agrokémiai térképezés lett. A kísérlet nem hibáztatandó, hiszen egy új tudomány követendő útjait kereste, de a negatívumot fel kell ismerni, azaz, hogy az Alföld geológiai ismeretének művelése a talajtani térképek árnyékában elmaradt.

Tudatában volt ennek a Földtani Intézet sok szakembere, akik a viták során védték a geológiai irányzatot. 1939—1940-ben meg is indult egy sokat ígérő síkvidéki geológiai és hidrogeológiai kutatás

Scherf Emil, Ferenczy István, Kovács Lajos, Sümeghy József, ifj. Lóczy Lajos, Schmidt E. Róbert és Marzsó Lajos részvételével. Ám a második világháború szétszórta az együttest és a már begyűjtött anyagot is.

A Kreybig-féle térképezési iránynak, az agrogeológia helyébe lépő agrokémiai kutatásnak és térképezésnek természetes folyamata volt a talajtani osztály kiválása a Földtani Intézetből. Az 1948. szept. 5-én kelt 2050/1948. sz. kormányrendelet az Intézet Talajtani és Agrogeológiai Osztályát a Földművelésügyi Minisztérium fennhatósága alá tartozó önálló Magyar Országos Talajtani Intézetté (később a Magyar Tudományos Akadémia Agrokémiai és Talajtani Intézete) szervezte át. A Magyar Állami Földtani Intézetet ugyanakkor a Nehézipari Minisztérium alá rendelték.

A nagy átszervezések forró levegőjében nem is tudatosodott eléggé ennek a döntésnek jelentősége. 1869-ben a Földtani Intézetet elsősorban az ország földtani térképezésére és az ásványi nyersanyag-kutatásra szervezték meg. A gyakorlati gazdasági cél a nyersanyagkutatás volt, mégis az Intézetet a Földművelési Minisztérium felügyelete alá helyezték. Ez arra mutatott, hogy az ásványi nyersanyagkutatás nem választható el a „földtől"; talán arra is, hogy a „föld", a termőtalaj maga is lehet nyersanyag, s különösen az a felszín alatti víz, amelynek kutatása szintén a Földtani Intézet feladatkörébe tartozott. Ezt a szemléletet és kutatási szerkezetet bontotta meg az 1948. évi döntés, amely csak a talajtant hagyta meg a földművelésügyi kormányzat irányítása alatt, sőt, később onnan is kivette.

A Földtani Intézet kutatási profilja a Nehézipari Minisztérium hatásköre alá való helyezéssel elvileg és formailag leszűkült ipari nyersanyagkutatássá. A gyakorlatban ez a leszűkítés nem valósult meg. Sőt az országos földtani térképészeti feladat az átszervezést követő években éppen az Alföld elmaradt földtani térképezését követelte meg, ahol a felszín kőzettani viszonyai mellett feltérképezték a talajvíz helyzetét, ennek pedig döntően a mezőgazdaság és az építés vehette hasznát. A Földtani Intézetnél maradt a mélységi vízkutatás is, amelynek szervezeti helye később vált vita tárgyává.

Az alföldi nagy öntözési terv megvalósítása a zajló történelmi események miatt a második világháború utánra maradt. A gazdasági viszonyok normalizálódásának mértéke szerint került újra előtérbe az Alföld mezőgazdasági kultúrájának átalakítása, annak minden tudományos és technikai előkészületi igényével. Az iparosodás is sürgette az Alföld részletesebb földtani megismerését. Az ipar szélesebb területen való elosztása és az ország fele lakosságának foglalkoztatása az Alföld bekapcsolását követelte az iparosítási tervekbe. Ez az energiahálózat és úthálózat kiépítését, a települések fejlesztését tette szükségessé az ipartelepek építése mellett. Az építési anyagok előteremtése az Alföld felszínközeli rétegeinek jobb, célirányosabb feltárását kívánta. Az Alföld nélkülözi a legfontosabb hagyományos építőanyagokat, a szilárd kőzeteket, kavicsot, durva homokot.

Az Alföld gazdasági átalakítása és fellendítése harmonikus gazdaságfejlesztést kívánt. Az iparfejlesztés mögött a mezőgazdasági háttér és ellátótér fejlesztése egyenrangú és párhuzamos feladatnak bizonyult, de sajnos nem az első időkben. A gazdaságfejlesztés komplex szemlélete a földtantól nemcsak az egyoldalú agrogeológiai térképezést kívánta meg, hanem az építésföldtan és vízföldtan felé való fordulást is. Gyakorlati téren ez az igény csak jóval később jelentkezett. Ezen a téren a magyar földtan — igazi tudományhoz illően — előtte járt a gyakorlati érdekek és szükségletek jelentkezésének.

A harmadik Alföld-térképezés

1950-ben a Földtani Intézet elindította a síkvidékek 1:25 000 ma. földtani felvételét. Ez volt az intézet megalakulása óta a harmadik országos jellegű síkvidéki térképezés. Az első Inkey-féle félbemaradt kezdeményezéstől eltekintve, a Treitz-féle térképezés az első országos síkvidéki felvétel, a Kreybig-féle térképezés a második. Mindkettő tervszerű befejezését az első, illetve második világháború akadályozta meg.

Az új térképezést rövid metodikai és gyakorlati előkészítés előzte meg. A térképezés fő célja az alföldi képződmények litológiai- és fáciesviszonyainak, a képződmények fizikai tulajdonságainak, szemcseösszetételének meghatározása és területi körülhatárolása volt. Ezt tükrözte a nagyon kiterjedt litológiai jelkulcs, amelyben 29 holocén és 20 pleisztocén képződmény volt felsorolva. E jelkulcsnak legnagyobb hibája éppen a túlzott részletezés volt, amely mögött nem állott olyan anyagvizsgálati lehetőség, amely a szemre meg nem állapítható, finom különbségek egységes megítélését biztosította volna. A holocén rétegek között a jelkulcs megkülönböztetett pl. lápi agyagot, réti agyagot, öntésagyagot, barna földet, lemosott barna földet. A pleisztocén képződmények között szerepelt löszös homok, lösz, nyugati lösz, alföldi lösz, infúziós lösz, agyagos lösz. A sokféle lösz mellett négyféle vörös agyag szerepelt (I., II., III., IV. osztályú vörös agyag) a jelkulcsban, ahol az egyes osztályokhoz való tartozást csak általános leírás és nem mérhető tulajdonságok határozták meg.

Az 1950—1954. évi Alföld-térképezést Sümeghy József nevével jelezzük. Ő volt Vitális Sándor intézeti igazgató megbízásából a felvétel megtervezője, előkészítője, megszervezője és lebonyolítója. Az ő tisztje volt a felvétel eredményeinek és tanulságainak összefoglalása és a térképek egyeztetése is.

A felvételben külön térképező csoporttal működött közre Miháltz István szegedi egyetemi tanár, tanácsadóként pedig Bulla Béla és Kéz Andor egyetemi tanárok.

A felvétel gyorsan bonyolódott le. A 29 tagú térképező gárda 1950 nyarán 69 db 1:25 000 ma. lapot készített el 18 000 km² területen. Egy-egy 1:25 000 ma. térképlap 100 km²-nyi területének bejárására és földtani térképezésére 4—6 hét volt a megadott időnorma, s ez alatt az idő alatt 10 méteres szelvényfúrásokat és 5 m-es térképező fúrásokat is illett végeztetni egy-egy kísérő segédmunkással, ill. a rendelkezésre bocsátott fúróbrigáddal. A tervezett fúrások azonban csak nagyon kevés lapon készültek el, de azokon sem került a mintaanyag laboratóriumi vizsgálatra.

1951-ben az eredmény 78 lap, 1952-ben 91 db térképlap 24 206 km² területtel; közben a felvételben résztvevők száma 60-ra emelkedett. A sietést igazolták az 1953. évi események. Az Alföld-térképezéssel szemben a Földtani Főigazgatóság aggályokat támasztott, a ráfordított összeget túlzottnak találta és a munkálatot leállította. A térképező csoportokat más feladatok megoldására szervezték át. Így a kellő befejezés megint elmaradt. Csak elhúzódva készültek el 1954, 1955 és 1956-ban a hátralevő lapok. Sümeghy J. a munkálatok vezetője a végleges összefoglalással nem is készülhetett el, 1955 decemberében meghalt.

A Sümeghy-féle térképezés áttekintést adott a Nagyalföld és a Kisalföld felszíni képződményeiről: kijelölte 1:25 000 méretarányú részletességgel a képződményhatárokat, elkülönítve egymástól a folyóvízi, eolikus és mocsári, lápi üledékeket; a peremeken kijelölte a lejtőagyagok fajtáit, a mélyfekvésű területeken a jelenleg is feltöltődő térszíneket, az eolikus takaró változatait, a futóhomok- és löszféleségeket.

A földtani tájak jellegének és az alföldi feltöltődés folyamatának megismerése, továbbá a legfrissebb mozgások tanulmányozása végett a térképezés során több szelvényfúrást végeztek különálló csoportok. E fúrások 10—30 m-es mélységig hatoltak, és ezek anyagának laboratóriumi feldolgozása is megtörtént. Legnagyobb jelentősége a két Duna—Tisza közi szelvénynek volt. Az északi szelvény (Sümeghy szelvény) Szekszárd—Tószeg vonalán haladt, ennek eredményeit Kopek Gábor, később Kriván Pál és Nagy Lászlóné dolgozta fel, a déli szelvény Baja—Szentes irányát követte, eredményeit Miháltz István adta közre.

A két szelvény értelmezése felvetette a Duna—Tisza köze földtani felépítésének kérdését: folyóvízi törmelékkúpként fogható-e fel a pleisztocén nagy részén át a Duna—Tisza közi hátság (Sümeghy J. felfogása), vagy a törmelékkúp-állapot csak a pleisztocén elejére érvényes és a pleisztocén nagy részén át a hátságon csak eolikus feltöltődés volt (Miháltz I. 1953)?

A térképezés a Tiszántúlon is felvetett földtani fejlődéstörténeti problémákat. Itt a Nyírség homokterületének keletkezéséről és kifejlődéséről voltak eltérők a vélemények. A térképezés előtt a Nyírség dombvidékét holocén eolikus akkumulációnak tartották, amelynek alapját egy felső-pleisztocén lösztábla alkotja (Cholnoky J.). A térképezés azonban a folyamatos lösz alapzatot nem igazolta, s nem igazolták azt a későbbi geomorfológiai kutatások sem (Borsy Z.).

A Sümeghy-féle térképezés résztvevőinek teljes felsorolására itt nincsen hely. Jó néhányan azonban, akik itt szerezték első földtani térképező ismereteiket, később az Alföld neves kutatói lettek. Ezek közül kiemelést érdemel: Erdélyi Mihály, Kriván Pál, Molnárné Dobos Irma, Pécsi Márton, Szilárd Jenő, Ungár Tibor, Urbancsek János, Zsolnainé Egervári Katalin. Voltak a térképezők között olyanok, akik egy-egy vidék térképezésében vettek csak részt és voltak olyanok, akik nagy és különböző területeket bejártak. Magam pl. e térképezés során 22 térképlap területét jártam be a Duna—Tisza közén, a Dunántúlon és Tiszántúlon. Ezek a következők: Dunakeszi, Gödöllő, Ócsa, Bugyi, Dunavecse, Kerekegyháza, Szabadszállás, Zalaszentgrót, Sümeg, Tapolca, Balatonboglár, Balatonföldvár, Eger, Mezőkövesd, Biharnagybajom, Pusztaecseg, Derecske, Konyár, Karcag.

Talajvíz és artézi víz kataszterek

Az 1950—55. évi síkvidéki térképezés kiterjedt a talajvíz tükrének észlelésére és a talajvíz minőségének megállapítására is. A létesített kevés mesterséges feltárásban való talajvízészlelés mellett e célból teljes kútkatasztert vettek fel. Minden kutat térképeztek és listába (kataszterbe) vettek. Megmérték mélységüket, vízszintjüket, vízhőmérsékletüket és egy részükből vegyi elemzésre vízmintát is vettek.

1950—1956 között 1 030 042 ásott kutat és 15 965 artézi kutat vettek fel jegyzékbe és térképre 80 900 km² területen. Később kiegészítések folytak, főleg Nagy-Budapest területén és környékén. 1960-ig további 166 131 ásott kutat kataszterezték és térképeztek. A talajvíztérképezést és az ásott kutak összeírását az ország ún. síkvidéki területein teljes egészében elvégezték, de összefüggő talajvízszint térképet csak a Kis- és Nagyalföldön sikerült szerkeszteni. A dombvidékeken a kutak száma (mesterséges feltárások helye) kevés volt, a talajvíz elhelyezkedése pedig sokkal nehezebben kísérhető figyelemmel a domborzati változások miatt, mint az Alföldön.

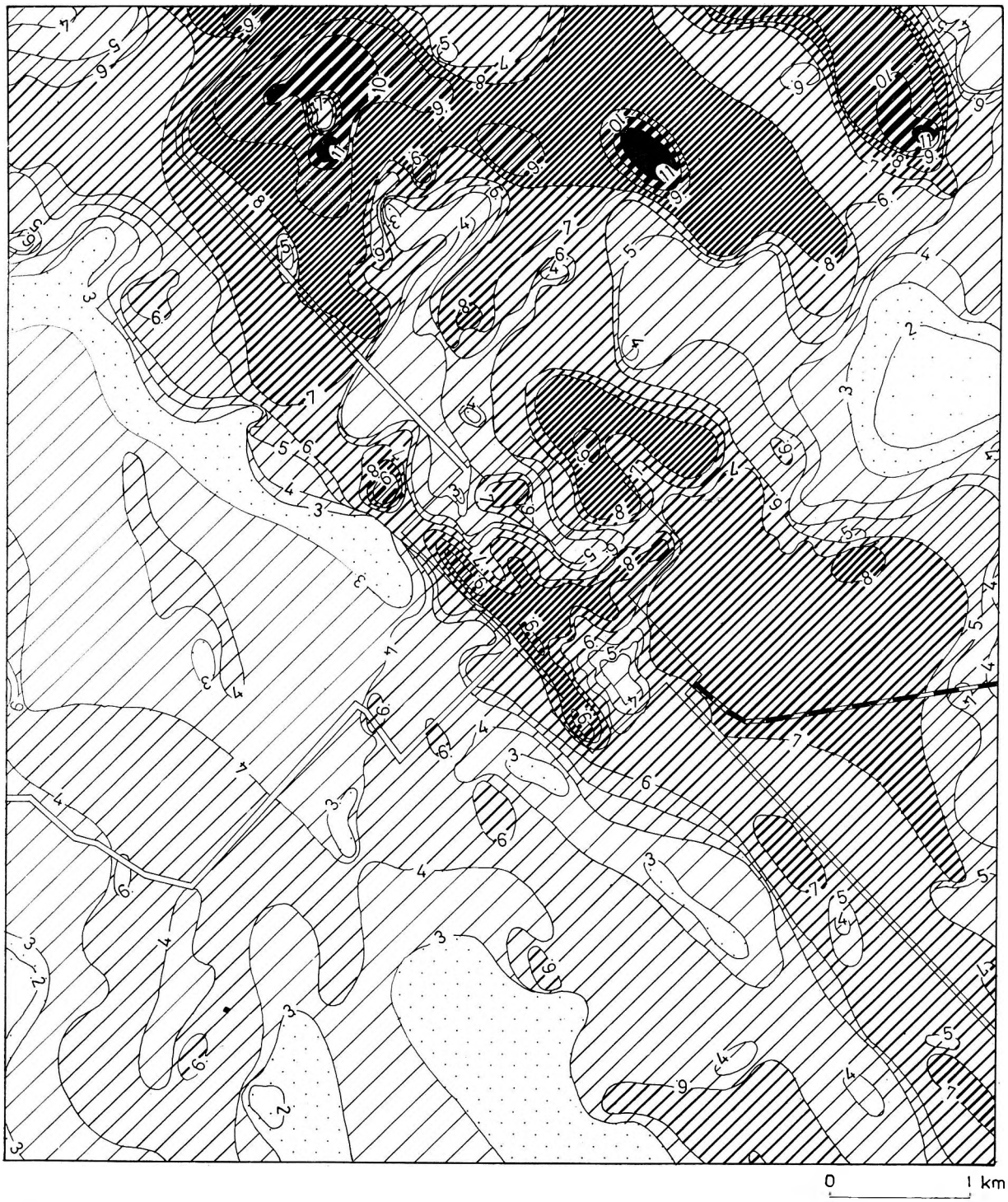


10. ábra. Részlet Kerekegyháza földtani térképéből

Pleisztocén: *1.* alföldi lösz, *2.* infúziós lösz, *3.* homokos lösz, *4.* löszös homok, *5.* futóhomok. Holocén: *6.* laza futóhomok, *7.* kötött futóhomok, *8.* holocén áttelepült lösz, *9.* mésziszap, meszes homok, *10.* öntésiszap, *11.* vízállásos hely

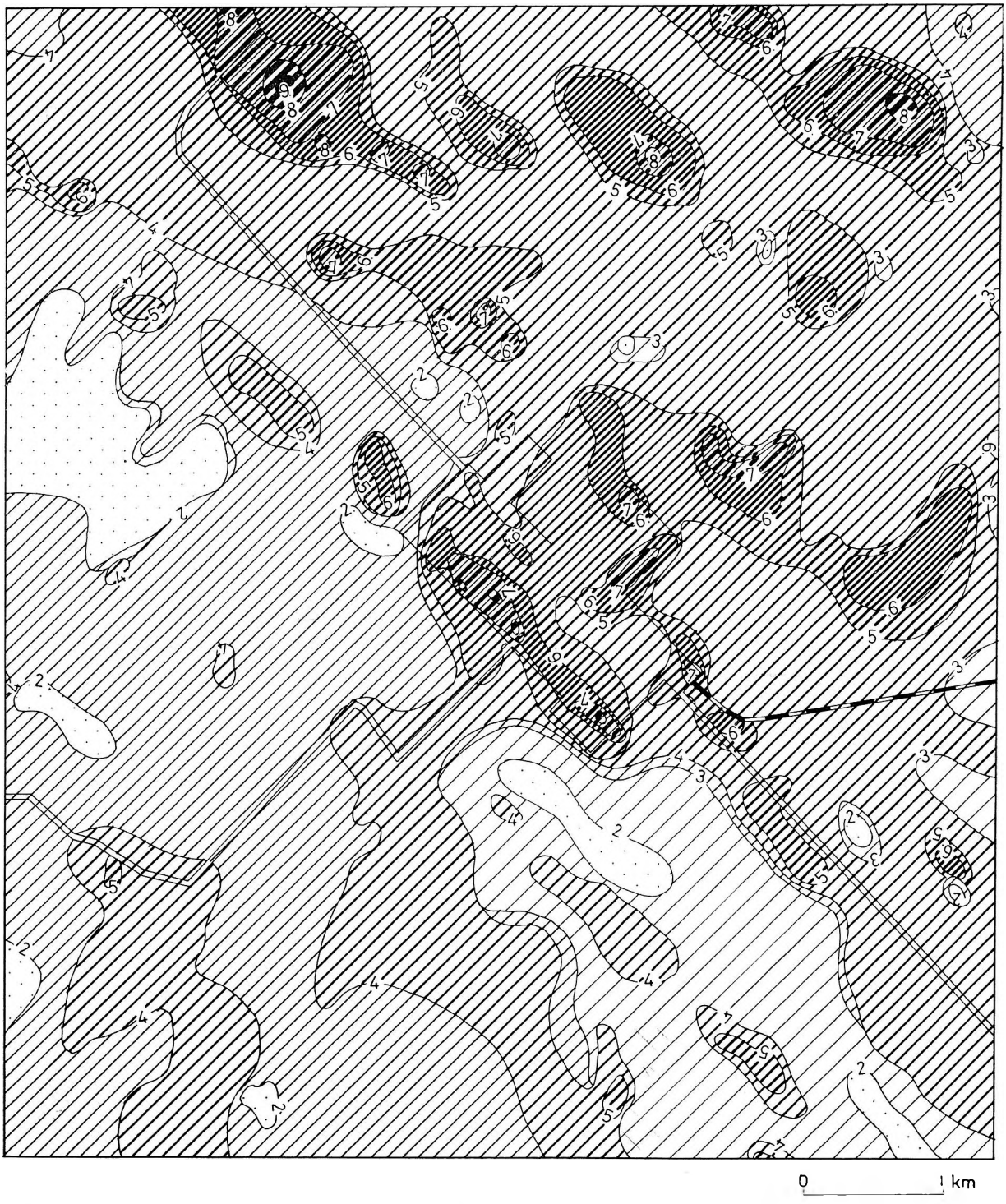
Fig. 10. A portion of the geological map of Kerekegyháza. A simplified black and white copy of the coloured map

Pleistocene: *1.* Lowland loess, *2.* marschy loess, *3.* sandy loess, *4.* loessy sand, *5.* blown sand. Holocene: *6.* young blown sand, *7.* consolidated blown sand, *8.* redeposited loess, *9.* lime mud, *10.* alluvial loam, *11.* water-covered territory



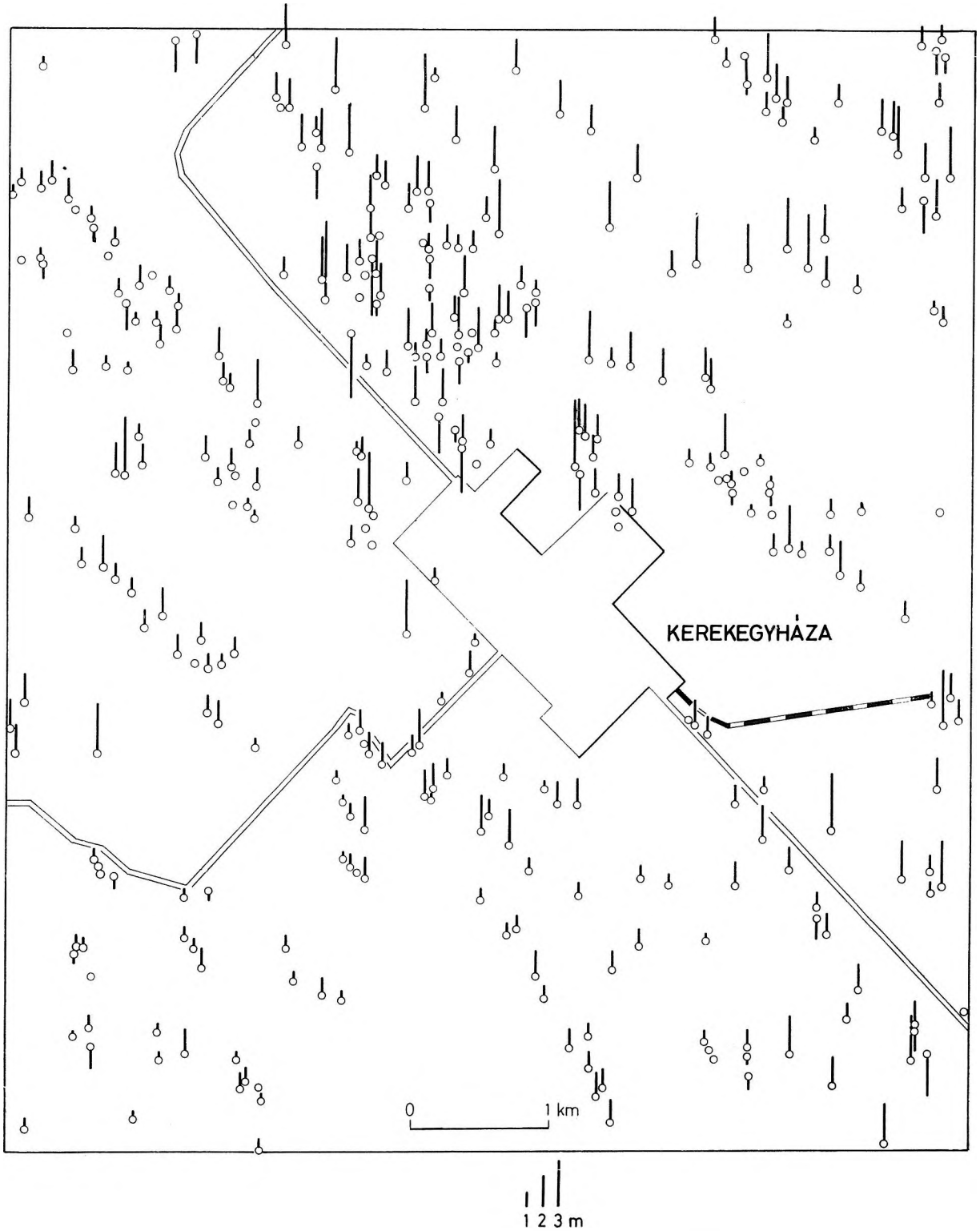
11. ábra. Részlet Kerekegyháza kútmélység térképéből

Fig. 11. A portion of the map showing the depth of dug wells. The numbers give the depth in m



12. ábra. Részlet Kerekegyháza talajvízszint-mélység térképéből

Fig. 12. A portion of the map showing the depth of the ground water level below the surface in metres



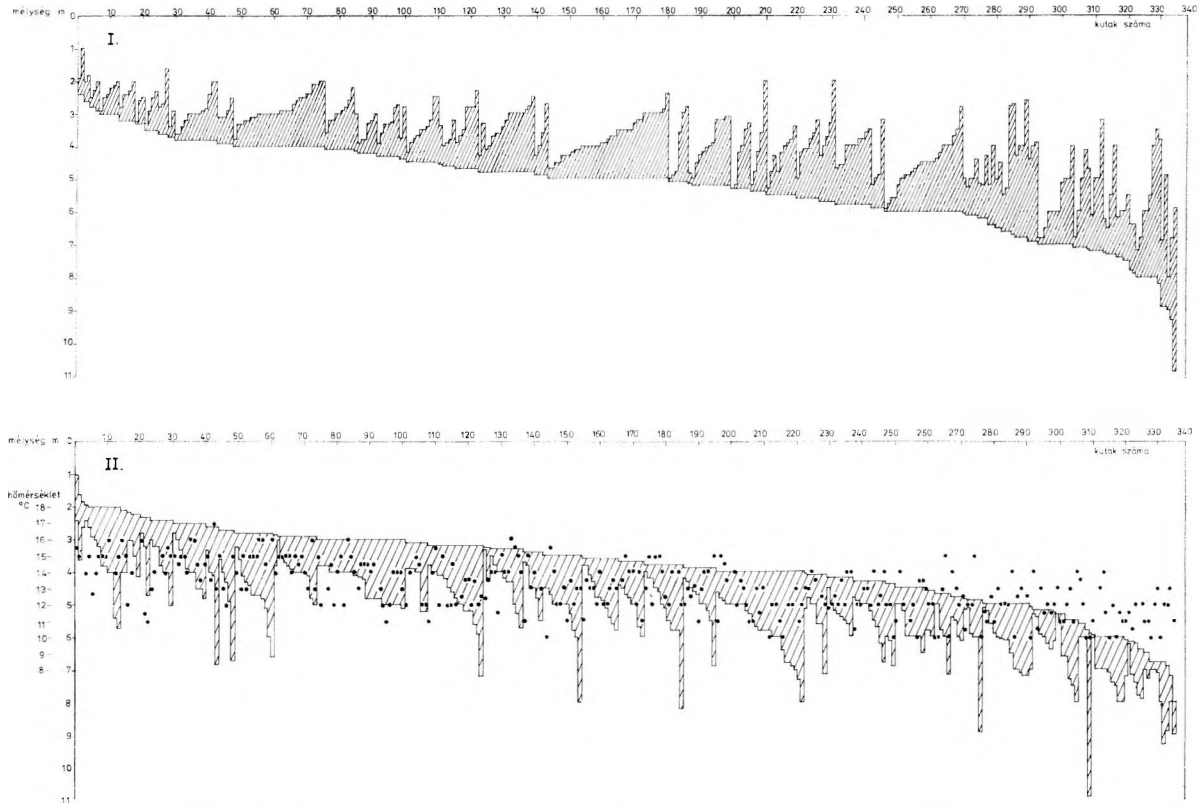
13. ábra. Részlet Kerekegyháza talajvízkútjainak vízbőségéről

Fig. 13. Water quantity in dug wells. Water column in m

Az 1950. évi talajvízfelvétel kísérlet volt a talajvízviszonyok térképi ábrázolására. Eddig ilyen részletes térkép Magyarországon nem készült és külföldi példa sem állt rendelkezésre hasonló nagyságú területen. Kétség merült fel a tekintetben, hogy lehet-e térképet szerkeszteni a talajvízmélységről tavasztól őszig folyó mérések alapján, hiszen a talajvíztükör e hosszú idő alatt változik.

1950 novemberében Vitális S. az Intézet igazgatója hatalmas kötegekben átadta nekem az első évben a Duna—Tisza közén térképezett és listába vett 185 000 kút jegyzőkönyvekbe foglalt, kereken 740 000 mért adatát és a hozzájuk tartozó 1:25 000 ma. és — községekben, városokban — 1:10 000 ma., ill. 1:5000 ma. térképeket. Azt kérte, vizsgáljam meg, lehet-e ezeket az adatokat valahogy rendezni és áttekinthetővé tenni, esetleg térképre vinni. Néhány próbalapon elvégeztem a statisztikus kiértékelést és megrajzoltattam több térképváltozatot. Az első megállapításom az volt, hogy a kútmélység olyan adat, amely időben nem változik és amely sekély talajvizű területeken a vízszint minimális állását is elárulja, hiszen a kutakat olyan mélyre építik, hogy azok a legmélyebb vízállásnál is használhatók legyenek. Erre nyugodtan lehet egy alaptérképet szerkeszteni. A második megállapítás a mért vízszintmélységeknek a térképre vitele során adódott. A kutak százaiban mért vízszintek egymást igazolták és kiadtak egy, a mérés időpontjától többé-kevésbé független talajvíztükör domborzatot, hiszen egy-egy nagyobb terület kútjait néhány napos időkülönbséggel mérték. Ez a viszonylagos domborzat valós tény volt és a mért vízszintek egymás közötti mélységviszonya maradandó. A tavaszi, nyári, őszi talajvíznívó ezt a kialakult talajvíz-domborzatot emelte vagy süllyesztette, de annak részletes morfológiáját lényegében nem változtatta meg. Az együttes évi változásokat ellenőrizni lehetett a Vízrajzi Intézet által akkor már két évtizede fenntartott talajvízszint-észlelő kutak adataiból. Ebben az időben már 400 ilyen kút működött az Alföldön. Ezekben a talajvízjátékot 3 naponként mérték.

A próbatérképek azt mutatták, hogy a kútmélységekről megbízható alaptérképet lehet szerkeszteni, ahol a mérési hibák a nagy tömegű adatból kiküszöbölhetőek voltak. Az átlagos vízszintmélységet bizonyos korrekciókkal tájanként szintén térképre lehetett vinni, ugyanígy a kutak vízbőségét a kutakban mért vízoszlop nagysága alapján. A kútmélységekről, vízszintmélységekről és vízoszlop nagyságokról készült rangsor grafikonok áttekintést adtak a területen a mélységeloszlásról, a szélsőséges és az átlagos értékekről. A grafikonok a kutakban mért vízhőmérsékleteket is megadták a kút-



14. ábra. Rangsorgörbék Kerekegyháza löszterületeinek talajvízkútjairól (1951)
I. A kutak mélységi rangsora a vízoszlopok magasságával, *II.* a vízszint mélysége és a víz hőmérséklete (pontok)

Fig. 14. Grade-lines of the wells from the loess region, Kerekegyháza
I. Depth of the wells with water columns, *II.* depth of the water level and the temperature

mélységek rangsorában. A felszínről készült földtani térképet tehát több változatú talajvíz térképekkel lehetett kiegészíteni. Az elkészült kísérleti térképlapok közül bemutatjuk a kerekegyházi lapterület egy részletének feldolgozását kicsinyítve. A kútmélység és vízszintmélység rangsor grafikonjait el lehetett készíteni a terület különböző földtani képződményekkel fedett részeire, így kimutatva a kapcsolatot a földtani és talajvízviszonyok között.

A statisztikai értékelés és a próbatérképek elkészülte után kidolgoztam a készítendő talajvíz térképekre vonatkozó utasítást az egész felvételi területre. A terepen szervezett szerkesztő brigádok ezeket a térképeket és ábrákat 1951—54-ben kéziratban el is készítették. A talajvíztérképezés és kútkataszter adatairól 1956-ban a Magyar Állami Földtani Intézet monográfiát adott ki. Ebben 1:400 000 ma. áttekintő térképek is jelentek meg a talajvíztükör felszín alatti mélységéről és tengerszint feletti helyzetéről. Ugyanebben a monográfiában szerepelt egy 1:400 000 ma. domborzati térkép az Alföldről 10 m-es, a mély területen 5 m-es szintvonalakkal. Ez a térkép eddig a legrészletesebb nyílt kiadású domborzati térkép az Alföldről. A színes domborzati térképen a felszíni földtani képződményeket is feltüntették sraffozással. A talajvízminták kémiai vizsgálatáról is közölt térképet a monográfia.

Az 1956-ban megjelent monográfia talajvízmélység térképén az Alföld egy kisebb része kidolgozatlanul maradt. 1961-ben részletesebb, 1:200 000 ma. talajvíz térképet adott ki a Földtani Intézet az Alföld egész területéről négy lapon és ahhoz egy száz oldalas magyarázót (Rónai 1956, 1961).

Az 1950—1955. évi Alföld-térképezés földtani eredményeit 1:200 000 ma. kézirati lapokon összefoglalták, de az egyeztetés és a végleges egybedolgozás elmaradt. Egy vázlatos kivonat készült az anyagból, ezt adta ki a Földtani Intézet 1956-ban 1:300 000 méretarányú földtani térképén.

A nagy felvételi kampányt követően néhány évig az alföldi térképezés szünetelt a Földtani Intézetben, de több kísérlet történt egy részletesebb és nagyobb mélységig ható felvétel módszereinek kidolgozására. 1954-ben Újkígyós környékén, 1955-ben a Hernád és Bódva mentén, 1960-ban Szarvas környékén folyt kísérleti felvétel. Az ugyanis az 1950—1955. évi térképezés megtervezői és végrehajtói előtt világos volt, hogy az első gyors átnézetes felvételt egy részletesebb, alaposabb, nagyobb mélységre ható térképezésnek kell követnie, többféle feltárási eszköz igénybevételével és sokoldalúbb anyagvizsgálattal.

A talajvízkutak kataszterével egyidőben az artézi kutak katasztere is elkészült a Földtani Intézetben. Ennek hasonló részletességű feldolgozása azonban nem készült el. A begyűjtött adatokat egyeztetni kellett az intézet Vízföldtani osztályán őrzött engedélyezési és fúrási adatokkal. Ezt az ellenőrzést a Vízföldtani osztály végezte el, miközben terepi reambulációt is végzett. Ennek eredményeiből a Vízföldtani osztály megszerkesztette Magyarország Vízföldtani Atlaszát. 1961-ben Schmidt Eligius Róbert szerkesztésében megjelent az impozáns mű és a hozzá tartozó szöveges és táblázatos tanulmánykötet. Az atlasz a hegy- és dombvidéki területek vízföldtani viszonyait is feldolgozta részletesen, képződménycsoportok szerint. Alföldi viszonylatban milliós méretarányú térképek szemléltették a negyedidőszaki rétegek vastagságát, mélységkategóriák szerint azok porozitását, vízadóképességét, az Alföld felszíne alatt eltemetett negyedkori folyóvízi törmelékkúpokat.

Az artézi kutakról további összeállítások is készültek. 1963-ban az Országos Vízügyi Főigazgatóság két kötetben kiadta a fúrt kutak jegyzékét és statisztikai adatait az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat geológiai szolgálatának összeállítása alapján (Urbancsek János). Ebben a fúrt kutakról és vízszolgáltatásukról részletes községenkénti adatok találhatók. Számtalan összefoglaló táblázat és grafikon ad tájékoztatást egy-egy megye vízföldtani viszonyairól.

Az artézi kutak túlnyomórészt negyedidőszaki rétegeket harántolnak és azokból kapják vizüket. Ezért a kútfeldolgozások a negyedidőszaki részmedencék mélységére, a negyedidőszaki rétegek porozitására, a bennük uralkodó hőmérsékleti- és nyomásviszonyokra hasznos információkat adtak. A Vízügyi Főigazgatóság által kiadott kataszteri sorozat első köteteiben az Állami Földtani Intézet Vízföldtani osztályának adatait dolgozták fel.

Az első két kötet sikere után Urbancsek János megszerkesztette és évről évre kiadatta az újabb fúrt kutak kataszterét. A sorozat 1981 végéig 10 kötetre gyarapodott. A VII. és VIII. kötet már az összegyűjtött hatalmas adatanyag rétegsorokkal, karottázs szelvényekkel, vízföldtani tömbszelvényekkel és táblázatokkal bővített feldolgozott anyagát mutatta be. Ezek a kötetek egyszerre alapanyaggyűjtemények és nagyvonalú tudományos szintézisek.

A negyedidőszaki medencék rétegsorairól Urbancsek J. az artézi kutak adatai alapján több áttekintő szelvényt rajzolt, ezek a feltöltődés szakaszairól olyan információkat adtak, hogy a pleisztocén elején általában durvaszemű üledékek (kavics, homok) rakódtak le a különböző helyi süllyedékekbe. A folyók esésgradiense tehát ebben az időszakban volt a legnagyobb, a süllyedés a leggyorsabb. A pleisztocén középső részére a finomabb szemű üledékek lerakódása jellemző. Alföld-szerte ez az időszak az általános lassú süllyedés és lassú feltöltődés ideje. A pleisztocén utolsó harmadában újra durvultak az üledékek és nagy területeken szélhordta homokfelhalmozódás folyt.

A fúrt kutak kataszterének összeállítása, feldolgozása és közreadása a magyar hidrogeológiai irodalom legnagyobb szabású vállalkozása. Urbancsek J. e munka gondos megszervezésével és igen precíz kivitelezésével nagy szolgálatot tett a tudománynak és gyakorlatnak egyaránt.

Az 1960-as években az eddig összegyűjtött adatok alapján több áttekintő földtani és hidrogeológiai szelvény és térkép készült az Alföld negyedidőszaki rétegeiről. Negyedidőszaki vastagsági térképet szerkesztett Jaskó Sándor, Schmidt E. Róbert, Urbancsek János, Erdélyi Mihály és a szerző. Tekintettel arra, hogy az artézi fúrások közül nagyon keveset dolgoztak fel alaposan kőzettani és paleontológiai szempontból és azoknak egy része sem szolgáltatott a rétegtani viszonyokról megfelelő adatokat, ezek a térképek csak közvetett bizonyítékokkal igazolhatók. Ilyenek a karottázsszelvények, víznyomásviszonyok, vízkémiai adatok és a geofizikai mérési eredmények.

A Sümeghy-féle térképezés reambulációja, az 1:200 00 ma. földtani térképkiadás

A Sümeghy-féle 1:25 000 ma. felvételről 1:200 000 ma. kéziratos összesítés készült. Ez az összesítés felvetette a térképezés több hiányát, így elsősorban azt, hogy a mesterséges feltárások száma kevés, eloszlásuk egyenetlen volt, tehát a felszín alatti képződményekről szelvényszerűen kevés tájékoztatást adott. Nagyobb jelentőségű, hogy laboratóriumi vizsgálatra kevés anyagminta került, a térképezők nagy száma és kis rutinja pedig a makroszkópos megállapításokban sok bizonytalanságot és ellentmondást eredményezett. Az 1:200 000 ma. térkép egyeztető bejárás, reambuláció, pótlólagos anyaggyűjtés és vizsgálat nélkül nem volt kiadható.

Új feladatok is merültek fel a reambulációval kapcsolatban. A második világháború utáni évek háborús pusztításainak helyrehozatalával és a fejlődés hozta építkezésekkel rengeteg építkezési feltárás létesítésére és talajmechanikai anyagvizsgálatra került sor. Ezeknek az adatoknak egybegyűjtése és a térképezés érdekében való felhasználása szükségessé vált. A talajvíz adatok is kiegészíthetők voltak az építkezési feltárások adataival, a talajvízkémiára vonatkozóak pedig a Közegészségügyi Intézet, a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet vízkataszterének és az Államvasutak talajvízkútjainak adataival. Ez a kiterjedt adatgyűjtés adattári elrendezést kívánt.

A Földtani Intézet Síkvidéki osztálya a begyűjtött adatokat a térképezés érdekeinek megfelelően 1:100 000 ma. térképlaponként rendezte és dolgozta fel, megvetvén így egy síkvidéki földtani adattár alapját.

1958-ban az adatgyűjtéssel párhuzamosan 1:100 000 ma. térképlaponként rendszeres reambuláció indult meg a Síkvidéki osztályon és elkészült az 1:100 000 méretarányú térképváltozatok alapján nyomtatásra szánt 1:200 000 ma. térképlapok kiadási terve. Ez a terv 4 térképváltozatot ölelt fel. Ezek:

1. a felszín földtani térképe,
2. a sekélyfúrások mérnökgeológiai profiltérképe,
3. a talajvíztükör felszín alatti átlagos mélységének térképe,
4. a talajvíz oldott sóinak térképe (talajvízkémia).

Az első próbalapok Eger—Füzesabony környékéről 1958—1959-ben elkészültek. Fordulatot, egyúttal segítséget adott az új térképszerkesztő és reambuláló munkának az a körülmény, hogy 1956-ban Prágában a Szovjetunió és a népi demokratikus államok szerződést írtak alá, s ebben vállalták egy azonos alapelveken felépülő 1:200 000 méretarányú földtani térképsorozat kiadását. Az Intézet Síkvidéki osztályán készülő 1:100 000 ma. térképek a kiadványsorozat kézirati alapjául kínálkoztak, s ezért az Intézet munkaprogramjába iktatta az 1:100 000 ma. kézirati térképek sorozatos elkészítését és 1:200 000 méretarányban azoknak kiadásra való előkészítését. Az 1:100 000 ma. térképek szerkesztési elve a nemzetközi egyezményben foglaltakkal nagyjából megegyezett, az eltéréseket pedig vagy kiküszöbölték később, vagy az 1960. évi varsói nemzetközi szerkesztési értekezleten elfogadtatták. Az 1:100 000 ma. síkvidéki térképek négy változata az 1:200 000 ma. kiadásban is megmaradt, ill. számuk eggyel szaporodott. A nemzetközi megállapodás ugyanis egy gazdaságföldtani variáció szerkesztését is előírta, az ásványi nyersanyaglelőhelyek és termelési helyek feltüntetésével. Ezzel a síkvidéki lapok változatainak száma Magyarországon ötre emelkedett.

A síkvidéki 1:200 000 ma. térképek és magyarázóik szerkesztésénél felhasználtuk az összes eddigi földtani és talajtani térképet, a földrajzi leírások eredményeit, a vízrajzi és földtani adatokat, a mélyfúrások és geofizikai mérések adatait. Az egyes magyarázók értéke ugyan eléggé különböző, mert a begyűjtött adatok különböző sűrűségűek és eloszlásúak, mégis a magyarázók pótolják a hiányzó regionális geológiai összefoglalásokat az ismeretek mai szintjén.

Az öt változatban szerkesztett síkvidéki térképlapok és azok magyarázóinak szerkesztése 1969-ig majdnem teljes egészében befejeződött. Nyomtatásban az alföldi lapok és magyarázóik 1963-tól 1976-ig jelentek meg. Az országos áttekintő térképektől eltekintve (ilyen is csak 3 van) ez a térképsorozat az első nyomtatásban megjelenő részletes térképgyűjtemény a síkvidéki területek földtani viszonyairól.

Az 1:200 000 ma. térképsorozatok és magyarázó füzetek megjelenési sorrendje:

A térképlap neve	Az 5 térképváltozat	Magyarázó	Oldalszám
Eger	1963	1965	173
Debrecen	1964	1966	115
Kecskemét	1966	1967	144
Budapest	1967	1966	358
Sátoraljaújhely	1967	1966	199
Szolnok	1968	1967	132
Székesfehérvár	1968	1972	179
Kiskunhalas	1971	1971	133
Szeged—Gyula	1975	1974	190
Kisvárda—Mátészalka	1976	1975	115
Békéscsaba	1975	1975	125

A negyedik (komplex) Alföld-térképezés

A nagyobb negyedkori medencék teljes mélységben való földtani feltárására való törekvés az utóbbi évtizedekben nem egy európai államban került a földtani intézetek programjába. (Szomszédságunkban Csehszlovákia az Ostrava kapu környékén végeztetett ilyen munkálatokat, Lengyelország több területrész feltárása után Ferdinandow környékén végeztetett magfúrásokkal egybekötött negyedkori medence feltárást, Románia vízföldtani feladatok megoldásaként tárta fel saját negyedkori rétegösszleteit, főleg Munteniában és Olteniában.)

A Földtani Intézet 1964-ben vette programjába az Alföld földtani feltárását a felszíntől a medencealjzatig. Ennek a koncepciónak a megvalósításában fontos szerepet vállalt Fülöp József, az intézet akkori igazgatója.

Az új felvétel alapkoncepciója az volt, hogy az új komplex földtani Alföld-kutatást három mélységi sávban kell lefolytatni.

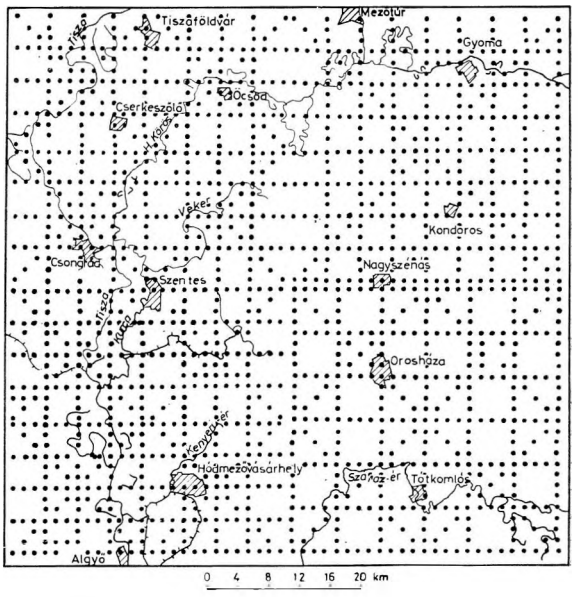
1. Sekély mélységű feltárásokkal térképezni kell a felszíni és felszínközeli viszonyokat.

2. Közép mélységű fúrásokkal fel kell tárni a negyedidőszaki képződményeket, az Alföld földtani fejlődéstörténetének legutolsó nagy fejezetét.

3. Át kell tekinteni a medencealjzatról és a pannóniai képződményekről összegyűjthető adatokat.

A sekélyfeltárásoktól és az azokon alapuló térképezéstől alapadatokat vártunk a speciális földtani igények kielégítésére; agrárföldtani, építésföldtani, vízföldtani térképek és szelvények szerkesztéséhez. A középmélységű feltárásoktól az Alföld legfontosabb földtani problémájára vártunk választ: a felszín alatti vízadórétegek helyzetéről, vastagságáról, vízadó kapacitásáról, vizük minőségéről, hőmérsékletéről és a nyomásviszonyokról, amelyek kormányozzák a felszín alatti vízmozgást. Mélyföldtani saját kutatást a Földtani Intézetben az Alföld-program keretében nem terveztünk. Erre kapacitás nem volt, ezt a kutatási profilt az OKGT geológiai szolgálata és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet látta el.

A sekélykutatás módszereinek kidolgozásánál vita volt a feltárások telepítésének rendszerében. Győzött az az álláspont, hogy sík területen a szabályos hálózatban telepített feltárások minden szempontból célravezetőek. Különösen olyan terü-



15. ábra. Példa a 10 m-es sekélyfúrások hálózatáról

Fig. 15. Net of the shallow boreholes. Example



16. ábra. 10 m-es sekélyfúrások lemélyítése Borro fúrógéppel

Fig. 16. Shallow hole-drilling with Borro auger

leteken, mint az Alföld, ahol a folyóvizek hálózata a legutóbbi néhány százezer év folyamán igen jelentősen változott, a mai felszíni viszonyokhoz igazodó feltáráshálózat a felszín alatti viszonyok feltárásához nem megfelelő.

A sekélyfúrások elhelyezése mellett, azok sűrűsége volt még probléma. Eddig szerzett tapasztalatok alapján az Alföldön egy 500 m távközű fúráshálózat mutatkozott volna helyesnek egy 1:100 000 méretarányú országos térképezés szolgálatában. Az adott munkaerő- és költségkapacitás mellett egy ilyen sűrűségű feltárás teljesítése beláthatatlan hosszú időre szabhatta volna meg az Alföld-kutatás befejezését. Számolva azzal, hogy az Alföld nagy területén ez a fúrássűrűség nem feltétlenül szükséges és azzal is, hogy várhatóan a térképek nyomtatásban 1:200 000 méretarányban fognak megjelenni, végül azzal a követelménnyel is, hogy egy ilyen munkálatot egy emberöltőnél hosszabb időre nem helyes tervezni, az 1500 m-es fúrási távközt határoztuk el, de úgy, hogy az így kijelölt fúráshelyekből is — a terepviszonyokhoz alkalmazkodva — válogatni lehet. Előírás volt azonban, hogy a szabályos É—D-i és Ny—K-i sorokban kitűzött fúráshelyekből mindkét irányban, legalább 4—5 fúrássor minden pontját meg kell fúrni, hogy lehetőség legyen hiánytalan földtani szelvények szerkesztésére. A fúráshelyek számozása balról jobbra tartó sorokban és felülről lefelé történt. A térképlap bal felső sarkában az 1. sz. fúráshely szerepelt, az alsó jobb sarkában az utolsó, 625. sorszámú fúrás. Így bármely fúráshely megtalálása a térképlapon egyszerű és gyors.

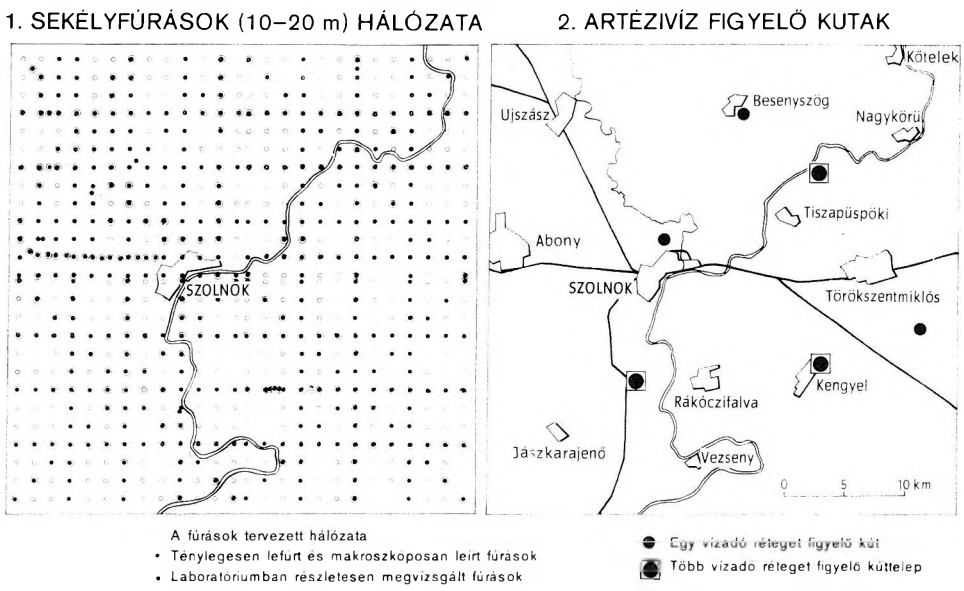
A sekélyfúrások mélységét 10 m-ben szabtuk meg. Ez a mélység kielégíti az agrárérdekeket, a magasépítési és szokványos mély- és vízépítési érdekeket, valamint a környezetvédelem követelményeit. Az Alföld túlnyomó részén ebben a mélységben elérhető a talajvíz szintje, sőt a talajvíz legmélyebb állásának szintje is. A talajvíz helyzetének ismerete az Alföldön minden szempontból kivételes fontosságú. A 10 méteres térképező fúrásokból fél méterenként vettek mintát. A mintákat egy, az Alföld-program teljesítésére felállított szediment laboratórium vizsgálta meg Szolnokon. A talajvízmintákat a budapesti vízkémiai laboratórium elemezte. Ugyancsak a budapesti laborok és szakemberek végezték a speciális kőzettani vagy paleontológiai vizsgálatokat.

A közép mélységű földtani alapfúrásokat az első években szintén hálózatosan terveztük telepíteni. Minden 1:100 000 méretarányú térképlapon egy 100—500 m mélyfúrást és a lap minden negyedében egy-egy 15—50 m-es fúrást terveztünk. Ennek a programnak a végrehajtásához azonban nem állt rendelkezésre sem elegendő pénz, sem fúrókapacitás. Helyesebbnek is látszott a negyedidőszaki rétegek feltárását nem térképlap szelvények szerint végezni, hanem az egész Alföldet felölelő 2—3 iránytengely mellett sorakoztatni fel a fúrásokat úgy, hogy azokból áttekintést lehessen szerezni a sajátos vízföldtani tájakról. A végleges terv így készült el. Elsőként egy É—D-i fúrássor készült el, második menetben a Ny—K-i, harmadikként egy DNy—ÉK-i. A fúrások mélysége 100 és 1500 m között váltakozott. A közép mélységű fúrások mintaanyagának szedimentológiai vizsgálatát szintén a szolnoki laboratórium végezte.

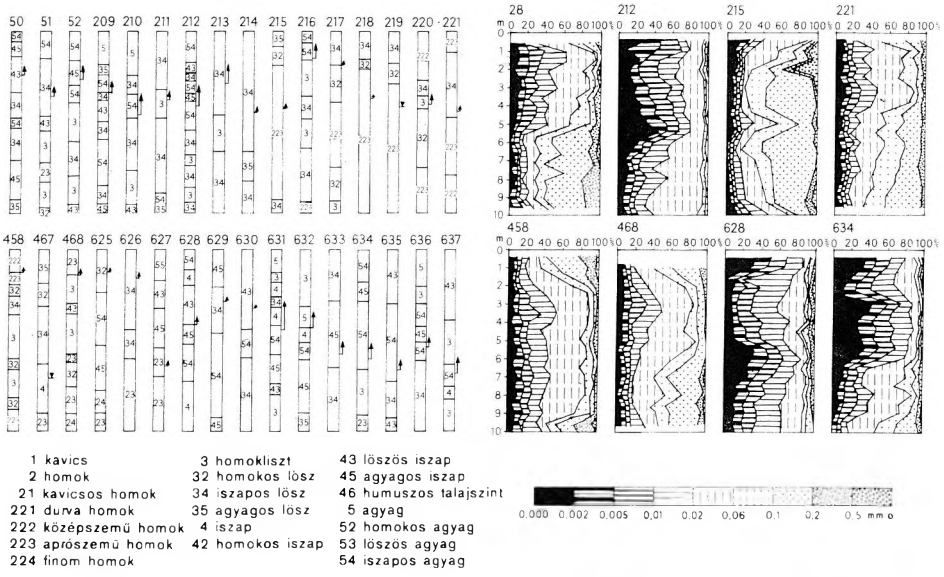
A program indulásakor a munkálatok sikere érdekében együttműködés jött létre a Földtani Intézet, az OKGT és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet között. A térképezés első három évében az Eötvös L. Geofizikai Intézet is részt vett a sekélyfeltárásokban. Főleg geoelektromos mérésekkel igyekeztek felderíteni a közel-felszíni rétegtani viszonyokat 20—50 m mélységig, továbbterjesztve a 10 m-es fúrásokkal szerzett ismereteket. A Szolnok és Csongrád térképlapok területén párhuzamosan folyt a munka, de a kívánt eredményeket nem értük el velük.

Az Alföld sűrűn rétegzett, de egymástól kőzetgeofizikai szempontból alig különböző üledékeiről a geofizika nem tudott megfelelő részletességű képet adni. Az Alföld közepén legalábbis ez volt a helyzet. Itt ugyanis különböző finomságú homokrétegek váltakoznak különböző finomságú homokliszttel, iszappal, agyaggal. Ezeket geofizikai észleléssel egymástól elkülöníteni alig lehet. Különösen akkor, ha egy-egy réteg vastagsága sokszor csak néhány dm. Azok a finom különbségek viszont, amelyek a fúrások anyagmintáin megfigyelhetők és mérhetők, de geofizikai módszerekkel meg nem állapíthatók, építésföldtani és agrogeológiai szempontból nagyon fontosak lehetnek. Így a további években a sekélytérképezésnél a geofizikai mérések elmaradtak, viszont a közép mélységű kutatásnál a lyukkarottázs vizsgálatokat állandóan bővülő észlelési körrel minden fúrásnál elvégeztettük.

A részletes Alföld-kutatástól a tudományos megismerés mellett nagyon sok gyakorlati eredményt vártunk. Az első kísérleti 1:100 000 ma. lap (Szolnok) eredményeit térképfüzetbe foglalva 1969-ben



3–4. RÉTEGSOROK ÉS SZEMCSEÖSSZETÉTELI GRAFIKONOK

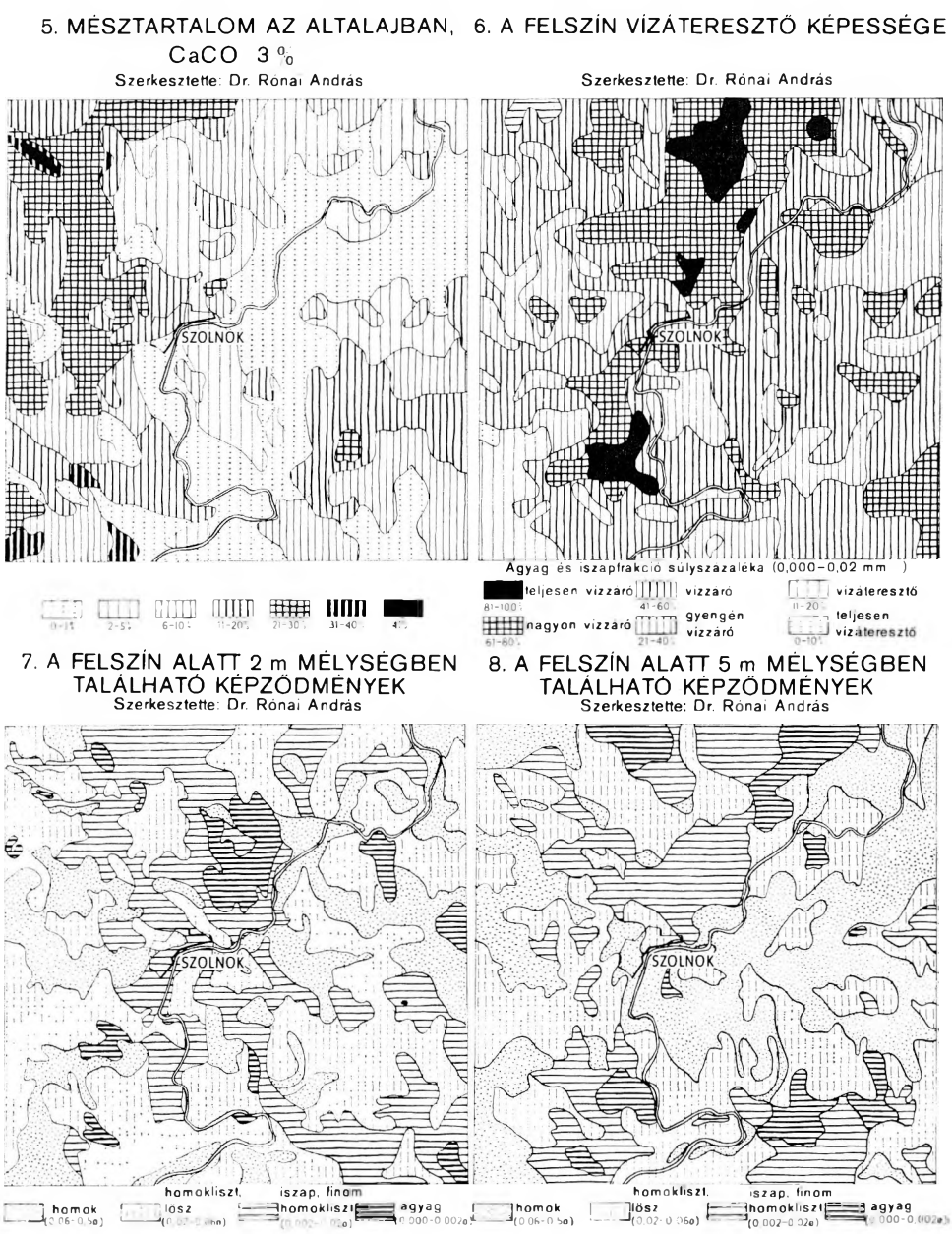


17a—e ábra. Az első kinyomtatott Alföld atlasz (Szolnok) lapváltozatai
a) Fúrások, rétegsorok, *b)* agrogeológiai és építésföldtani változatok, *c)* talajvíz változatok, *d)* mélységi víz változatok, *e)* mélyföldtani változatok

Fig. 17a—e Reduced black and white copies of the map sheets of the first-edited Lowland Atlas. Szolnok
a) Boreholes and profiles, *b)* agrogeological and engineering-geological map versions, *c)* ground-water map versions, *d)* map variations of deep water horizons, *e)* maps on deep structures

adta ki a Földtani Intézet. A felszíni feltárások feldolgozott anyagából földtani, építésföldtani, agrogeológia, vízföldtani, mélyföldtani és gazdaságföldtani jellegű térképváltozatok készültek.

Az 1964—65. évi kísérleti felvétel és az 1969-ben kiadott első (Szolnok) atlasz után a Síkvidéki osztály évenként feltárt egy-egy 1:100 000 ma. alföldi lapterületet, elvégezte és elvégeztette az anyagvizsgálatokat és megszerkesztette a 18—21 térképlapból és magyarázó szövegből álló atlaszokat. A Szolnok atlaszt 1:100 000 eredeti méretarányban adták ki, a továbbiakat, költségkímélés és jobb kezelhetőség miatt, feles kicsinyítésben, 1:200 000 méretarányban. 1984 végéig a következő atlaszok jelentek meg nyomtatásban:



17b ábra

Szolnok	1969	Szeged	1979
Csongrád	1974	Püspökladány	1980
Heves	1975	Gyoma	1980
Tiszafüred	1975	Kecskemét	1981
Hódmezővásárhely	1978	Békéscsaba	1981
Karcag	1979	Orosháza	1983
		Hajdúszoboszló	1983

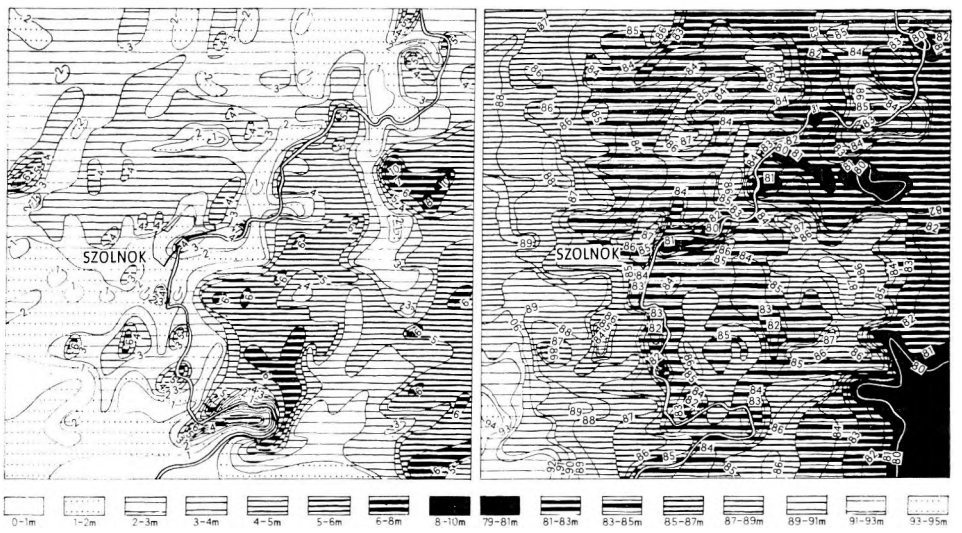
1981-ben kéziratban további hat atlasz volt készen, szerkesztés alatt. A fúrások hálózatterve bevált, az anyagvizsgálatok rendszere és az atlaszlapok tervezése idővel javult, de alapjaiban nem változott. Az atlaszokban közreadott térképek sora a következő:

9. A TALAJVÍZ MÉLYSÉGE A TEREP ALATT

Szerkesztette: Dr. Boczán Béla

10. A TALAJVÍZTÜKÖR HELYZETE A TENGER SZINTJE FELETT

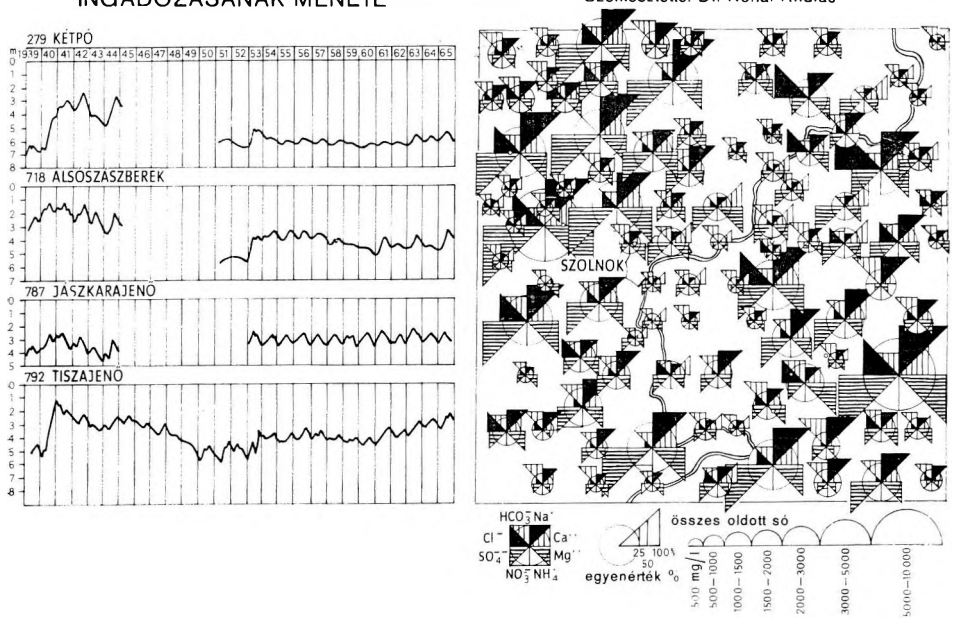
Szerkesztette: Dr. Rónai András



11. A TALAJVÍZTÜKÖR SOKÉVI INGADOZÁSÁNAK MENETE

12. A TALAJVÍZ OLDOTT ANYAG TARTALMA

Szerkesztette: Dr. Rónai András



17c ábra

Földtani változatok

1. Sekély- és mélyfúrások hálózata.
2. Felszíni földtani képződmények.
3. Sekélyfúrási rétegsorok. Képződmények 10 m mélységig.

Agrogeológiai változatok

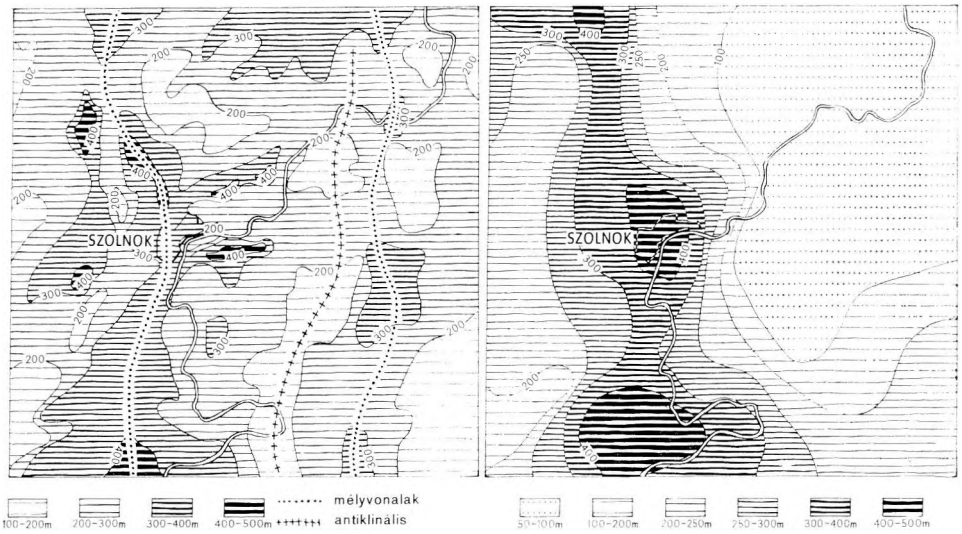
4. Az altalaj mésztartalma 0,5, 1,0 és 1,5 m mélységben.
5. A felszín vízáteresztő képessége 0,5 1,0, 1,5 m mélységben.

13. A NEGYEDIDŐSZAKI RÉTEGEK VASTAGSÁGA

Szerkesztette: Dr. Rónai András

14. A LEGJOBB FELSZÍNALATTI VÍZADÓ RÉTEG MÉLYSÉGE 500 m MÉLYSÉGIG

Szerkesztette: Dr. Rónai András

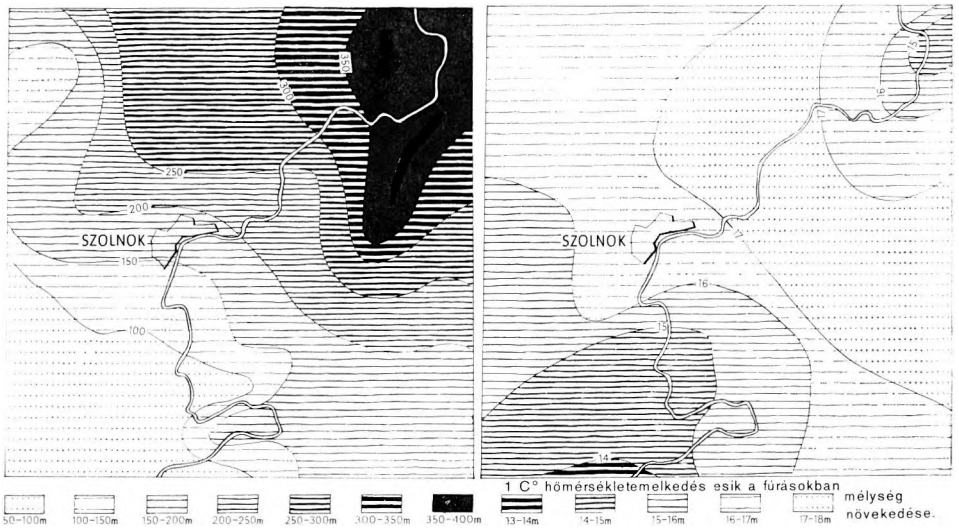


15. FELSZÖKŐ VIZET ADÓ RÉTEGEK MÉLYSÉGE

Szerkesztette: Dr. Rónai András

16. GEOTERMIKUS GRADIENS ÉRTÉKE

Szerkesztette: Dr. Rónai András



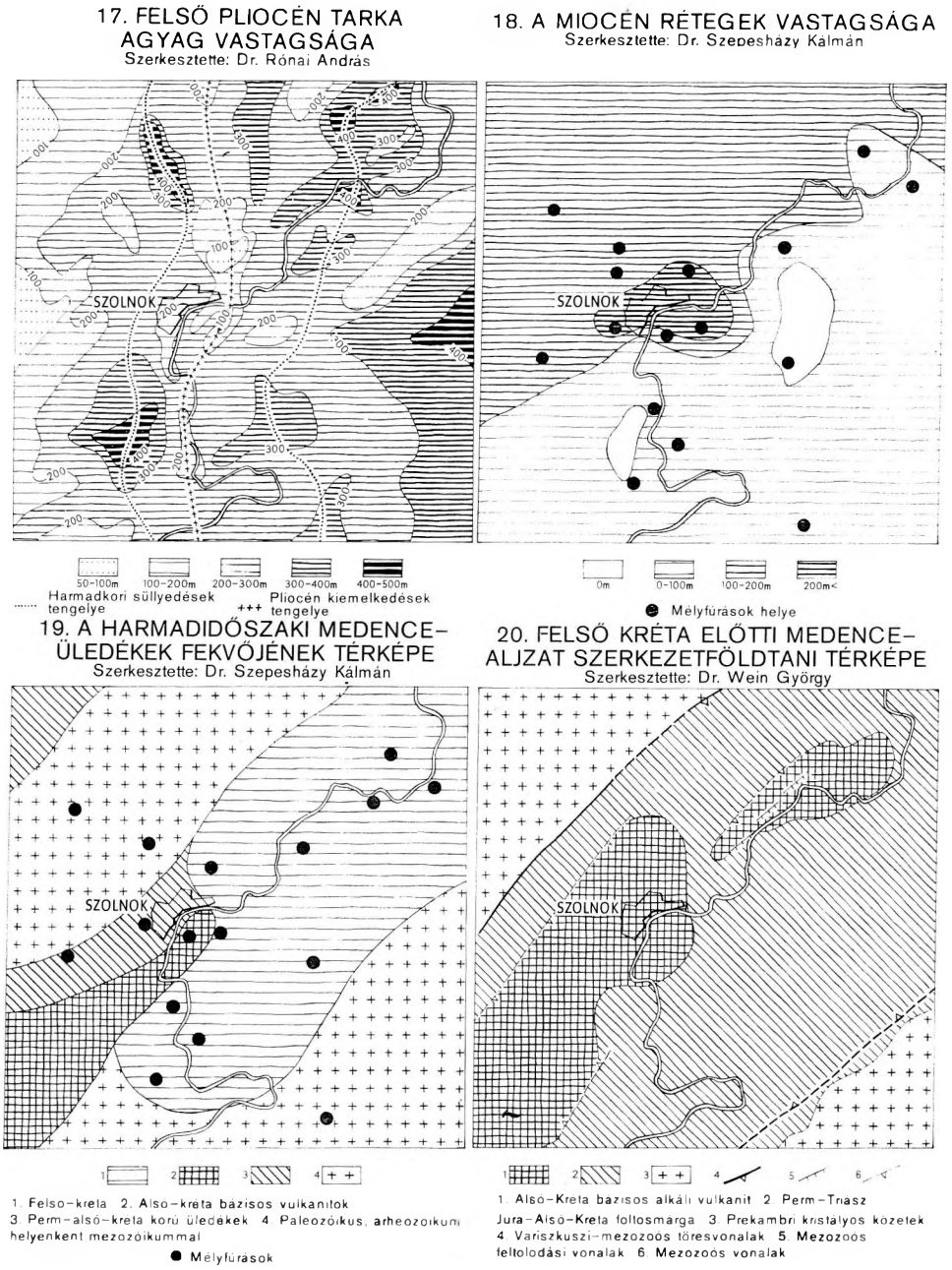
17d. ábra

Építésföldtani változatok

6. A felszín alatt 2 m mélységben található képződmények.
7. A felszín alatt 5 m mélységben található képződmények.
8. A felszín alatt 10 m mélységben található képződmények.
9. Jellemző építésföldtani körzetek.

Vízföldtani (építésföldtani és agrogeológiai) változatok

10. A sekélyfúrásokban észlelt talajvíz jelentkezési mélysége.
11. A talajvíztükör nyugalmi szintje a felszín alatt.
12. A talajvíztükör magassági helyzete a tengerszint felett.
13. A talajvíztükörre ható nyomás mértéke.



17e ábra

14. A talajvíz oldott anyagtartalma.

15. A felszín alatti első jó vízadó réteg mélysége. Hőmérséklet és nyomásviszonyok.

Mélyföldtani változatok

16. A negyedidőszaki és levantei üledékek mélysége és vastagsága.

17. Az alsó- és felső-pannóniai határ szintvonalas térképe.

18. A pannóniai medencealjzat mélységtérképe, földmágnesességi melléktérképpel.

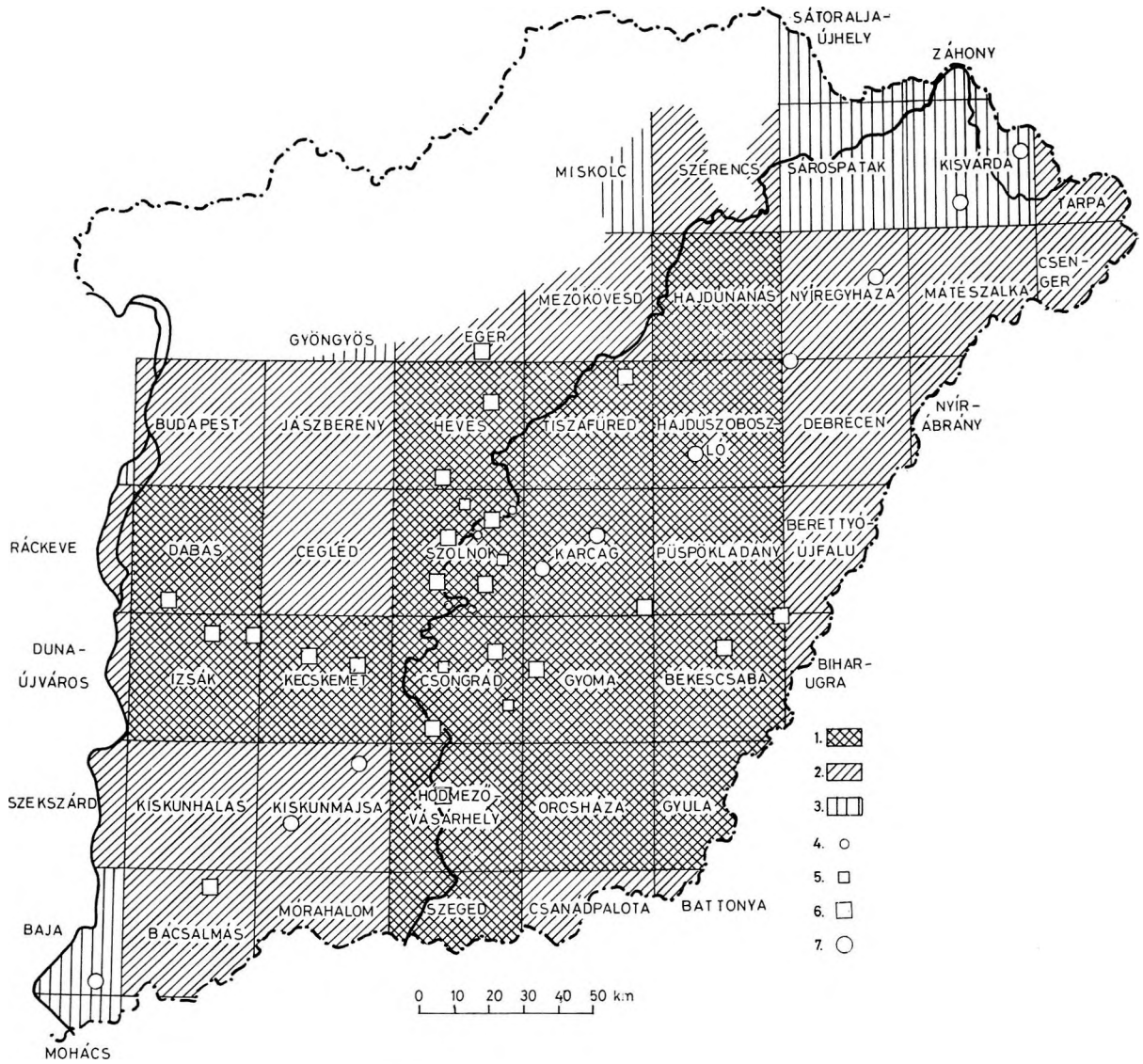
19. A neogén képződmények aljzatának szintvonalas térképe, sztratigráfiai oszloppal.

Gazdaságföldtani változat

20. Ásványi nyersanyaglelőhelyek és fontosabb artézi kutak.

A mélyföldtani lapváltozatok száma különböző lehet aszerint, hogy a terület mélyfúrásokkal és geofizikai mérésekkel mennyire van feltárva. Az Alföld jelenleg folyó komplex földtani térképezése terv szerint 1986-ban fejeződik be.

A középmélységű rétegek megismerésére, a negyedkori folyóvízi összlet feltárására, a pliocén—pleisztocén határ megállapítására lemélyített első fúrássor a Mátra aljától a szegedi medencerészig haladt (Erdőtelek—Mindszent), a második a Duna-völgytől az erdélyi határig (Kunszentmiklós—Komádi). A középmélységű földtani alapfúrások végig magvétellel mélyültek és anyagukat részletes szemcseelemzésnek vetették alá. A szemcseösszetétel megállapítása mellett karbonát- és pH méréseket, a homokrétegből mikromineralógiai vizsgálatokat végeztek. Gondosan gyűjtötték és meghatározták az ősmaradványokat, részletes pollenmeghatározások is készültek. Esetenként koptatottsági, nyomelem, agyagásvány és plaszticitási vizsgálatokat végeztek. Az 1980—1986 közötti időszakra terveztük egy harmadik fúrássor lemélyítését DNy—ÉK-i irányban (Baja—Vámosatya). E fúrásokból az Alföld medencéjének és fiókmedencéinek negyedidőszaki rétegei megismerhetők, a pannóniai és negyedidőszaki rétegek érintkezése megállapítható, az utolsó 4—5 millió év kéregmozgásai és üledék felhalmozása tanulmányozható.



18. ábra. Az Alföld-térképezés állása 1984 végén

1. Nyomtatásban megjelent, *2.* kéziratban elkészült, *3.* a feltárás és az anyagvizsgálat befejeződött, *4.* földtani alapfúrás, *5.* észlelő kúttá kiépített alapfúrás, *6.* több réteg észlelésére kiépített kúttelep, *7.* tervezett alapfúrás

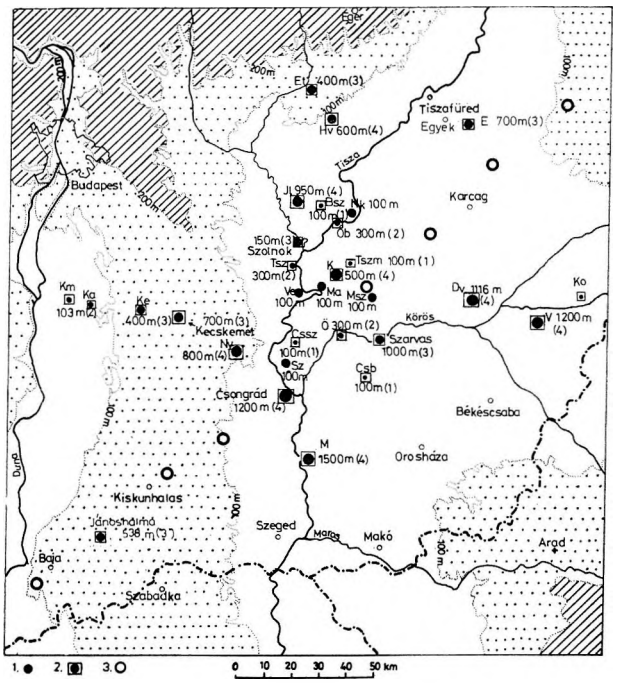
Fig. 18. Situation of the Lowland mapping in 1984

1. Printed, published, *2.* manuscript completed, *3.* field work and laboratory tests completed, *4.* the grid of geological key boreholes, *5.* construction of artesian check-wells from common boreholes, *6.* check-well plants built for wells of different depth, *7.* location of the boreholes planned

Az első középmélységű földtani alapfúrást Jászladány község határában mélyítették le. Ez a terület nevezetes volt arról, hogy mélységi vízben nagyon szegény, 4—500 m mélységig nem lehetett itt jó vízadó réteget feltárni. A 950 m mélységű fúrás földtani szempontból az Alföld legsikeresebb feltárása lett. Igen gazdag Mollusca, Ostracoda és pollen anyagot tartalmaztak a folytatólagos magminták, s ezek lehetővé tették a pliocén—pleisztocén és levantei—felső-pannóniai határ megállapítását, valamint a negyedidőszaki rétegek kifejlődésének, szakaszainak és a negyedidőszaki szedimentáció paleogeográfiai és paleoklimatikus körülményeinek tisztázását. Az átfúrt rétegsor 556 m mélységig túlnyomóan kőzetlisztből és agyagból állt, s ebben az ősmaradványok nagy számban megmaradtak. Ez az agyagosság volt az oka a terület mélységi vízben nagyon szegény voltának. Jobb vízadó rétegek csak 600—900 m mélységközben fordultak elő.

A fúrás feldolgozásakor a negyedidőszaki rétegek vastagságát 432 m-ben állapították meg. 432—730 m-ig terjedt a levantei rétegek sora, onnan a fúrás talpáig faunás felső-pannóniai rétegekben haladt és állt meg a fúró. A negyedidőszaki folyóvízi rétegsorban 10 üledékciklust lehetett megfigyelni. A levantei rétegsorban egy alulról felfelé haladó agyagosodást figyeltek meg, a felső-pannóniai rétegek a homok és kőzetliszt, ill. az agyagrétegek sűrű és átmenet nélküli váltakozásának bizonyultak.

A pollen anyag lehetővé tette a természetes erdővegetáció és ezzel nagyjából a klíma rekonstruálását és ez igen érdekes új eredményekre vezetett. A 432 m vastagságú negyedidőszaki rétegegyüttes pollenképe alapján 25 jelentősebb éghajlati szakaszt lehetett megkülönböztetni. E 25 kisebb szakasz három nagyobb szakaszba volt összefogható. Éghajlatváltozások szempontjából egy mérsékelten meleg alsó-pleisztocén (Q_1), egy mérsékelt és igen változó középső-pleisztocén (Q_2), egy hideg felső-pleisztocén (Q_3) szakasz mutatkozott. Az elsőnek 7 tagja, a másodiknak 9, a harmadiknak 8 fázisa volt, s végül egy kis szakaszt jelentett a holocén (1. táblázat).



19. ábra. A MÁFI alföldi alapfúrásai és kiépített mélységi észlelő kútjai (1984). Szerkesztette: JÁNOS E.

Bsz = Besenyszög, Cs = Cserebökény, Cssz = Cserkeszőlő, Dv = Dévaványa, E = Egyek, Et = Erdőtelek, Hv = Hevesvezekény, Jl = Jászladány, K = Kengyel, Ka = Kunadacs, Ke = Kerekegyháza, Ko = Komádi, Km = Kunszentmiklós, Ma = Martfű, Msz = Mesterszállás, M = Mindszent, Nk = Nagykörű, Ny = Nyárlőrinc, Ób = Óballa, Ö = Öcsöd, Sz = Szelevény, Tsz = Tószeg, Tszm = Törökszentmiklós, Ve = Vezseny, V = Vésztő

1. Földtani alapfúrás helye és mélysége, *2.* észlelő kutakká kiépített alapfúrás (a kutak számának feltüntetésével), *3.* tervezett alapfúrás 1980—1986 (további három tervezett fúrás a Nyírségben és a Szatmári-síkságon)

Fig. 19. Location of the geological key boreholes and the artesian check-wells in the Great Plain, by E. JÁNOS

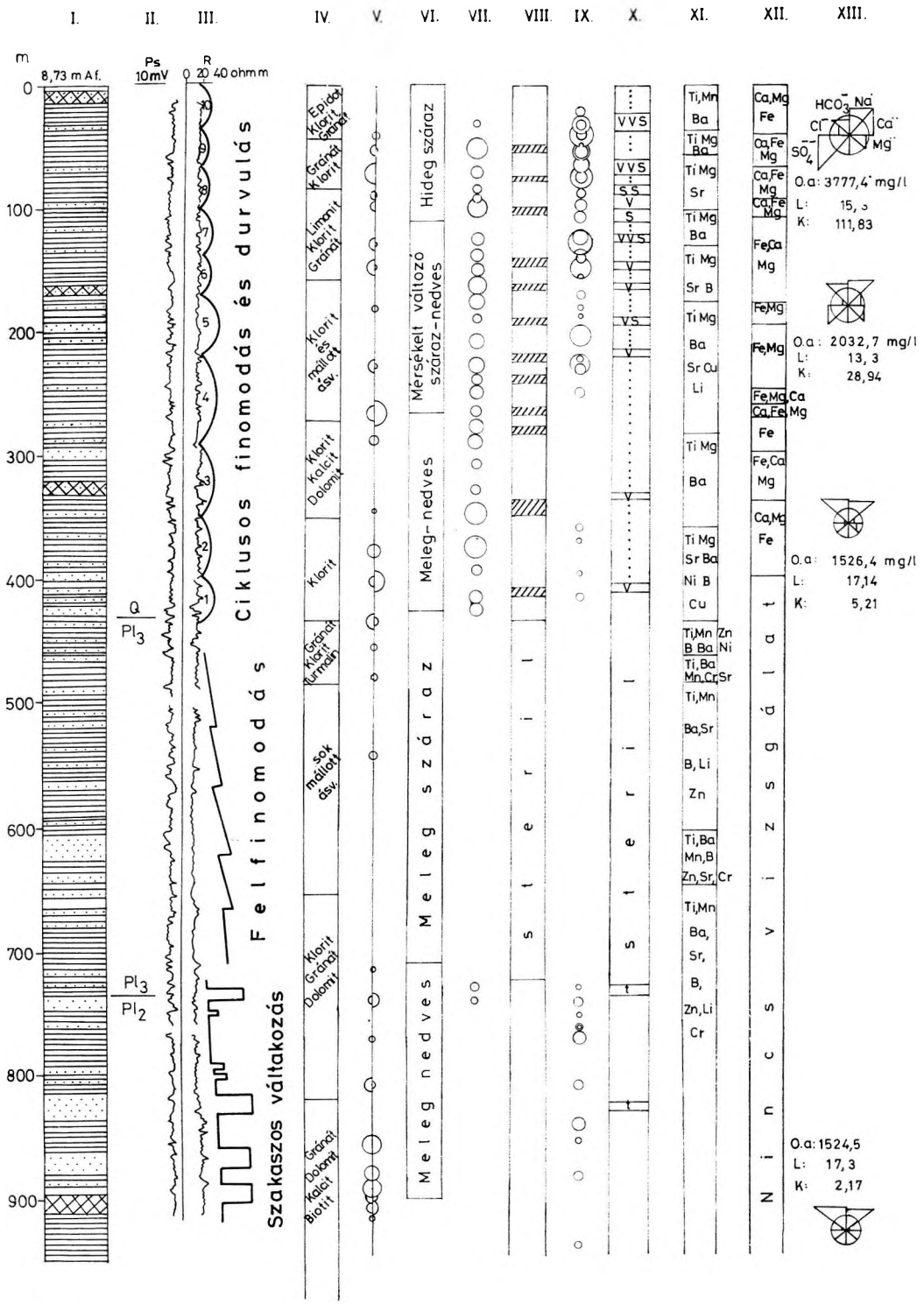
1. Site and depth of the geological key boreholes, *2.* number of the constructed check-wells, *3.* boreholes planned for 1980—1986

A kisebb éghajlati szakaszok jellegét az erdőképző fák hőmérsékleti és csapadékigénye szerint: meleg-csapadékos, meleg-száraz, mérsékelt-csapadékos, mérsékelt-száraz, hideg-csapadékos, hideg-száraznak határoztuk meg. A középső-pleisztocén (Q_2) éghajlati szakasznál a fapollenek az évszakos időjárás jellegére is következtetni engedtek. Egyes fák elterjedése mediterrán jellegű éghajlatra mutatott: meleg-száraz nyárra és enyhe, csapadékos télre. Ezzel szemben a pleisztocén utolsó harmadának éghajlata kontinentális jellegű volt. Rövid meleg nyár, hosszú, nagyon hideg tél. Ezek a szakaszok nem fedik a negyedidőszaki sztratigráfiában geomorfológiai vagy paleontológiai alapon eddig felállított osztályozásokat, viszont közel állnak a legújabb nemzetközi kvarter irodalomban található részletes beosztásokhoz.*

A folyóvízi üledékciklusok és az éghajlati szakaszok kimutatása igen nagy lépést jelentett a medence negyedidőszaki fejlődéstörténetének vizsgálatában. Jászladány összehasonlító mérce lett a további alföldi fúrások feldolgozásához.

Az erdőalkotó fák pollenjeinek szokványos ábrázolása mellett keresnünk kellett olyan ábrázolási módot, amely a fák klímaigényeit — ha tapogatólag is — tükrözi és így módot ad az éghajlat időbeli változásainak össze-

* Később további fúrások feldolgozásánál és a paleomágneses vizsgálatok eredményeinek ismeretében a pleisztocént négy nagyobb tagra osztottuk, megkülönböztetve egy legalsó-pleisztocént is.

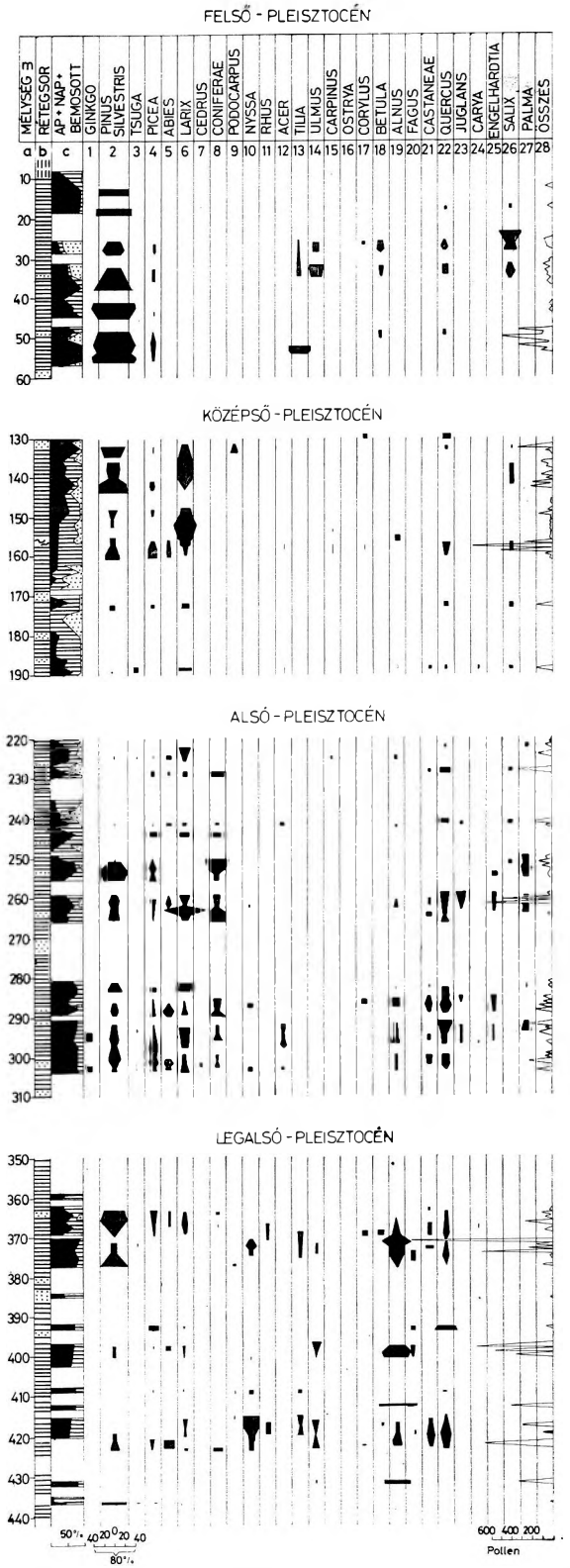


20. ábra. Anyagvizsgálati vázlat a jászladányi alapfúrásból

I. Rétegsor, *II.* karottázs, *III.* az üledékképződés menete, ciklusok, *IV.* a nehézásvány-összetétel szakaszai (az ásványok súlyuk rangsorában), *V.* pollen: *1.* hidegtűrő, *2.* melegkedvelő, *VI.* pollen csoportok éghajlati szakaszai, *VII.* Ostracoda, *VIII.* Ostracoda együttesek szakaszai, *IX.* Mollusca, *X.* Mollusca együttesek szakaszai, V = folyóvízi, S = szárazföldi, t = tavi, *XI.* uralkodó nyomelemek, *XII.* kémiai vizsgálat (a SiO_2 és Al_2O_3-on kívüli jelentős elemek), *XIII.* a vizek vegyi jellege, Oa = oldott anyag, L = lúgosság, K = keménység

Fig. 20. Tests and analyses of cores from the Jászladány boreholes

I. Lithological log, *II.* geophysical log, *III.* granulometric cycles, *IV.* heavy mineral assemblages, *V.* number of pollens; left: cold tolerant, right: thermophile, *VI.* Biostratigraphic sections of the Pollen finds, *VII.* number of the Ostracoda finds, *VIII.* biostratigraphic sections of the Ostracoda group, *IX.* Mollusca finds, *X.* biostratigraphy of the molluscan finds. V = fluvial, S = terrestrial, t = limnic. *XI.* dominant trace elements, *XII.* chemical components without SiO_2 and Al_2O_3, *XIII.* chemical type of subsurface waters. Oa = total weight of dissolved solids, L = alkalinity, K = hardness



21. ábra. Jellemző pollenképek a pleisztocén különböző szakaszairól (Jászladány)
A meghatározásokat Miháltz I.-né és Lőrincz H. (1968) végezte

Fig. 21. Characteristic pollen spectra of the different Pleistocene sections. Jászladány borehole. Analyses made by Mrs. I. Miháltz and H. Lőrincz

I. Upper, *II.* Middle, *III.* Lower, *IV.* Lowest Pleistocene

Grouping and representation of the pollens explanation: Arbor pollens arranged upon climate demand. Cold tolerant: 1—7; moderately sensible: 8—12; thermophyles: 13—18. Non-arbor pollens: 19—24.

1. táblázat — Table 1

Éghajlati szakaszok a Jászladány 1. sz. fúrás pollenképei alapján
Climatic periods based on the pollen spectra of samples from the Jászladány borehole

Kor	Minták mélysége (m)	Éghajlati jelleg
Holocén		
Q_4	0—6	mérsékelt-száraz
Pleisztocén felső része		
Q_{3-8}	6—25	hideg-száraz
Q_{3-7}	25—35	mérsékelt-nedves; három enyhébb és nedvesebb résszel
Q_{3-6}	35—48	hideg-száraz
Q_{3-5}	48—56	hideg-nedves
Q_{3-4}	56—70	hideg-száraz: gyorsan változó, a szakasz eleje hideg-nedves, vége mérsékelt-száraz
Q_{3-3}	70—91	hűvös-száraz
Q_{3-2}	91—104	hűvös-nedves
Q_{3-1}	104—129	hideg-száraz
Pleisztocén középső része		
Q_{2-9}	129—143	hűvös-nedves; főleg télen nedves, nyáron száraz
Q_{2-8}	143—156	mérsékelt-száraz
Q_{2-7}	156—172	mérsékelt-nedves
Q_{2-6}	172—189	mérsékelt-száraz
Q_{2-5}	189—200	hideg-száraz
Q_{2-4}	200—222	mérsékelt-száraz
Q_{2-3}	222—240	mérsékelt-nedves
Q_{2-2}	240—262	meleg-nedves
Q_{2-1}	262—285	mérsékelt-száraz
Pleisztocén alsó része		
Q_{1-7}	285—303	meleg-nedves
Q_{1-6}	303—333	mérsékelt-száraz
Q_{1-5}	333—347	meleg-nedves
Q_{1-4}	347—363	meleg-mérsékelt száraz
	363—366	a szakasz eleje hűvös-száraz
Q_{1-3}	366—397	meleg-nedves
Q_{1-2}	397—410	mérsékelt-nedves
Q_{1-1}	410—432	meleg-nedves
Levantei felső tagja		
Pl_{3-2}	432—550	meleg-száraz
Levantei alsó tagja		
Pl_{3-1}	550—740	forró-száraz
Felső-pannóniai utolsó szakaszai		
Pl_{2-3}	740—800	meleg-mérsékelten nedves
Pl_{2-2}	800—860	meleg-száraz
Pl_{2-1}	860—930	meleg-nagyon nedves

hasonlító elemzésére. Ez az ábrázolási mód a legfontosabb fanemeknek egy félkör körcikkeivel való kimutatása, ahol a félkör bal felén a hidegtűrő fák, jobb felén a határozottan melegigényes fák körcikkei helyezkednek el. A többi fa pollenjeit a két szélső érték között tapasztalati sorrendben helyeztük el. A félkör egész területe arányos az egyes mélységszakaszokban talált, ill. meghatározott pollenek számával. Az egyes körcikkek területe viszont arányos az egyes fafajták százalékával az összes fapollenek között. A körcikkek az alapkör kerületét hol túllépik, hol alatta maradnak, de együttesen kiteszik az alap félkör területét. Ezek az ábrák egyetlen rátekintésre elárulják, hogy a megvizsgált anyagban a hidegtűrő vagy melegigényes fák vannak-e többségben és azt is, hogy milyen arányban. Ezt az ábrázolási módot később a többi mélyfúrás feldolgozásánál is használtuk.



62. ábra. A nagykőrösi téglagyár löszfala (1959)

Fig. 62. The loess wall of the brickyard of Nagykőrös

A folyók felszínalakító munkája

Ha az Alföld feltöltését és felszínének alakítását a folyók végzik, foglalkoznunk kell a folyók üledékképző szerepével. Az Alföld fő folyója a Tisza. A terület túlnyomó része a Tisza vízgyűjtőjéhez tartozik. A Duna csak határfolyó és igen keskeny területsáv az, ahonnan a Duna alföldi területről vizeket kap, jelentőset egyet sem. A hátság nagy része is a Tiszának adja vizét, nem annyira felszíni vízfolyásokban, mint talajvízben.

A Duna a dunántúli pannóniai dombvidék szélén fut végig északról délre nagy folyóként, hol középszakasz jelleggel kanyarogva, hol alsószakasz jelleggel ágakra bomolva, szigeteket formálva. Mai szerepe az Alföld felszínének alakításában az, hogy állandóan mardossa löszfalakból épült jobb partját, bővíti az Alföld területét a Dunántúl rovására. A magaspart löszfalai előtti omlások híven őrzik e munka eredményeit. A bal part lapos. Itt-ott találunk csak folyóépítette parti homkdombokat és az ártéren végigfutó, már futóhomokká alakult keskeny homokpásztákat. Ezek a fő szélirányban, ÉNy—DK-i irányban helyezkednek el, éppúgy, mint a hátság homokvonulatai. Szabályozás előtt a dunai árterek szélessége többfelé elérte a 20—25 km-t. A Duna legveszedelmesebb árvizei ott kelet-

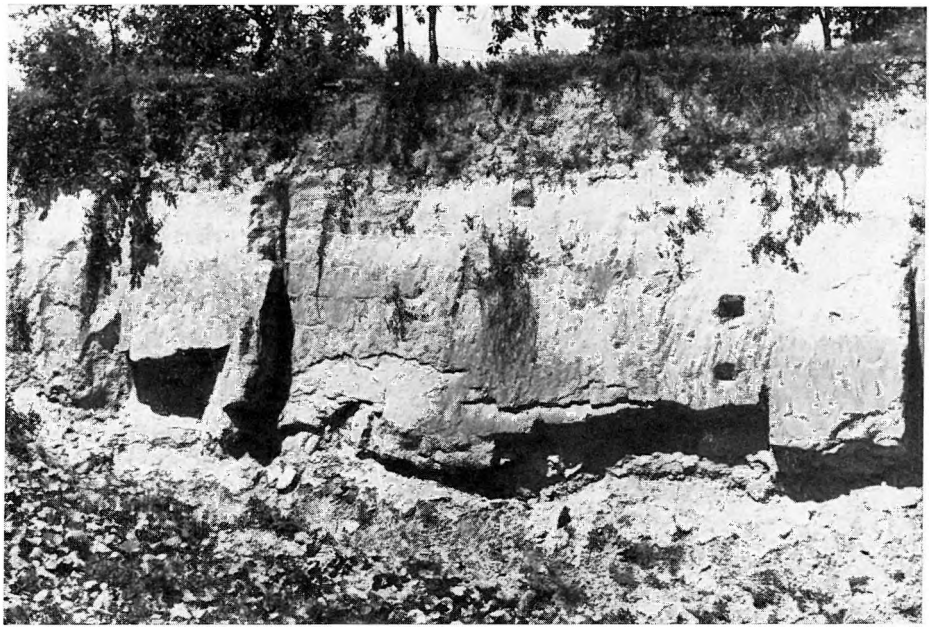


63. ábra. Partomlás Dunaföldváron 1970-ben

Fig. 63. Landslide in loessic layers. Dunaföldvár



60. ábra. A Duna-völgyből kiemelkedő Duna—Tisza közi hátság meredek széle Császártöltésnél
Fig. 60. The western margin of the Danube—Tisza sand region. Császártöltés



61. ábra. A ceglédi téglagyár löszfala (1959)
Fig. 61. The loess wall of the brickyard of Cegléd

A homokdombvidékek tagjai a Nyírség, pannóniai agyagrétegek felett 100—200 m vastag folyóvízi kaviccsal és homokkal, s azokon 20—30 m vastagságú futóhomokkal. A Duna—Tisza köze északi fele 50—100 m vastag folyóvízi kavics és homok felett 20—30 m vastagságú futóhomokkal. A Duna—Tisza köze déli része 50—300 m vastag folyóvízi homok 50—80 m futóhomokkal, helyenként 4—8 m vastag lösszel takarva. Ez a hátság dél felé átmegy a Bácskai löszhátságba. Ennek nagy része ma Jugoszláviához tartozik. A negyedik nagy homokdombság, a Delibláti homokhátság, teljesen kívül esik határainkon.

A futóhomok dombságok felszínét a térképező geológusok többször holocén futóhomoknak jelölték, mondván, hogy a felszíni homok egy része ma is mozog, tehát jelenkori településű. A lényeges az, hogy a térszín pleisztocén kori és a homok anyag zöme is pleisztocén. A formák csak helyileg változtak a holocénben, de nem akkor alakultak ki.



59. ábra. Futóhomok alatt csigás löszréteg Hernád község mellett (1959)

Fig. 59. Molluscan loess layer below blown sand. Hernád

Itt ki kell térnünk egy alapvető minősítési problémára, ami a földtani térképezéseknél felmerül. A térképezésnél találunk holocén üledékeket és holocén felszíneket üledék nélkül. Ahol a folyók, vagy a csapadék csak a lepusztító munkát végezte el, de friss üledéket még nem halmozott fel, ott holocén térszínen járunk, de nem holocén üledéken. A Tiszántúl szikes térségein találunk erre példát, de előfordul a Duna-völgy szélén, sőt a hátságokon is.

A második térszínemeletet, a pleisztocén síkot, túlnyomórészt eolikus képződmények: lösz, ártéri lösz, löszös homok, futóhomok fedi, a Tiszántúl közepét pedig iszap és agyag. Sajátságos képződmény az ártéri lösz vagy a vízi lösznek, mocsár lösznek, infúziós lösznek nevezett üledék, amelynek anyaga nagyobb részben hulló por*, de keveredik hozzá iszap és agyag. Nedves térszínre, mocsárba, ártérre hullott por anyag, ha keveredik folyóvízi üledékkel, vagy mozgó vizek áttelepítik — ami szerkezetváltozásra vezet — hozhat létre ilyen képződményt, amelynek genetikus neve: hidroaerolit.

Még egy lösz kifejezéssel találkozunk az alföldi földtani térképeken, ez az ún. „alföldi lösz". Sümeghy adta ezt a nevet az olyan lösznek, amelyben finom homok is, iszapfrakció is nagyobb mértékben van jelen, mint a típusos löszben. A lösz és futóhomok érintkezési és keveredési területein térképeztek ilyeneket.

A harmadik térszínemeleten, a homokdombokon futóhomokot, a futóhomok dombok között helyenként löszpásztákat, Bácska déli felén löszdombokat futóhomok pásztákkal találunk. A vápákban iszap, réti mészkő, mésziszap, tőzeg van, a Nyírség DK-i részén gyepvasérc.

A holocén árterek tájnévvel bíró sík tagjai: a Duna-völgy, néhány méteres vagy néhányszor tízméteres kavics altalajjal és rajta kisebb folyóvízi és futóhomok szigetekkel, legnagyobb kiterjedésben pedig szikes iszappal, agyaggal fedve. A felső Tisza árterei: a Szatmári-síkság, a Bodrogköz és Rétköz, a Sajó—Hernád torkolatvidéke és a Taktaköz kavics altalajjal és rajta finomszemű néhány méteres takaróval. A Közép-Tisza völgye a Sajó torkolat és Körös torkolat között homok altalajjal és homoklisztes, kőzetlisztes fedővel**. A Körös—Berettyó medence homokos, agyagos altalajban nehéz agyagokkal és tőzeggel fedve. A Dél-Tisza völgyeit homok altalajon löszféle anyagok és agyagok fedik.

Pleisztocén hordalékkúpokat és holocén ártereket találunk az északi hegylábak előtt. Ilyen a Jászság északi fele és a Mezőség, homokos — néhol kavicsos — altalajon homokos lösztakaróval és barna lemosott lejtőagyagokkal. E hegylábi előmélyedéseken kialakult síkságokon az északi hegyvidék patakjai egy sor gyenge törmelékkúpot terítettek el. A hegylábak közelében kavicsos homokrétegeket találunk, távolabb nagyobb kiterjedésű homokvonulatokat, amelyek útban vannak a futóhomokká alakulás felé (a Tápió, Galga, Tarna homokjai). Pleisztocén magasabb térszín a Hajdúság futóhomokon — helyenként vörös agyagon — települő löszvidéke; a Nagykunság agyagos löszfelszínnel és homoklisztes anyagokkal fedett agyagrétegekkel; az orosházi lösszel fedett hordalékkúp és a déli Mezőség a homokos—kavicsos—agyagos altalaj feletti löszös takaróval.

* A típusos löszképződmények eredete is vitás az irodalomban, az infúziós lösz anyagát is származtatják folyóvízi, ártéri üledékekből (Pécsi M. 1979).

** A földtani irodalom kerülte az „iszap" kőzetnév használatát. E nevet főképpen a talajmechanika vezette be az irodalomba jogosan, mert viselkedése lényegesen különbözik az agyagoktól. Az újabb földtani nevezéktan „kőzetliszt" nevet ajánl, de ez a gyakorlatban nem terjedt el.



57. ábra. Futóhomokdomb keresztmetszete. Fotó: KUTI L. 1983

Fig. 57. Cross section of a sand dune



58. ábra. Nyírségi táj. Fotó: KUTI L. 1983

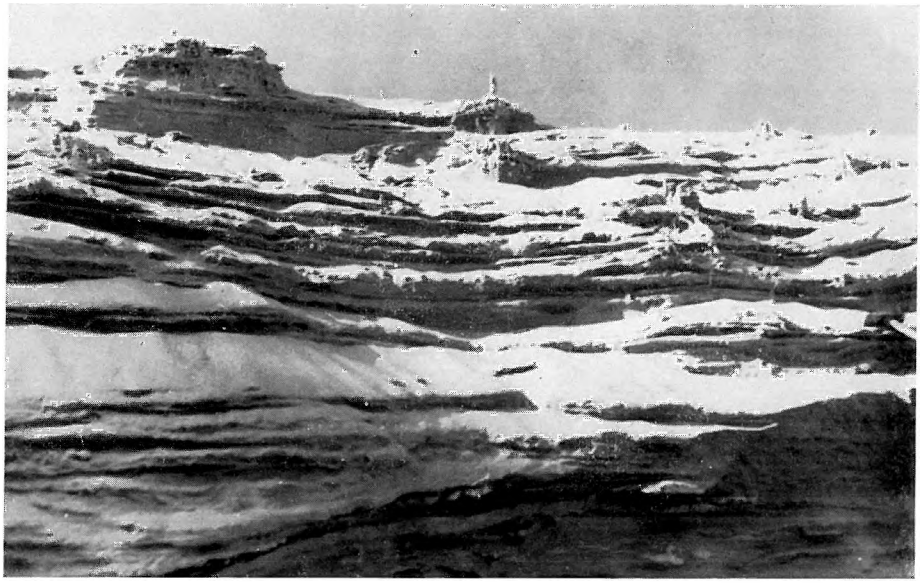
Fig. 58. Landscape of the Nyírség sandhill region

5. Hidroaerolitok. Szélhordta üledékek nedves térszínen, tavakban, mocsarakban. Infúziós lösz, agyagos lösz.

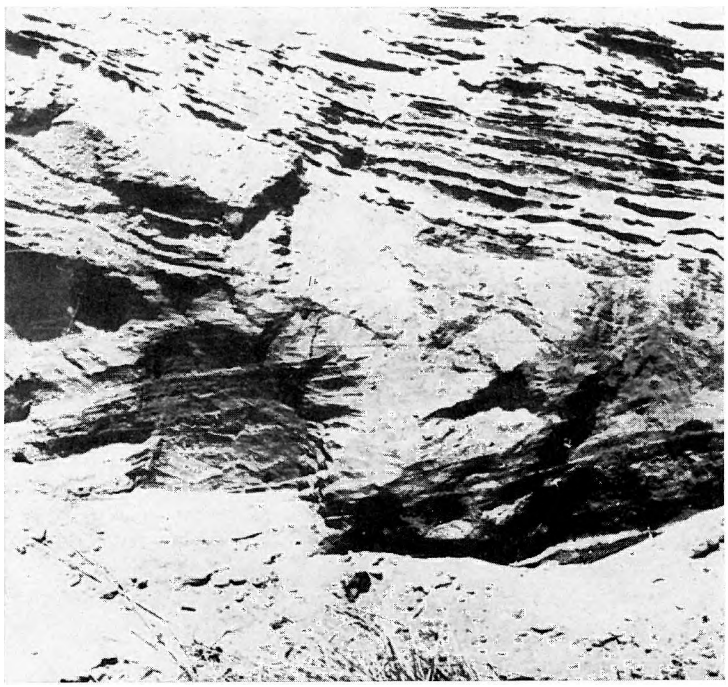
6. Evaporitok. Mésziszap, tavi kréta.

7. Kémiai képződményváltozatok: gyepvasérc, mészkonkréciók, szikes agyagok, szikes iszapok.

A holocén ártereken a típusos löszképződményeken kívül minden más laza üledéket megtalálunk. Kavicsot a peremeken és a Duna-völgyben, folyóvízi és futóhomokot, homoklisztet, iszapot, agyagot, réti mészkövet, tőzeget pedig csak a Duna-völgyben. A szikes képződmények nagy részét is holocén térszíneken találjuk.



55. ábra. Folyóvízi homok átalakulóban futóhomokká (Dunaharaszti, 1962)
Fig. 55. Fluviatile sand getting to be wind-blown. Dunaharaszti

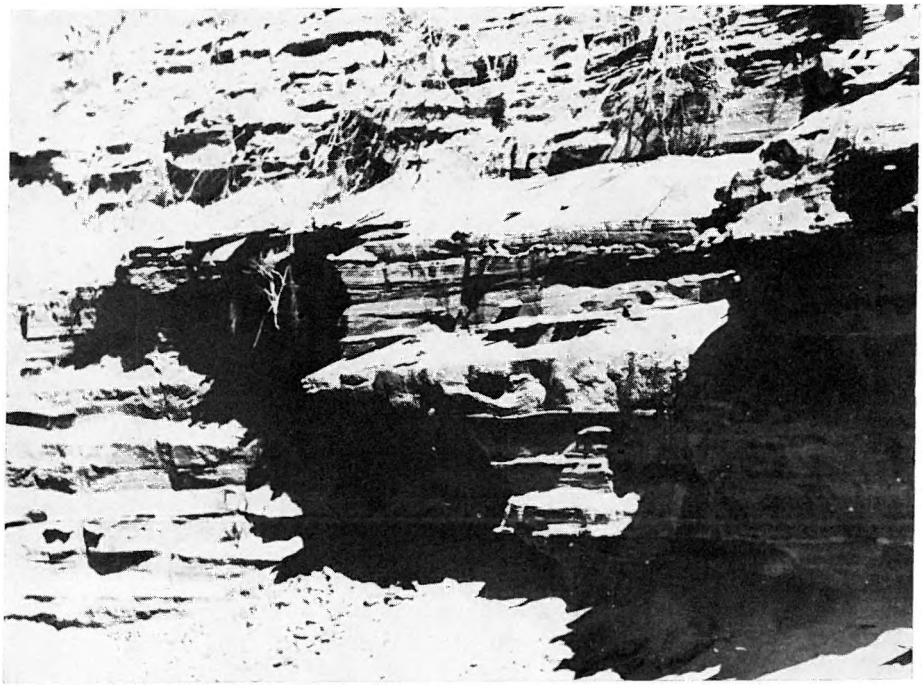


56. ábra. Keresztréteges, murvás futóhomok. Fotó: FRANYÓ F.
Fig. 56. Cross-bedded coarse-grained blown sand below a thin loess cover

Az Alföldet laza üledékek fedik. Kemény kőzet nincsen a felszínen, hacsak a homokdombok közötti vápákban keskeny csíkokban és vékony rétegekben megjelenő réti mészkövet, tavi krétát nem nevezzük annak. A laza üledékek genetikailag 6 csoportra oszthatók.

1. Folyóvízi üledékek: kavics, homok, homokliszt, kőzetliszt (iszap), agyag.
2. Mély ártéri üledékek, melyek átmenetet képeznek a folyóvízi és tavi jellegű üledékek között.
3. Tavi üledékek: homokliszt, kőzetliszt (iszap),* agyag. Lápi, mocsári agyagok, tőzeg.
4. Eolikus, szélhordta üledékek: futóhomok, lösz, löszös homok, homokos lösz.

* Kőzetlisztet (aleurit) használ a földtani irodalom, iszapot a talajmechanikai nómenklatúra.

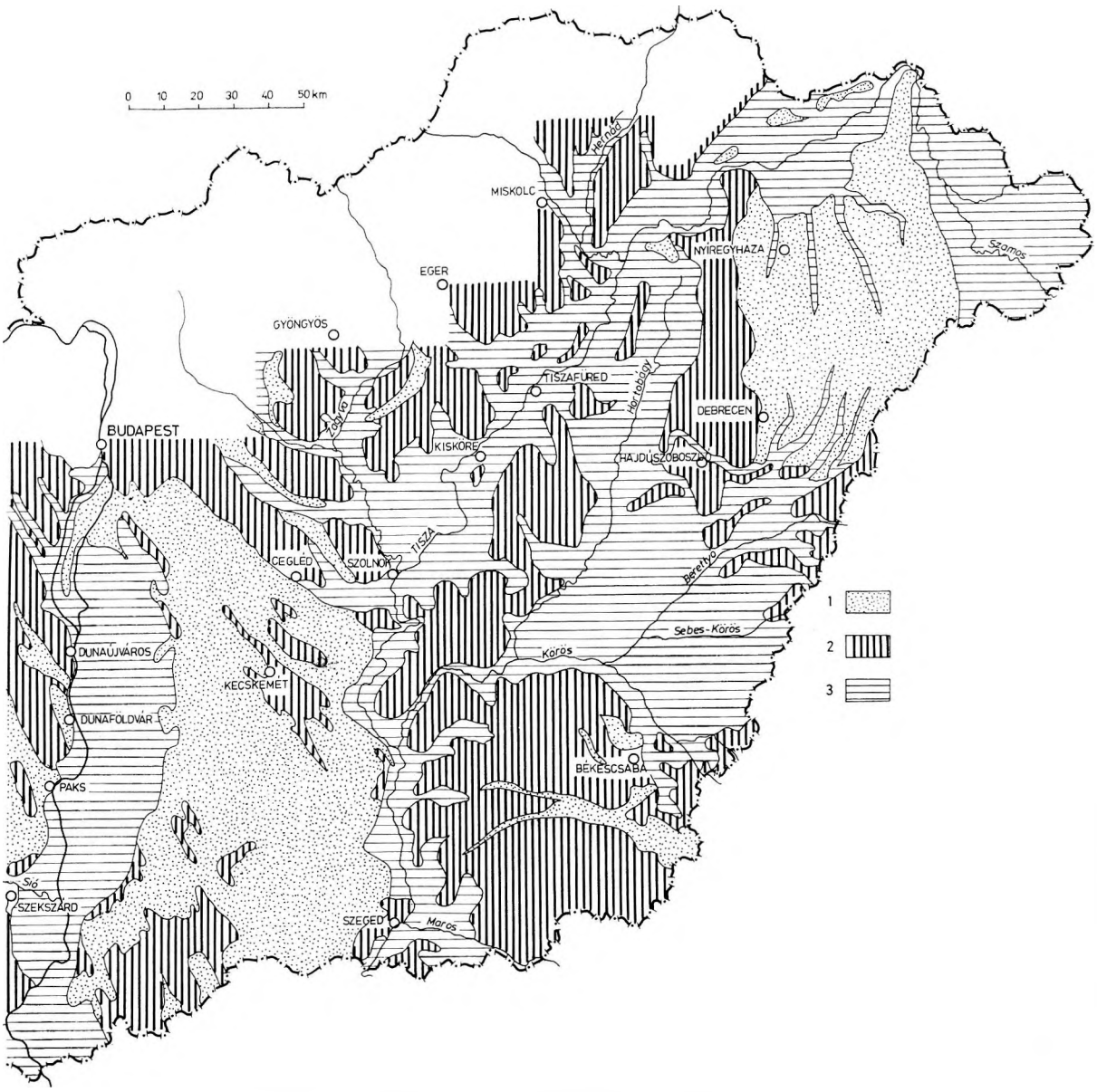


53. ábra. Folyóvízi homok települése a Duna-parton (Apostag)
Fig. 53. Holocene fluvial exposure at the border of the Danube river. Apostag



54. ábra. Gátszakadás a Dunán Dombori mellett (1956)
Fig. 54. Bursting the levee of the Danube at Dombori

A Nyírség homokszigetének nyugtalan felszíne is nagy vonalú rendekbe tagozódik. Itt a futóhomokbuckák általában É—D-i irányt követnek és természetesen ugyanilyen irányt a közöttük lefutó völgyek. A völgyek végigszántják a Nyírség nagy homokvidékét, csak kevésnek nincs meg a folytatása a kiemelkedő központi magaslatokon keresztül. E magaslatok egy nagyjából derékszögű háromszöget formálnak, amelynek alapja Ny—K irányban húzódik Debrecentől É-ra, egyik befogója a Nyírség K-i oldalával párhuzamos, átfogója pedig Hajdúböszörményből Kisvárdának és Csapnak tart. E magaslat tektonikus kiemelkedés és a kiemelkedés előtt kialakult É—D-i irányú folyóhálózat mai rajzából az olvasható ki, hogy a kiemelkedés nem egyszerű függőleges mozgás, hanem egy nagyjából D—DNy-ról jövő toló hatás eredménye. Ennek következtében hajlanak el az északi térfél folyóvölgyei kissé DK-nek, a déli térfélé kissé ÉK-nek és a tömörülés tetőzete Nyírbogát körül alakul ki.



52. ábra. Az Alföld három térszínemelete
1. Homokdombok, *2.* pleisztocén teraszok és árvízmentes térszínek, *3.* holocén árterek

Fig. 52. Three regional topographic levels in the Great Plain
1. Sand hills, *2.* Pleistocene terraces and floodless surfaces, *3.* Holocene flood-plains

A homokvonulatok szakaszokba tagolódnak, nem futnak folytatólagosan végig az egész hátságon. Egy-egy vonulat végén hatalmas garmadák alakulnak ki meredek lejtőkkel. Ilyen helyeken zegzugos mélyedések futják át keresztirányban a dombokat. A futóhomok vonulatok közötti vápákban vékony mésziszaprétegek települnek. Néhány centiméter, esetleg egy-két deciméter vastagok és gyakran nagyon finom kréta anyagúak, melyet festőföldnek, piktor téglának használnak. A mélyedéseket más helyen vizenyős, ingoványos rétek foglalják el. A talajvíz ugyanis mindenütt magasan, a felszín közelében áll.

A Duna—Tisza közi homokhátság jelentős képződménye a lösz. Elég nagy területeken jelenik meg a felszínen és ott van sokszor pár méterre a felszín alatt. A hátság nyugati felén több méter vastagságúak a löszpászták, kelet felé elvékonyodnak és elhomokosodnak. Felszínük — érdekesen — éppoly hullámos, mint a homokdomboké, vagyis azokkal párhuzamos vonulatokban jelennek meg azzal a különbséggel, hogy a löszdombok szelídebb hajlásúak, mint a homokdombok. A hátság déli részén a homoktérszínek lesznek uralkodóak és a futóhomok szorul a második helyre a löszfelszín laposaiban.



51. ábra. Idős pleisztocén kavicsrétegek (Pestlőrinc, 1964)
Fig. 51. Early Pleistocene gravel beds at Pestlőrinc

Alföldnek csak alig fele tartozik (45 000 km^2), nagyobbik fele Jugoszláviához, Romániához és a Szovjetunióhoz.

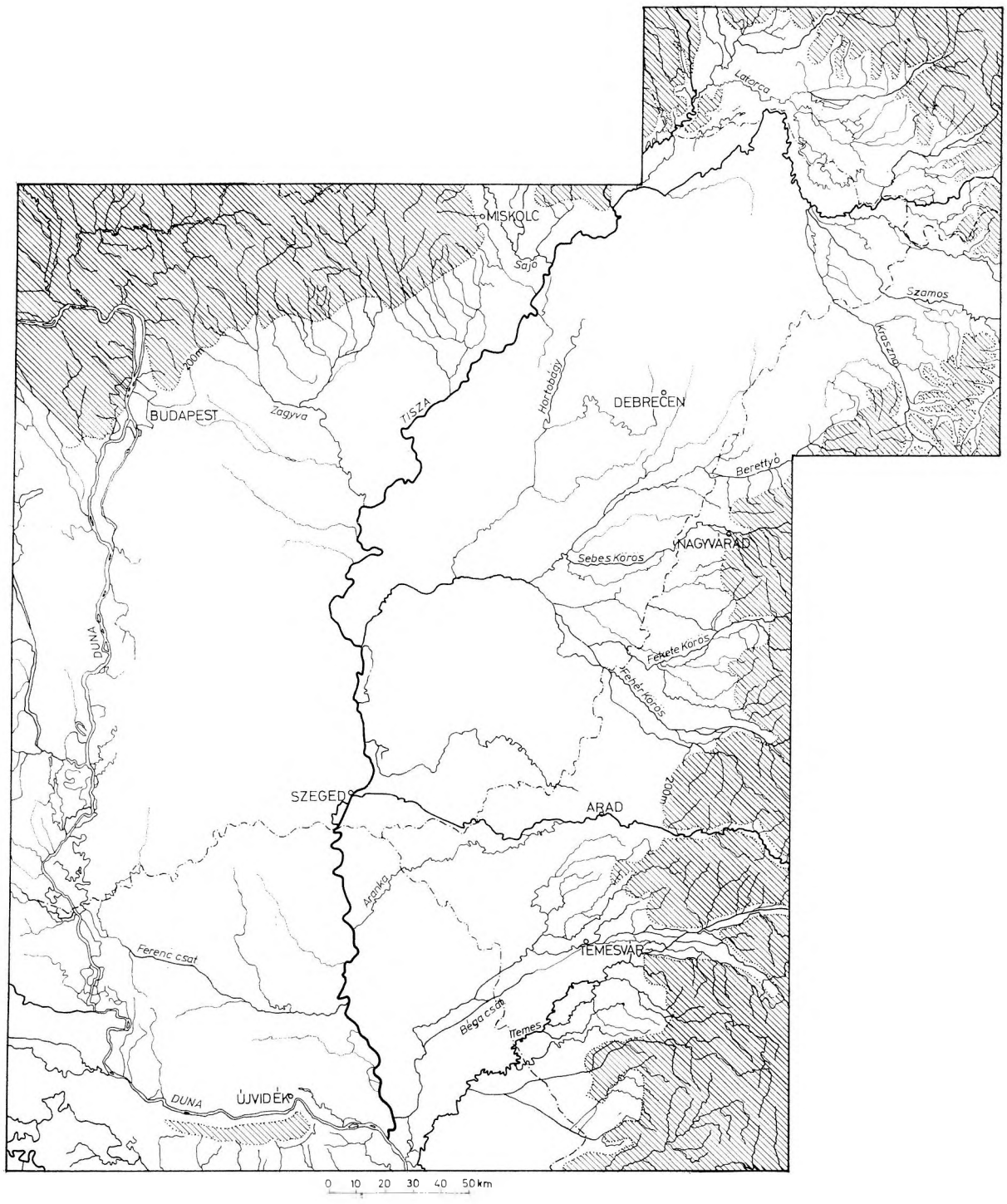
A peremektől eltekintve az Alföld felszínén három magassági szintet különböztethetünk meg. A jelenkori árterek síkjait, az árterekből néhány méter szintkülönbséggel kiemelkedő pleisztocén síkságokat és az átlagos térszintből 20—80 m magasságkülönbséggel kiemelkedő homokdombokat, amelyek délen löszdombokba mennek át.

A három térszín felszíne háromféle. A holocén árterek kiegyenlített felszínébe a holtágak, morotvák visznek változatosságot. Az élő- és holtágak néhol nehezen választhatók el egymástól. Egy-egy nagy árvíz után a folyó a közben elhagyott medreket újra befogja, másokat lefűz és állóvízzé rekeszt el. Ahol a meder esése a jó lefolyást biztosítja, ott kevés a mellékág és holt meder. Ilyen például a Duna-völgy Budapest és Kalocsa között. Ahol az esés kicsiny, ott az élő- és holtágak labirintusa alakul ki. Ilyen a három Körös medencéje.

A holocén árterek síkját többfelé fodrozza jelenkori futóhomok. Különösen sok ilyen fiatal homokdombsort találunk a Duna árterének északi részén. E dombsorok csapásiránya gyakran megegyezik a hátsági homokvonulatokéval (ÉNy—DK). Ugyanez az iránya a Dunántúl dombvidékétől, a Mezőföldről a Duna felé siető patakoknak. Árvízkor a Duna áttöri a maga építette parti dűnéit és hatalmas homoktömegeket szállít az árterületre. Ezek az árvízi homokok a holocén futóhomok dombok forrásai. A Tisza árterén csak északon vannak parti dűnék, futóhomokdombok, a szatmári ártértől Szolnok térségéig. Tiszafüred és Nagykörű között keverednek a pleisztocén végi és holocén futóhomok dombok. További morfológiai jelenségek a holocén árterek elgátolt tavai, szikes lapos állóvizei, tőzeges mocsarai. Ezek végigkísérik a Duna völgysíkját, ott vannak a Szatmár—Beregi síkon, a Bodrogközben és a Rétközben, a Hortobágyon és a Körösök völgyében.

Első tekintetre egyhangúbbnak látszik az Alföld második térszínlépcsőjének, a felső-pleisztocén lösz- és agyagterületeknek a felszíne. Itt a régi folyómedrek, árterek jobban összemosódtak, a lösz pedig elegyengette a megmaradtakat. Legszebb példák a Nagykunság, Hajdúság, a békési vagy orosházi hátság. A vízfolyások medrei — ahol vannak — itt mélyre vágódtak és keskenyek. A legszebb példák a Hajdúságban vannak. Itt a Nyírség felől jövő vizek mély kacskaringós folyosókat vágtak a löszfelszínbe (Kösély, Pece-ér, Vidi-ér). Délen a Maros kalandozó ágai vágtak medreket a löszfelszínbe, de a medrek partjait homokdombokkal fodrozták ki. Itt ugyanis a fedő löszrétegek vékonyak és a bevágódó folyó homokágyban halad.

A harmadik térszíni emelet a homokdomboké. Ezek felszíne — természetesen — a legnyugtalanabb. De a nyugtalanságban is van rend. A Duna—Tisza közi homokterületen a buckasorok egymással párhuzamosan futnak ÉNy—DK-i irányban. Ezt az irányt tartják a déli hátság homokbuckái is, bár a domborzati viszonyok ott más irányt diktálnak. Ezért tartjuk a szelet a homok formakincs kialakítójának, a fő szélirány itt tényleg északnyugati. E bizonyítékba kissé belezavar, hogy a Dunántúlról a Dunára kifutó patakvölgyek is pontosan ezt az irányt követik, ezek pedig nem a szél szülöttei, hanem tektonikus eredetűek.



50. ábra. Az Alföld vízrajza

Fig. 50. River pattern of the Great Plain

Nyírség kb. 4000 km² terjedelmű homokszigete 100 m-től 180 m-ig emelkedik, magja 150 m fölött van. Hozzá tapad a Hajdúság 110—140 m-es magassággal.

Tökéletes síkság a Tiszántúl földje. Ha eltekintünk Arad hegyalja dombjainak battonyai benyúlásától, az egész hatalmas terület (kb. 40 000 km²) 80 és 90 m közötti tsz. f. magasságon fekszik és a helyi magasságkülönbségek mindössze néhány méteresek. Végeláthatatlan síkság a Hortobágy, a Nagykunság, de igen elegyengetett Békés vidéke és a Bánság (kivéve a déli peremen a delibláti homokbuckákat). Az Alföld felszínéről szólva meg kell mondanunk, hogy hazánk mai területéhez az

A domborzati szintek kialakulása és a felszíni üledékek származása

Az Alföld felszínét, minthogy a nagy medence a mai napig süllyedőben van, a földtörténet legfrissebb képződményei borítják, holocén és pleisztocén végi üledékek. Holocén üledékek ott, ahol a folyók mai árterén járunk, felső-pleisztocén rétegek a mai árvízmentes térszíneken. Ez utóbbiak 10—12 ezer évvel ezelőtt vagy még régebben voltak árterek, vagy az árterekből kiemelkedő és lösszel, futóhomokkal borított részek.

A medence süllyedése nem egyenletes, hol egyik, hol másik rész süllyed meg jobban. A felszíni folyóvizek ennek megfelelően változtatják folyási irányukat. Minden nagyobb süllyedési periódus után új vízhálózat alakul ki. A régi árterek ármentessé lesznek, a süllyedő részeken új árterek alakulnak ki. Ebbe a játékba beleszól a szél is, amely a mindenkori felszín laza anyagait újra és újra átrendezi. Az Alföld felszínének feltöltődése állandó és lépést tart a süllyedéssel. Ha lassúbb volna a süllyedés mint a feltöltődés, de a medencének lefolyása volna, a folyók a felhalmozott üledékbe mély folyósokat vágnának. Ha a süllyedés gyorsabb volna a feltöltődésnél és a lefolyás nem volna biztosítva, tavak alakulnának ki. A változó folyóhálózatnak megfelelően változó feltöltődés alól kivételek a negyedidőszaki mélymedencék, amelyek elsőnek indultak süllyedésnek, ahogy a Pannóniai-tó levonult a területről és végig eléggé egyenletesen süllyedtek, és süllyednek a mai napig. Ilyen a dél-jászsági medence, a Körös-medence és a dél-tiszai süllyedék. Felső-pleisztocénnél idősebb — tehát néhány százezer évnél régebben felszínen levő — képződményeket csak a peremeken találunk, ahol az emelkedő hegylábakon megmaradtak az idősebb kavicsteraszok és lejtőanyagok. A homokhátságok magja is idősebb anyag, a pleisztocén elejéről és közepéről való, de mai felszínük a pleisztocén végén, sőt részben a holocénben alakult ki.

Az Alföld kiterjedését kereken 100 000 km²-re tesszük. Ez az egész Alföld a politikai határok figyelembevétele nélkül. Az elhatárolás kissé önkényes, mert az Alföld fogalmát nem lehet egyetlen ismérvhez kötni, pl. a felszín tengerszint feletti magasságához, ami a legegyszerűbb lenne. A hegyperemeken az igazi síkvidék határa 120—130 m tengerszint feletti magasságon fut. A Dunántúl felé ez a magasság már a dombvidéket, a Dunántúlt jelenti. Itt 100 m körüli abszolút magasságon kell megvonni az Alföld határát, ugyanakkor, amikor az Alföld belsejében és nyilvánvalóan az Alföldhöz tartozóan a Nyírség dombjai elérik a 180 m tengerszint feletti magasságot, a Duna—Tisza közén északon és délen 140—160 méteres magasságokat találunk alföldies jelleggel.

Az Alföld határa tehát nem domborzati, hanem szerkezeti határ. A stabil vagy éppen emelkedő hegyvidékekkel körülzárt süllyedő terület határát jelenti, tehát a billenő mozgás inflexiós vonalát. További jelenség — és nem változtat az elhatároláson —, hogy az általában süllyedő területen belül egyes részek és egyes időszakaszokban nem süllyedtek a többivel azonos ütemben vagy éppen emelkedtek.

A 100 000 km²-es terület átlagos magassága a tengerszint felett kereken 100 m. A Duna völgye É-ról D-re 95 m-ről 85 m-re lejt, rajta a helyi magasságkülönbségek néhány méteresek, csak kivételesen haladják meg a 10 m-t. A Duna—Tisza közi homokhátság két ellentétes szerkezetű szigetként emelkedik ki az általános térszínből. Az északi rész nekitámaszkodik a gödöllő—monori pannóniai hátságnak, a déli rész azonban körös-körül elszigetelt a peremektől. A kettő közötti dombnyereg szerkezeti nyereg is; magassága Soltvadkert és Kiskunmajsa között alig haladja meg a 110 m-t, viszont északon a homokdombok 150, délen 160 m-ig emelkednek. Ezen a homokterületen igazi síkság csak elvétve akad kis kiterjedésben.*

Az Alföld általános térszínéből kiemelkedő másik dombvidék a Nyírség. Igazi domborzati sziget. Mindenfelől mély térszínek veszik körül, egyedül nyugaton támaszkodik a Hajdúság lösszel fedett, kiemelt pannóniai térszínére, de az is alacsonyabb a homokdombvidék zöménél és az is sziget. A

* A Duna—Tisza közi hátságot a Duna nagy törmelékkúpjának tekintjük, amelynek felszínét elég nagy vastagságban a szelek átalakították. Van olyan felfogás is, hogy a hátság homokjának zöme eolikus eredetű (Mihältz I. 1967, Molnár B. 1965).

kapcsolatot a földrengés-gyakori helyek és vulkanikus hegységeink között, még ha a pannóniai és negyedidőszaki üledékekkel eltakart vulkáni hegytömegek elterjedését figyelembe is vesszük. Hasonlóképpen eredménytelen a medence aljzatát képviselő különböző korú és kőzettani felépítésű alaphegység pásztáival való egybevetés. A földrengések a ma felszínen levő, vagy gyengén eltakart hegységeink peremein sűrűsödnek, mintha a hegyképződés nem fejeződött volna még be. A sűrűbben mozgó, érzékeny területek középhegységeink peremén vannak. Így legtöbb a Bakony, a Vértes és Bükk körül. Mozgékony rész Komárom és Kecskemét környéke és a Móri-árok. Pécs és Gyöngyös is többször érzett 4—5 fokos rengést (Richter-skála), gyengébbeket pedig Győr, Kaposvár, Miskolc. Más területeken szétszórva találunk rezgési gócokat, legkevesebbet a Tiszántúlon, Hortobágy, Nagykunság területén, a Berettyó vidékén, a Közép-Tisza mentén, Tokaj és Szolnok között, Bácskában és Orosháza környékén.

Ilyen kevéssé mozgékony területen, mint a Kárpát-medence, az aránylag rövid megfigyelési idő alatt kimutatott földrengések nem adnak biztonságos képet a terület szeizmicitásáról. Egy azonban ezekből is kiviláglik: aránylag nyugodt terület a Tiszántúl közepe és déli fele; a mi viszonyaink között aránylag mozgékony a középhegységeink területe, ott is, ahol nem nagy vastagságban vannak takarva, mint Dunaharaszti, Monor, Kecskemét vidéke.

A jelenkori kéregmozgásokat nagy pontosságú geodéziai szintezéseink is ki tudják mutatni. Gárdonyi Jenő 1932-ben az 1873—97. évi és 1921—31. évi felsőrendű szintezések eredményeinek összehasonlításából egy billenő jellegű mozgást mutatott ki az ország területén. Eszerint egy Nadapon (országos szintezési alappont) keresztülmenő DNy—ÉK-i tengely mentén a Kisalföldön emelkedés, az Alföldön süllyedés mutatható ki. A legnagyobb elmozdulások mérete szerinte +202 és −139 mm volt. Bendefy László 1964-ben korrigálta Gárdonyi adatait és a billenő mozgás helyett különböző nagyságú területtömbök különböző irányú és sebességű mozgását mutatta ki. Az emelkedések és süllyedések szélső értékei 10 évre számítva +25 és −25 mm között váltakoztak, kivételesen értek el +35 és −30 mm-es értéket. Bendefy számításai az 1922—34. és 1950—1958. évek közötti felsőrendű szintezések eredményeire támaszkodtak. A 10 évenkénti 25 mm-esnek számított süllyedés jóval nagyobb, mint amilyent a Körös-medencében a paleomágneses mérések a negyedidőszak folyamán kimutattak. Ott ugyanis a süllyedés mértéke 10 évenként átlag 2 mm-nek mutatkozott. A különbség oka egyrészt mindkét mérésfajta hibalehetőségében rejlik, másrészt abban, hogy a jelenkori friss üledékekben a kompakció jóval nagyobb szerepet játszik, mint a két és fél millió éve már konszolidálódott rétegsorban. Legújabban Joó István (1979) jelentetett meg térképet a geodéziai mérések alapján megállapítható felszínmozgásokról. Ez a térkép alapjában Gárdonyi térképéhez hasonlít, de tartalmában nem. Joó süllyedőnek mutatja ki a Kisalföldet, Észak-Somogyot, az orosházi peremvidéket és Salgótarján környékét, emelkedőnek egy DNy—ÉK-i tengely menti széles zónát Mohács—Szekszárdtól Kiskunhalas—Cegléden át Jászberény—Mezőkövesd—Miskolc és Sárospatak felé.

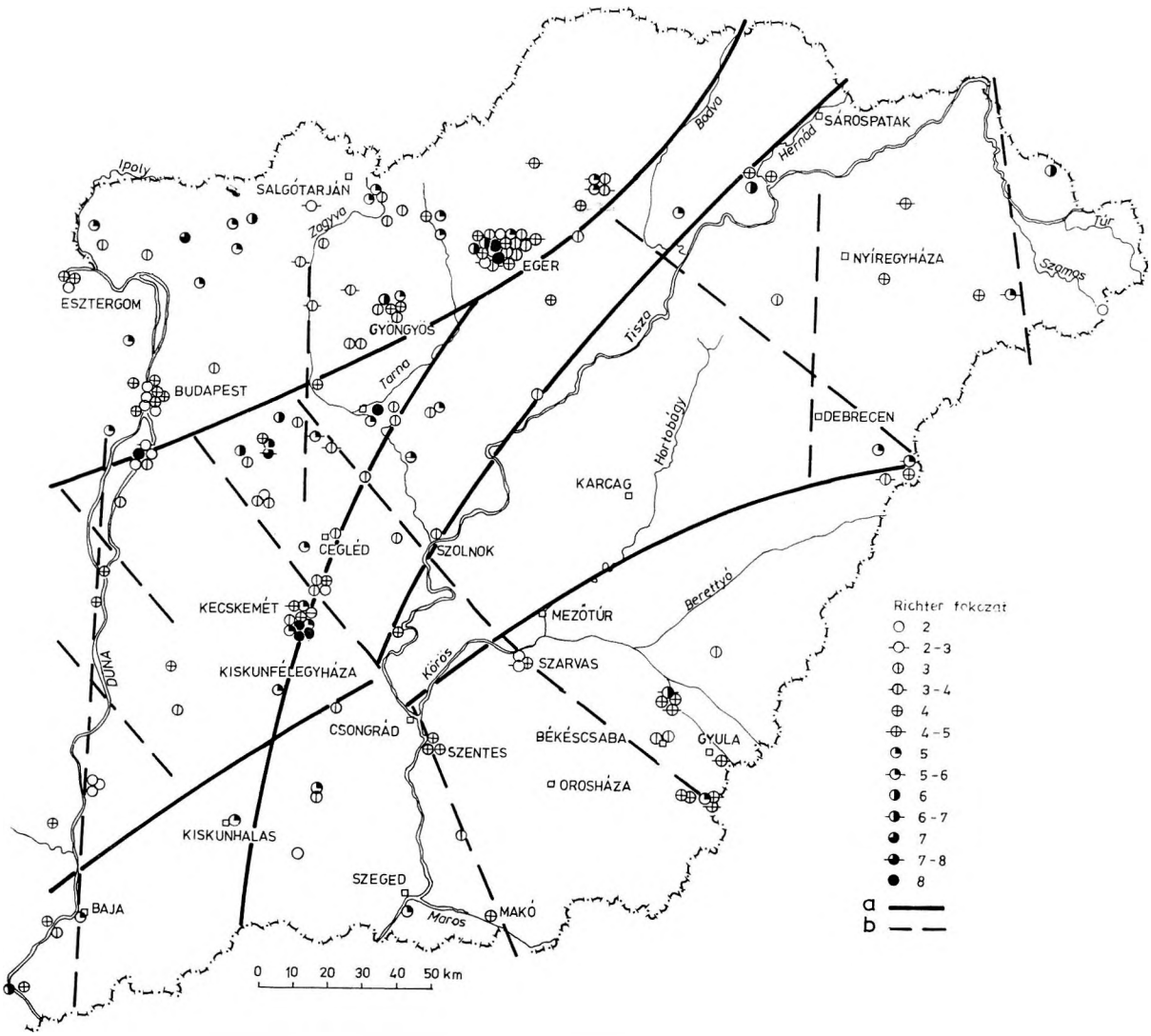
Végigtekintve az Alföld pliocénkori és negyedidőszaki fejlődéstörténetén, nagyjából igazolódik az a szerkezeti kép, amit Sümeghy J. rajzolt meg „Tiszántúl" c. 1942-ben megjelent munkájában. Az Alföld területe különböző nagyságú tömbökben mozog. Az általa rajzolt képhez talán annyit lehet hozzáadni, hogy a függőleges mozgás csak egyik komponense a szerkezetalakulásnak. A középhegységekben kimutatható DNy—ÉK-i szerkezeti tengellyel közel párhuzamosan sorakoznak egymás mellé az Alföld viszonylag magasabban maradt pannóniai rögei: a kecskeméti, nagykunsági, hortobágyi és a nyírségi rög. Ezek déli előmélyedése a körösi mélymedence, és részben a mohács—szentesi árok; északi előmélyedése a jászság—mezőségi süllyedék. Ezekből kiolvasható egy DK felől ható horizontális mozgató erő. A feltorlódó tömböket keresztirányban lefutó törések tagolják darabokra és ezek a darabok függőleges irányban különböző magasságú helyzetet foglalnak el. A keresztirányú törések néha mély árkokká szélesülnek. Ilyen a csongrád—makói árok.

Az Alföld szerkezeti különválása környezetétől minden oldalon világos. Nyugaton a Duna tiszta határ, még a Mezőföld vonatkozásában is. Északon a Börzsöny, Cserhát, Mátra, Bükk, Zempléni-hegység éles határ és ugyancsak az ÉK-en a Vihorlát, Szinyák, Borló, Gyil, Gutin, Avas vulkánsor. Kissé bizonytalanabb a határ Erdély felé, de a harmadkori dombok itt is kijelölik. Keleten a Bükk és Réz-hegység, Király-erdő, Béli-hegység, Hegyes—Drócsa, Ruszka—Pojána és Szemenik, Lokva keretezik az Alföld síkját. Délen az Al-Dunát kell elfogadni határul, amely mögött szigethegységek sorakoznak: Kosmaj—Avala, Fruska Gora, köztük dombvidékek, mint Sumadia, Macsva, Szerémség. A keret hegységei és dombvidékei különálló szerkezetek, saját fejlődéstörténetük és mozgásuk van. Az Alföld szerkezetét csak azok a kerethegységek befolyásolják lényegesebben, amelyek csapásirányukkal az Alföldre futnak. Ilyen a Mecsek, a Villányi-hegység, a Zempléni-hegység, a Bihari hegytömb felől jövő vonulatok (Réz-hegység, Béli-hegység, Hegyes—Drócsa). Ezeknek folytatásuk van az Alföld aljzatában, s így sorsközösség áll fenn velük.

és mély medenceterületeken a kompakció is létrehozhat időnként felszínmozgásokat. A Kárpát-medence területe nem tartozik a Föld mozgékony övezetei közé. A földrengések ritkák, ezért nehéz is belőlük irányokhoz kötött tendenciákat kiolvasni. Műszeres észleléseink 1880 óta vannak, viszont RÉTHLY A. 1952-ben kiadott munkájában összegyűjtötte történeti forrásokból az utolsó másfél ezer év emlékezetes földrengéseit és azok területi kiterjedését is az egykorú feljegyzések alapján (48. ábra).

Ezekből az adatokból kiadódik egy nyugtalanabb tektonikus tengely a magyar medence DNy—ÉK-i irányú fő szerkezeti tengelye mentén: Csesztreg (Zalaegerszeg), Balatonfüred, Székesfehérvár, Szentmártonkáta, Jászberény, Eger, Miskolc, Kassa, Homonna vonalában és erre a vonalra haránt futó néhány mozgékony övezet: Szentgyörgy, Komárom, Mór, Szekszárd, ill. Budapest, Kecskemét, Szentes táján. A süllyedő és emelkedő vagy aránylag mozdulatlan tömbök között húzható vonalak mentén is találunk földrengés jelzéseket.

Ha a mélyföldtani viszonyokkal keresünk kapcsolatot a földrengési epicentrumok jelenlegi elterjedésében, elsősorban a legfiatalabb tektonikus mozgásokra kell tekintettel lennünk. A pliocén és pleisztocén mélysüllyedékekkel a jelenkori földrengések nem mutatnak kapcsolatot. Sem a Kisalföldön, sem az Alföld mély pliocén és kvarter medencéinek területén nem sűrűsödnek a földrengések. Ellenkezőleg, ezek a területek földrengési szempontból a „néma zónákhoz" tartoznak. Hiába keresünk

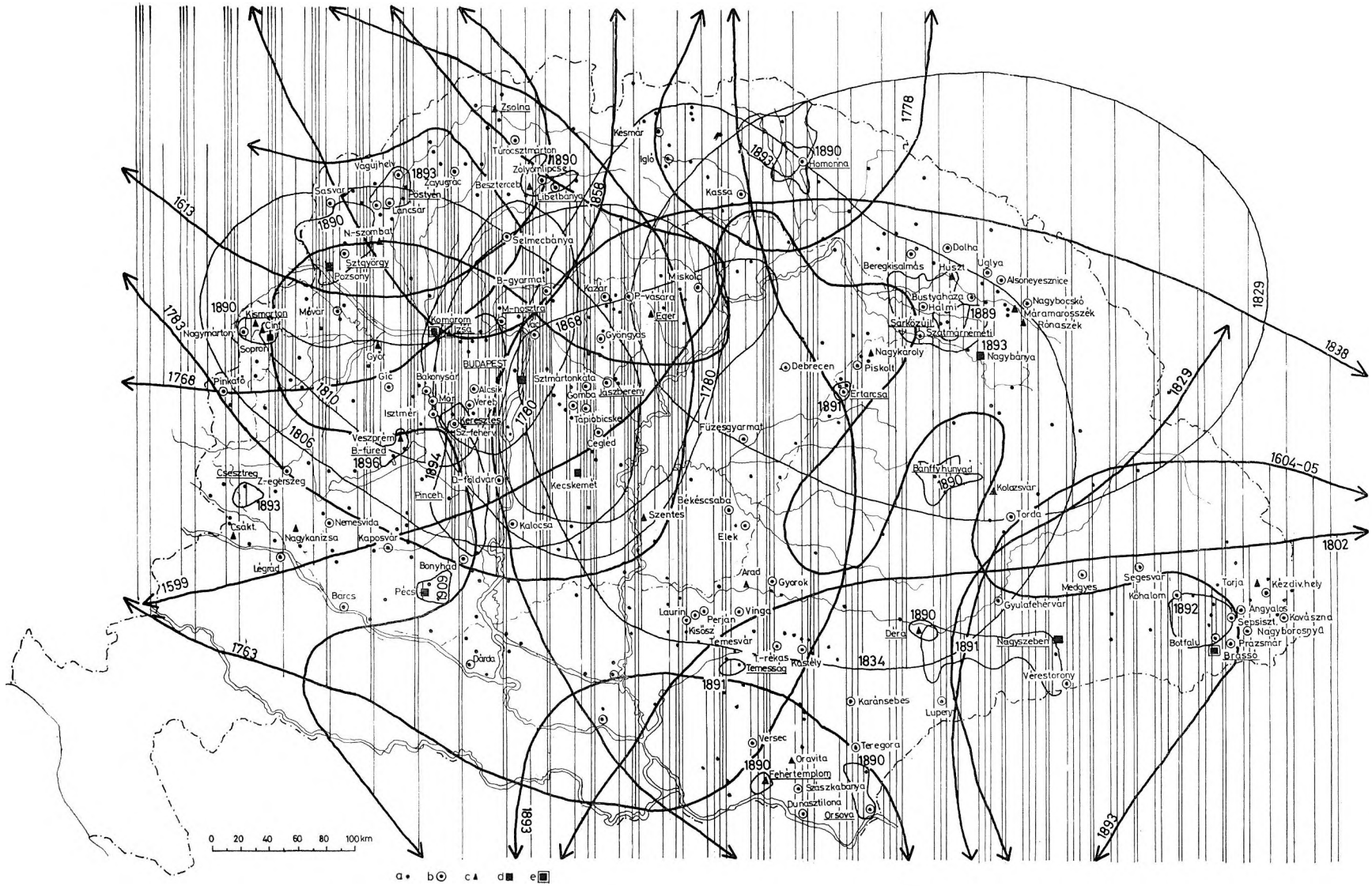


49. ábra. A negyedidőszaki tektonikus mozgási övek és földrengések az Alföldön (BISZTRICSÁNYI E. adatainak felhasználásával)

a) Csapásirányú vetők és mozgási övek, *b)* keresztirányú törések, tektonikus övek

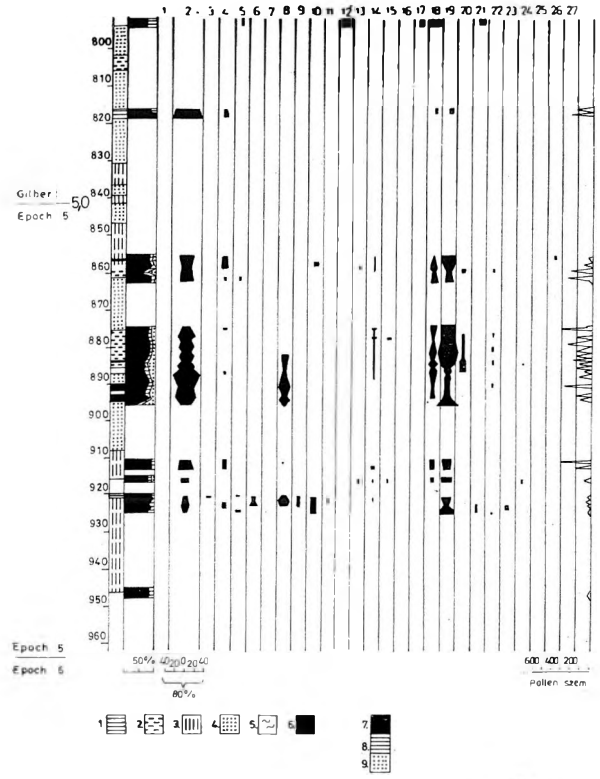
Fig. 49. Earthquakes and the Quaternary tectonic zones in the Great Plain. Plotted by E. BISZTRICSÁNYI and A. RÓNAI 1983

a) Faults and zones of tectonic movement in strike direction, *b)* cross faults and tectonic zones



48. ábra. A Kárpát-medence földrengésgyakorisági térképe. Szerkesztette: RÉTHLY A. 1952
a) 1. napon, *b)* 2—3. napon, *c)* 4—7. napon, *d)* 3—13. napon, *e)* 20. napon pattant ki földrengés. Az epicentrumok helyét aláhúzás jelzi

Fig. 48. Map of the earthquake frequency in the Carpathian basin. Plotted by RÉTHLY A. 1952
Release of earthquakes for *a)* 1 day, *b)* 2—3 days, *c)* 4—7 days, *d)* 3—13 days, *e)* 20 day



47b ábra — Fig. 47b

47a—b. ábra. A jászladányi pollen leletek összefoglaló ábrája (MIHÁLTZ I-NÉ és LŐRINCZ H. meghatározása)

Rétegsor: *1.* Agyag, *2.* iszap, *3.* homokliszt, *4.* homok, *5.* tőzeg, *6.* lignit. — Pollen összetétel: *7.* Arbor pollen, *8.* non arbor pollen, *9.* bemosott

Fig. 47a—b. Comprehensive and complete figure of the pollen finds at Jászladány (analysed by Mrs. I. MIHÁLTZ and H. LŐRINCZ)

Lithology *1.* Clay, *2.* silt, *3.* sand flour, *4.* sand, *5.* peat, *6.* lignite

Pollen assemblage: *7.* arbor pollens, *8.* non arbon pollens, *9.* redeposited

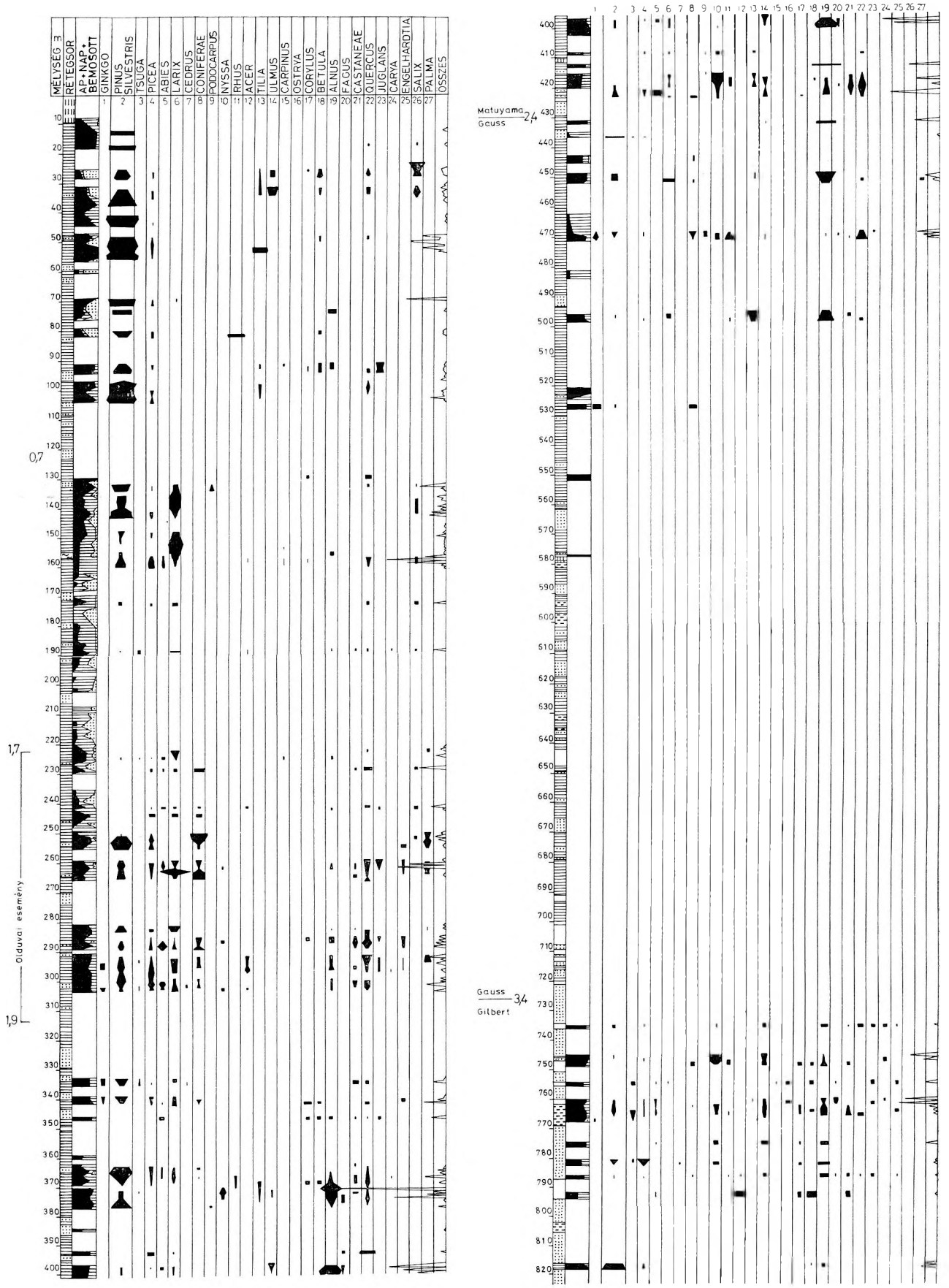
irányt mutat a Hernád és a Nyírség keleti pereme, de ilyen a Nyírség—Hajdúság határ, ilyen a Hortobágy-patak útja és a Dunántúlon is találunk jónéhány jelenkori É—D-i tektonikus irányt.

Bár a Körös-medencében végrehajtott paleomágneses mérések azt mutatták, hogy a süllyedés menete az utolsó 2—3 millió évben meglepően egyenletes volt, ez az egyenletesség csak nagy időközök összehasonlításánál jelentkezik. A süllyedésben és a szedimentáció alakulásában kisebb lassuló és gyorsuló szakaszok voltak. Erre mutatnak a mély fiókmedencék szedimentációs ciklusai. A pannóniai záróüledékek mai helyzete azt mutatja, hogy míg a negyedidőszaki fiókmedencékben a felszín 600—700 métert süllyedt, ugyanazon idő alatt az Alföldet körülvevő peremhegységek 300—400 métert emelkedtek. Az emelkedések szakaszait jelzik a folyóteraszok. A teraszok kialakulásában a kéregmozgások szakaszossága mellett az éghajlati változások ugyanúgy szerepet játszottak, mint a medencében a szedimentációs ciklusok kialakulásában.

Ahogy a medence egyes részei különböző sebességgel és különböző mélységre süllyedtek a negyedidőszakban, ugyanúgy a hegyvidék sem emelkedett mindenütt egyformán, egyforma magasra. Ezért a teraszok száma és magassági helyzete is különböző ugyanúgy, ahogy a medencében az üledékciklusok száma és vastagsága is más és más. A negyedidőszak történetét nem lehet lezárni anelkül, hogy a kutatástörténet utolsó felszáz évének sok változó és ellentmondó eredményéről ne tegyünk említést. A változások legfontosabb ténye, hogy a negyedidőszak időtartamát a felmillió évről kiterjesztették 1,5—2,5 millió évre. Ezzel párhuzamosan a régi egységes diluvium ketté oszlott ó- és új-pleisztocénre és ez a kettéosztás nem volt szimmetrikus, mert az ó-pleisztocént sokszorosan hosszabbnak vették az új-pleisztocénnél. Ezt a helyzetet követte a pleisztocén hármas és négyes tagolása, amely először az eljegesedésekhez kapcsolódott, majd a paleomágneses fordulatokhoz, anélkül, hogy az eddigi beosztásokat lezártnak tekintettük volna.

Még egy tényt kell kiemelni a pliocén—pleisztocén határ megállapításának kérdésében. Általában a Pannóniai-tó kiszáradása és a folyóvízi üledékképződésnek a medencében való megkezdődése az a földtani történés, amelyet a magyar földtani irodalom pliocén—pleisztocén határnak tekintett régen is és ma is. Az újabb fúrásfeldolgozások azonban azt mutatják, hogy ez az esemény a magyar medence egész területén nem egyszerre következett be, még geológiai időmértékkel mérve sem. Így a folyóvízi üledékképződés fővárosunktól délre a dél-tiszai fiókmedencében jóval hamarabb kezdődött meg, mint az Alföld többi részén. Ez 2—3 millió évet jelent. Másutt viszont a tavi üledékképződés hosszabb ideig megmaradt (a Körös-vidéken, a Dél-Jászságban és a Nagykunságban).

A magyar medence tektonikai fejlődése ismertetésénél szólni kell a terület szeizmicitásáról, a feljegyzett vagy az újabb időben műszeresen észlelt földrengések helyéről és gyakoriságáról. A földrengések a földkéreg mozgékonyságáról vallanak. A mozgások lehetnek tektonikus természetűek, de nagy



47a ábra — Fig. 47a

Egyrészt kőzettani, másrészt Mollusca és Ostracoda leletek alapján a N/Q határt 432 m mélységnél vontuk meg. Ezt az üledéksszletet elsősorban a pollenekre alapozva 3 részre lehetett tagolni és e három résznek akkor az alsó-, középső- és felső-pleisztocén nevet adtuk. E tagolásnak alapja a hidegtűrő és melegkedvelő fák aránya a meghatározott pollen együttesekben.*

A mérsékeltövi fanemek klímaigényét nem könnyű meghatározni, egyrészt mert elég szélsőséges hőmérsékleti- és csapadékviszonyokhoz tudnak alkalmazkodni, másrészt mert számtalan különböző igényű altípust fejlesztenek ki és a pollenmeghatározások ezekre már nem terjednek ki. Mégis, globális viszonylatban figyelve az erdő vegetációt, a szélsőséges igényű fajok elhatárolhatók, s így az éghajlatváltozások nagy vonásai felismerhetők.

A Kárpát-medencében ma egzotikus, de a negyedidőszak folyamán előforduló fák: Taxodiaceae, Cupressaceae, Ginkgo, Tsuga, Cedrus, Podocarpus, Nyssa, Rhus, Carya, Engelhardtia, Palmae. Ezeket bátran vehetjük melegkedvelőknek. Hidegtűrők a Pinus cembra, Pinus silvestris, Larix, Picea, Betula, Salix. A többi fát a mérsékelt éghajlat kedvelőinek vehetjük: hűvös mérsékelt igényű a Tilia, Fagus, Juniperus, Juglans, meleg mérsékeltek a Quercus, Alnus, Ulmus, Ostrya, Abies, Castanea, Acer, Corylus.

A 4. táblázatban feltüntetett statisztika igazolja, hogy a fanemek éghajlati igény szerinti beosztása megfelelő volt, hiszen a negyedidőszak éghajlatáról más forrásokból ismert adatoknak ez a statisztika megfelel. A jászladányi fúrást követő többi alföldi földtani alapfúrás pollenelemzései nem szolgáltattak olyan gazdag anyagot a negyedidőszaki éghajlati szakaszok megállapítására, mint a jászladányi. A legtöbb pollent a többi fúrásban Csongrádon, Szarvason, Egyeken találták. Ezek vizsgálata a jászladányi beosztást megerősíti. Ellentmondó adatokat szolgáltattak az óballai és helyenként az öcsödi fúrás pollenelemzései, de ezeken a helyeken üledékhiányokkal kell számolni.

4. táblázat — Table 4

A fapollenek aránya a jászladányi fúrás negyedidőszaki rétegeiben
The proportion of arbor pollens in the Quaternary strata cut by the Jászladány borehole

Korbeosztás		Hidegtűrők (%)	Mérsékeltek (%)	Melegkedvelők (%)
Felső-pleisztocén	0—130 m	80,71	16,75	2,54
Középső-pleisztocén	130—285 m	50,71	39,86	9,43
Alsó-pleisztocén	285—432 m	21,05	63,29	15,66
Az egész pleisztocén	0—432 m	43,6	47,2	9,2

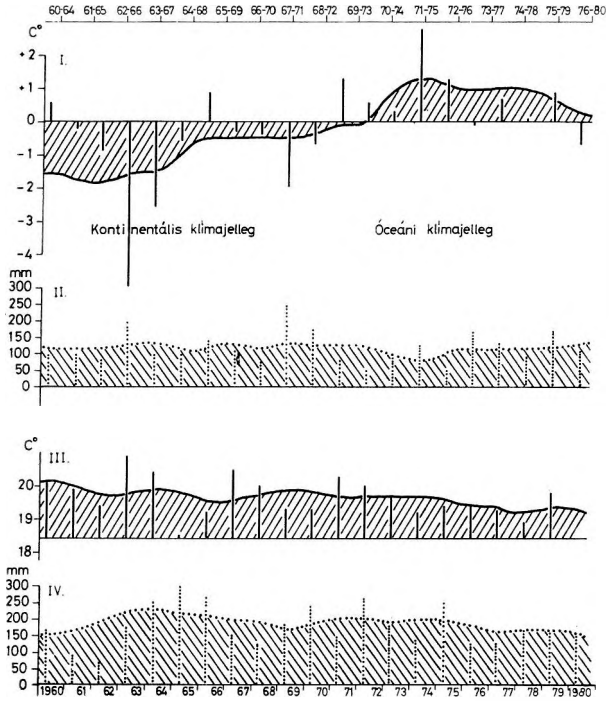
A kéregmozgások jellege és nagyságrendje a negyedidőszakban. A pliocén—pleisztocén határ

A helyi mély süllyedékek és a közöttük elterülő, szerkezetileg magasabb helyzetű térszínek a pannóniai aljzat függőleges mozgásainak köszönhetik létüket. Ez a magyar medence általában töréses szerkezetével van összefüggésben. Töréses szerkezetre mutatnak a Duna—Tisza köze alatt ÉNy—DK-i vonalban a tektonikus lépcsők és a mély medencék meredek oldalfalai. Határozott tektonikai vetővonal a Nyírség keleti pereme, tektonikus elmozdulások magyarázzák a Tisza folyó éles irányváltozásait, gyenge vetővonalon fut a Duna mai medre Budapest—Baja között, lépcsős vetőkkel lejt a pannóniai rétegek felszíne a Mátra, Bükk előterén a Tisza völgye felé. Ezzel szemben Pávai Vajna Ferenc (1953) gyűrődéses mozgásokat mutatott ki a Duna bal oldali partfalaiban Dunaharaszti és Taksony—Kulcs között és hasonlóan gyűrődéses boltozódásokat a Tiszántúlon a pleisztocén rétegekben.

A negyedidőszaki mozgások illeszkedni látszanak egy, a Kárpát-medence nagy szerkezetére jellemző DNy—ÉK-i zonális rendszerbe. Ez a rendszer egy DK-ről jövő térrövidüléssel járó mozgás, amelyre keresztirányban ÉNy—DK-i irányú dilatációs törésvonalak nyomozhatók a Gödöllő—Monor—Ceglédbercel dombvonulat délnyugati lábánál, s ez átvezet a Körös-medencébe. Ilyen szerkezeti vonal választja el egymástól a Duna—Tisza köze északi és déli felét. Ilyen nyomozható a Sajó folyó torkolati szakaszának folytatásában, ilyet követ a Szamos folyó alsó szakasza is.

A holocén térszínek elhelyezkedése, a fiatalabb mozgások helye és iránya, több helyt mutat É—D-i irányítottságot. Ilyen a Duna vonala Budapest—Ászék között, ilyen a Tisza völgye Szolnok és Titel között. Merev É—D-i völgyön fut le az Alföldre a Zagyva Pásztó és Hatvan között, ilyen

* Később a Körös-medencében végzett paleomágneses vizsgálatok eredményei alapján a negyedidőszakot négy részre osztottuk: felső, középső, alsó és legalsó részre.



46. ábra. A téli és nyári hőmérséklet és csapadék alakulása Budapesten 1960 és 1980 között

(Éves adatok és ötéves ölelkező átlagok)

I. Téli hőmérséklet, max. +2,8 °C, min. −5,0 °C, *II.* téli csapadék, max. 245 mm, min. 52 mm, *III.* nyári hőmérséklet, max. +20,9 °C, min. +18,4 °C, *IV.* nyári csapadék, max. 300 mm, min. 75 mm

Fig. 46. Development of winter and summer temperature and humidity in Budapest 1960—1980

(Yearly and five-years-long overlapping averages)

I. Winter temperature (Dec.—Jan.—Febr.), max +2.8 °C, min. −5.0 °C, *II.* winter precipitation (Dec.—Febr.) max. 245 mm, min. 52 mm, *III.* summer temperature (June—July—Aug.) max. +20.9 °C, min. +18.4 °C. *IV.* summer precipitation (June—July—Aug.) max. 300 mm, min. 75 mm

1. Continental climate type, *2.* oceanic climate type

Az egyes klímaszakaszok hossza 9—11, és 28—33 év között váltakozik. A nyári hőmérsékletek alakulásának irányvonalában egy jóval hosszabb, 180 éves lehűlési folyamat nyilvánvaló. A téli hőmérsékletek viszont ez alatt az idő alatt nagymértékben emelkednek. A 180 év alatt mind a nyári, mind a téli átlaghőmérsékletekben 2—3 °C ingadozás mutatkozik. Ez valószínűsíti, hogy a pleisztocén folyamán ennél jelentősen nagyobb ingadozások is voltak nemcsak egy-egy évben, hanem hosszú idő alatt is. RÉTHLY módszerét alkalmazhatjuk a mélységi kútjaink több éves vízjárásának elemzésére is. A kutak vízszintingadozásának évenként változó nagysága valamilyen összefüggésben van a csapadék és hőmérséklet járásával. A talajvízjáték értelmezésénél használhatjuk az évi vagy előző évi, főleg az előző őszi—téli csapadékot a vízjárással való összefüggés kimutatására, de a több száz méter mélységben levő víztartó rétegekben mutatkozó vízjáték nem hozható közvetlen összefüggésbe az évi, vagy az előző évi csapadékjárással. Itt számolni kell az éghajlat hosszabb ciklusokban való változásaival és a csapadék mellett figyelembe kell venni a hőmérsékletet is éspedig külön a télit és a nyárit, mert ez a párolgás nagyságát befolyásolja. Az évi csapadékkal és az évi hőmérsékletekkel való összehasonlítások csak tapogatózó kísérletek. A pontosabb összefüggések keresésének nem sok lehetősége van, mert a mélységi vizeknél nem állapítható meg könnyen, mely területről kapja egy-egy réteg a vizét.

Érdemes mégis az utolsó 20 év téli és nyári hőmérsékletének budapesti adatait évenként és ötéves ölelkező átlagokban felrajzolni, hogy hozzávetőleges képet kapjunk arról, milyen hatások alatt alakult időjárásunk a mélységi vízjárás megfigyelése óta (46. ábra).

A jászladányi fúrás minden vonatkozásban gazdag földtani információkat hozott, de rendkívüli volt a jelentősége a magyar medence negyedidőszaki éghajlatának, illetve az éghajlat változásainak megismertetése terén. A folyamatos lassú süllyedés folytán itt a negyedidőszaki üledékek teljes sorát harántoltuk lényeges üledékhiány nélkül. A több mint 400 m vastag negyedidőszaki rétegsor viszont folyamatosan tele volt pollenszemekkel, ami lehetőséget adott arra, hogy az erdők fanemek szerinti összetételét nyomon kövessük. E nyomonkövetésnek természetesen figyelembe kellett vennie a pollenek mozgékonyságát, a pollenfajták különböző foszilizációját, egyes faféleségek széles határok közötti klímatűrését, de a nagy mennyiségű anyag a fejlődés nagy vonalait biztonságosan megállapíthatóvá tette.

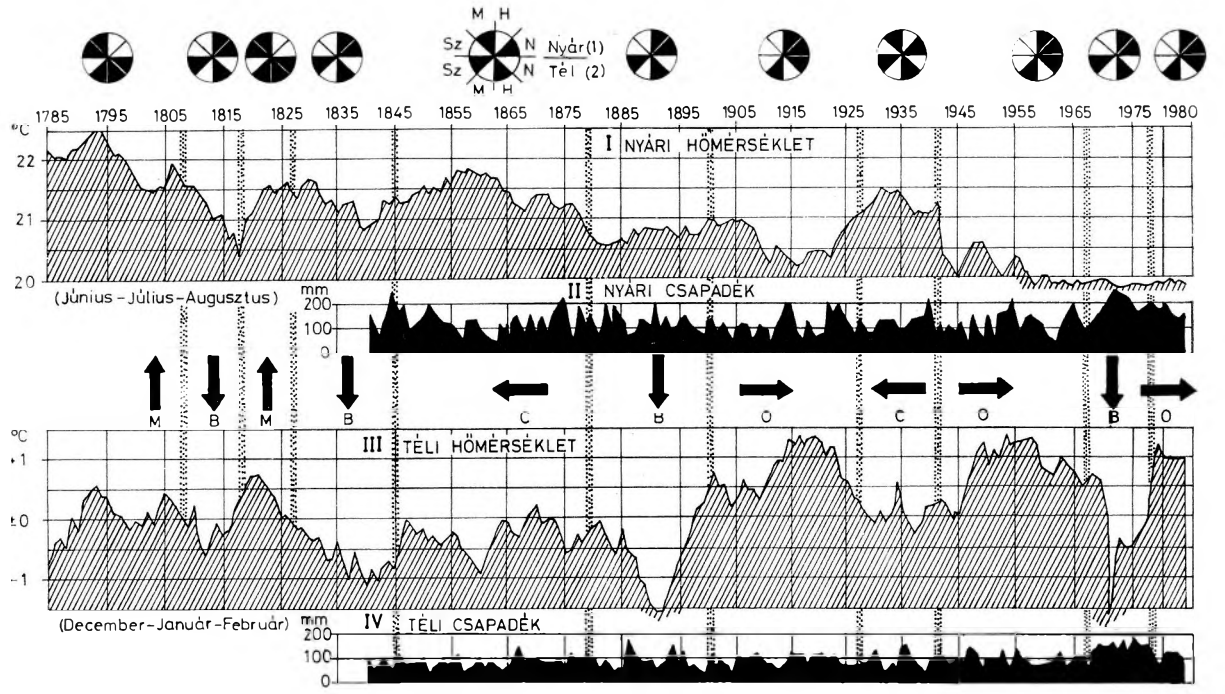
Az 1965—68. évi feldolgozásoknál a feltárt kb. 35 000 fapollen és 16 000 nem-fa pollenszemből biztosan megállapítható volt, hogy a 950 m mély fúrás beerdősültségi, tehát döntően éghajlati szempontból három részre oszlik. 0—450 m körüli mélységközben változatos fafajták alkották az erdőket, 450—740 m között nincs nyoma a vegetációnak, 740—950 m között újra dús erdők pollenjei voltak találhatók a rétegekben. Ez utóbbi mélységközben uralkodtak a melegkedvelő fák, ezt az időszakot a pliocénbe kellett helyezni. A 450—740 m mélységköz sterilitását a meleg-száraz, közel sivatagi klíma magyarázza. Ez a pliocén végére jellemző. 450 m-től felfelé újra beerdősül a táj és tovább olyan hosszú steril szakaszok már nincsenek, mint a pliocén végén. Ez a felső, több mint 400 m vastag üledéksor, a negyedidőszakot jelenti. A steril időszaknál jelentősebb változás növényföldrajzi és éghajlati szempontból az egész rétegsorban nincs, a neogén/kvarter határt máshová helyezni nem lehet. A 740—950 m mélységű rétegekben gazdag Mollusca fauna, sőt néhány gerinces lelet is bizonyította a felsőpannóniai kort. A felső pollenes rétegsorban a Mollusca-k 366 m mélységig biztosan pleisztocén korúak voltak, onnan tovább ritkásan harmadidőszakinak tartott alakok is előfordultak.

A felső-pleisztocén hideg időszaknak még egy alföldi képződményünk őrzi emlékeit. Ezek a felszínközeli agyagrétegek. A hideg időszakban a felszínen levő agyagrétegek a fagyok hatására megrepedeztek. A fagyos és enyhe klímaszakaszok alatt a felszíni agyagrétegek hol megteltek vízzel, hol újra szétfagytak, ami repedezetté, járatossá, morzsálódóvá tette őket. Ennek eredménye az, hogy az alföldi agyagrétegeink gyakran jobb vízvezetők, mint a homokrétegek, minthogy járataikban gyorsabban mozog a víz, mint amilyen gyors a szivárgási sebesség a finom homokokban.

A pleisztocén éghajlat nagy fejezeteiről és a kisebb változásokról legtöbb információt a jászladányi fúrás pollen elemzéseiből kaptuk. Az erdőalkotó fafajták aránya és megoszlása a pleisztocén legalsó tagját mérsékelten melegnek mutatta. A pliocén száraz-meleg klímájával szemben nem a hőmérséklet drasztikus csökkenése, inkább a csapadék megnövekedése jelentett változást. A pleisztocén alsó tagja is (0,7—1,6 millió év) mérsékeltnek volt mondható. Ebben a szakaszban nagyon sűrűn változott a csapadék összmennyisége és téli-nyári eloszlása is a hőmérséklet ingadozásai mellett.

Valamelyes következtetés a Kárpát-medence több éves, szakaszos klímaváltozásaira kiolvasható Budapest éghajlati adataiból, mert itt 200 évre visszamenően vannak észleléseink. Ezeket az észleléseket Réthly Antal dolgozta fel „Budapest éghajlata" c. munkájában (1947). Réthly — igen ötletesen — nem az évi átlagos hőmérsékleteket vette vizsgálat alá, hanem külön a nyári és téli hónapok hőmérsékletét. A nagyvonalú változások kielemzése érdekében az egyes évek téli és nyári hőmérsékleti adatát 10 évet átfogó ölelkező átlagokban adta meg. Az így szerkesztett két hőmérsékleti görbe nagyszerűen jellemzi egy-egy több éves időszakasz uralkodó klímajellegét, az uralkodó óceáni hatást: enyhe csapadékos nyár, enyhe tél; az uralkodó kontinentális hatást: meleg nyár, alacsony nyári csapadékmaximummal, szigorú száraz tél; az uralkodó mediterrán hatást: forró száraz nyár enyhe csapadékos téllel és végül az északi boreális hatást: hideg száraz tél, hűvös száraz nyár.

Réthly adatsorát az ő metódusa szerint kiegészítettük 1978-ig. Eszerint 1785—1808 között a mediterrán hatás volt az uralkodó: 1808—1817 boreális, 1817—1828 mediterrán, 1828—1845 boreális, 1845—1878 kontinentális, 1878—1900 boreális, 1900—1928 óceáni, 1928—1942 kontinentális, 1942—1967 óceáni, 1967—1978 között boreális, 1978-tól az óceáni hatás volt uralkodó.



45. ábra. A nyár és tél éghajlata Budapesten 1785—1977 között (Réthly A. 1947 alapján)

1. nyár, *2.* tél, H = hideg, M = meleg, Sz = száraz, N = nedves

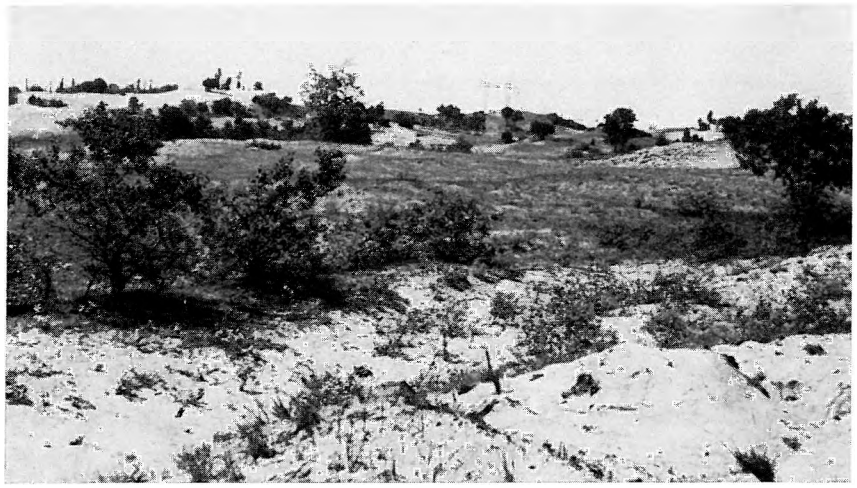
Éghajlati típusok: M = mediterrán: forró száraz nyár, enyhe csapadékos tél, B = boreális: hideg nyár, hideg tél, C = kontinentális: meleg, enyhén csapadékos nyár, száraz, hideg tél, O = óceáni: hűvös, csapadékos nyár, enyhe tél

Fig. 45. Summer and winter climate in Budapest 1785—1977, by A. Réthly

I. Summer temperature, *II.* summer precipitation, *III.* winter temperature, *IV.* winter precipitation

1. Summer, *2.* winter, H = cold, M = warm, Sz = dry, N = humid

M = mediterranean climate type: hot dry summer, mild humid winter, B = Boreal type: cool summer, cold winter, C = continental type: warm summer, slightly humid, cold dry winter, O = oceanic type: cool rainy summer, mild winter



43. ábra. Futóhomokvidék (Fülöpszállás, 1962)
Fig. 43. Landscape of a region of wind blown sand. Fülöpszállás

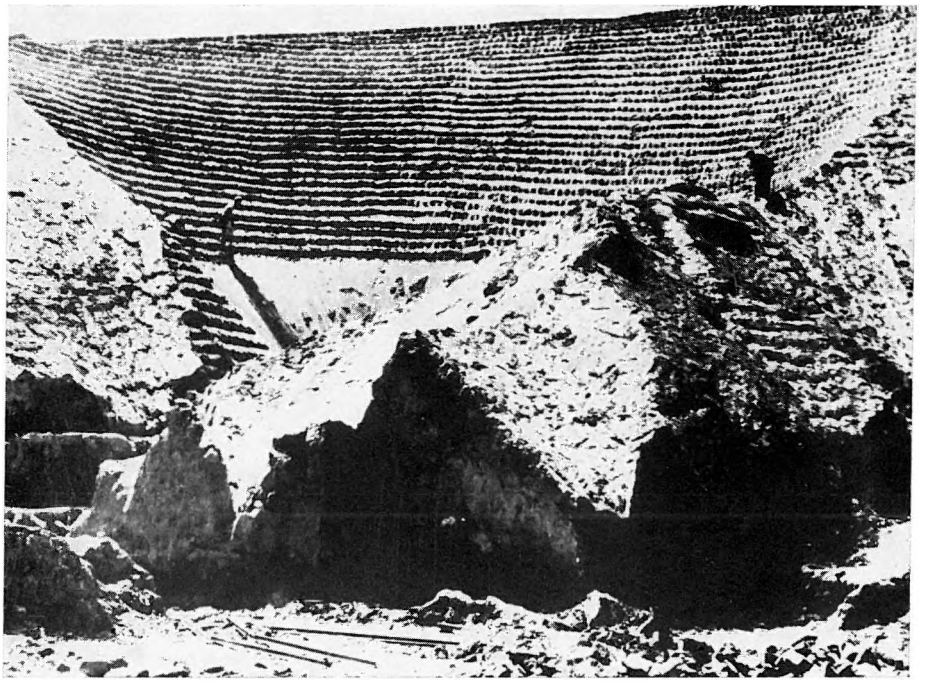


44. ábra. Futóhomokdomb (Dunaharaszti, 1956)
Fig. 44. Blown sand dune near Dunaharaszti

A pleisztocén harmadik harmadában alakultak ki nagy futóhomok területeink. Ezek alapja a legtöbb helyen folyóvízi homok. Csak kevés helyen találunk olyan lepelhomokot, amely más képződményre már futóhomok formában települt. A Duna—Tisza közén és a Nyírségben a hordalékkúpok folyóvízi homokja a felső-pleisztocénben kikerült a folyóvizek árteréből, minthogy a terület tektonikusan megemelkedett, s így további utánpótlást nem kapott. A homok anyagot a felső-pleisztocén hidegszáraz klímájában a szél sokszorosan átrendezte és sajátos formákat alakított ki rajta. Az átrendezés mélysége különböző. Általában 20—30 m mélységben már megjelenik a kevésbé koptatott folyóvízi homok, esetleg apró kavics. A Duna—Tisza közén kb. ilyen mélységben találunk a futóhomok rétegek között löszrétegeket, tehát szintén széllel szállított anyagot. Az egymással váltakozó település arra mutat, hogy a kétféle képződmény egyazon időben települt.

A folyóvízi vagy eolikus származás eldöntésénél a homokszemek koptatottsága csak az egyik tényező. A koptatottság mértéke mellett figyelembe kell venni a nagyfokú osztályozottságot, a finom szemcsék hiányát, a csillámtalanságot, a szemek kérgezettségét. A folyóvízi telepítésű homok szemcséi is hamar koptatottakká lesznek, ha a felszínen takaratlanul maradnak.*

* A futóhomokok szemcsealakját és ásványi összetételét Borsy Z. (1965) és Molnár B. (1977) vizsgálta.



41. ábra. Típusos löszrétegek (kölesdi bányafal)
Fig. 41. The brickyard of Kölesd. Typical loess layers



42. ábra. Löszvidék (Tápióbicske, 1959)
Fig. 42. Landscape of a loess region. Tápióbicske

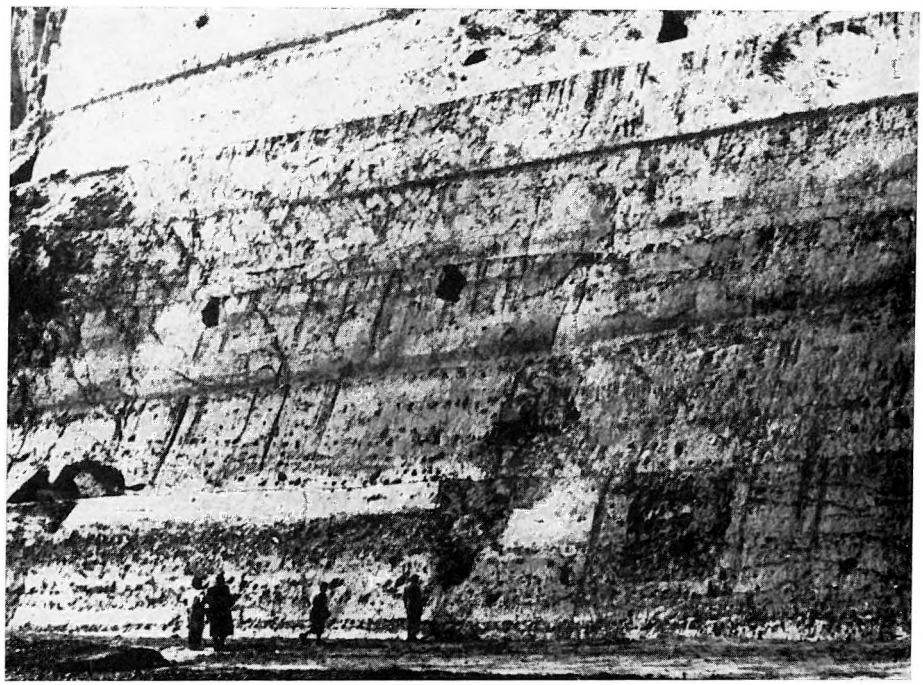
Az Alföldet körülvevő löszdombokon sok feltárásban vizsgálták a löszrétegek anyagát, a közbezárt fosszilis talajrétegeket, vályog- és vörös agyag zónákat. Paleontológiai leletekkel és részletes szedimentációs vizsgálatokkal igyekeztek kideríteni a porhullás körülményeit, az éghajlat változásait, egyes rétegek áthalmozódását s végül paleomágneses vizsgálatokkal a keletkezés idejét is. PÉCSI M. e vizsgálatok alapján megkülönböztet fiatal és idős löszrétegeket, illetve összleteket. A fiatal löszök eszerint az utolsó 100 000 évben keletkeztek. A dunaújvárosi, mendei, basaharci feltárások egy-egy összlete tartozik ide. Az idősebb löszök felső tagjainak képződési ideje a középső-pleisztocén; ide tartozik a paksi löszfeltárás felső része, az alsó rész képződési ideje viszont az alsó-pleisztocén s ez a Jaramillo paleomágneses fordulat ideje táján, 900 000 évvel jelenünk előtt indul. Dunaföldváron PÉCSI M. még egy idősebb összletet is kimutatott, ezt az eopleisztocénbe (kezdete 2,4 millió év jelenünk előtt) helyezte (PÉCSI M. 1977, KRETZOI M.—PÉCSI M. 1982).

az ellentétes tektonikai mozgás, a medenceterületek süllyedési ciklusainak számával, így a negyedidőszak mozgásfázisai két oldalról is megvilágítást kaptak.

A löszterületeken végzett paleomágneses vizsgálatok a hazai löszkutatás sztratigráfiai értékelésében is szerepet játszottak. A holocén sztratigráfiájára vonatkozóan a térképezés során végzett feltárásaink és anyagvizsgálataink kevés adatot szolgáltattak. A sekélyfúrások anyagából gerinces leletanyag alig került elő, a Mollusca anyag vizsgálata nem ígért az óriási tömegű munkával arányban álló gyakorlati eredményeket. A kísérletképpen több helyen végzett pollen vizsgálatok sem hoztak eredményt. A mélyfúrások — amelyeknek maganyagát minden szempontból részletesen vizsgálták — az első méterekről nem szolgáltattak vizsgálatra alkalmas magokat. A holocén sztratigráfiát egyelőre csak egyes kiválogatott helyeken és a hegyvidékek barlangi üledékein tanulmányozták (Zólyomi B. 1957, Kordos L. 1983).

A negyedidőszak éghajlata

Az Alföld mai domborzatának kialakulása mellett a pleisztocén legfontosabb eseménye területünkön a lösz megjelenése. A jégárakhoz közel eső, de gleccserekkel el nem borított területeken a hideg-száraz időszakok kedveztek a finom poranyag nagy tömegben való keletkezésének és a pornak nagy területeken való szétterítésének. A negyedidőszakban többször nyomultak messzi területre a jégárak az Alpok hegyeiből is, az észak-európai alföld területén is. A legjelentősebb előnyomulás az utolsó kettő volt, amelyet az Alpokban Würm és Riss eljegesedésnek, az észak-európai alföldön Visztula és Saale glaciálisoknak neveznek. Ennek a két eljegesedésnek hatását érezték meg legjobban az el nem jegesedett környező területek, így a Kárpát-medence is. A pleisztocént ma e két utolsó, nagyon hatásos hideg időszak, valamint az azokat megelőző mérsékelt hosszú korszakok miatt két részre osztjuk: a késői hideg (jeges) pleisztocénre és a korai, csak mérsékelten és időnként hűvös, ill. hideg, többnyire mérsékelten meleg pleisztocénre. Ez utóbbiba tartozik a 0,7 millió év előtt és 2,4 millió év után eltelt idő, a késő-pleisztocénben az utolsó 700 000 év. Az igazi hideg itt nálunk a Kárpát-medencében az utolsó kb. 300—350 000 esztendőben köszöntött be és ebben az időben képződött az Alföld peremein a 40—60 m vastag lösztakaró, amely az Alföld területén nagyrészt folyóvízi üledékekkel keveredett és eredeti szerkezetét elvesztve, a felszíni üledékek anyagában 30—50 m mélységig jelen maradt. A porhullás utolsó szakaszában az Alföldnek ez időben árvízmentes térszínein a lösz eléggé felismerhetően megmaradt néhány méter vastagságban. Egyes kisebb térszíndarabokon nagyobb vastagságban és eredeti szerkezetben is megtaláljuk a löszt; így a Hajdúságon, a Nagykunság kisebb területfoltjain, a Duna—Tisza köze déli részén a Hajós melletti magas falban és a Bácskába átnyúló löszdombokon. Az Alföld peremén több helyen jelen van a lösz; így a Duna jobb partján Ercsitől Bajáig, a gödöllői dombokon, a tokaji hegyperemen.



40. ábra. A paksi klasszikus löszfeltárás eredeti fala (1952)

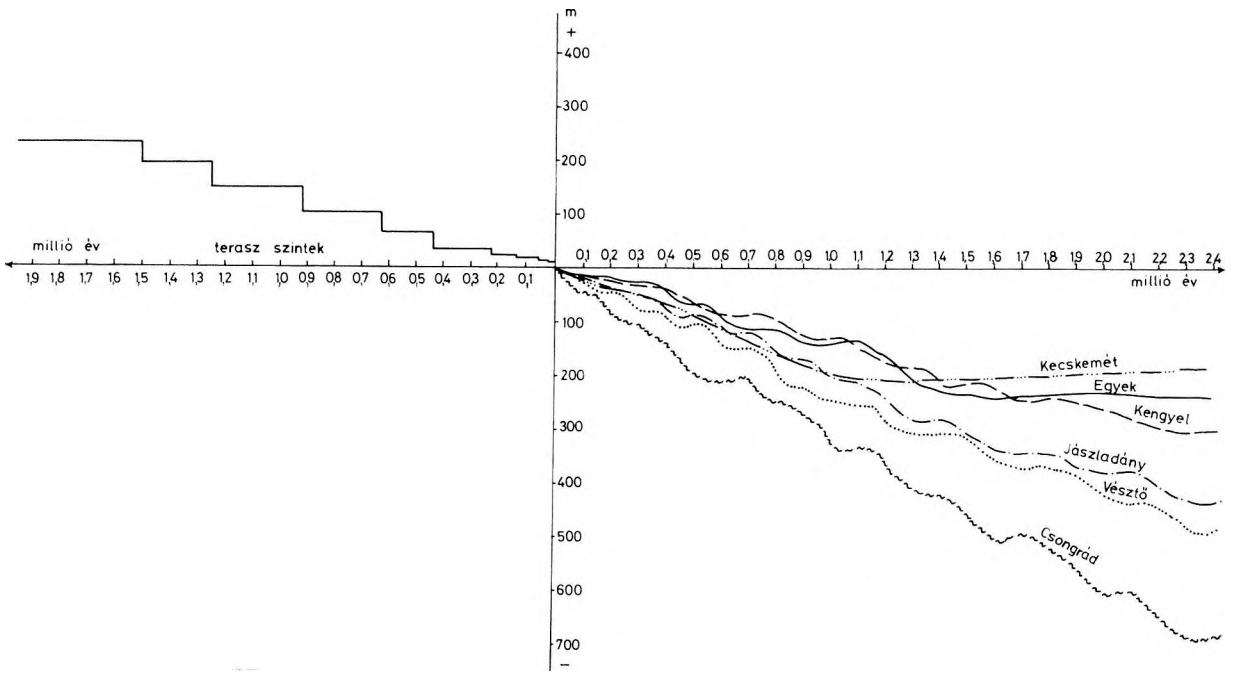
Fig. 40. The classical loess section at Paks

sékeltek között; s végül a — szintén rövid — felső-pleisztocén, amely végig hideg egy közbenső enyhe szakasszal.

A földtani fejlődéstörténet elemzése megkívánja a folyóvízi üledékciklusok és az éghajlati szakaszok egybevetését. Ezt az egybevetést a jászladányi fúráson jól el lehet végezni, mert a ciklusok is, az éghajlati szakaszok is ismertek. A többi fúrásnál a ciklusok kielemezhetők, az éghajlati szakaszok azonban a jóval kevesebb pollen lelet miatt, csak hozzávetőlegesen. Minthogy a teljes negyedidőszaki üledéksorokban a szedimentációs ciklusok száma 9—10, az éghajlati kisebb szakaszoké pedig húsznál több, a ciklushatárok nem esnek mindig össze az éghajlati változások fordulópontjaival. Egy nagyvonalú egyezés azonban a négy sztratigráfiai alemelet és a cikluscsoportok között kimutatható. Így a felső-pleisztocén a medencében a 9. és 10. ciklust öleli fel. A középső-pleisztocén a 7—8. ciklust, az alsó-pleisztocén a 4—5—6. ciklust, a legalsó-pleisztocén a 1—2. ciklust. A ciklusok száma az Alföld peremével közel — de máshol is a nagy negyedidőszaki mélyedésektől távol — kevesebb mint 9—10. A legtöbb esetben ez azt jelenti, hogy a nagy mélyedésekben előbb indult meg a süllyedés, mint a széleken és a tektonikusan magasabban maradt térszíneken. Ilyen helyeken az alsó üledékciklusok hiányoznak. Az alföldi fúrásokban talált folyóvízi üledékciklusok és a pollenek alapján megállapítható negyedidőszaki éghajlati változások mellett más lehetőség is van a negyedidőszak tagolására. Az egyik legrégebben alkalmazott beosztás a hegyvidéki folyóvízi teraszokra épül. A Kárpát-medencében hat—hét negyedidőszaki teraszt térképeztek a hegyvidékeken geológus és geográfus kutatók. Egyes teraszszinteket duplázottnak találtak, ezekkel együtt 7—9 teraszképződési idő valószínűsíthető a Kárpát-medencében. A teraszképződést a hegyvidéki területek szakaszos kiemelkedésével és a folyók fokozatos bevágódásával magyarázzuk, a teraszképződményeket pedig az éghajlat produktumainak tekintjük.

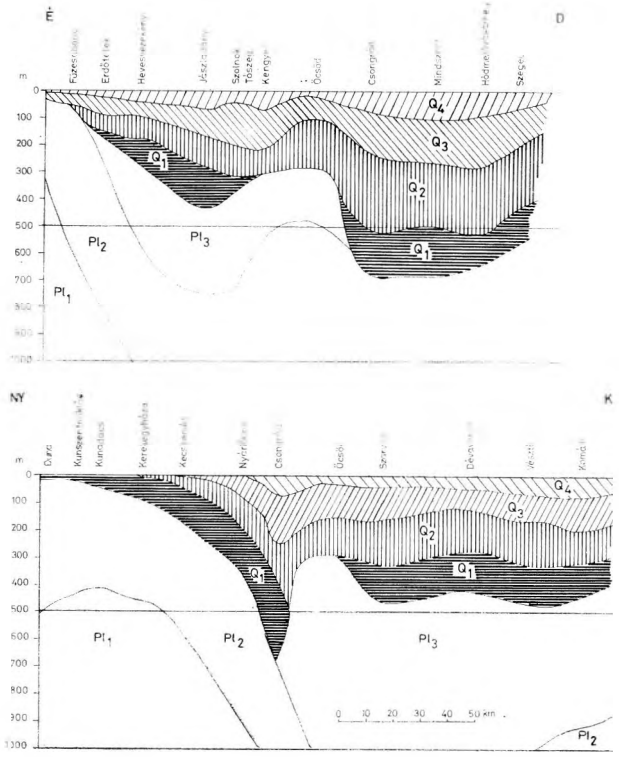
A teraszkutatásnak Magyarországon nagy múltja van, a földrajzirodalom a korbesorolást is többszörösen elvégezte. Összefoglaló eredményeket — a teraszkutatásban legtöbb elméleti és gyakorlati munkát végzett — Pécsi Márton műveiben kapunk (Pécsi 1959, 1977, 1980). Az I. *a—b* terasz holocén, a II. *a—b* terasz felső-pleisztocén, a III—IV. terasz középső-pleisztocén, az V—VI—VII. sz. teraszok alsó-pleisztocén besorolást kaptak. Pécsi M. korrelálta a teraszokat Kretzoi M. fauna emeleteivel és zónáival és legújabban a Budai-hegységben megállapított édesvízi mészkő szintekkel (Schauer Gy.—Schweitzer F. 1974).

A teraszok időrendi besorolása és a negyedidőszaki sztratigráfia alemeleteibe való besorolása még mindig nem tájékoztatott a teraszok abszolút kora tekintetében. Egyes leletek korának radioizotópos meghatározása mellett a hegy- és dombvidékeken is a paleomágneses vizsgálatok hoztak olyan eredményeket, amelyek a paleomágneses skála fokainak abszolút korra történt meghatározása révén időbeli tájékoztatást adtak. A folyóvízi teraszok és édesvízi mészkőszintek száma közeli egyezést mutat



39. ábra. Negyedkori emelkedések és süllyedések menete

Fig. 39. The process and development of the Quaternary subsidences



38. ábra. Negyedidőszaki rétegek vastagsága és tagozódása az Alföldön

Fig. 38. Thickness and proportion of the Quaternary sediments in the Great Plain

A negyedidőszaki biosztratigráfia terén a magyar paleontológusok jó nemzetközi nevet szereztek. Az ő révükön került be a nemzetközi sztratigráfiába Baltavár, Csarnóta, Villány, Beremend, Kisláng, Betfia, Nagyharsány-hegy, Tata, Templom-hegy, Tarkő, Vértesszőlős, Uppony, Solymár, Subalyuk neve. Hosszú időn keresztül azonban a magyar paleontológiai irodalom is félmillió éves negyedidőszakkal számolt és csak ó- és új-pleisztocén életfejlődési szakaszról tudott. Ez részben még a monoglacialista felfogás maradványa volt, de hosszú ideig nem változott a poliglacializmus elfogadása után sem. A századforduló körül még új- és ó-pleisztocénről beszéltek a leírások, később jobban széttagolódtak a beosztások és legújabban simulnak a paleomágneses fordulatokhoz és így a szakaszok nemcsak időrendet, hanem hozzávetőleges időtartamot is kaptak.

A neogén/kvarter határ egyébként a nemzetközi földtani irodalomban is hosszan vitatott földtörténeti esemény, ill. választóvonal. A Nemzetközi Geológiai Unió földtani korrelációs programjában külön bizottság foglalkozik vele és külön bizottsága van az INQUA nemzetközi kvarter egyesülés keretében is. A bizottságok tagjai mindkét helyen többségükben paleontológusok, akik mindent megtettek a klasszikus tengeri faunák feltárására és egyeztetésére. Hosszú ideig ellenálltak annak, hogy határkőül paleomágneses változásokat fogadjanak el a biosztratigráfiai határok helyett. A paleomágneses alapon való beosztásnak viszont felülmúlhatatlan előnye, hogy a fordulatok a földgolyón időben egyszerre következtek be, tehát a hozzájuk szabott korreláció nem gond. Másik — döntő — előnyük, hogy abszolút koruk meghatározott.

A két bizottság az 1982. évi moszkvai INQUA geológus kongresszusra ígérte, hogy elkészíti befejező jelentését munkássága eredményeiről. Ettől volt várható tehát, egy nemzetközi consensus kialakítása a N/Q határra vonatkozólag és esetleg egy kvarter belső sztratigráfiai beosztás elfogadtatása is. A döntést 1982-ben 1984-re halasztották*.

A paleontológiában a Mollusca fauna és az Ostracoda leletek ígértek segítséget a negyedidőszak belső tagolására. Sok kísérlet után egyik sem vált be. Odáig eljutottunk, hogy bizonyos fajok időben előbb vagy később jelentek meg, de a változásokat területileg és időben egyeztetni nem sikerült. Az sem sikerült, ami pedig elvárhatónak látszott, hogy a pleisztocén éghajlati változásait a csiga- és Ostracoda együttesek fejlődésében, vagy a csoportok alakulásában folyamatosan követni lehessen. A hideg-száraz és enyhe-nedves időszakok hozzávetőleges sora e faunákból nem volt kihámozható.

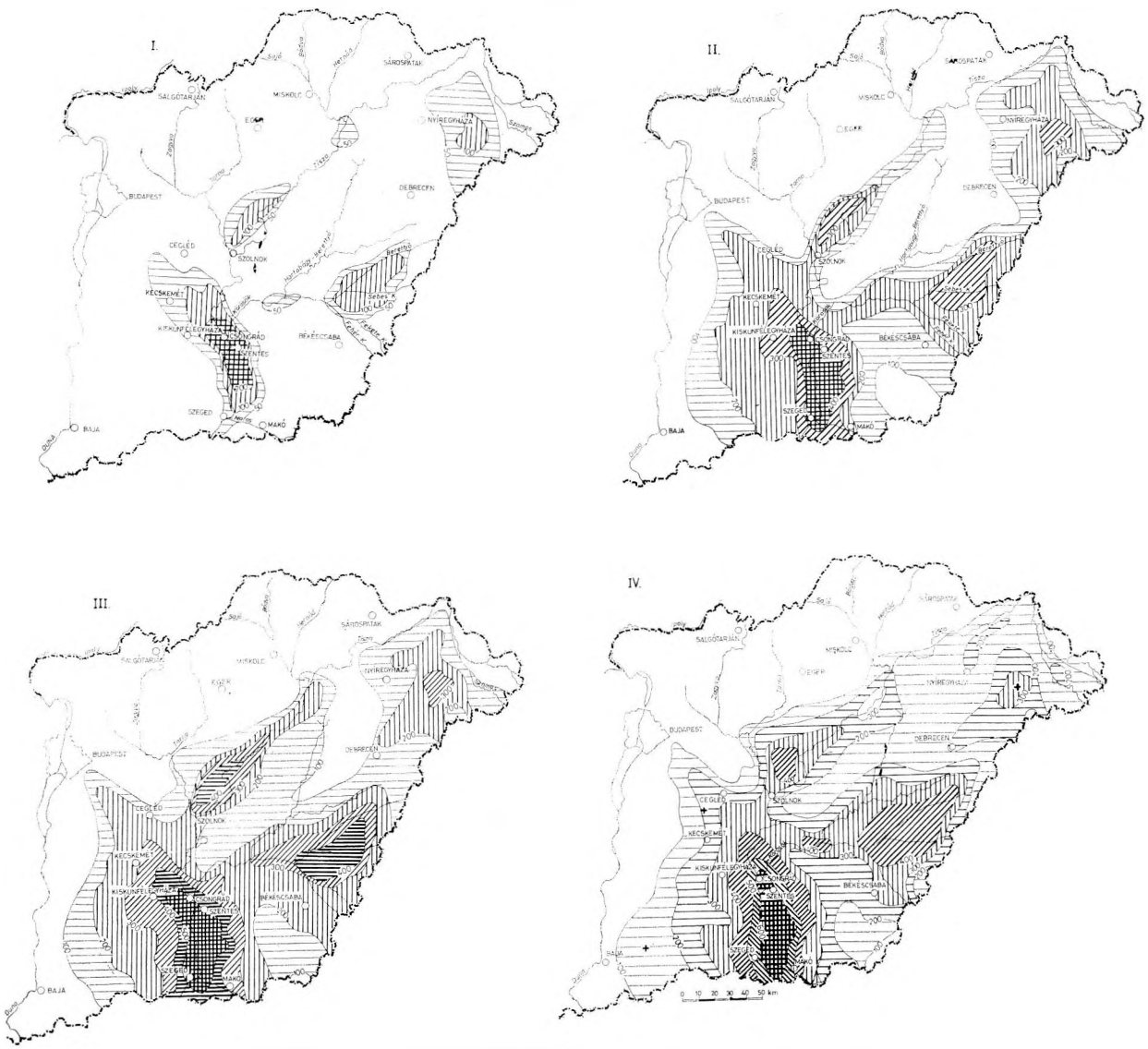
Több segítség volt kielemezhető a pollen vizsgálatokból és statisztikákból. Ott, ahol a fúrásmintákban folytatólagosan sikerült pollenszemeket elegendő számban feltárni, a növényzet fejlődésének éghajlati ciklusait meg lehetett határozni. E meghatározások alapfeltétele az időben folyamatos üledékképződés és a minták folyamatos pollentartalma. E feltételek a jászladányi fúrásban kívánatos módon megvalósultak, de jónéhány további fúrás is adott összehasonlításra alkalmas anyagot. E tekintetben a leghasználhatóbb fúrások a következők voltak: Szarvas (1000 m), Csongrád (1200 m), Egyek (700 m), Öcsöd (300 m), Kengyel (500 m), Mindszent (1500 m), Óballa, Tiszapüspöki (300 m), Tószeg (300 m).

E pollen statisztikákból a negyedidőszak négy éghajlati szakasza jól kielemezhető: egy legalsó-pleisztocén meleg és esős korszak (a legfelső-pliocénnel szemben a csapadékosság a változás); egy alsó-pleisztocén hosszú és nagyon változatos idő, amelyben a hőmérséklet a hűvöstől a mérsékelten át a melegig többszörösen váltakozott és ugyanúgy váltakoztak a csapadékos és száraz periódusok; a középső-pleisztocén, az előbbieknél jóval rövidebb idő, amikor már van igazi hideg periódus is a mér-

* Az 1984. évi Nemzetközi Geológiai Kongresszuson a bizottság a calabriai Vrica szelvényt ajánlotta N/Q határul elfogadni. Abszolút kor tekintetében ez az Olduvai paleomágneses eseménynek felel meg (1,7—1,9 millió év).

Az alföldi földtani alapfúrások eredményei nyomán és az artézi fúrások adatainak felhasználásával megkísérelhetjük az alföldi medence negyedidőszaki fejlődését nagy lépésekben térképen is ábrázolni. A süllyedések a mély fiókmedencékben indultak meg és lassan terjedtek át a szomszédos területekre. A Nagykunság, Hortobágy területe elkésve és lassan követte a süllyedést, a Hajdúság pedig lényegesen alig süllyedt a negyedidőszak folyamán. Késve és keveset süllyedt a Duna—Tisza köze nyugati fele, közepe pedig a pleisztocén végén kiemelkedett. Keveset és későn süllyedt az északi hegyperem előtere és a battonyai perem. A Nyírség a mély medencékhez hasonlóan jelentősen süllyedt a pleisztocén elején, a végén azonban kiemelkedett. A medence süllyedése lépést tartott a hegyvidékek negyedidőszaki kiemelkedésével, amit a teraszok magyarországi helyzetével mérhetünk.

A geológia klasszikus segédeszköze, a paleontológia, számtalan kísérletet tett nálunk és másutt is a harmad- és negyedidőszak elválasztó vonalának megállapítására és a negyedidőszak biosztratigráfiai tagolására. E — geológiai és életfejlődési értelemben vett — rövid idő azonban az élővilágban nem hozott olyan változásokat, amelyekre a sztratigráfiai tagolást alapozni lehet. Egyedül a gerincesek fejlődésében, megjelenésében és kipusztulásában mutatkoznak olyan változások, amelyekhez élettörténeti határokat kötni lehet. De ezek a jelenségek sem egyeztethetők időben az egész földgömbön. Nem segítettek a tengeri és szárazföldi Mollusca faunák sem. Ahány lelőhely, annyiféle együttes, nehéz az egymásutániságot megállapítani.



37. ábra. A negyedidőszaki üledékek vastagsága az Alföldön
I. Legalsó-pleisztocén, *II.* alsó-pleisztocén, *III.* középső-pleisztocén, *IV.* felső-pleisztocén

Fig. 37. Thickness of the Quaternary sediments
I. Lowest Pleistocene, *II.* Lower Pleistocene, *III.* Middle Pleistocene, *IV.* Upper Pleistocene

Alföldi fúrásainkban a Matuyama—Gauss paleomágneses fordulattal lehetett legjobban egyeztetni a pleisztocén jellegű szedimentációs szakaszokat; ez idő tájban jelentkeztek az első pleisztocén csiga faunák a hosszú steril pliocén üledékszakaszok után, és ez idő tájban köszöntött be a mérsékelten meleg és nagyon nedves éghajlat a meleg és száraz pliocénvégi idő után. Ezért a neogén—kvarter, ill. pliocén—pleisztocén határként a Matuyama—Gauss fordulat idejét fogadtuk el, azaz a negyedidőszak hosszát 2,4 millió évnek vesszük.

A negyedidőszak 2,4 millió éve 4 részre bontható. Egy legalsó-pleisztocénre (1,8—2,4 millió év), amely mérsékelten meleg és nagyon csapadékos. Ezt az időszakaszt többen a pliocénhez számítják. Használják rá az eopleisztocén elnevezést is (K. V. Nyikiforova 1977).

Az alsó-pleisztocén az Olduvai paleomágneses periódustól a Brunhes—Matuyama nagy fordulatig tart (0,7—1,8 millió év). Sokan csak innen felfelé számítják a pleisztocént. Különösen terjed ez a felfogást Észak-Amerikában. Ez az időszakasz hosszú, éghajlata nagyon változatos. Többször fordul elő benne hűvös periódus, de gyakori a mediterrán hatás érvényesülése is.

A középső-pleisztocén sztratigráfiai egység lefelé jól elhatárolható az alsó-pleisztocéntől, a normális Brunhes és a fordított polaritású Matuyama közötti fordulattal. Ez a határ a mérsékelt és a hideg pleisztocén közötti határ. A 700 000 év kb. az az idő, amit a század eleji magyar földtan diluviumnak, azaz pleisztocénnek vett. Nincs azonban nemzetközileg igazolt és elfogadott paleomágneses határ felfelé a középső- és felső-pleisztocén között. A Laschamp, Blake és Biwa I—II. fordulat globálisan nem mutatható ki. Itt 130 000 évtől 350 000 évig különböző módon határozzák meg a szerzők a felső-pleisztocén hosszát. A 130 000 év az utolsó interglaciálist és glaciálist (Würm) foglalja magában; az alpi Riss és Mindel eljegesedés közötti nagy interglaciális, a Holstein ideje 300 000 év körül van. Figyelembe vehetjük a felső-pleisztocén elhatárolásánál a tengerszint változásait is. A legnagyobb arányú ilyen mozgások 130 000 évvel jelenünk előtt voltak. (M. G. Richmond előterjesztése az IGCP bizottságban.)

A holocén rövid 10—12 000 éve függőleges irányban csekély, területi kiterjedésben azonban nagy változásokat hozott az Alföld felszínén. A legjelentősebb változás a Duna-völgy kialakulása Budapest és Eszék között. A pleisztocén végén a mai hátság szélére átvándorolt Duna széles övben kitakarította a pannóniai képződményeket, majd feltöltötte a területet saját üledékeivel. A süllyedés és kivésés mélysége északon néhány méter, Szabadszállás körül néhányszor 10 m, Baja környékén 50—70 m. Legmélyebbre zökkent a Dunának a hátság-perem mellett futó pleisztocén végi medre. Onnan nyugatra, mai medrének vonalába vándorolva, csökken a holocén Duna-hordalék vastagsága, sőt néhány sziget is van, amely a letarolásból kimaradt. (Tételhalom, solti Meleg-hegy és néhány kisebb pleisztocén sziget a Duna bal partján.)

Jelentőset süllyedt a holocénben a Szatmári-síkság, a Bodrogköz és Rétköz, Taktaköz. A Tisza újonnan kialakult medre mentén az árvizek hatalmas kitakarító munkát végeznek, így az árterek széles övében 2—4 m vastagságban a folyó holocén üledékeit találjuk. Ugyanez a helyzet a Körösök mentén.

A jelenkorra három térszín emelet alakult ki az Alföldön. A kiemelt homok üledékek 110—180 m magasra emelkedő térszíne; a mai árterekből kiemelkedő pleisztocén felszín 90—120 m magasan és a holocén árterek 80—90 m magasan a tengerszint felett.

Az újabb fúrások és főleg a paleomágneses vizsgálatok után az Alföld negyedidőszaki sztratigráfiai beosztása a jászladányi fúrás beosztásához viszonyítva valamennyit változott. Az alföldi negyedidőszak mai felosztását lásd a 3. táblázatban.

3. táblázat — Table 3

Az alföldi negyedidőszak felosztása
The division of the Quaternary of the Great Plain

Abszolút idő (millió év)	Rétegtani beosztás	Üledékképződés (m)		Alpi korreláció	Teraszok sorszáma alulról felfelé	Mágneses polaritás	
		mélymedencékben és ártereken	köztes területeken			fordított	normál
0,01	holocén	2—4	0		Ia, b		Brunhes
0,12	felső-pleisztocén	20—30	5—10	W	IIa, b		
0,1—0,7	középső-pleisztocén	90—100	30—60	R, M	III—IV		
*0,7—1,8	alsó-pleisztocén	200—250	100—200	G	V—VI—VII	Matuyama	
1,8—2,4	legalsó-pleisztocén	100—200	20—50	D	VIII—IX		

* Az alsó-pleisztocén bázisa 1,6—1,8 millió év időtartammal az Olduvai normális polaritású, paleomágneses időszak.

nagy hordalékkúp a mai Duna—Tisza közén. Déli részének csak a keleti fele tartozik a Duna nagy hordalékkúpjához, a nyugati fél a Dunántúlnak egy lefűrészelt darabja. A Duna a pleisztocén harmadik felében vágott át a mai völgyébe, leszelve egy darabot a Dunántúlból. Ez az átvágás úgy történt, hogy a mai Duna—Tisza közének Kiskunhalas—Baja közti részét a folyó a mederváltáskor kihagyta, ott medreket nem épített, durva üledéket nem rakott le.

A másik hatalmas törmelékkúp a Nyírség. A Kárpátalja és az észak-erdélyi folyók együttesen építették fel durva hordalékaikkal ezt a nagy területet, amely nagyságban megközelíti a Duna—Tisza köze északi felét. A mai Szatmári- és Beregi-síkság késői besüllyedések. A negyedidőszak elején és közepén az Erdős Kárpátok és a belső vulkanikus hegységöv lejtői meredeken magasodtak a mai Nyírség területe fölé és hatalmas, 100—200 m vastag közös törmeléktakarót halmoztak rá. A Nyírség területe a negyedidőszak utolsó harmadában lassan, szigetszerűen kiemelkedett és a feléje siető patakokat elterelte északra és délre. A kiemelkedés elgátolta az Alföld ÉK-i peremét, amely a Nyírség kiemelkedésével párhuzamosan megsüllyedt. A patakok ettől kezdve itt rakták le kavicshordalékukat, kibélelve a Szatmári- és Beregi-síkságot, a Bodrogközt és a Rétközt. A Nyírség homokja felső részében futóhomokká alakult át ugyanúgy, ahogy a Duna—Tisza köze homokja.

A harmadik nagy törmelékkúpot a Maros folyó alakította ki. A Maros ágai az Alföldre érve szerte kalandoztak a mai Arad vidékétől Orosháza tájáig és dél felé, Zentától délre Adáig és Moholig, sőt Nagybecskerekig. Ez a hordalékkúp sem kisebb a Nyírségnél, de ez később nem emelkedett ki, hanem eltakarta a pleisztocén végének finom szemű üledéke és az arra települő lösz. Mai területünkre a hordalékkúp Mezőhegyes—Battonya környékén lép be és szélei Orosházáig, Hódmezővásárhelyig, Szegedig érnek. E hordalékkúp szerkezete más, mint a Nyírségé. Ott a nagyszámú patak egyetlen hatalmas összefüggő kavicsmezőt épített fel, s arra egy még vastagabb homokréteget. A Maros törmelékkúpot egyetlen folyó szertekalandozó ágai, gyakran fattyúágai építették fel, ami azt jelenti, hogy a durva üledék nem alkot összefüggő takarót, hanem mederágak kanyargós csatornáinak labirintusa.

Egy negyedik hordalékkúp is kialakult Alföldünk szélén; jóval kisebb területen, mint az előbbiek, de jelentős vastagságban és ez a Sajóé. Jellegzetessége, hogy egy katlanszerű kerekded mélyedést töltött fel kaviccsal, homokkal a Sajó. A hordalékkúp átmérője 40 km, mélysége megközelíti a 300 m-t. Átnyúlik a mai Sajó torkolaton túl a Hortobágy területére.

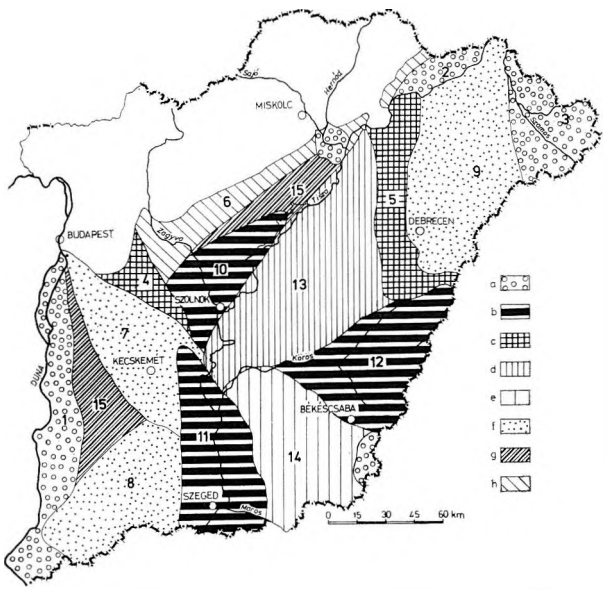
A negyedidőszak sztratigráfiája

A földtörténet utolsó időszakának, a negyedidőszaknak kezdetéről és rétegtani beosztásáról külön könyvet lehetne írni. A földtörténeti korok egymástól való elválasztása és a határoknak élettörténeti adatokkal való igazolása, továbbá egy-egy kor vagy időszak belső tagolása más időszakoknál és koroknál is sok vitára vezetett, de a negyedidőszaknál ez a vita nem a határoknak apróbb ide-oda tologatására, hanem az egész időszak méretének és tartalmának megállapítására vonatkozik.

Egy táj földtörténeti leírásánál az elhatárolásokról szóló elméleti viták tisztázása nem elsőrendű feladat. Addig, amíg a nemzetközi tudományos fórumokon nem alakul ki egységes álláspont, amit valamely elismert fórum határozataként az együttműködés érdekében elfogadni illik, addig a vitatott tételek közül ki lehet választani azt, amely a tárgyalt területen legjobban megokolható.

A negyedidőszak időtartamát e század első felében félmillió évnek vették. Körülbelül ennyi időre becsülték a nagy jégárak előrenyomulása és visszahúzódása folyamán eltelt időt, amely az északi kontinensek éghajlatát megváltoztatta. Ám a hideg beköszöntésének idejét a Föld különböző pontjain sem a tengeri faunák, sem a kontinentális életfejlődés alapján nem lehetett egyeztetni. Keresni kellett olyan földtörténeti eseményt — valahol a nagyfokú éghajlati lehűlés ideje körül — amely az egész Földön egyidejű volt, s amelyre az életfejlődésben mutatkozó változásokat vonatkoztatni lehet. Ilyennek mutatkoztak a paleomágneses polaritás-változások, különösen azóta, hogy azokat a laza üledékekben is mérni lehet.

Még a paleomágneses időskála kidolgozása előtt a különböző üledékekben és vulkáni képződményeken végzett radioizotópos abszolút kor meghatározásokkal a negyedidőszak hosszát 0,5 millió évről 1,6, 1,8, 2,4, 3,0, 3,5 millió évre tolták ki. A meghosszabbításokat támogatta az a körülmény, hogy az ember megjelenésének korát — amelyet pedig a negyedidőszakkal egyeztetni igyekeztek — a leletek mind korábbinak mutatták. A paleomágneses időskála ismertté válása után először a 2,4 millió évvel ezelőtti Matuyama—Gauss fordulatot találták olyannak, amely az éghajlatban, üledékképződésben, tektonizmusban mutatkozó változásokkal a legtöbb helyen egyeztethető (E. A. Mankinen 1979). Emellett azonban több más fordulat is kínálkozott határként. Leginkább az Olduvai eseményt, ennek is hol a kezdetét (1,8—1,9 millió év), hol a végét (1,6—1,7 millió év) tekintették pliocén—pleisztocén határnak. E mellett azonban szerepel még a Reunion esemény (2,04 millió év), a Kaena és Mammoth esemény (2,96—3,07 millió év) és más paleomágneses események is ajánlott határként (W. A. Berggren 1980, G. Bigazzi 1973, J. Chaline 1977, B. Urban 1978, Pécsi M. et al. 1977).



36. ábra. Az Alföld negyedkori szerkezeti tájai

1. A Duna jelenkori völgye, *2.* a Bodrog—Tisza jelenkori völgye, *3.* a Tisza—Szamos jelenkori völgye, *4.* monori dombok, *5.* Hajdúság, *6.* hegylábi lejtők, *7.* Kecskeméti homokhátság, *8.* halasi homokdombság, *9.* Nyírség, *10.* Jászság, *11.* dél-tiszai medence, *12.* Körös-medence, *13.* a Hortobágy és a Nagykunság, *14.* orosházi perem, *15.* Kiskunság, Mezőség

a) kavics altalajú, jelenkori árterek, *b)* negyedkori mélymedencék, *c)* magas helyzetű pannóniai dombok löszborítással, *d)* központi pannóniai tábla finom üledék borítással, *e)* magas pannóniai perem durva üledék borítással, *f)* kiemelt homokhátságok, *g)* az Alföldre benyúló pannóniai tábla pereme vékony folyóvízi vagy eolikus takaróval, *h)* hegylábi törmeléklejtők

Fig. 36. Quaternary structural regions of the Great Plain

1. The Holocene Danube valley, *2.* the valley of the Tisza and Bodrog, *3.* the Holocene valley of the Tisza and Szamos, *4.* hills of Monor, *5.* the Hajdúság region, *6.* slopes of the mountain foot, *7.* the sandhill region of Kecskemét, *8.* sandhills around Kiskunhalas, *9.* the Nyírség sand region, *10.* the Jászság, *11.* the local basin at the southern section of the Tisza, *12.* the Körös basin, *13.* Hortobágy and the Nagykunság, *14.* the marginal plateau of Orosháza, *15.* the Kiskunság and the meadow land of Mezőség

a) Recent flood-plain with gravelly subsoil, *b)* quaternary deep local basins, *c)* high-situated Pannonian hills covered by loess, *d)* Pannonian central plateau covered by fine-grained deposits, *e)* high-situated marginal Pannonian area covered by coarse sediment, *f)* uplifted sand ridges, *g)* marginal part of the Pannonian surface intruding toward the middle of the Great Plain, covered by thin fluvial or with eolian sediments, *h)* dejection cones of the foot hills

kettő lerakta már durva üledékeinek nagy részét, mielőtt a Körösi süllyedékbe ért. A Körösök viszont a közeli Bihar-hegység anyagát hozták, ahonnan a meredek lejtőkről durva kavicsanyag is lehordódott. A folyók esésgörbéje a hegylábaknál hirtelen törik meg és a nagy sebességvesztés folytán, durva üledéküket a síkság határán rakják le. Kedvez ennek a Nagyváradtól nyugatra haladó, nagyjából É—D-i törésvonal is, amely mint durva üledékfogó csapda működik, illetve működött a pleisztocén folyamán. Így aztán már a mai határ mellett fekvő komádi fúrásban sem lehetett kavicsot találni a negyedidőszaki rétegekben, még kevésbé a vésztői fúrásban. A dévaványai fúrásban az alsópleisztocén kavicsos homokot a Berettyó szállította. A körösi fiókmedence így az Alföld mélységi vízben szegény fiatal süllyedéke lett. A dévaványai fúrásban 500 m mélységig egyetlen olyan homokréteget sem találtak, amelynek vastagsága a 10 métert jelentősen meghaladta volna és ugyanez volt a helyzet a vésztői fúrásban is.

A felső 500 m üledékben Dévaványán 83 m homokot találtak széttagolva néhány méteres rétegekben és 377 m agyagot. Vésztőn ugyancsak 500 m mélységig 85 m homokot találtak szintén elaprózva, és kevés homokliszt mellett 350 m agyagot. Érthető, hogy ilyen rétegviszonyok mellett a Körös-medence az Alföld vízben szegény fiatal süllyedéke lett. A negyedidőszaki üledékek Dévaványán 420 m, Vésztőn 480 m vastagon fejlődtek ki.

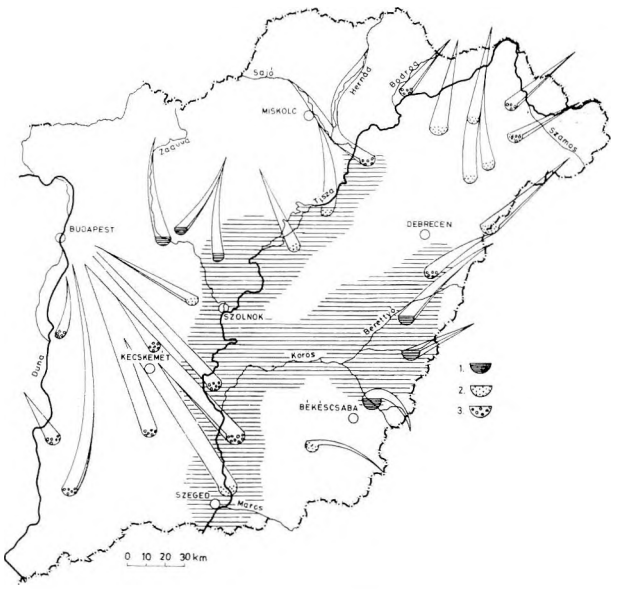
Ugyancsak finomszemű üledékkel telt meg az északi mélymedence a Jászság déli felén. A negyedidőszaki képződmények vastagsága itt 430 m, de ebben a sorozatban egyetlen nagyobb vastagságú kavics vagy homokréteg sincs. Az üledéksor szemcseösszetétele ciklikusan változik, de a változás a finom homoktól a homokliszten át a iszap- és agyagszemcsék túlsúlyáig tart, majd ugyanígy visszadurvul, de a durva homokréteg összetételét sohasem éri el. A dél-jászsági medence agyagossága azzal magyarázható, hogy az északi hegyvidékről nagyobb folyó, jelentős durva hordalékkal nem jön az Alföldre. A Galga, Tápió, Zagyva inkább patak és az is volt a negyedidőszakban végig. Hasonlóan jelentéktelen vízfolyások tovább keleten az Eger és a Laskó. Ezek kis terjedelmű hordalékkúpjaikat az Alföld peremén lerakták és távolabbra csak finom üledékük jutott. A dél-Jászság területe a negyedidőszak nagy részén át mély ártér volt és valószínűleg víz borította, a finom üledék ebben rakódott le. A hullámosan süllyedő pannóniai agyagos aljzat itt a Jászság és Mezőség északi térfelén enyhén kiemelkedő gátakat formált a hegyperemmel párhuzamosan, meggátolva, hogy a hegyvidékről lepusztuló durva üledék messzebb juthasson az Alföld belsejébe. A negyedidőszaki rétegek szemcseösszetételében mutatkozó különbség teszi a dél-tiszai süllyedéket az országnak leggazdagabb felszín alatti víztartó mendencéjévé és ugyanez a dél-jászsági és körösi fiókmedencéket a mélységi vízben legszegényebb tájakká.

Amíg az Alföld területén a három mélymedence kialakult, az Alföld lassan süllyedő egyéb térszínein három törmelékmező alakult ki. Egyik a mai Duna—Tisza közén. A Duna itt több ágban és futását változtatva terítette szét üledékét 50—100—200 m vastagságban. A hátság északi része egyetlen

voltak jégárak, nem halmozódtak fel morénák, nem vágódtak be mély glaciális völgyek. A legnagyobb jelentőségű periglaciális változás az Alföldön a löszképződés volt a negyedidőszak utolsó két szakaszában.

Az Alföld mai területén három negyedidőszaki fiókmedence alakult ki. A legmélyebb a Tisza—Maros torkolata körül, egy másik a mai Körös vidéken, a harmadik a Tisza—Zagyva közén. Az első medence alapzata a negyedidőszak 2,4 millió éve során 600—700 m mélyre süllyedt, a másik kettő 400—500 m mélyre. Körülöttük a medence többi része ugyanezen idő alatt csak 100—200 m-t süllyedt és a Duna—Tisza közi hátság, továbbá a Nyírség a pleisztocén végén környezetéből elég jelentősen kiemelkedett.

A három kialakuló mélymedence közül a dél-tiszait elsősorban a Duna töltötte fel. A nagy folyó a váci Dunakanyar tájáról előbb Cegléd, majd Tiszakécske, végül Szeged irányába vette útját. Nem egy, hanem több ágban folyt végig a mai Duna—Tisza közén. Egy nagyobb ág a mai hátságot Kiskunfélegyházától nyugatra szántotta végig, onnan tovább vándorolt nyugatra, előbb a mai hátságperem vonalára, majd mai helyére. Így a Duna-ágak egy legyezőszerű nagy hordalékkúpot hoztak létre, kb. 200 km hosszban és 100 km szélességben. A Csongrád, Hódmezővásárhely, Szeged közötti nagy üledékgyűjtőbe a Duna kavicsos, durva homokot hordott végig a negyedidőszak elején és közepén, és csak a harmadik időszakban, a hideg pleisztocénben finomabb anyagot: iszapot, agyagot. A Budapesttől Szegedig terjedő nagy lejtő nem volt egyenletes. Keresztirányba menő tektonikus lépcsők zavarták meg Ócsa majd Lajosmizse, Kecskemét táján, de e lépcsők nem voltak nagyok. Kecskeméttől DK-re már egyenletesebb, de egyúttal meredekebb volt a lejtő. Szegedtől délre pedig a Duna összefogott mély völgyben haladt a Vaskapu szoros kijárata felé.



35. ábra. Az Alföld folyóvízi feltöltődésének vázlata

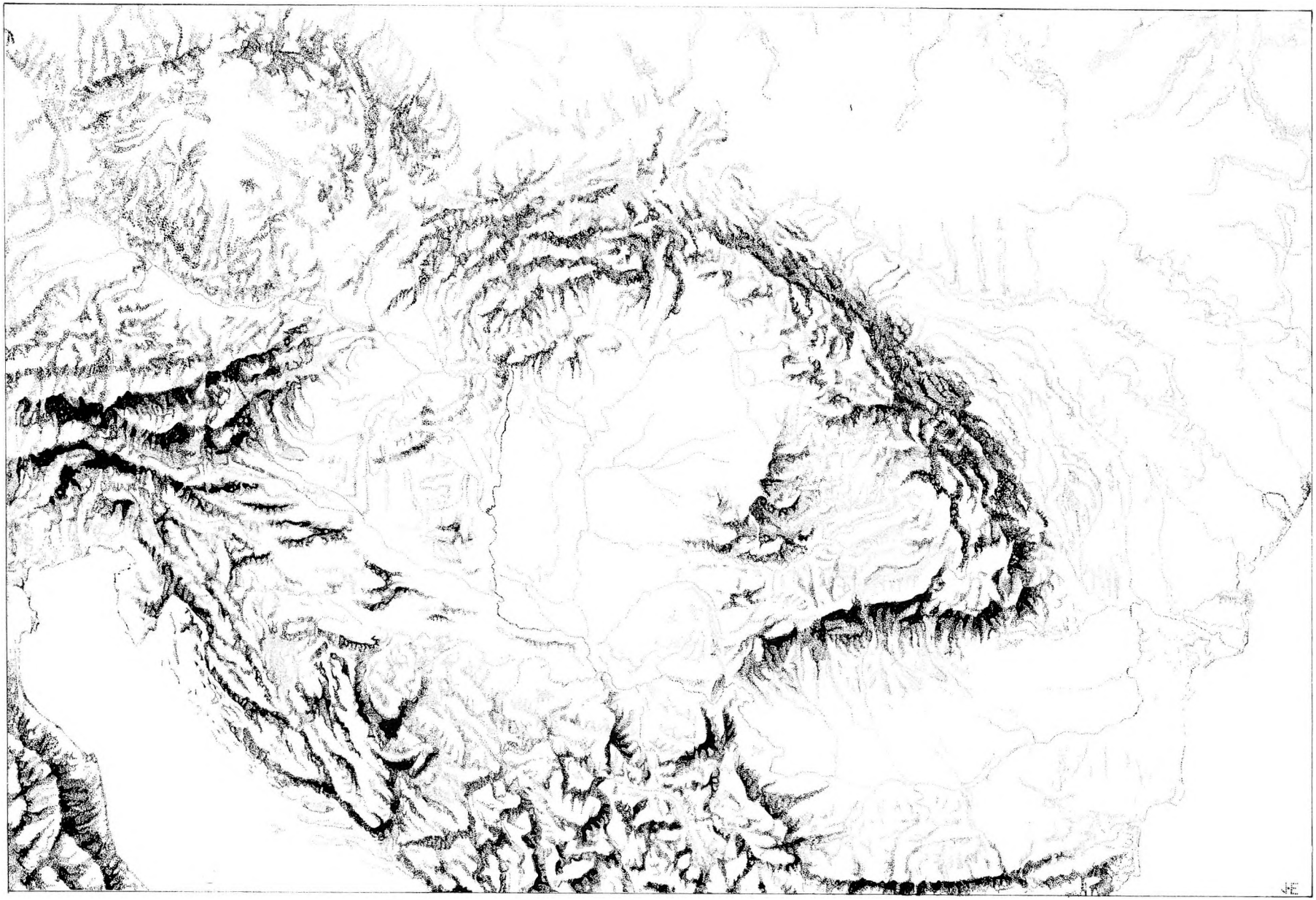
A folyóvízi hordalék jellege: *1.* finom szemű üledék (kőzetliszt, iszap), *2.* főként homoküledék, *3.* durva üledék (kavics, homok)

Fig. 35. A sketch of fluvial replenishment in the Great Plain

1. Fine-grained river loads, *2.* mainly sandy sediments, *3.* coarse sediments

A Csongrád—Szeged süllyedék töltelékanyaga kavicsos homok, komok és iszapos agyag váltakozva. Vastagságuk egyenként 20—50 m. A csongrádi fúrásban 700 m mélységig 7 jelentősebb (20 m-nél vastagabb) homokréteget és ugyancsak 7 hasonló vastagságú agyagréteget találtak. A mindszenti fúrás mintái jóval agyagosabbak. Ebben 20 m-t meghaladó vastagságú homokréteget csak négyet találtak, de vékonyabb volt még további 5. A 20 m vastagságot meghaladó agyagrétegek száma viszont 700 m mélységig 10 volt. Az agyag- és homokrétegek váltakozása klímaingadozásokra, másrészt a süllyedés menetének szakaszosságára vezethető vissza. Mindkét fúrásban megállapítható, hogy a homokrétegek száma és vastagsága a mélyebb részekben nagyobb, viszont a legfelső 100—200 m túlnyomóan iszapos-agyagos. Az enyhe csapadékos klímaszakaszokban a kavicsos homok arány nagy, a hideg időszakokban a finomszemű üledék a jellemző. Azt, hogy az éghajlat mellett a süllyedés sebessége is szerepet játszik a folyóvízi üledékek szemnagyságának alakulásában, jól szemlélteti a csongrádi és mindszenti fúrások felső 200 méterének különbsége. Az ugyanabba a helyi medencébe mélyülő két fúrás közül, a csongrádiban a felszíntől 100 m mélységig tart az iszapos-agyagos üledéksor, utána 170 m-ig jobbára homok következik, majd váltakozva agyag és homok. A mindszenti fúrásban a pleisztocént befejező iszapos, agyagos rétegsor a felszíntől 200 m mélységig tart és alatta is kis homokrétegek szakítják meg a túlnyomó arányú agyagrétegeket. Minthogy az éghajlat a két fúrásponton ugyanaz volt, a süllyedés sebességében és az esésgörbe meredekségében kereshetjük az üledékek szemcseösszetételbeli különbségének okát. Mindszent a helyi süllyedék központjában van, Csongrád pedig a szélén és ez a körülmény jelentkezik abban is, hogy a mindszenti fúrásminták zöme agyag, míg a csongrádiaké homok. A szemcseváltozások szakaszossága végig fennáll mindkét fúrásban és a szakaszok összehasonlíthatók.

A másik két helyi süllyedék töltelék anyaga teljesen elüt a dél-tiszai süllyedékétől. Mindkettőben finom kőzetliszt és agyag halmozódott fel, végig a negyedidőszak folyamán. Homokréteget csak elvétve találunk kis vastagságban, s az is finom homok. A Körös-medence töltelékanyagát a Körös és a Berettyó szállította. A Berettyó északkeletről jött. Innen jött a pleisztocén elején az Ős-Szamos is. Mind-



34. ábra. Az alföldi medence helye Közép-Európában. Szerkesztette: JÁNOS E.

Fig. 34. The place of the Carpathian Basin in Central Europe. Plotted by E. JÁNOS

jén jól kimutatható kőzettani és sztratigráfiai határ. Nem ez a helyzet az Alföld nagy részén. Az Alföld medencéjében a tavi—folyóvízi üledékváltás nem egyszerre, hanem nagyon hosszú idő alatt bonyolódott le. A Pannóniai-tó eltűnése után nagy mocsaras, vízállásos területek maradtak, amelyek időnként kiszáradtak, majd újra vízzel teltek meg. Talajosodás indult, majd újra ártéri üledékek rakódtak le. Kavics és durva homok az Ős-Duna vonalát kivéve csak a peremeken települt a hegylábi árkokba. A többi területre iszap és agyag települt. A klíma meleg maradt és az időnként kiszáradó felszíneken vörösbarna talajok képződtek. Az újabb és újabb elöntések átmosták e talajokat, összekeverték a folyóvízi üledékekkel és egy tarka színű, szemcseösszetételre pedig igen kevert és töredező szerkezetű képződményt hoztak létre. Ez a folyamat az Alföld medencéjének nagyobb részében több millió évig tartott és az ez idő alatt lerakódott tarkaagyag rétegek 300—800 m vastagságban fejlődtek ki.

Az alföldi tarka agyag rétegeket a régebbi földtani irodalom a felső-pannóniai alemeletbe sorolta. Később felmerült a legfelső-pliocén és a levantei alemeletbe való besorolás. Ez nem lett általánosan elfogadott, különösen azóta, hogy a negyedidőszak határát a nemzetközi irodalom időben jelentősen mélyebbre tette a pliocén, illetve a pannóniai rovására. A tarkaagyagos rétegsor a negyedidőszak meghosszabbodása folytán részben átkerült a negyedidőszakba.

Az alföldi medencében két jelentős kiterjedésű terület van, ahol litológiai határt a pliocén és pleisztocén rétegek között nem lehet vonni. Egyik az Ős-Duna-völgy területe, ahol a folyóvízi üledékképződés időben jóval korábban indult meg mint a medence többi részén; a másik a dél-jászsági és körös-medencei terület, ahol a pliocénben kezdődő tarkaagyag képződés hosszan tartott azután is, hogy a medence nagy részén a folyóvízi üledékképződés megindult. Minthogy a kavicsos—homokos üledéksorban is ritka a paleontológiai lelet, a tarkaagyag rétegsorok pedig éppen arról nevezetesek, hogy teljesen sterilek, a fent említett két területen biosztratigráfiai határt sem lehet találni. Megoldást a harmad- és negyedidőszak határának kérdésében és a negyedidőszak beosztásában a paleomágneses vizsgálatok hoztak.

Az INQUA sztratigráfiai bizottsága és a Geológiai Korrelációs Program keretében felállított Neogen/Quarter Bizottság évtizedeken át kereste a harmad- és negyedidőszak elválasztására legalkalmasabbnak kínálkozó földtörténeti eseményt. Minthogy a negyedidőszak legjellemzőbb vonása a hideg klíma és az előrenyomuló nagy jégárak voltak, s minthogy a földtani korokat egymástól leggyakrabban a tengeri faunák változása révén szokták elválasztani, a bizottság kereste az első hidegtűrő csigák és kagylók megjelenésének idejét a Földközi-tenger üledékeiben. Olyan klasszikus lelőhelyek után kutattak, ahol a rétegsorok hiánytalanok és elegendő faunalelet van a rétegekben a biosztratigráfiai változás megállapítására. E kísérletezés 35 évig nem vezetett eredményre. Olyan tengeri faunaegyüttest nem sikerült találni, amely a Föld minden pontjára érvényes és egyidejű változás kimutatására alkalmas lett volna. További nehézséget jelentett, hogy a tengeri faunák összetételében kimutatható változások nem voltak korrelálhatók a kontinenseken végbemenő földtörténeti változásokkal. Olyan földtörténeti eseményeket kellett találni, amelyek a Föld minden pontján azonos időben következtek be és amelyeknek nyomuk van a kőzetekben. Ilyennek bizonyultak a földgolyó mágneses polaritásában a múltban beállott változások, amelyeket a század közepén kidolgozott módszerekkel és műszerekkel kimutatni tudtak, legújabban nemcsak a kemény kőzeteken, hanem laza üledékeken is. Azóta világszerte nagyon sok paleomágneses vizsgálatot végeznek és a kimutatott fordulatok idejét izotóp vizsgálatokkal a földgolyó egészére megállapították (F. A. Mankinen 1979).

A nemzetközi irodalom egy része az Olduvai fordulat idejét fogadja el a negyedidőszak kezdetének. Ez egy kétszázezer évig tartó normális mágnesezettségű időszak a Matuyama fordított mágnesezettségű hosszú korszakán belül. Ez időszámításunk előtt 1,6—1,8 millió évet jelent. A kutatók egy másik tábora a Matuyama—Gauss paleomágneses fordulat idejét fogadja el olyannak, amely a legjelentősebb földtörténeti változásokkal egyidős vagy közel egyidős. E fordulat ideje 2,4 millió év időszámításunk előtt.

Az Alföldön fúrásainkban a legjelentősebb változásokat szedimentációban, klímában, paleontológiai leletekben a Matuyama—Gauss paleomágneses fordulat ideje körül találtuk, ezért az Alföld geológiájában ennek idejét vettük a negyedidőszak kezdetének. Ugyancsak a paleomágneses polaritás változásokat, illetve azok idejét találtuk megfelelőnek a negyedidőszak további tagolására. Így a 2,4 millió és 1,6 millió év közötti időt vettük legalsó-pleisztocénnek, az 1,6 millió év és 700 000 év közötti időt alsó-pleisztocénnek. A 700 000 éven belül nincs megfelelő paleomágneses fordulat a középső- és felső-pleisztocén elválasztására, itt különböző megfontolások alapján a 300 000 évet fogadtuk el határnak.

A negyedidőszak történetét egyrészt a pliocéntől eltérő kéregmozgások, másrészt az erős éghajlatváltozások alakították. Míg a pannóniai kor 8—10 millió éve alatt a medence süllyedése nagy területeken eléggé egyenletes volt, a negyedidőszakot kis kiterjedésű helyi mély süllyedések kialakulása jellemzi. E helyi süllyedések (ún. fiókmedencék) között a felszín sokkal lassabban és kisebb mértékben süllyedt, sőt voltak időszakok, amikor egyes részek emelkedtek. A Kárpát-medencén belül az éghajlatváltozások nem okoztak olyan nagy felszínváltozásokat, mint az eljegesedett területeken. Itt nem

A medence felszínének domborzata a pannóniai kor végén

A pannóniai végén az Alföld tavi—mocsári üledékekkel, a folyók mentén törmelékkúpokkal feltöltődő lapos teknő volt, nem egészen sík terület, de csak kisebb szintkülönbségekkel. A medence szélein szárazföldi lepusztuló területek voltak, amelybe a vízfolyások bevágódtak, vagy teraszokat építettek. Az Ős-Duna völgye Szeged tájáig és innen kissé a Tiszántúlra is átnyúlt, és nagy törmelékkúpot épített a pannóniai legvégén. Viszont az Alföld belsőbb részein, főként DK-en finomabb szemű tavi üledék képződött és ez a pleisztocénben is folytatódott. Legtovább a mai Hármas-Körös torkolata vidékén folyt tavi üledékképződés, mely ma is süllyedő terület (Rónai A. 1981). Erre a térszínre rakódtak a pleisztocén folyami—tavi üledékei. Pontosabb képünk van a pannóniai mai felszínének mélységviszonyairól és domborzatáról, amit már térképeken is vázoltak (Urbancsek J. után Kőrössy L. 1970, Erdélyi M. 1981). De ezek a térképek nem a pannóniai végi domborzatot szemléltetik, mert ezt az azóta lefolyt, mintegy 1000 m-es függőleges mozgások megváltoztatták.

A pannóniai képződmények mai felszíne, mely tehát a negyedidőszaki függőleges mozgások eredményét is tartalmazza, a Duna vonalával nagyjából párhuzamosan, attól K-re és az É-i medenceszegéllyel közel párhuzamosan 100 m-nél kisebb mélységű, innen a Tisza völgyéig lesüllyed 400—500 m-ig (a jászsági süllyedékben kb. 350 m, Mindszentnél 620 m). A Tiszántúl É-i részén a Hortobágy, Hajdúság, Nyírség területe alatt kiemelkedik 50—150 m-ig. Innen DK-felé tovább mélyül, ahol helyenként (makói árok, békési süllyedék) talán eléri a 600—700 métert is.

A pliocén—pleisztocén történeti és képződményhatár

A pliocén—pleisztocén közti történeti határ megvonását sokáig hátráltatta a nemzetközileg elfogadott kronosztratigráfiai elhatárolás megváltoztatása, amit egyre korábbi időre, 0,5 millió évről 1,8; végül többen 2,4 millió évre helyeztek át, a Matuyama—Gauss földmágneses térfordulás idejére.

A történeti határ megállapítására alkalmas őslénytani adatok ritkák (Krolopp E. 1970), az Alföld rendelkezésre álló fúrásanyagában gyakorlatilag alig használhatók. Ezért a legtöbb esetben a litosztratigráfiai elhatárolásra szorulunk.

A litosztratigráfia sok helyen biztos, éles elhatárolást tesz lehetővé. Ilyen a képződményhatár elsősorban ott, ahol a pliocén tavi—szárazföldi finomszemű agyagos üledéket durvaszemű folyami pleisztocén kavics, homok váltja fel. Ilyen terület az Alföld szegélye, a Duna—Tisza közi hátság, a Hajdúság és a Nyírség. De a Szegednek irányuló Ős-Duna mellékén, Csongrád vidékén, a folyami üledékképződés már a pliocénben megindult, ezért a folyami üledék képződményhatár mélyebben van az időhatárnál. Viszont a medence belsőbb részein, a Körösök mentén a pleisztocénben is folytatódott a finomszemű üledék képződése, itt a képződményhatár fiatalabb az időazonos történeti határnál (Urbancsek 1981). A képződményhatár elmosódottsága esetén a kronosztratigráfiai határt jól meg lehet határozni a földmágneses térfordulással (Rónai A.—Szemethy A. 1979), de így meghatározott határ adat még csak kettő ismert (Rónai A. 1980): a dévaványai, 420 m és a vésztői, 480 m mélységben.

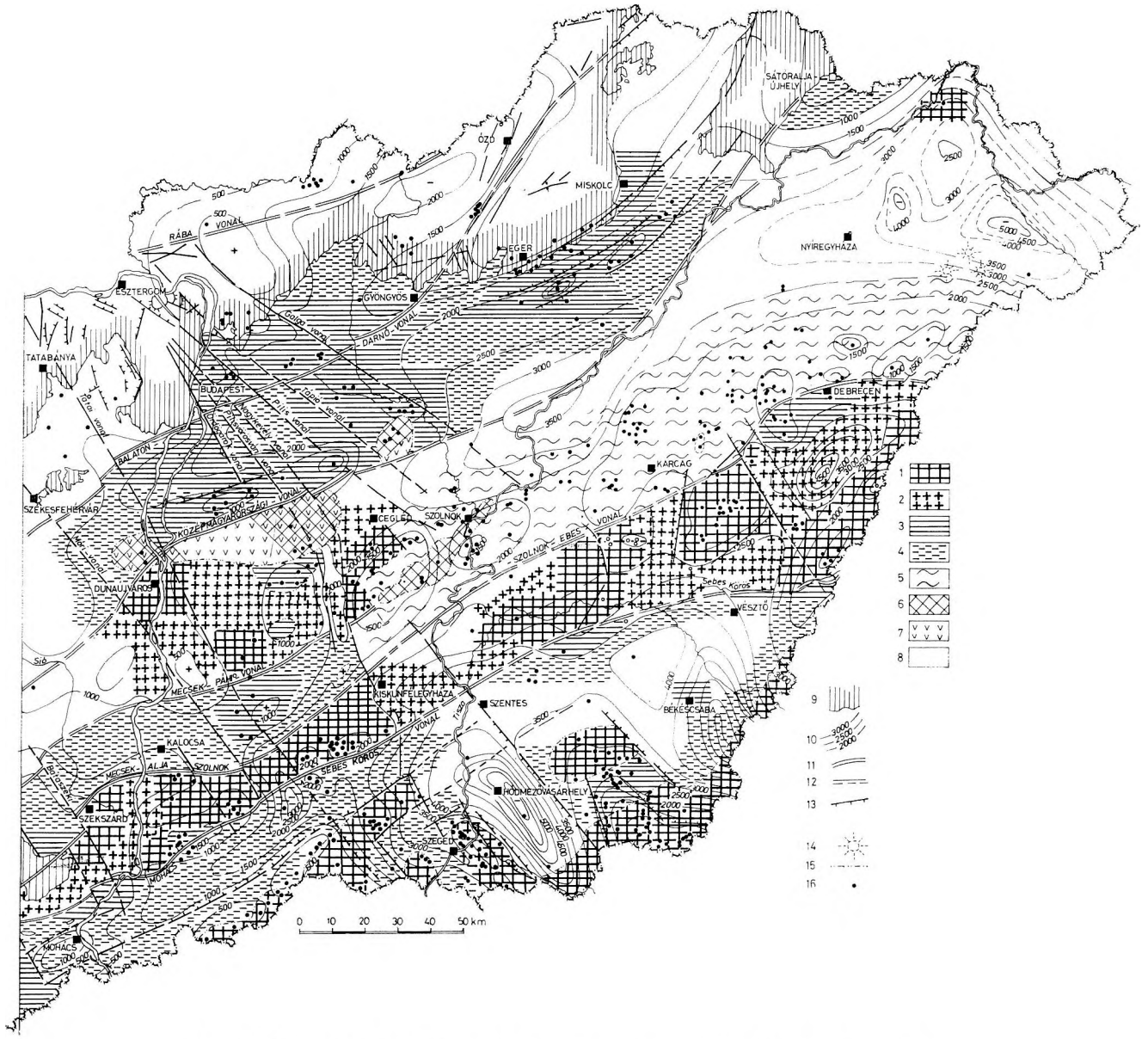
Az alföldi pleisztocén őslénytani taglalását Kretzoi M. és Krolopp E. (1972) munkája tartalmazza. Eszerint az alsó puhatestű összlet megfelel a villányi gerinces faunának, a *Viviparus böckhi* puhatestű szint az óbihari gerinces faunának, de a fölöttük levő új-pleisztocén puhatestűek hosszú fajöltője nem teszi lehetővé a részletesebb rétegtani taglalást (Krolopp E. 1970). Élesebb határokat találunk itt is a kőzettani kifejlődésekben (Rónai A. 1972).

Az Alföld földtörténete a negyedidőszakban

A folyóvízi üledékképződés kezdetei

A Pannóniai-tó levonulása a Kárpát-medencéből egy közel kiegyenlített felszínű nagy síkságot hagyott hátra. A síkságból a Dunántúli-középhegység és az Északi-középhegység 300—400 m magasan emelkedett ki. A Kisalföld, az Alföld és a Dunántúl dombvidéki területét egy nagyjából kiegyenlített felszínű agyagos—homokos pusztaság foglalta el, a peremeken kavics törmelékkúpokkal. E felszín átlagos magassága kb. 120 méter magasan volt a mai tengerszint felett. A tófenék felszíne a határhegységek és a Dunántúli-középhegység felé kissé kiemelkedve felhajlott a hegylábakra, a hegyektől távol közel sík volt.

A negyedidőszakot a magyar földtani irodalom a Pannóniai-tó üledékképződésének befejezésétől számítja. A tó levonulása, a felszín kiszáradása után a peremhegységekről a medence közepe felé tartó folyók kezdték feltöltögetni a peremhegységeknél mélyebben fekvő területet. A pannóniai tavi üledékekre folyóvízi és eolikus üledékek települtek és ez az üledékváltozás a hegy- és dombvidékek legtöbb-



33. ábra. Az Alföld földtani szerkezeti vázlata. Szerkesztette: Kőrössy L. 1982

1. A medencealjzat kristályos kőzet, *2.* a medencealjzat valószínűen kristályos kőzet, *3.* a medencealjzat üledékes kőzet (mezozóos, néhol újpaleozóos), *4.* a medencealjzat valószínűen üledékes kőzet (mezozóos, néhol újpaleozóos), *5.* a medencealjzat flis kifejlődésű, *6.* a medenceüledék alatt miocén intermedier vulkáni alsó-kréta bázisos kőzetek, *7.* a medenceüledék alatt valószínűen miocén, intermedier vulkáni kőzetek, *8.* a medencealjzat ismeretlen, *9.* a medenceszegély harmadidőszakinál idősebb, *10.* a harmadidőszak előtti medencealjzat felszínének szintvonalai a tengerszint alatt, *11.* nagyszerkezeti választóvonalak, övek, *12.* diszlokációs vonalak, övek, *13.* vetőzóna, *14.* vulkáni központok, *15.* képződményhatár, *16.* mélyfúrások

Fig. 33. Geotectonic sketch map of the Great Plain, plotted by L. Kőrössy 1982

1. Crystalline rocks of the basin bottom, *2.* presumed crystalline rocks, *3.* Mesozoic-locally New Paleozoic—sedimentary rocks of the basin bottom, *4.* probably sedimentary rocks Mesozoic and New Paleozoic, *5.* flysch-made basin bottom, *6.* intermediate volcanic and Lower Cretaceous basic rocks below the basin sediments, *7.* probably the same as above, *8.* unknown basin bottom, *9.* basin edge older than Tertiary; volcanic rocks on the surface, *10.* contour lines of the Pre-Tertiary basin bottom below the sea level in m, *11.* main structural dividing lines and zones, *12.* lines and zones of dislocations, *13.* fault zone and direction of the faulting, *14.* volcanic centres, *15.* boundaries of formation, *16.* deep drilling

Figyelemreméltó új eredmény az, hogy a Duna—Tisza köze D-i részén néhány fúrás alsó-pannóniai korú bazaltot talált. Eleinte az alsó-kréta bázisos kőzetek közé soroltuk őket (Kecel 2. sz. f.), de a Kiskunhalas Ny 3. sz. fúrásban alsó-pannóniai rétegekkel váltakozik (Meszéna B. 1978). Ezek szerint a magyarországi pannóniai—pleisztocén bazaltvulkánosság már az alsó-pannóniaiban megindult és úgy tűnik, hogy a medence belsőbb részeitől kifelé terjeszkedett.

A felső-pannóniai üledékképződés finomszemű, középszemű homok, agyagos homok lerakódásával indult, ezt Törteli Homokkő Formációnak hívjuk. Ez a szint a legnagyobb elterjedésű pannóniai üledék az Alföldön, jó hévíz és helyenként kőolaj—földgáz tároló. Ezen vékony homok és világos kékesszürke agyag, agyagmárga rétegek sűrű váltakozásából álló sorozat következik, amit újabban Zagyvai Formációnak neveznek. Valószínűleg megfelel Bartha F. (1971) oszcillációs rétegsorának, mely akkor keletkezett, amikor a pannóniai medence résztavakká taglalódott, melyben a vízzel borítottság a feltöltődés és a medencesüllyedés szerint vándorolt, nagy mocsaras területek visszahagyásával. Erre az üledéksorozatra az általános elmocsarasodásból származó Bükkaljai Lignit Formációnak nevezett lignitcsíkos homok-agyag települ, mely az Alföld nagy területein felismerhető. Végül a pannóniai medence feltöltődésével az Alföldi Formáció következik, kevés édesvízi Mollusca maradvánnyal, amit a helyenként már a felső-pannóniaiban megindult és a pleisztocénban általánossá vált folyami üledékek takarnak.

A pannóniai rétegsor finomabb üledékképződési viszonyait jól megvilágítja az üledék belső szerkezete. A réteglapok felületi jegyei: sekélyvízi turbiditek osztályozódási rétegezése, üledékfolyásra utaló gyüredezettség, víz alatti súvadás, a már egyszer lerakódott üledékek újra felkavarodásával keletkezett kavargó szerkezetek, zsákos, örvényhálós, felhős szerkezetek, vízáramlásra utaló áramlási barázdák, homokfodrok, homokfodor-maradványok, a finomabb szemű medencebelsejei üledékekben terhelési zsebek, lángszerkezetek, megszakadó lencsés rétegek, flázer szerkezetek (Balogh K. 1973, Szónoky M. 1978, Révész I. 1980). Mindezek tanúsítják a vízmozgás méretének, erejének változásait és az üledékkeletkezés részletjelenségeit. Általában a pannóniai üledékkeletkezés elején nagyobb volt a vízmozgás, később és a medence belsejében gyengébb vízáramlás tanújeleit találjuk.

Feltűnő jelenség a pannóniai üledékek nagy dolomittartalma (Bárdossy et al. 1970), törmelékes dolomitnak nevezhető kőzet is előfordul a pannóniai üledékben. Valószínű, hogy az erősen redukáló környezeti viszonyok segítették a dolomitképződést.

Üledékes kőzettani vizsgálatokkal Bérczi I. és Viczián I. (1973) megállapították, hogy nagy a szerepük az áramlásos üledékfácieseknek. A fő agyagásvány az illit, montmorillonit, klorit és kaolinit, a 2500—3000 m mélységben kaolinit—illit átalakulás ment végbe. Az alsó-pannóniai rétegsor alján sok a turbidit, feljebb a lamináris vízáramlások üledékei gyakoriak. A felső-pannóniai üledék nagy része sekélytavi, partközeli, más része folyami eredetű (Bérczi I. 1969). A delta kifejlődés idővel gyakoribbá vált.

A pannóniai üledékképződés folyamán a pannóniai tó vize kiédesedett, a kb. 2—1,65‰-es sótartalom 0,5‰-re csökkent. Korim K. (1966) és Kleb B. (1971) vizsgálata szerint a sótartalom az alsó-pannóniaiban még főleg NaCl, ami a felső-pannóniai aljáig $NaHCO_3$-ra változik, majd $CaMg(HCO_3)_2$ jellegűvé alakult át, tehát nemcsak a sótartalom csökkenése, hanem Ca—Na hidrokarbonátosodás is végbement.

Az üledékképződési viszonyoknak megfelelően változott a pannóniai fauna, a víz kiédesedéséhez alkalmazkodva egyes fajok kihaltak, mások megjelentek.

A pannóniai képződmények taglalása

A pannóniai képződményeknek a globálisnak tekintett kronosztratigráfiai egységek közé való besorolásával, a jelenlegi korszerű módszereknek: a Blow-féle plankton Foraminifera zónáknak, a Martini-féle mészvázú nannoplankton zónáknak és a földmágneses térátfordulásoknak figyelembevételével, a pannóniai kor magába foglalja a kb. 11 millió évtől a 2,4 millió évig terjedő időszakot. Magába foglalja a tortonai, messinai és a teljes pliocén (Zanclean, Piacenzien, Astien) globális kronosztratigráfiai egységeket, vagyis az NN 10—NN 13 mészvázú plankton zónákat és az N 16—N 19 plankton Foraminifera zónákat, a Matuyama—Gauss földmágneses átfordulásnál idősebb rétegeket (Rónai A.—Szemethy A. 1979, Rónai A. 1980, Jámbor Á. 1980). A jelzett időn belül az alsó-pannóniai a 11—5,5 millió év közti, a felső-pannóniai az 5,5—2,4 millió év közti idő üledékeit jelenti. Ezekkel az adatokkal sikeresebben lehet a Keleti-Paratethysszel való párhuzamosítást is elvégezni (V. N. Szemenyenko—M. A. Pevzner 1979). A pannóniai képződmények finomabb korszerű taglalását Strausz L. (1941), Bartha F. (1971, 1975, 1978), Jámbor Á.—Korpásné Hódi M. (1971), Jámbor Á. (1980), Kretzoi M.—Krolopp E. (1972) és Széles M. (1971) munkái tartalmazzák az őslénytani, litosztratigráfiai kutatási eredmények és az időazonosság figyelembevételével.

A pannóniai kor földtörténete és kifejlődése

A Nyugati- és Keleti-Paratethys üledékeinek párhuzamosítása sokáig nem volt lehetséges vagy erőszakolt volt: a Keleti-Paratethys neveinek (Meotien, Pontusi, Daciai, Rumanian stb.) a Pannóniai-medencében való erőszakolása arra vezetett, hogy nem azonos kifejlődésű és korú üledékekre alkalmazták ugyanazt a nevet. A Pannóniai-medence elkülönült szerkezet egységen fejlődött képződményei sem kifejlődésben, sem időben nem azonosak a más fejlődéstörténetű területekével, ezért a pannóniai elnevezés ma is indokolt, úgy, ahogy a Bécsi- és a Magyar medencében eredetileg is használták.

Az alföldi vékony és regressziós kifejlődésű szarmata üledékképződés után a terület legnagyobb része szárazulattá vált, amelyről az amúgy is vékony szarmata üledék egy része lepusztult. A régebbi miocén árkok területén lehetett folyamatos szarmata—pannóniai üledékképződés, ami azonban fauna híján, faunával nem bizonyítható. Az Alföldön a pannóniai sok helyen diszkordánsan, alapkonglomerátummal települ az idősebb aljzatra.

A pannóniai képződmények földtörténetét a Kárpát-medence nagyméretű süllyedése, feltöltődése, vizének kiédesedése jellemzi. A medencesüllyedés az alsó-pannóniaiban lassan indult meg durvább üledékkel, majd meggyorsult, a mélyebb süllyedékekben finomszemű üledékek képződtek. Ezután emelkedés, durvább üledék keletkezése, majd időszakos süllyedés—emelkedés, lassabb és gyorsabb üledékképződés következett. A vízmélység csökkenésével zárult az alsó-pannóniai üledékképződés. A felső-pannóniaiban folytatódott a beltenger szétterülése, de egyúttal elsekélyesedése, kiédesedése is előrehaladt. A beömlő folyók nagy deltákat építettek, a deltafrontok mind előbbre haladtak, amelyek között mind szűkebb térre szorult a nyílttavi üledékképződés, bonyolult tórendszer alakult ki nagy mocsaras területekkel, szigetekkel.

Az egész Kárpát-medence legmélyebb pannóniai süllyedése a makói miocén—pliocén árok területén folyt, ahol 5000 m-nél mélyebb a medence. Hasonlóan mély a békési süllyedék, amelyből ÉK-felé a kónyár—derecskei mély terület ágazik ki. Nagyobb mélységű a Jászság és a Tisza völgy, míg a Duna—Tisza köze általában csak 200—1000 m-t süllyedt, csak a déli részén Mélykút—Kiskunhalas vidékén találunk 1500 m mélységeket. A Duna—Tisza köze magasabban maradt területétől Kecskemét—Rákóczifalva irányába, Hajdúszoboszlón át 1000—1500 m-ig (viszonylag) kiemelkedő gerinc húzódik a Nyírség felé, amely mindössze 500—1000 m mély. A Pannóniai-medence üledékkel való feltöltődése kristályos pala területek lepusztult anyagából történt. Az alsó-pannóniai elején, az addig kiemelkedő területeken alapkonglomerátum képződött, amely nem egyidejű képződmény, mindenütt akkor keletkezett, amikor a pannóniai transzgresszió odaért. Ezt újabban Békési Konglomerátum Formációnak, máshol Dorozsmai Márga Formációnak nevezik. Ezen mészmárga (Tótkomlósi Mészmárga Formáció) következik, mely szürke, barnásszürke, kemény kagylós törésű, gyakran pirites képződmény, mésztartalma a 80—90%-ot is elérheti. Mindenütt ott képződött, ahová már kevés törmelékes üledék került, viszonylag megnövekedett a vegyi anyag mennyisége. Ahová ismét több törmelék jutott, ott sötétszürke márgába ment át, amit 1937-től lenti márgának neveztek el, és Barnabás K.—Strausz L. (1947) munkája vezetett be irodalmunkba. Újabban az Alföldön Nagykörűi Agyagmárga Formációnak nevezték el.

Az alapkonglomerátum és mészmárga nem általános elterjedésű, ezek akkor keletkeztek, amikor a süllyedő alsó-pannóniai medence még elkülönülő részeit lapos hegygerincek, szigetek választották el. A süllyedés előhaladásával ezek a kiemelkedések, a durvább üledék származás helyei eltűntek és nagy területen azonos kifejlődésben finomszemű üledék, agyagmárga keletkezett. Ekkor lehetett az Alföld medencéje a legmélyebb vizű is: a medence belsejének finomszemű lassú üledékképződése nem egyenlítette ki a süllyedést, a medence mélyült és tágult. A medencét szegélyező hegyek még alacsonyak lehettek, a belső kiemelkedések pedig már eltűntek. Az Alföld legmélyebb süllyedékeiben, ahol feltételezhető a miocén—pliocén folyamatos üledékképződés is, az átlagosnál gyorsabb alsó-pannóniai üledékképződés folyt és a sötétszürke agyagmárga, világosabb mészmárga közé sok finomabb-durvább homokréteg is lerakódott. Ezt a kifejlődést újabban az Alföldön Vásárhelyi Formációnak nevezték el.

Mindezen általánosabb elterjedésű, lent élesen határolt finom—középszemű homokos szint következik, amelyben alárendelt a vékony márgacsíkok szerepe. Első nevét a dunántúli edericsi földgáz előfordulásról kapta, de nevezik Tófeji Homokkő Formációnak is. Az Alföldön újabban Szolnoki Homokkő Formációnak hívják. Képződését a medence emelkedésével hozzák kapcsolatba, mindenesetre a környezet relief energiája megnövekedett.

Az alsó-pannóniai legfelső része homokkőpadok és szürke agyagmárga rétegek váltakozásából álló sorozat, amit újabban az Alföldön Algyői Formációnak neveznek. Ez a legelterjedtebb alsó-pannóniai kőzetrétegtani egység, mely a Nyírség nagy részére is kiterjedt. A felső része deltaüledék jellegű, gyakori ferderétegzéssel, amit régebben diszkordanciának véltünk. Az alsó-pannóniaiban a megelőző miocén árkok helyett nagy területekre kiterjedően folyt az üledékképződés, a hajdani árkok kiszélesedtek, de általában az átlagosnál vastagabb üledékképződés helyei maradtak.

A miocén története

A kréta végén és a harmadidőszak legelején kiemelkedő alföldi szárazulat eredetileg egymástól távol, önállóan fejlődött egységekből forrott egybe diszlokációs övek mentén. Ennek a szárazulatnak egyes részei már a felső-krétában süllyedni kezdtek (Gosau tenger) más részei csak a paleocén, alsó-eocén szárazulat után, az alsó-eocén végén. A paleogén medence egy részét az Alföld aljzatának ÉNy-i részén feltárták a fúrások. Ezeket az első süllyedő területeket a széles flis-tenger választotta el az Alföld aljzatának kiemelkedő déli—keleti fő tömegétől, északon és keleten (az Erdélyi-középhegység felé). Miután a paleogén végén a flis-tenger is bezárult, az alsó-miocén idejére csaknem az egész Alföld területe kiemelkedő szárazulattá vált. A legidősebb miocén üledékképződés csak az Alföldnek a középmagyarországi vonallal elválasztott ÉNy-i kis részét érintette.

A nagy fordulat, az eddig kiemelkedő medencealjzatnak az Alföld egész területére kiterjedő süllyedése, a miocén kárpáti emeletében indult meg az óstájer mozgásokkal. A kárpáti emeletben először szárazföldi, később tengerivé váló konglomerátumok, homokos üledékek, tarka anyagok képződtek, a bádeni emeletben helyenként vastag tengeri agyag, agyagmárga, finom homok, a partoknál homok, lithothamniumos mészkő rakódott le. A régebbi szerkezetegységeket elválasztó diszlokációs vonalak által többnyire lényegesen nem befolyásolt, főleg rájuk haránt irányban keletkezett tágulásos törésvonalak mentén magas és mély rögvonulatok jöttek létre. A mély rögvonulatokban, besüllyedő árkokban keletkeztek az első vastag miocén lerakódások. Ősmaradványban szegényes voltuk mellett is kárpáti és bádeni üledéket lehet felismerni, először durva szárazföldi, majd finomabb szemű tengeri törmelékes rétegeket. Ilyen mély miocén árkok az Alföldön: a NyDNy—KÉK irányú mélykút—kiskunhalasi miocén árok, a bácskai és a mórágy—szanki kristályos magas rögvonulat közt. Erre harántirányú a dorozsmai és ennek folytatásában a kadai miocén árok, a bácskai és az algyői magas rögvonulatok között. Az előbbivel közel párhuzamos a makói nagy mélységű miocén árok az algyői és a pusztaföldvár—tótkomlósi magas rögvonulatok között. És ezzel szintén nagyjából párhuzamos a békési miocén süllyedék, amelynek ÉK-i folytatása a kónyár—derecskei miocén árok, egyfelől a biharnagybajomi és hajdúszoboszlói, másfelől az Álmosd—Kismarja—Kőrösszegapáti magas rögök között.

Ezek mellett az üledékkel kitöltött mély árkok mellett az Alföld É-i részén több km vastag vulkáni kőzetekkel kitöltött miocén árkokat találunk. A Dunántúlról az örkényi miocén vulkáni árokkal lép az Alföld területére, innen terjed a Nyírségre. Az Alföldet szegélyező miocén vulkáni hegységek (Mátra, Eperjes—Tokaji-hegység) ennek a nagy vulkanotektonikus árokrendszernek olyan medenceszegélyi elágazásai, amelyek a pliocén medencesüllyedésben már nem vettek részt, és a pliocén üledék nem takarja el őket.

Részben már a paleogéntől, de határozottabban csak a neogéntől kezdve, mint láttuk, a Magyar medence és környezete ellentétes szerepet töltött be a Külső Kárpátokhoz viszonyítva. A Külső Kárpátok eredetileg széles flis tengerei csak a neogénben zárultak, a kelet-európai táblához való közeledéssel. Nálunk a legkésőbb záródó alföldi flis övben is befejeződött ez a folyamat már az oligocén végén. A lemezdarabok záródása mintegy bentről kifelé terjedt (mint amikor a jégtáblák újabb darabjai csatlakoznak egy tömörüléshez). A Magyar medencében a neogénben már dilatációs törésrendszer mentén a medencesüllyedés folyt, amikor a Külső Kárpátokban még a flis takarók képződésének kontrakciós folyamatai mentek végbe. Úgy tűnik, mintha a Magyar medence olyan központ lenne, amelyben korábban elkezdődött és befejezett folyamatokhoz később csatlakoztak a környező vidékek, de a belső területekénél több helyen nagyobb intenzitással.

Ennek a fejlődésmenetnek az ok—okozati összefüggéseit keresve kutatóink a köpenyboltozat felismerésére jutottak (Szádeczky-Kardoss E. 1966, Stegena L. 1967). A mélyszerkezetben a köpenyboltozat jelenléte az a különbség, ami a vékony kérgű Alföld és a vastag kérgű környező területek közt fennáll. A köpenyboltozat kialakulásának folyamata lehet az oka az Alföld neogén fejlődésének: a sűrűbb köpenyanyag izosztatikus süllyedése okozhatta a neogén medencesüllyedést (Stegena L. 1972) a terület nyomásmentessé válásával egyidejűen.

A miocén medencesüllyedés az árkokban vastag kárpáti—bádeni üledékképződést okozott, az árkok környezetében vékony partközeli sekélyvízi rétegek keletkeztek, és nagyobb területek szárazulatok maradtak. Az Alföldön valószínűleg nagyobb, miocén üledék nélküli szárazulat volt Dunaújváros, Bugyi, Orgovány vidékén, kisebb szárazulatok: Rém, Jánoshalma, Kecel, Solt, Szank, Felgyő vonalában, ismét nagyobb: Madaras—Tompa között a bácskai kristályos hátságon. A Tiszántúlon nagyobb miocén szárazulat lehetett a nyírségi vulkáni vidéken, kisebbek Kunmadaras, Hajdúszoboszló, Józsa területén és a mély kónyár—derecskei árok K-i oldalán az Álmosd, Kismarja, Kőrösszegapáti magas rögvonulatokon. Ismét nagyobb szárazulat volt Tótkomlós és Békés területén. A regressziós kifejlődésű alsó- és középső-szarmata emelet idején ezek a szárazulatok az Alföldön megnövekedtek, nagyobb területeken csak vékony üledék keletkezett, amelynek egy része a pliocén üledékképződés előtt lepusztult. Az Alföld szélein és az azt körülvevő területeken viszont vastag szarmata üledékképződésre vonatkozó adataink vannak, átmenetként a Kárpátok előtere felé (Kőrössy L. 1980).

agyag, Füzesgyarmaton titon calpionellás maradványok vannak. Több helyen ismerünk a felső-kréta—paleogén flisben, miocén és alsó-pannóniai konglomerátumokban előforduló jura törmeléket.

A kréta üledékeit a középhegységi és igal—bükki egység alföldi aljzatában kevés helyről ismerjük: Bugyi, Cinkota, Mátyásföld területéről. Ezekben a fúrásokban vörösbarna, szürkészöld, csuszamlásokkal átjárt agyagmárga és breccsa fordul elő, a breccsában dolomit, mészkő, tűzkőtörmelék van, karbonátos kötőanyagban. Gyakoriak a szivacstűk és Radiolariák. Tóalmáson ismerünk még alsókrétába sorolt bázisos vulkanitokat. A mecseki és villányi egység alföldi medencealjzati övében a kréta üledék gyakori. Az alsó-krétában ritkán homokkő, gyakrabban sötétszürke márga, mészmárga, agyagos mészkő és breccsa fordul elő, a fúrások feltárták Törtel, Nagykőrös, Kerekegyháza, Soltvadkert, Harka, Pusztamérges, Kunmadaras, Tatárülés, Nagyiván, Pusztaszőlős és Hajdúszoboszló területén. Pusztaszőlősön vastag agyagos—homokos ősmaradvány nélküli üledék van, amit alsó-krétába sorolunk, de csak a felette levő alsó-pannóniai alapkonglomerátumban fordul elő gazdag alsó-kréta faunás törmelék. Ebesen világosszürke crinoideás mészkőtörmelék és bázisos vulkáni törmelék fordul elő, bizonytalan kréta őslényekkel. Hajdúszoboszlóról crinoideás mészkő törmeléket ismerünk.

Az alsó-krétával kapcsolatban kell összefoglalnunk az Alföld mezozóos magmás képződményeiről való ismereteket is. Ez a magmás működés már a jurában elkezdődött (Hajdúszoboszló), az alsókrétában érte el tetőfokát és ezzel be is fejeződött. Nyomait végig lehet követni az Alföld aljzatában a Mecsek hegységtől a Nyírségig. A kréta magmás működés az ausztriai orogén fázisnál idősebb mozgáshoz kapcsolódik. Hasonló bázisos magmás működés folyt ebben az időben az Erdélyi-középhegységben, a Keleti- és Déli-Kárpátokban, a Kis-Fátra hegységben. Ezeket a bázisos magmatitokat többen az óceáni kéreg maradványának tekintik, melyek a lemezdarabok érintkezésének sebhelyeit jelölik.

Bizonyos, hogy az ausztriai orogén mozgások idején érték az Alföld medencealjzatát és környékét a legerősebb változások: azelőtt egymástól távol levő lemezdarabok összetorlódása, tengerek záródása, takarók képződése a környező területeken és feltehetően a medencealjzatban követhető diszlokációs övek, sebhelyek mentén is. Óriási lépés volt ez a fejlődésben és a mostani helyzet kialakulásában.

Az Alföld medencealjzatában epikontinentális felső-kréta üledék lepusztulási maradékai vannak: Izsák, Szank, Csikéria, Pusztamérges, Madaras, Kaskantyú stb. vidékén. Ezek általában konglomerátummal kezdődően a nagy ausztriai orogén mozgások átrendeződése után diszkordánsan fedik az idősebb képződményeket. A konlomerátum felett márgák, mészmárgák következnek, gazdag Globotruncana-s faunával.

A Szolnok—Ebes vonalat követi az alföldi flis vonulat, mely az ausztriai orogén mozgás után képződött a felső-kréta—paleogén folyamán (Kőrössy L. 1956, 1959). A több km vastag összletben típusos és nem típusos flis váltakozik, ezért a heterogén flisbe sorolható. Nálunk a felső-krétában és az eocénben képződtek típusos flis üledékek, míg Erdélyben főként az oligocénben. Kőzettani összetétele meglehetősen egyhangú: durva és finomszemű homok, agyagmárga, márga váltakozása. Elterjedése Szolnok—Törtel vidékétől KÉK-re az országhatárig és azontúl Máramarosig követhető 30—40 km széles sávban, Törtel, Abony, Szolnok, Rákóczifalva, Szandaszőlős, Kengyel, Tiszapüspöki, Tatárülés, Nádudvar, Túrkeve, Püspökladány, Hajdúszoboszló, Nyírlugos stb. vidékén. Nagy szerkezeti jelentőségű aktív zónát képvisel.

Események a paleogénben

A flis tengertől eltekintve a felső-kréta végén és a paleogénben az Alföld területe kiemelkedett és nagymértékben lepusztult. Valószínű, hogy a lepusztuló törmeléke nemcsak az alföldi flishez szolgáltatott anyagot, hanem a hozzájárult a külső Kárpátok 8—10 km vastagságot elérő flisképződményeinek keletkezéséhez is. A kiemelkedést a felső-eocén—oligocén andezitvulkánosság kísérte, melynek szórt anyagát néhol az Alföld aljzatában is (Bugyi) megtaláljuk.

A nagyszabású mezoalpi szerkezeti mozgásokkal a felső-kréta—paleogén folyamán, a szerkezeti választóvonalak mentén egymáshoz sajtolódó, összeforró magyar medencealjzat tekinthető annak a szerkezetegységnek, amit régebben köztes tömegnek, Tissiának (Prinz Gy. 1926) neveztek el. Csakhogy az Alföld aljzata a mai ismeretek szerint nem egyetlen ősi kristályos tömeg, amint régebben feltételezték, valószínűleg nem is egy hajdan egységes kristályos tömegnek egymás melletti kisebb feldarabolódott része, hanem a mezozoikum végéig, részben a paleogénig (flis öv) egymástól távol fejlődő különböző lemeztöredékeknek szerkezeti vonalak, sebhelyek mentén, a közép-alpi mozgások idején összeforrott mozaikja, amelyről a paleocén hiányzik. Ahogyan már Telegdi Roth K. (1929) is állította, a Tissia nem hercini és régebbi, hanem alpi, kréta végi szárazulat.

Ezzel megkezdődött az alapvető különbség a Magyar medence és környezete, valamint a külső kárpáti ív fejlődése között: amíg itt dilatáció és szétdarabolódás indult vulkanizmussal, addig ott kontrakció, takarós szerkezetek keletkeztek.

az afrikai litoszféra-lemez északi szélén képződött, meleg sekély tengerben. Kifejlődésére jellemző a tengeri mezozoikum, vékonyabb alsó- és középső-triász, vastag felső-triász, foltonként előforduló karbonátos jura, és változatos epikontinentális kréta üledék. Ezek közül főleg a felső-triászt találták meg az Alföld ÉNy-i részén mélyült fúrások. Ennek a kifejlődésnek déli határát az Északi- és Déli-Alpokat elválasztó Periadriai Lineamens folytatásában levő Balaton—Darnó vonalban látjuk. A Balaton—Darnó vonaltól D-re a dél-alpi dinári kifejlődésű Igal—Bükk egység egy részlete következik a medencealjzatban, mely szintén déli melegtengerek üledékét tartalmazza és a középső-triász magmatitjai is dél-alpi jellegűek. Jellemző képződményei közül az Alföld aljzatában a fúrások megtalálták a tengeri felső-permet: homokos márgát, agyagos breccsás dolomitot, dolomitos mészkövet (Bugyi, Sári). Felette a kampili lilás színű homokkő, agyagpala, barnásszürke mészkő valószínű miocén vulkanitokkal (Tápiószentmárton) található. A kampili lilásvörös homokkő, agyagpala fölött vörös agyagpala, mészkőrétegek vannak kampili őslényekkel (Mezőkeresztes). Ezen anisusi szürke dolomitot, mészkövet (Mezőkeresztes, Kömlő, Tápiószentmárton, Sajóhídvég), ladini—karni algás mészköveket találtak sekély melegtengeri őslényekkel (Mezőkeresztes, Kömlő).

A déli kifejlődésű mezozóos egységek ÉK felé mélyen előrenyúlnak és megközelítik a Kárpátokat. Az igal—bükki egységet délen a közép-magyarországi szerkezeti választóvonal határolja el a Mecsek—Észak-Alföld egység és a villányi—dél-alföldi egység mezozoikumától, amely északi jellemvonásokat hordoz. Föltételezik, hogy ez a mezozoikum a Tethys északi részén, az eurázsiai litoszféralemez déli selfjén fejlődött ki és horizontális lemezmozgással került a mai helyére.

A triász a közép-magyarországi diszlokációs vonaltól délre általában a kristályos alaphegység erősen lepusztult felszínére transzgredálva telepszik. Az alsó-triász szeizi emelet, vörös konglomerátum, homokkő és agyagpala; a Jakabhegyi Homokkővel azonosítják. A kampili emelet üledéke zöldesszürke lemezes márga, dolomitmárga (Nagykőrös, Ásotthalom, Öttömös, Makó, Sándorfalva, Szeged, Csanádapáca stb.) és sötétszürke anhidrites márga (Nagykőrös—Kálmán-hegy). Az alsó-triász az anisusi emeletbe folyamatos üledékképződéssel megy át (Ásotthalom, Szeged), barnásszürke dolomit, breccsás dolomit, dolomitos mészkő és dolomitmárga sekélytengeri üledékek képviselik (Ásotthalom, Jánoshalma, Kiskőrös, Rém, Süköd, Tompa, Szeged, Tótkomlós, Csanádapáca, Csanádalberti, Kaszaper, Pusztaföldvár stb. területén).

A ladini emelet üledékeiben őslényeket tartalmazó törmelékes kőzetek jelennek meg, palás agyag, márga, mészmárga (Tótkomlós környéke), feljebb a lábai orogén fázis hatására regresszív jellegű agyagos homokkő (Kiskőrös). A déli területeken (Ásotthalom, Szeged, Öttömös) — a villányi kifejlődéshez hasonlóan — a ladini képződmények hiányoznak.

A regressziós ladini üledékekre a lábai orogén mozgások után transzgredált a felső-triász. A mecseki homokos—agyagos felső-triász kifejlődés folytatódik K felé Kiskőrös, Páhi, Orgovány, Kerekegyháza, Nagykőrös vidékéig, ősmaradványokkal. Az Alföld DK-i részén (Tótkomlós, Pusztaföldvár, Pusztaszőlős, Kaszaper) világosszürke, őslény nélküli dolomitot sorolunk a felső-triászba, ami már az erdélyi-középhegységi kifejlődés lehet, mivel pedig a bihari autochtonban csak az alsó-triászban van dolomit, ezért a Kodru takarórendszer felső-triász (Kordevoli) dolomitjával lehetne párhuzamosítani.

A jurát az alföldi medencealjzat ÉNy-i középhegységi és igal—bükki egységében alig ismerjük: csak a pándi bizonytalan előforduláson és a dernői felszíni folton. A mecseki—villányi üledékes egység területén a jura nagyobb szerepű. A mecseki egység ÉK-i folytatásában megtaláljuk a törmelékes (Gresteni) kifejlődésű liászt Kiskőrösön, ahol hettangi—szinémuri kőszénnyomos homokkő, homokos agyagmárga, palás agyag, márga és mészkő van. Szankon toarci fekete palás homokos szén nyomos márga fordul elő. Transzgressziós jellegű konglomerátummal kezdődő homokköves jura van Madaras, Öttömös, Jakabszállás, Bugac, Eresztő, Kunszállás, Orgovány, Páhi, Tabdi, Szank, Cegléd, Hajdúszoboszló, Ebes, valamint Endrőd és Pusztaföldvár területén is. A törmelékes üledéken márga, mészmárga, mészkő következik (Hajdúszoboszló, Ebes) tengerparti lagúnás kifejlődésben. Kevés bázisos tengeri piroklasztikumot a Hajdúszoboszló II. sz. fúrás anyagából Szepesházy K. (1973) írt le.

Középső-jura márga, vörösbarna és zöldesszürke mészmárga és radiolarit előfordul Hajdúszoboszlón, Tiszagyendán, Bugacon, Kaskantyún, Kunszálláson és Orgoványon, továbbá Rém, Kiskőrös vidékén át a Mecsek felé.

A felső-jurából az oxfordi emeletbe sorolják az Ebesen talált kovás mészkövet, a kimmeridgei emeletbe az Orgovány, Soltvadkert, Hajdúszoboszló területén talált márgát, vörös mészkövet, végül a titon emeletbe tartozó calpionellás márga, mészkő fordul elő Orgovány, Tiszagyenda, Hajdúszoboszló, Ebes, Endrős, Pusztaszőlős, Tótkomlós vidékén. Felső-jurát ismerünk még kiskunhalasi és jánoshalmi fúrásokból is. A jura az Alföldön általában vékony (kb. 20 m), több száz métert csak Pusztaszőlősről ismerünk. Az Alföldön a Jura tenger eredetileg nagyobb elterjedését bizonyítják a tiszántúli kristályos vonulaton előforduló törésvonalak mentén, esetleg pikkelyes szerkezetekben megőrződött lepusztulási maradványok. Az Endrőd 7. sz. fúrásban alsó-jura breccsás homokkő, szenes

szerkezetirányok. Ezek a medencealjzatot ért fiatal törések a régi K—Ny irányú nagyszerkezeti egységeket feldarabolták, miocén—pliocén üledékkel telt árkok, medencék keletkeztek bennük, mint Kiskunhalas, Dorozsma, Makó, Békés mély területe és köztük sasbéreszerű kiemelkedések jöttek létre, mint Pusztamérges, Üllés, Forráskút, Ferencszállás—Algyő, majd Pusztaföldvár—Battonya.

Végül a magyar Alföld déli részére átnyúlnak egy kristályos kőzetekből álló vonulat részei: a délmagyarországi kristályos vonulat, amit nagyszerkezeti választóvonallal nem tudunk elválasztani a villány—dél-alföldi egységtől. A különböző szerkezetegységek között regionálisan követhető diszlokációs választóvonalak vannak (Kőrössy L. 1963).

Az Alföld aljzatában az É—D-i Tompa—Kecskemét vonal, vagy a tiszai süllyedék is olyan választóvonalnak tűnik, amelytől K-re az erdélyi kapcsolatok kifejezőbbek. Elsősorban a flis vonulat jelent a keleti területekkel kapcsolatot, a többi hasonlóság (Kodru-takaróval stb.) még bizonytalan. Az Erdélyi-középhegységet és a közép-alföldi kristályos vonulatot elválasztó keskeny flis öv szerepe is tisztázást igényel. Az erdélyi jellemvonások nem határolódnak el élesen, elkülönítésük erőltetett lenne.

Bár a neogén üledék alatti medencealjzat szerkezetének ismeretében sok részlet ismeretlen, annyi világosan felismerhető, hogy az ó-alpi fejlődési szakasz végéig az egymástól távol, különböző éghajlati és fejlődéstörténeti viszonyok között kialakuló szerkezetegységek, litoszféra lemeztöredékek a felső-kréta—paleogén folyamán lejátszódott közép-alpi mozgásokkal egymás szomszédságába kerültek és szorosan egybeforrtak. E nagyszabású mozgásokkal az Alföld medencealjzata (talán a flis tengerág kivételével) és egyúttal az ország többi területe is szárazulattá vált a felső-kréta végén és a paleogén elején. Az alföldi flis akkor valószínűleg még tágabb területén záródtak össze a legkésőbb a kéreglemezek, az üledék jellegéből ott a közép-alpi szerkezeti fejlődés folyamán még mélytengerre is következtetnek (Balla Z. 1981). Az új-alpi és posztalpi mozgások már szilárdan összeforrt alföldi medencealjzatot értek és a fiatal haránttörések nagyrészt egységessé vált régi szerkezeteket keresztezik.

A terület földtani képe a paleozoikum végén

Ha elfogadjuk a lemeztektonika nagy vízszintes mozgásainak feltételezését, akkor a paleozoikum végének ősföldrajzi térképén a mai Magyarország területét valószínűleg csak a fokhálózat segítségével találnánk meg. A hazánkat most felépítő földtani képződmények a paleozoikum végén még egymástól távoli területeken lehettek szétszóródva.

A legrégebbi ismert képződményeink fejlődéstörténetét legújabban Jantsky B. (1979) foglalta össze, eszerint a legrégebben ismert kőzeteink az alsó-proterozóos agyagos—homokos üledékekből és bázisos magmás kőzetekből alakultak át, a prebajkáli hegységképződés folyamán amfibolit fáciesű paragneiszekké és más kristályos palákká. Ezek később ultrametamorfózist szenvedtek, migmatitok, profiroblasztos és homogenizált gránitok keletkeztek belőlük. Ennek az összletnek lepusztult felszínére a felső-proterozoikum elején bázisos magmatitok és agyagos—karbonátos üledékek kerültek, amelyek a bajkáli orgenezis folyamán zöldpala fáciesű fillitté, amfibolittá, kloritpalává, kristályos mészkővé váltak és kaotikusan meggyűrődtek. Ezek a legrégebbi képződményeink azonosíthatók a Tátra—Veporidák Jaraba és Kokova sorozatával, s az Erdélyi-középhegység bihari autochtonjának Szamos és Arad, a Déli-Kárpátok Lotru—Sebes, valamint a Keleti-Kárpátok Hagymás sorozatával.

Bizonyára így keletkeztek az Alföld medencealjzatának legidősebb kristályos kőzetei is. Felszínük a földtörténet folyamán valószínűleg több ízben is magasra kiemelkedett és mélyen lepusztult. Ha talán el is öntötte a kristályos palákat az ópaleozoikum valamely tengere, ennek üledékei lepusztultak, vagy olyan kevés maradt belőlük, hogy a fúrások eddig nem találták meg. Mivel az Alföldünk környezetében ismerünk ópaleozóos faunás üledékeket, illetve anchimetamorfitokat, föltételezhető, hogy a mai medencealjzat az ópaleozoikumban ezek közül kiemelkedő hegység volt, vagy kiemelkedettsége folytán utólag erősebben lepusztult a környezeténél.

Az ősi kristályos aljzatra települt legrégibb ismert képződmény az Alföldön e kristályos kőzetek szárazföldi lepusztulásával keletkezett breccsa-konglomerátum gyengén metamorfizált maradványa, melynek képződését az alsó- (Szepesházy 1973) vagy felső- (T. Kovács—Kurucz 1978) karbon idejére teszik. Ismerjük Törtel, Soltvadkert, Szeged környékéről, Endrőd, Pusztaföldvár, Füzesgyarmat, Kőrösszegapáti vidékéről. Valószínűleg párhuzamosítható az erdélyi pajzs (Pajuséni) sorozat egy részével és esetleg a Nyugati-Kárpátok hercin Rakovec-sorozat részeivel, de az alföldi gyér maradványokban nem ismerjük ezek ópaleozóos (szilur, devon) részeit.

A mezozoikum története

Az Alföld aljzatában több, eredetileg egymástól távol képződött mezozóos egységet ismerünk. Északnyugaton (Budapest környéke, Gödöllő—Tura) a kelet-alpi magyar középhegységi egység egy része van meg a medence aljzatában, amiről föltételezik, hogy eredetileg a Tethys óceán déli selfjén,

lyos övet az első belemélyült fúrásról kaposfői kristályos vonulatnak nevezzük. Ezt néhol paleozóos—mezozóos, de legnagyobb részben csak neogén üledék fedi. Proterozóos kristályos palák és granitoidok tartoznak ide. Az Alföld szélén a dunaújvárosi fúrás csillámpala, gneisz—gránit előfordulásától Soltszentimre felé terjed, ahol kvarcit, csillámpala, gránit—gneisz fordul elő. Folytatásának véljük a kecskeméti, nagykőrösi, ceglédi gránit, gneisz, migmatit előfordulásokat. A Tiszával nagyjából párhuzamos, de bonyolult tompa—kecskeméti törésrendszer mentén valószínűen a mélybe süllyedt a kristályos vonulat, helyet adva a tiszántúli flis övnek. A kaposfői kristályos vonulat déli elhatárolását az Észak-Mecsek—Páhi—Kecskemét vonal adja. E vonaltól D-re az Alföld medencealjzatában is követhető a Mecsek—Kiskőrös észak-alföldi egység paleozóos—mezozóos üledékes öve, amit „mecseki" kifejlődés jellemez, a Tengelic, Kiskőrös, Páhi, Soltvadkert, Kecel, Tabdi, Orgovány, Jakabszállás, Kunszállás, Bugac környéki fúrások adatai szerint. Az üledékes egység a Tompa—Kecskemét közti bonyolult haránttörés mentén mélybe süllyedve folytatódik a tiszántúli flis öv alatt, ill. attól D-re.

A Mecsek hegységben a legvastagabb az újpaleozóos—mezozóos üledék, később itt emelkedett legmagasabbra. A Duna—Tisza közén a paleozoikum—mezozoikum vékonyabb, néhány fúrás elérte alatta a kristályos alaphegységet is (Páhi Ny 1., Solt 1., Solt E 1. sz. f.).

A Mecsek—Kiskőrös—Észak-Alföld egységet délen a Mecsekalja—Miske—Szolnok vonal határolja, amely a Tiszántúlon a Szolnok—Ebes vonalban folytatódik. Ez utóbbi az ország egyik legmarkánsabb szerkezeti választóvonala, amely mentén az alföldi flis tektonikusan érintkezik a tőle délre következő tiszántúli kristályos pala vonulattal. A kristályos alaphegység hiánya, illetve mélybe süllyedése helyet adott a vastag flis képződésének, amely a Szolnok—Ebes vonaltól délre, a viszonylag magasra emelkedő tiszántúli kristályos vonulat gyors lepusztulásából származtatható, a felsőkréta és paleogén folyamán. Újabb feltevések szerint a Szolnok—Ebes vonal a litoszféra lemeztöredékek mozgékony érintkezési vonala. Balla Z. (1981) óceáni medencék bezáródási nyomvonalának tekinti és a flis öv üledékei egy részének óceáni aljzaton való felhalmozódása mellett foglal állást, amit a bázisos vulkanitok jelenléte is támogat. A flis övtől É-ra az említett miocén vulkanitok következnek, és különösen a Nyírségben nagy a szerepük. Közel K—Ny irányú hatalmas miocén vulkáni vonulatok szerkezetirányokat jelölnek, közöttük 4—5 km mélységű, valószínűleg miocén és talán flis üledéket tartalmazó árkok, medencék vannak. A nyírbogáti K—Ny irányú földmágneses anomália, a szeizmika szerint 3 km-nél vastagabb vulkáni vonulat. A medencealjzat magasabb helyeit Záhony, Kisvárda, Nyírlugos, Baktalórándháza, Nyírbátor vidékén várhatjuk. Mátészalkától K-re a Szamos-medencében 5 km vastag neogén üledék és esetleg 2 km vastag flis várható.

A Mecsekalja—Szolnok—Ebes vonaltól D-re ismét kristályos vonulat, a mórágy—közép-alföldi kristályos vonulat következik az Alföld medencealjzatában. Délnyugati része Mórágy, Szekszárd, Miske, Baja, Sükösd, Rém, Jánoshalma, továbbá Tázlár, Szank és Pálmonostora környéki fúrások szerint kétségtelenül összetartozó, több helyen erős tektonikai hatást szenvedett fillonitok, milonitok, gneiszek, migmatitok, ultrametamorf gránitok találhatók. Ez a nyugati rész a tompa—kecskeméti haránttöréstől K-re nagyobb mélységben várható a Tisza-süllyedék alatt, de a Tiszántúlon újra megjelenik, először az Öcsöd 1. sz. fúrás gneiszét és kloritos kvarcitját ismerjük és innen K-re több száz fúrásban is felbukkan. A közép-tiszántúli kristályos pala vonulatként összefüggő tömegben terjed az Erdélyi-középhegység bihari autochtonja felé, amelynek medencealjzati folytatásaként tekinthető (Kőrössy L. 1956).

A közép-tiszántúli kristályos vonulat mintegy 1000 m-rel kiemelkedik környezetéből, de összefüggő testébe haránttörések mély leszakadásokat vágtak. Ilyen leszakadás a helyenként 6 km mély konyár—derecskei árok, a Túrkeve—Füzesgyarmat közötti mély terület, a Kabai-árok. Kiemelkedő rögei a túrkevei, biharnagybajomi, nádudvari magas rögök. Keleten a Kőrösszegapáti, Kismarja, Álmosd magas rögvonulatot ismerjük, amelytől K-re a határon túl is folytatódó mély árokban felsőkréta—paleogén flis üledék is megjelenik Hegyközújlak, Kőrösgyéres környékén, mely D-en Komádinál csatlakozik a nagy békési süllyedékhez.

A mórágy—közép-alföldi kristályos vonulatnak déli elhatárolója a Mohács—Kiskunhalas—Sebes-Körös vonal. A kristályos vonulaton mélyült a Baja 2, Rém, Kiskunhalas-ÉK fúrás, valamint a Tázlár, Szank, Pálmonostora, másrészt a „villányi kifejlődésű" mezozoikumot talált fúrások (pl. Kiskunhalas) jól kijelölik a diszlokációs öv vonalát. Ez nagy vonásokban a Tiszántúlon is követhető Biharugráig. A mórágy—közép-alföldi kristályos vonulattól, illetve a Mohács—Sebes-Körös vonaltól D-re helyezkedik el a villány—dél-alföldi szerkezet egység „villányi" kifejlődésű hézagos mezozoikuma. A Villányi-hegységtől ÉK-re a Bólyi-medencében mintegy 1,5 km mélyre süllyedt a mezozoikum, csak a medence szélein van kis foltokban a felszínen. Mélyre süllyedve folytatódik a Duna—Tisza közén a mélykút—kiskunhalasi miocén árok üledékei alatt. Valószínűleg ugyanez a mezozoikum folytatódik a Tiszántúl déli részén Szeged, Algyő, Makó, Tótkomlós, Pusztaföldvár vidékén és a Békés 1., Kőröstarcsa 1. sz. fúrásban. Ezeket a mezozóos képződményeket az Erdélyi-középhegység Kodru-takarórendszerének mezozoikumával párhuzamosítják.

A villány—dél-alföldi egységet északon határoló Mohács—Kiskunhalas—Sebes-Körös vonal jelentőségét kiemeli az, hogy tőle délre uralkodóvá válnak a Jugoszláviából átnyúló közel É—D-i

Az Alföld földtörténete a negyedidőszakig

Írta: Dr. Kőrössy László

A medencealjzat domborzata

Az Alföld neogén medence. A neogénnél idősebb képződményeket a medencealjzathoz soroljuk. Ha erről a medencealjzatról képzeletben leválasztanánk a fiatalabb üledékeket, roppant tagolt neogén előtti felszínt látnánk, 3000—4000 m magas hegyeket és mély árkokat, nagy ellentétben a mai felszíni síksággal. Az Alföldet keretező hegységekben a kristályos—mezozóos képződmények helyenként magasan a felszín fölé emelkednek, az Alföld medenceüledékeinek az aljzatában viszont, pl. a Makói árokban 6—7 km, a Békési-medencében 8 km mélységben várhatók a tenger szintje alatt. A legmélyebb területeken a mélyfúrások még nem érték el a medencealjzatot, csak a geofizikai (szeizmikus, geoelektromos) mérések tudósítanak a várható mélységekről.

Az északnyugati—nyugati medenceszegélyen (Mecsek, Velencei-hegység, Vepor, Zempléni szigethegység) felszínre emelkedő kristályos képződmények délkelet felé a tengerszint alatt 4—5 km mélységre süllyednek, ez az észak-alföldi mély vonulat Alsónémedi területétől a Jászság, Tiszaárok és a Nyírség területén át húzódik ÉK-felé. Ettől a mély vonulattól DK-re ismét magasabbra emelkedik a kristályos medencealjzat, a Duna—Tisza közének közepe tájától ÉK felé: Kecskemét, Túrkeve, Biharnagybajom és Füzesgyarmat vidékén át az ország ÉK-i részéig, de a felszínre nem jut, csupán a tengerszint alatt 1300 m-ig (Biharnagybajom, Hajdúszoboszló), 1243 m-ig (Kőrösszegapáti), illetve 943 m-ig (Kismarja) emelkedik. Ettől a magas vonulattól DK-re ismét mély terület van, mely az Alföld legmélyebbre süllyedt területeit foglalja magába, ezek 7—8 km mélyek.

Amikor a medencealjzat még a felszínen volt, sohasem voltak ilyen hatalmas domborzati különbségek rajta. A neogén előtt egyenetlenül lepusztuló tönkfelület volt. A mai nagy mélységkülönbségek a neogén folyamán lejátszódó egyenetlen süllyedés következményei és már üledékkel eltakart állapotban jöttek létre.

A medencealjzat hegységszerkezete

Mivel a medencealjzatot aránylag kevés fúrás érte el, eloszlásuk is kedvezőtlen és az értelmezhető korszerű geofizikai mérés sem sok, ezért a medencealjzat szerkezete csak nagy vonásokban vázolható. Biztosan tudjuk, hogy DNy—ÉK irányú magas és mély kristályos—mezozóos vonulatok vannak a medencealjzatban. Ezek az Alföld szélén felszínen vannak, jobban ismertek, innen kiindulva szoktuk e vonulatokat a fúrási adatokkal követni.

ÉNy-on a kelet-alpi kifejlődésű középhegységi szerkezetegység mezozóos képződményeinek egy részét találjuk az Alföld medencealjzatában, a Pesti-síkság alatt — és a Gödöllő, Tura fúrások bizonysága szerint— a nyugati Mátráig. Ezt az egységet délen a Periadriai Lineamens-sel összeköthető Balaton—Darnó nagyszerkezeti választóvonal határolja el a tőle DK-felé következő igal—bükki szerkezeti egységtől, amelyben dél-alpi és dinári jellemvonások lépnek fel, főként a tengeri felső-perm és triász rétegsorban.

A paleozóos—felső-triász képződményeket a Tököl, Bugyi, Újhartyán, Pánd, Nagykáta, Tóalmás, Kerecsend, Mezőkövesd, Mezőkeresztes, Demjén környéki fúrások tárták fel, amelyek adatai szerint követhető ez a szerkezeti öv a Bükk hegységig. Az igal—bükki egységet délen a közép-magyarországi nagyszerkezeti vonal határolja, amely ismereteink szerint az ország egyik legfontosabb diszlokációs öve. Itt megszűnnek a kelet-alpi—dél-alpi jellemvonások és ezek helyett erdélyi és balkáni hasonlóságok lépnek fel. Ezt a diszlokációs övet alsó-kréta és miocén magmás képződmények kísérik, főleg ez utóbbiak nagy tömegűek és elterjedésűek, a Dunántúlról (Letenye, Szenta, Mezőcsokonya, Kulcs stb.) átterjednek az Alföldre. Az igal—bükki szerkezeti vonalat a Bugyi—Pándi magas rögvonulattól délre hatalmas mélybesüllyedés kíséri, amit az örkényi miocén vulkáni tömeg tölt ki, és innen terjed a farmosi, egerlövői, sajóhidvégi stb. fúrások szerint a Tokaji-hegységig és görbeházi, hajdúnánási, nyíregyházi stb. fúrások szerint a Nyírségig.

A közép-magyarországi vonaltól délre három kristályos vonulat közt két paleozóos—mezozóos üledékes övet találunk, melyeknek az Alföld medencealjzatában nagy szerepük van. Az északi kristá-

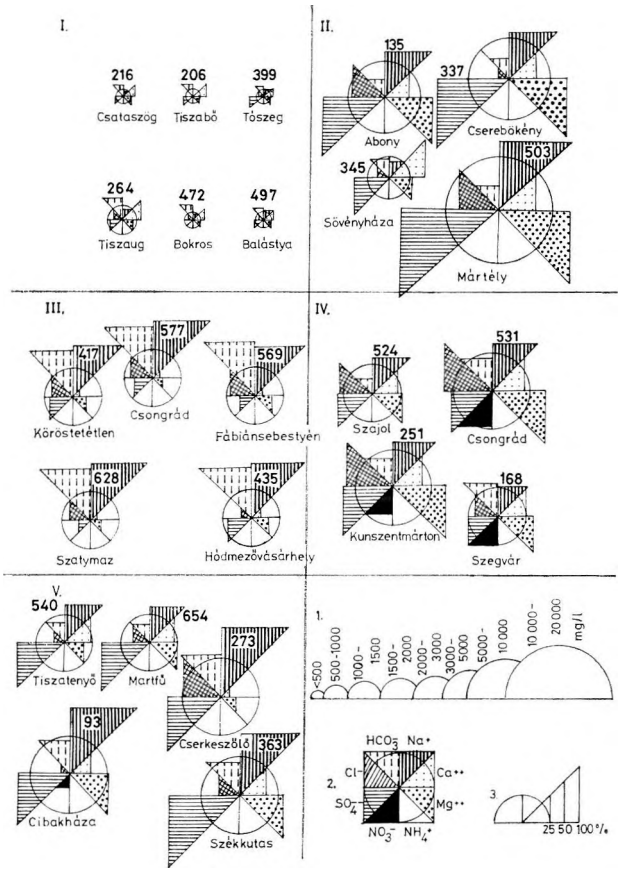
Az első szénhidrogén-kutató fúrást az Alföldön 1918-ban mélyítették le a Hortobágyon. Az első világháború után a maradék területen tovább erőltették a kutatást az Alföldön is (Karcag, Hajdúszoboszló, Tisztaberek, Debrecen), még inkább a Dunántúl délnyugati szögletében, ahol közepesen gazdag olajmezőket találtak. Az olajos fúrások ezidőben a 2000 m-es mélységet ostromolták. Eredmény az Alföldön most sem született sem az olajfeltárás, sem a medencefenék megismerése terén. A nagy lépés — majdnem ugrás — a második háború utáni időre esik. 1950 és 1980 között, egy szűk emberöltő alatt, több mint 5000 fúrás mélyült az Alföld medencéjében, ezek legmélyebbje megközelítette a 6000 m-t és igen sok közülük elérte a mezozóos vagy paleozóos sziklafeneket. Először a dunántúli fúrások voltak eredményesek, de az 1960-as években az Alföld vette át a szénhidrogén-termelés tekintetében a vezető szerepet.

A medencét feltöltő üledékek megismerésében és a medencealjzat kitapogatásában az olajfúrások mellett nagy szerepet játszottak a geofizikai mérések, graviméteres, szeizmikus, földmágneses, geoelektromos szondázások. Nagyot fejlődött a fúrástechnika és a geofizikai észlelés. Közös eredményük, hogy ma nemcsak a medencefenék morfológiáját, de az eltemetett hegységek kőzetanyagát, sőt tektonikáját is áttekintő méretben ismerjük.

Az Alföld földtani megismeréséhez ez a tevékenység adta meg a legjelentősebb lökést, sőt, azt is mondhatnánk, befejezte azt. Nem olyan értelemben, hogy ismeretlen terület nincs az Alföld mélyén, sem olyanban, hogy további kutatni való nagyobb mélységek felé nincs, de olyan értelemben igen, hogy a medencét és a medencét kitöltő üledékeket, s ezeknek aljzatát nagy vonalakban megismertük.

A szénhidrogén-kutatás még egy tekintetben hozott nagy horderejű eredményt és ez a termálvizek feltárása, megismerése. A fúrások feltárták a magyar medence hőmérsékleti különbségeit, a rendkívüli geotermikus gradienst, a mélységi víztartó összleteket, a különböző vízemeleteket, a vizek kemizmusát, a rétegekben uralkodó nyomásviszonyokat. Elmondhatjuk, hogy a víz nyomán jutottunk el számos szedimentáció-történeti, tektonikai, ősföldrajzi ismerethez. A termálvízkutatásban az úttörő munka Nopcsa Ferencé, aki rövid ideig a Földtani Intézet igazgatója volt. A mélységi vizek hőenergiája és felhasználása felkeltette érdeklődését. Külföldi útjai során tájékozódott e kérdésben, itthon pedig megbízta Sümeghy Józsefet geológust az artézi vizek hőmérsékleti viszonyainak kutatásával. Sümeghy nagyarányú adatgyűjtés után megírta erre vonatkozó tanulmányát, s azt Nopcsa F. német nyelven nyomatta ki (Sümeghy 1929).

A jelen munka célkitűzése az Alföld földtani történetének és tájainak ismertetése. A medence felszíni viszonyaiba belejátszó mélyszerkezet részletesebb vizsgálata túlesik munkakörünkön.



32. ábra. Az alföldi talajvizek kémiai típusai

I. Folyópartokhoz közeli, kevés oldott anyagot tartalmazó vizek, *II.* magnézium-szulfátos keserűvizek, *III.* szikes vizek, *IV.* kevert és szennyezett vizek, *V.* glaubersós keserűvizek

1. Az oldott anyag súlya, *2.* az ionok elhelyezése, *3.* egyenérték %

Fig. 32. Chemical types of ground water in the Great Plain

I. Clear waters close to river channels, *II.* magnesium-sulphatic bitter waters, *III.* alkaline waters, *IV.* waters with mixed solids and polluted waters, *V.* sodium-sulphatic waters

1. The weight of the dissolved solids, *2.* location of the cations and anions, *3.* equivalent percentage

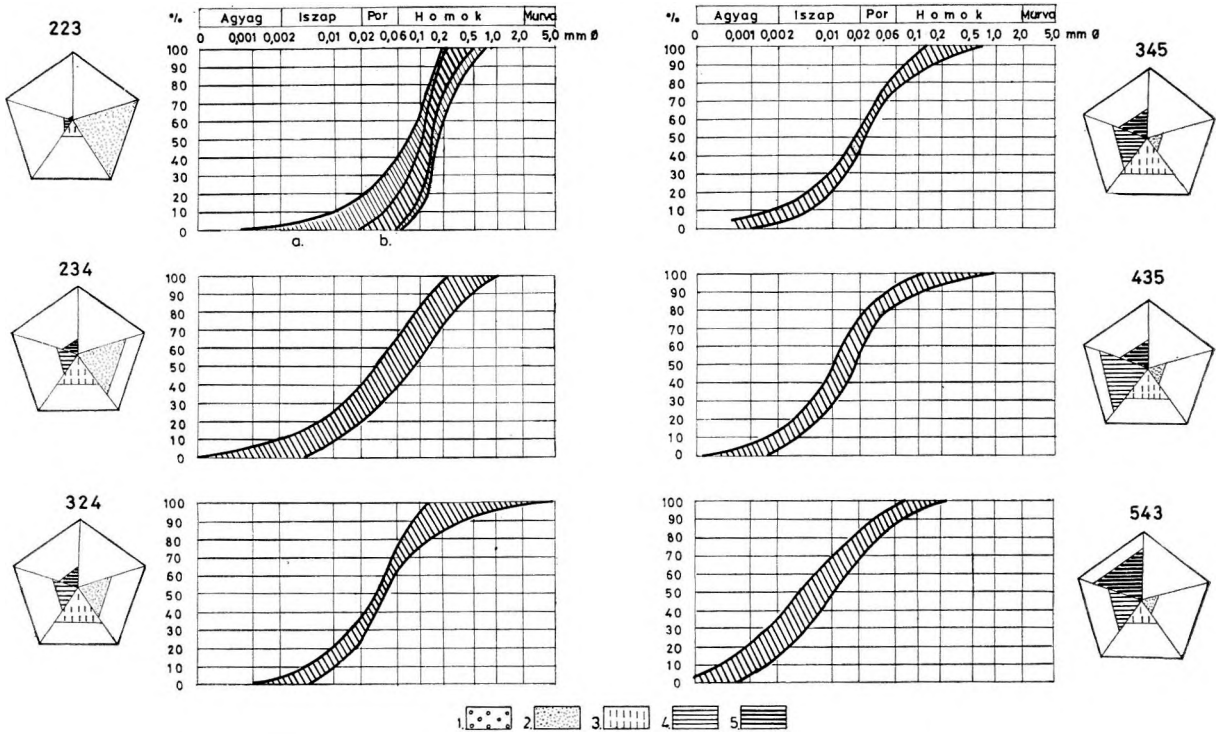
A társintézmények szerepe az Alföld földtani kutatásában

Az Alföld földtani megismerése terén sok más hazai intézmény is szorgoskodott. A felszíni viszonyok és geomorfológia terén az MTA Földrajztudományi Kutató Intézete, amely az országról 1:500 000 és 1:1 000 000 ma. geomorfológiai térképet és több táji monográfiát adott ki. Az Intézetnek külön alföldi csoportja működik Békéscsabán.

A talajtérképezést az OMMI talajtani laboratóriumai és az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete folytatta. Befejezték a Kreybig-fele térképsorozatot az ország egész területén. Átnézetes genetikai talajtérképet szerkesztettek az országról 1:200 000 méretarányban. Folyik egy 100 000 méretarányú talajtérképezés is.

A felszíni vízviszonyok és talajvízészlelés terén a VITUKI végez mintaszerű munkát. A mélységi vizek számbavétele terén az OVH és VITUKI különböző szervei működnek együtt a földtani kutatással. A medence mélyföldtanát a szénhidrogén-kutatás, az OKGT geológiai szolgálata és az ELGI geofizikai mérései tárják fel, s ezekhez egyetemi tanszékek és laboratórium is segítséget adnak.

Az alföldi földtani térképezések a felszínt és közelfelszínt tették ismertté, az artézi fúrások a közepes mélységeket, főleg a negyedidőszaki folyóvízi rétegeket és a felső-pannóniai tavi üledékek felső részét. A medencefenék mélységéről, a porózus rétegösszletek vastagságáról, az aljzat mibenlétéről nem volt információ. Pedig a kíváncsiság nőttön nőtt iránta, főleg az erdélyi gázmezők, a muraközi olajlelőhelyek és az egbelli feltárás óta. Az olajkutatás az első világháború idejében és azután éppoly szenvedélyesen folyt, mint manapság, de akkor eredménytelenül. Ennek fúrástechnikai, felszerelési okai voltak a kétségtelenül kezdetleges hozzáértés mellett.



31. ábra. Az Alföld jellemző képződményei a hármas kódszámok beosztásában

1. Kavics, *2.* homok, *3.* homokliszt, *4.* iszap, *5.* agyag

223: aprószemű homok, *a)* folyóvízi, *b)* futóhomok, 234: homoklisztes iszapos homok (folyóvízi), 324: homokos iszapos homokliszt, lösz, 345: agyagos, iszapos homokliszt, infúziós lösz, 435: homoklisztes agyagos iszap, lösziszap, 543: iszapos homoklisztes agyag, réti agyag

Fig. 31. Code numbers for characteristic sedimentary rocks of the Great Plain

1. Gravel, *2.* sand, *3.* sand flour, *4.* silt, *5.* clay

223: Small-grained sand, *a)* fluviatile sand, *b)* wind-blown sand, 234: sand flour-bearing silty fluvial sand, 324: sandy-silty sand flour, loess, 345: clayey-silty sand flour (e.g. infusion loess), 435: clayey silt with sand flour (e.g. loess mud), 543: silty clay with sand flour (e.g. meadow clay)

mutatja. Az ábrák kidolgozott nomogrammok alapján könnyen szerkeszthetők és könnyen olvashatók, összehasonlíthatók, áttekinthetők. Ismertetését lásd a Vízföldtan fejezetben.

4. Nem újítás, hanem bevált alkalmazás volt a felszín alatti rétegek ábrázolása fúrásoszlop térképeken és különböző mélységű horizontális metszetekben. Ez a többrétegű ábrázolás igényének egyféle megoldása volt.

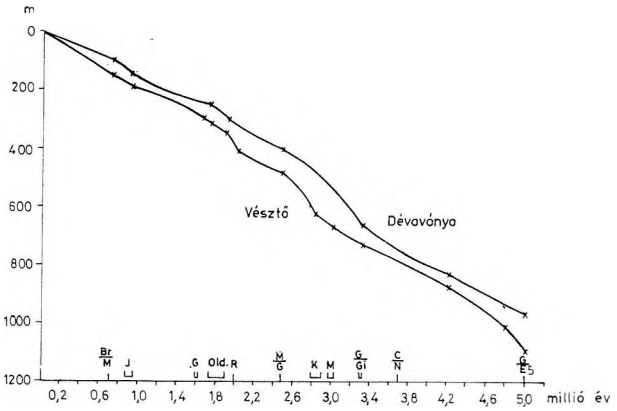
5. Újítás volt a pollen leleteknek a klímaigények szerinti besorolása és éghajlati horizontszerű ábrázolása.

6. Hidrogeológiai szempontból igen fontos újítás volt a földtani alapfúrások mélységi vízfigyelő kutakká való kiépítése és folyamatos regisztráló készülékkel való felszerelése, továbbá a folyamatos észlelés megszervezése. A felszín alatti vízkészletek és utánpótlódás számításának alapjait vetették meg ezek a kutak. Egyúttal az alföldi tájak szeizmicitására is következtetni lehet a különböző irányból és távolságból jövő földrengések keltette vízlengések méreteiből.

7. Újdonság volt a paleomágneses vizsgálatoknak a mélyfúrások sztratigráfiai problémáinak megoldásába való bevonása és két 1200 m-es alapfúrás méterenkénti mágneses polaritás vizsgálata. Ezek alapul szolgáltak a többi fúrás sztratigráfiai problémáinak megoldásához.

A komplex Alföld-kutatás programjának megvalósításában a Síkvidéki osztály minden kutatója részt vett. Önálló térképező és szerkesztő munkát végeztek: Moldvay Loránd, Franyó Frigyes, Szepesházy Kálmán, Kuti László, Szűcs István és Scharek Péter. A technikai szerkesztés és a rajzoló részleg vezetője János Edit volt. Kiemelkedő terepi, ill. szerkesztői és rajzolói munkát végeztek: Papp Györgyné, Papp Lászlóné, Kuchen Zoltán és Vassné Hartyányi Zita. Változó személyzettel, de a program végrehajtása tekintetében pótolhatatlan munkát végzett a Szolnoki Szediment Laboratórium.

A dévaványai fúrás paleomágneses eredményeit először az 1977. évi birminghami INQUA kongresszuson mutattuk be. 1979-ben a budapesti és szegedi INQUA szimpozionon vitatták meg másodszor a vésztői fúrás eredményeivel együtt a nemzetközi magnetosztratigráfiai bizottság tagjai. Bemutattuk a Nemzetközi Földtani Unió 1980. évi párizsi ülésén és az Európai Geofizikai Egyesület 1980. évi budapesti ülésén, végül Tucsonban (USA) a Magnetosztratigráfiai Bizottság 1981. évi terepi szimpozionján. Nyomtatott közlés jelent meg róluk a MÁFI 1977. Évi Jelentésében, az Acta Geologica Hungarica 1979. évi 22. kötetében, az 1979. évi indiai Neogen/Quarter konferencia Proceedings-jében (Calcutta, 1981), a Paleolimnology of Lake Biwa monográfia 8. kötetében (Takashima, 1981), az Earth Evolution Sciences 1981. 3—4. számában (Braunschweig—Wiesbaden, 1981).



30. ábra. A dévaványai és vésztői süllyedés és üledékképződés menete

Br, M, G: paleomágneses fordulatok helye és jele

Fig. 30. Progress in subsidence and sedimentation at Dévaványa and Vésztő

E nemzetközileg is kiemelkedő jelentőségű kutatási eredmények mellett nem elhanyagolható néhány egyéb kísérlet, anyagvizsgálati és térképezési módszer bevezetése, amelyeket egyrészt már az 1964. év előtti reambuláció során, másrészt az akkor induló komplex kutatás során dolgoztak ki a Síkvidéki Kutató osztályon.

Az 1964-ben indult új térképezés a következő metodikai és ábrázolástechnikai változásokat vezette be az Alföld ezelőtt használatos földtani térképeivel szemben:

1. A laza szemcsés üledékek összetételének megkülönböztetésére és jelölésére egy számjelzést dolgoztunk ki, amely az egyes üledékek szemcsefrakcióinak laboratóriumi elemzéssel megállapított súlyarányát mutatja, egymást követő egyjegyű számokkal.

Az alapszámok a következők:

1 = kavicsfrakció, 2 mm-nél nagyobb átmérőjű szemcsék,
2 = homokfrakció, 0,06—2,0 mm átmérőjű szemcsék,
3 = homokliszt frakció, 0,02—0,06 mm átmérőjű szemcsék,
4 = kőzetliszt, iszap, 0,005—0,02 mm átmérőjű szemcsék,
5 = agyag, 0,005 mm-nél kisebb átmérőjű szemek.

Az alapszámokat abban a sorrendben írjuk egymás mellé, amilyen sorrendet az üledékben a súlyuk mutat. Pl.: 345 olyan képződmény jelent, amelyben legnagyobb súlyarányú a homokliszt, utána az iszap és azt követően az agyagszemcsék vannak a legnagyobb arányban. Ha valamelyik frakció súlya a 60%-ot meghaladja, akkor egymás után kétszer írjuk ki jellemző számát pl.: 332 = homokliszt 60%-on felüli 0,02—0,06 mm átmérőjű szemcsékkel és jelentős homokfrakcióval. A homokkategórián belül megkülönböztetünk:

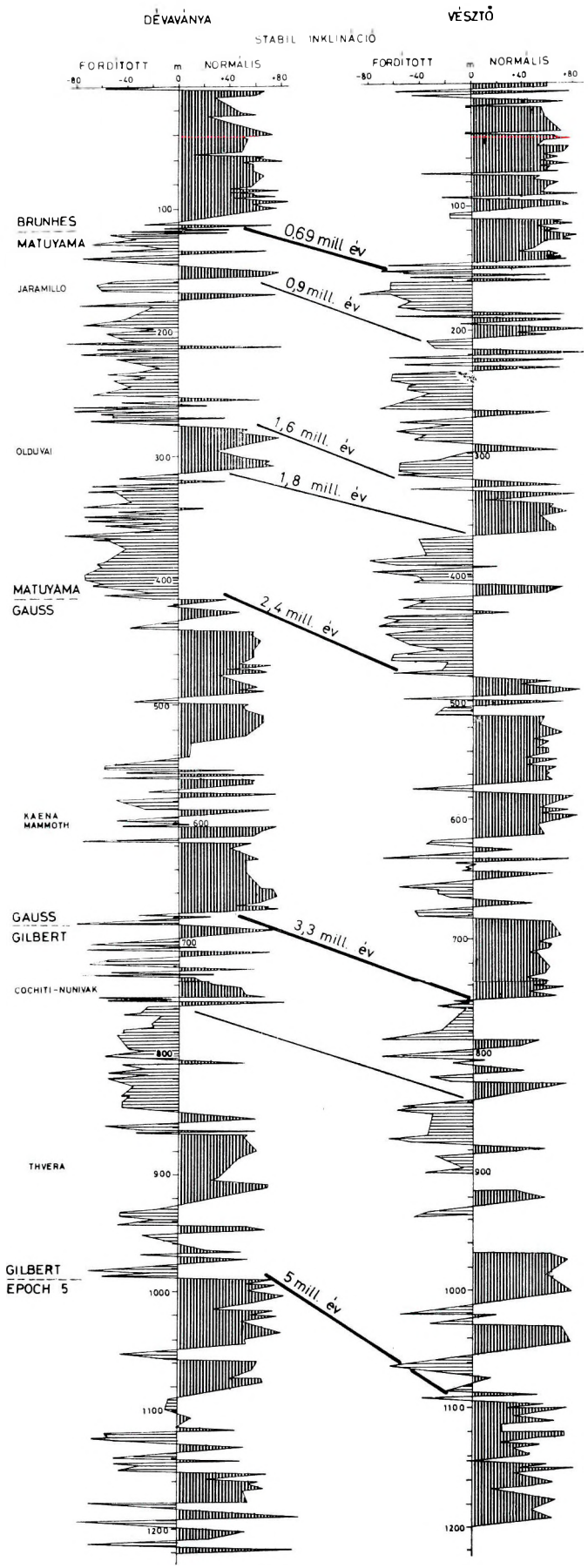
221 durva szemű: 0,5—2,0 mm,
222 közép szemű: 0,2—0,5 mm,
223 apró szemű: 0,1—0,2 mm,
224 finom szemű: 0,06—0,1 mm átmérőjű homokot.

E jelzésekkel az anyagminősítés egységes és megbízható lett. A képződmények szemcseösszetételükre nézve egymással összehasonlíthatók, egyszerűen jelezhetők. Térképezésnél a számanyag jól áttekinthető, kombinálható.

2. Második újítás a talajvíz megjelenési és nyugalmi szintjének pontos mérése minden fúrásban és feltárásban és külön térképlapokon izobath vonalakkal való ábrázolása. A térképezés alapjául szolgált a részletes talajvíz kútkataszter, amely az Alföld nagy részén igen részletes térképezésre adott módot. A talajvíz megjelenési mélységét és nyugalmi szintjét a 10 m-es fúrásokban állapították meg.

3. A harmadik újítás a talajvíz kémiai tulajdonságának elemzése és térképi ábrázolása volt. A hálózatos fúrásokból vett vízminták részletes kémiai elemzése teljesen új képet adott az Alföld talajvizeinek kémiai változatosságáról, mind a sótartalom meglepő nagy különbségeiről, mind a különböző sóösszetételekről. Azok a régebbi térképek, amelyek típusokba sorolták a vizeket és a típusok elterjedését kívánták szemléltetni, az Alföldön használhatatlannak bizonyultak, vagy csak nagyon általános és sok hibával terhelt képet adtak. Az egyetlen jó megoldásnak minden egyes vízminta külön való ábrázolása látszott, de ennek tömör grafikus módját meg kellett találni.

1952-ben a Síkvidéki osztályon elkészült a kémiai ábrázolás olyan módja, amely az oldott sótartalmat is tükrözi és a vízben oldott legfontosabb kationok és anionok egyenérték arányát is fel-



29. ábra. A dévaványai és vésztői mélyfúrások paleomágneses vizsgálatának összehasonlítása

Fig. 29. Comparison of the paleomagnetic data of the Dévaványa and Vésztő boreholes

2. táblázat — Table 2

A negyedidőszak kísérleti beosztása az alföldi kulcsfúrások alapján
A tentative division of the Quaternary based upon the key boreholes of the Great Plain

Absz. idő (millió év)	Rétegtani beosztás		Süllyedés mértéke (m)		Közelítő egyeztetés		Paleomágnesség	
			mély medencékben	köztes területen	alpi eljegesedés	hegyvidéki teraszok	fordított	normális
0,1 0,2	Felső	Késő pleisztocén	30—80	10—20	Würm W-R	I/a, b II/a, b		
0,3 0,4 0,5 0,6	Középső	Késő pleisztocén	90—180	30—60	Riss R-M Mindel	III IV		Brunhes
0,7 0,8 0,9 1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6	Alsó	Korai pleisztocén	20—40 10—20 160—180	10—20 20—30 80—160	M-G Günz	V VI VII	Matuyama	Jaramillo
1,7 1,8		Korai pleisztocén	40—80	—	—	VIII	Matuyama	Olduvai
1,9 2,0 2,1 2,2 2,3 2,4	Legalsó	Korai pleisztocén	100—200		Pre-Günz Donau?	IX	Matuyama	Gauss

Éppen az eredmények nemzetközi vonatkozásban is nagy jelentősége miatt a MÁFI és a Dalhousie Egyetem még egy fúrás paleomágneses vizsgálatát határozta el ellenőrzés céljából. Ez a fúrás ugyancsak a Körös-medencében, Vésztőn mélyült és elérte a tervezett 1200 m mélységet. Itt is ugyanolyan sűrűn vették a mintákat, a feldolgozást pedig Halifaxban, a dévaványai tapasztalatok alapján, még javították is.* A két fúrás paleomágneses vizsgálati eredményei tökéletesen összeillenek, s ezzel egymást igazolják. Az adatokból kielemezhető a süllyedés és üledékképződés sebessége, végig a negyedidőszakon át és azt megelőzően is. A pliocén végén az adatokból kielemezhetően az üledékképződés valamivel gyorsabb volt, mint a negyedidőszakban. Évente átlag 0,3 mm-t süllyedt a terület. A negyedidőszakban ez az érték kereken 0,2 mm. Egy méter üledék képződéséhez a pliocénben kb. 3000 év volt szükséges, a negyedidőszakban átlag 5000 év.

Ezek az adatok olyan medencerészre vonatkoznak, ahol a süllyedés lassú volt, a lerakódó üledék túlnyomórészt agyag és finom kőzetliszt. Ahol a medencében homokos, kavicsos rétegek halmozódtak fel, mint pl. a Csongrád—Szeged medencében, a süllyedés és üledékképződés sebessége közel másfélszeres. A két fúrás részletes tárgyalását lásd a Tájak fejezetben, a Körös-medence cím alatt.

Az alföldi középmélységű MÁFI fúrásoknak a jászladányi fúrás szedimentológiai és klímatörténeti eredményei után kétségkívül legnagyobb tudományos szenzációja a paleomágneses vizsgálatok eredményei voltak. Az Alföld-kutatásban és a magyar geológiai kutatás történetében egyaránt nagy előrelépést jelentettek.

* A halifaxi laboratórium kérésére a kritikus helyeken 20 cm-ként vettünk mintát.



28. ábra. A dévaványai fúrás anyagmintáinak vizsgálata (Nemzetközi paleomágneses szimpozion Algyő, 1979)

Fig. 28. Examination of the cores from the Dévaványa borehole (International Magnetostratigraphic Symposion at Algyő, 1979)

Smith kidolgozásában J. M. Hall ellenőrzése mellett. Az eredmény: az üledékek paleomágneses vizsgálatra alkalmasak.

A MÁFI igazgatója és a KFH vezetője hozzájárult a további lépésekhez. Az 1976-ban lemélyíteni tervezett dévaványai fúrás anyagmintáin kellett elvégezni a paleomágneses vizsgálatokat. A kanadai fél 1976 januárjában teljes antimagnetikus felszerelést küldött a fúrómagok kezelésének és a mintavételnek biztosítására. A mintavevő vályúktól kezdve a kiszúró eszközökig, késekig, fúrókig, csomagoló eszközökig mindenre gondoltak. A mintaszedés módjára vonatkozóan részletes írásbeli utasítást küldtek 1976 tavaszán. A fúrás kezdetére kiküldték Tim Milligan geofizikus geológust a mintavevő személyzet betanítására. 1976 júniusában H. B. S. Cooke professzor is meglátogatta a fúrást és ellenőrizte a munkálatokat. (A fúrás és a vizsgálat részletes leírását l. a 48. oldalon.)

A mintázás méterenként történt és a minták repülő postán jutottak hetente Halifaxba. A fúrás 1116 méternél meghibásodott. Néhány további mintát egy dévaványai szomszédos termálfúrásból vettek, amely éppen akkor volt mélyítés alatt. Az eredmény szenzációs volt. A minták mágneses polaritása minden, a nemzetközi skálán addig ismert, nagy fordulatot és kisebb átfordulást (event) kimutatott időarányos, ill. üledékvastagság-arányos sorozatban. Bebizonyosodott, hogy az üledékképződés az utolsó 4—5 millió évben a Körös-medencében folyamatos volt, nagy üledékhiány nem mutatható ki. Az adatok alapján megállapítható volt az egyes paleomágneses változásoknál feltárt üledékek abszolút kora. A nemzetközi irodalomban neogén—kvarter határnak vett Matuyama—Gauss fordulatot 420 m mélységben találtuk. Megállapítható volt a többi határ (így az Olduvai eset indulásánál 1,8 millió év) mélység szerint a következőképpen:

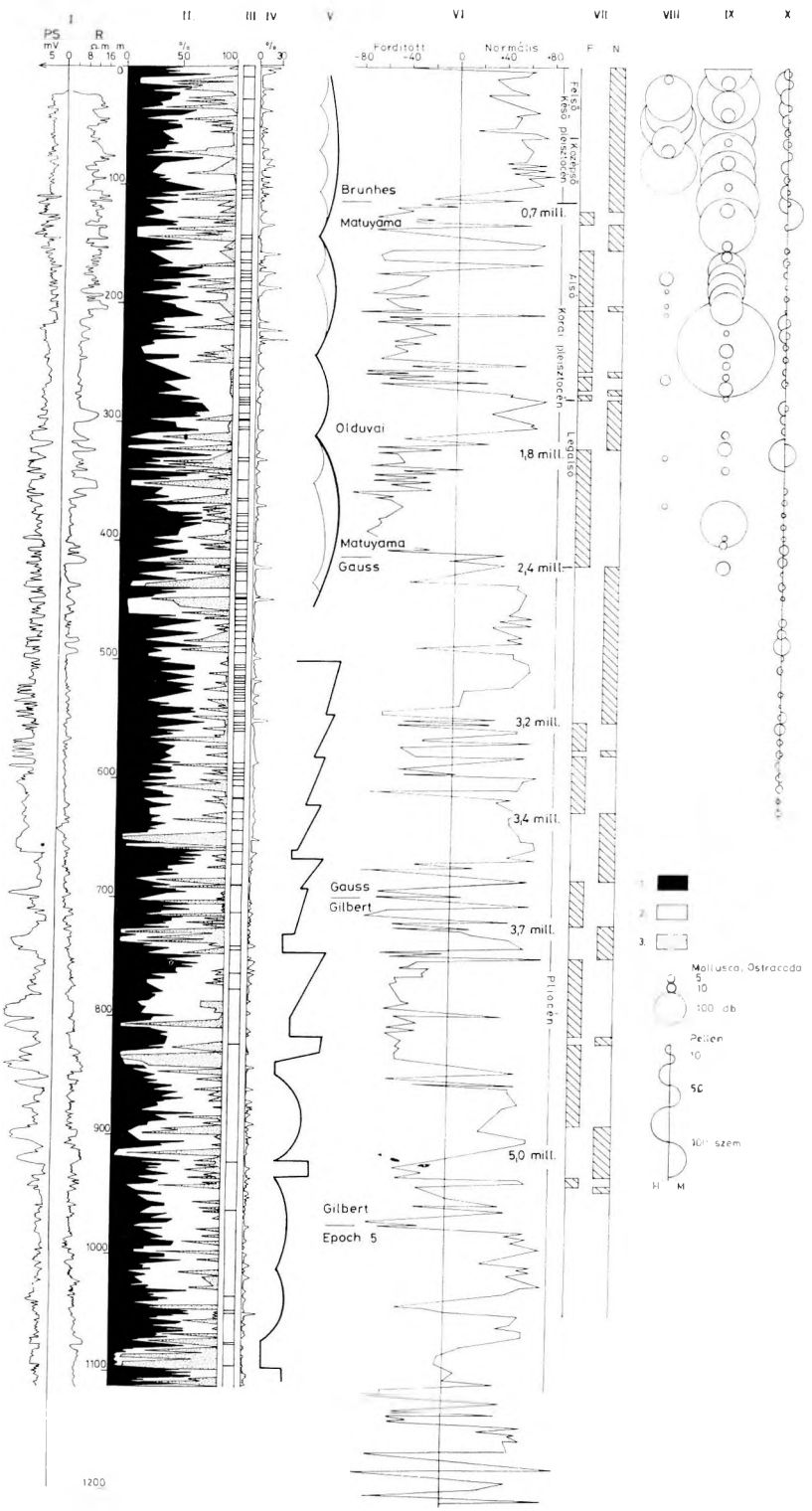
Brunhes—Matuyama határ	120	m-nél	0,7 mill. év
Jaramilló eset	145	m-nél	0,9 mill. év
Gilsa eset	225	m-nél	1,6 mill. év
Olduvai eset	320	m-nél	1,8 mill. év
Reunion eset	350	m-nél	2,0 mill. év
Matuyama—Gauss határ	420	m-nél	2,4 mill. év
Kaena—Mammoth eset	490	m-nél	2,8 mill. év
Gauss—Gilbert határ	680	m-nél	3,3 mill. év
Cochity—Nunivak eset	920	m-nél	3,9 mill. év

A Brunhes normális mágneses polaritású szakasz magába foglalja a felső- és középső-pleisztocént, az ún. hideg vagy jeges pleisztocént. Az Olduvai esetnél választják el az alsó- és legalsó-pleisztocént, vagy eopleisztocént. Egyedül a Gilbert paleomágneses fordulat helye maradt bizonytalan, de ez bizonytalan a nemzetközi skálában is.

A dévaványai siker mércét adott a többi fúrásban megfigyelt üledékciklus sztratigráfiai beosztására is. Az 1965-ben lemélyített jászladányi gazdag faunájú fúrás anyagfeldolgozása alapján végzett kvarter tagolás a dévaványai paleomágneses beosztással jól egyezett (27. ábra).

A Jászladánynál 0—130 m mélységben kimutatott leghidegebb szakasz magába foglalja a felső- és középső-pleisztocént, vagyis a Brunhes normális polaritású időt. A 270 m körüli mélység jelöli az Olduvai végződését, a 360 m körüli rész annak elejét. Sok esetben itt vonják meg a plio—pleisztocén határt. Jászladányban 430 m körül jelentkezett a száraz, meleg pliocén klíma átfordulása nedvesmérsékelten melegre. Ez a határ egyezik a Matuyama—Gauss paleomágneses fordulattal, amely Dévaványán 420 m-ben jelentkezett. Így a dévaványai eredmények az Alföld finom üledékekkel feltöltött területrészeire továbbvihetők lettek (2. táblázat).

A dévaványai paleomágneses eredmények nemzetközi viszonylatban is jelentősek. Az eddig megállapított nagy fordulatok mellett kimutattak több finom ingadozást, amit az tett lehetővé, hogy a vizsgálati anyag jóval nagyobb volt, mint amit addig máshol feltártak. 400 m kvarter üledéket és további 800 m pliocén üledéket méterenként egy helyben, egy fúrásban addig még sehol sem vizsgáltak paleomágnesesség szempontjából.



27. ábra. A dévaványai fúrás komplex szelvénye

I. Karottázs szelvény, *II.* szemcseösszetétel, *III.* fosszilis talajok, *IV.* $CaCO_3$, *V.* az üledékképződés módja, *VI.* paleomágneses polaritás, *VII.* nemzetközi paleomágneses skála, *VIII.* Mollusca, *IX.* Ostracoda, *X.* pollen

1. Agyag (0,000—0,01 mm ∅), *2.* homokliszt (0,01—0,1), *3.* homok (0,1—2,0), H = hidegtűrő, M = melegkedvelő

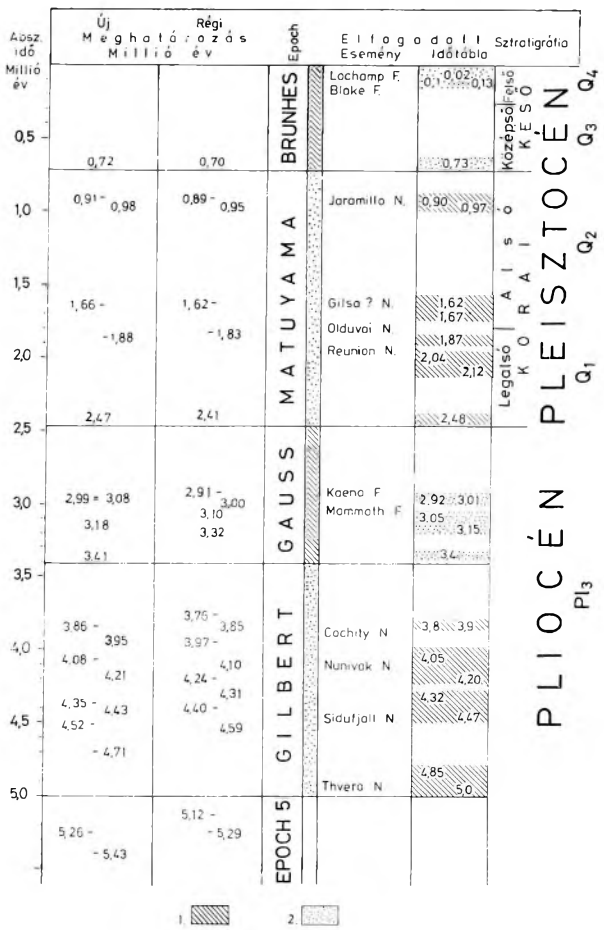
Fig. 27. Complex profile of the Dévaványa borehole

I. Geophysical log, *II.* granulometry, *III.* fossil soils, *IV.* $CaCO_3$ content, *V.* cycles of sedimentation, *VI.* paleomagnetic polarity, *VII.* international paleomagnetic polarity scale, *VIII.* Mollusca finds, *IX.* Ostracoda finds, *X.* pollen finds

1. Clay, *2.* silt, *3.* sand. H = cold tolerants, M = thermophile

amelyek a különböző mélységekben elhelyezkedő vízadó rétegekben jelentkező nyomásviszonyokat mérik, valamint azoknak víztermelés nélkül mutatkozó, tehát természetes változásait jelzik. E kutakat csak pontosan ismert rétegsorú fúrásokból lehet kiképezni, olyan részletességű anyagvizsgálat után, amely biztosítja a különböző területeken felállított kutak rétegeinek azonosítását, ill. egymáshoz való rétegtani helyzetének ismeretét. A sekélyebb fúrásoknál egy-egy vízadó rétegre építettek ki figyelő kutakat, a mélyebb fúrásoknál kettő—három—négyre. Ahol egymás alatt több vízadó réteget kívántak megfigyelés alá venni, ott a magfúrásból kiépítették a legmélyebb kutat és a sekélyebb vízadó rétegekre egymás mellett teljes szelvényű fúrással építettek külön kutakat, vigyázva, hogy a rétegek egymással ne érintkezhessenek. Az a kísérlet, hogy egyetlen fúrólyukban több vízadó szintet csőköteges megoldással figyeljenek, nem vált be.

Komoly gondot okozott a felszökő vizet adó kutak vízszint-ingadozásának centiméteres pontosságú mérése. Az első időben a vízszintmozgást hetente mérték. 1974-től a kutak egy részét folyamatos íróműszerrel szerelték fel (Steremat és Seba mérőműszerek). Az alföldi medencében lebonyolódó természetes mélységi vízmozgások első regionális megfigyelői ezek az észlelő kutak. Eddig ilyen természetű megfigyeléseket csak a nagy víztermelő helyek környékén (Szeged, Debrecen, Kecskemét) végeztek a mesterséges vízkiemelések hatásának vizsgálatára. A több mint tíz éve folyó rendszeres észlelések támpontot adnak a regionális természetes vízszintváltozások megfigyeléséhez és értékeléséhez. E kutak a tervezés alatt álló és később kiépítendő országos mélységi vízfigyelő hálózat gerincét képezik. A hálózat alföldi szakaszán 1984 elején 25 helyen 74 MÁFI mélységi vízfigyelő kút állt rendszeres észlelés alatt.



26. ábra. A paleomágneses időskála revideált értékei (E. A. Mankinen—D. G. B. Dalrymple után. Journ. of Geophys. Research, 1979)

1. Normális polaritás, *2.* fordított polaritás

Fig. 26. Revised geomagnetic polarity time scale

1. Normal polarity, *2.* reversed polarity

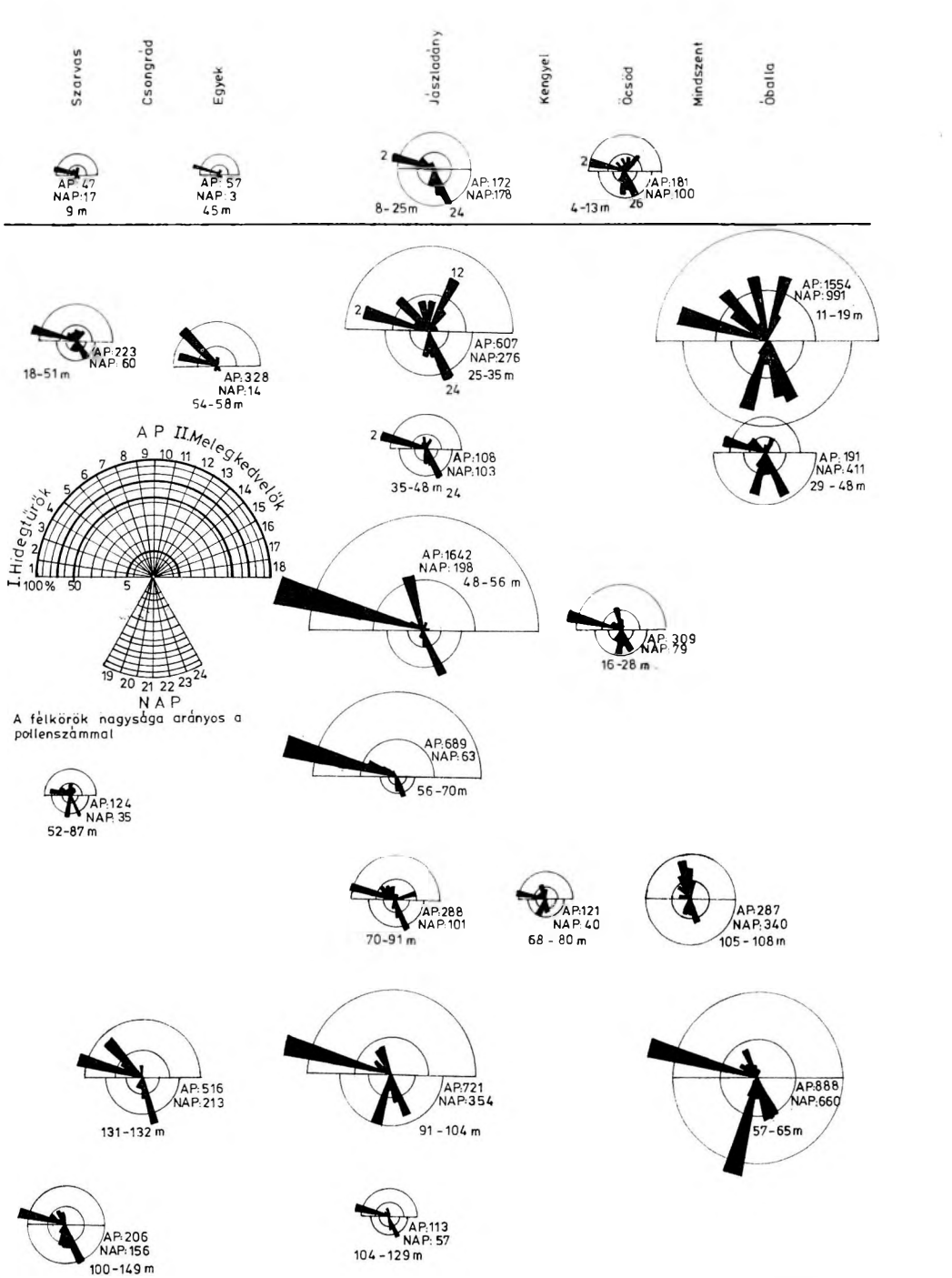
Az Alföldön tervszerű elhelyezésben lemélyített földtani alapfúrások feltárták az egyes fiókmedencék és a köztük elterülő pannóniai hátságok helyzetét, a folyóvízi rétegsorokat és feküjükben a pliocén tarka agyagokat, vagy a sűrűn váltakozó pannóniai agyag—homok rétegsorokat. A szedimentációs ciklusokból kiolvasható volt a medencefenék süllyedésének üteme, kijelölhetők voltak a nagyon lassan, vagy a gyorsan süllyedő vidékek, de nem volt adat a süllyedés idejének megállapítására, sem általánosságban, sem a részmedencék egymáshoz való viszonyában.

E hiányok kiküszöbölésére nagy fontosságú munka indult 1976-ban. A MÁFI és a kanadai Dalhousie Egyetem (Halifax) földtani intézete között 1974-ben megegyezés jött létre egy kísérletre, hogy a Dalhousie Egyetem vizsgálatokat végez valamely alföldi fúrás üledékmintáin arra vonatkozóan, hogy ezek az anyagok alkalmasak-e paleomágneses meghatározásokra.*

A laza üledékeken végzett paleomágneses vizsgálatok módszere ebben az időben vált ismertté és ebben az időben született meg a paleomágneses polaritás-változásoknak abszolút időben meghatározott skálája. Ez a vizsgálati módszer lehetővé tette volna az alföldi fúrásokban feltárt rétegek korának megállapítását és ismertté az egész medence süllyedésének időbeli menetét.

Tulajdonképpen az egész földtani kutatásnak szilárd alapra fektetését és a tektonikai fejlődéstörténet tisztázását jelentette volna a próbálkozás sikere. A kezdeményezés folytatásaképpen 1975-ben 10 db anyagmintát küldött a MÁFI az akkor mélyült nyárlőrinci fúrásból a Dalhousie Egyetemnek. Még 1975 őszén megjött a vizsgálatok részletes eredménye Lynn

* A Dalhousie Egyetem földtan professzora H. B. S. Cooke vállalta a közvetítést, J. M. Hall professzor a vizsgálatokat.



25. ábra. Középső- és felső-pleisztocén pollen együttesek az alföldi fúrásokban (MIHÁLTZ I.-NÉ és LŐRINCZ H. meghatározása)

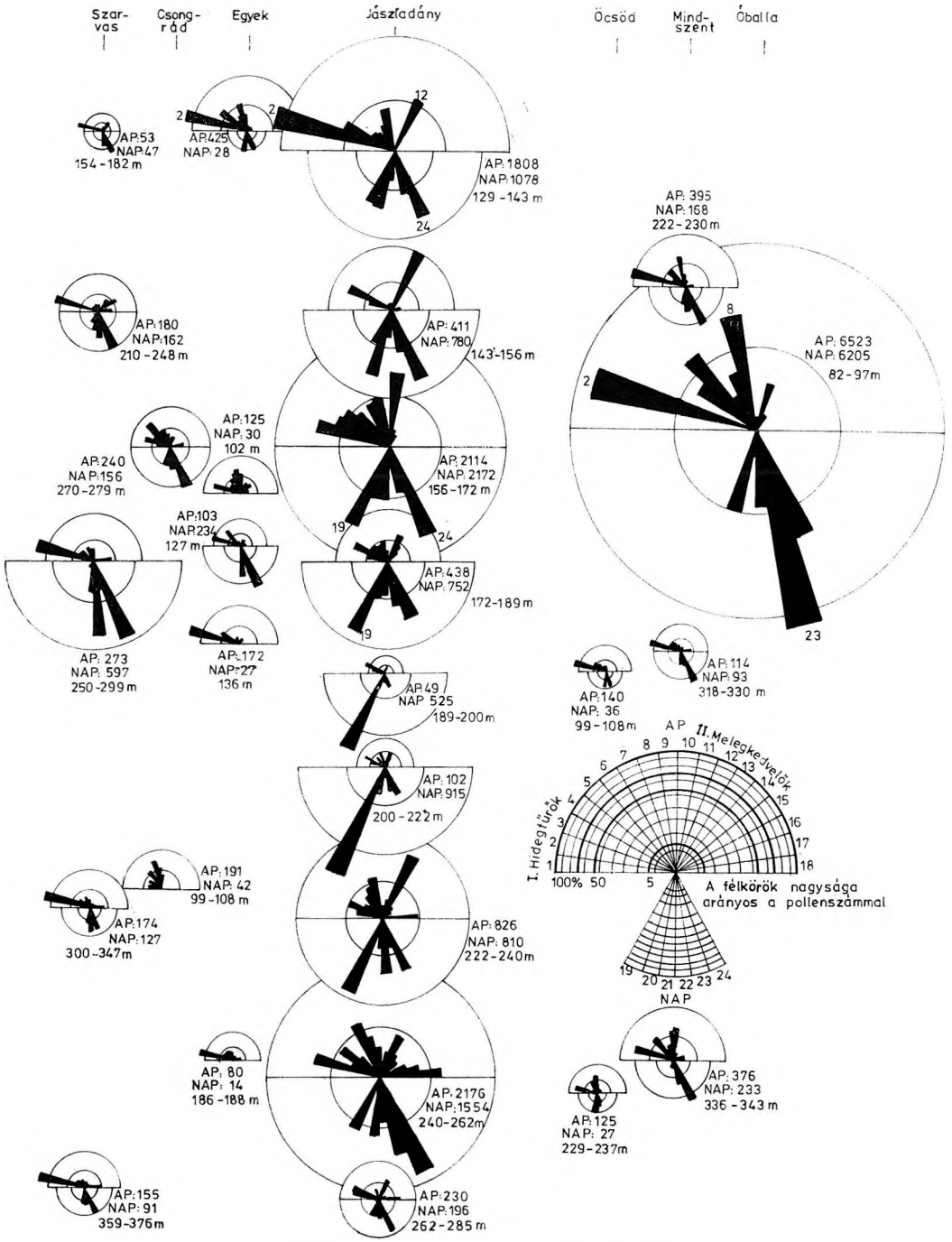
A jelkulcsot lásd a 22. ábránál

Fig. 25. Middle and Upper Pleistocene pollen spectra in borehole sections of the Great Plain

For explanation see Fig. 22

mérsékleti és nyomásviszonyokat, próbaszivattyúzással a maximális és fajlagos vízhozamokat és többszöri kémiai elemzést végeztek a különböző mélységű vízmintákon.

A középmélységű fúrások lemélyítése közben vetődött fel a gondolat, hogy ezeket a földtani alapfúrásokat fel lehetne használni a mélységi vízadó rétegekben jelentkezett mozgások folyamatos megfigyelésére. Régi kívánsága a magyar vízföldtani szakembereknek az, hogy a mélységi vizek dinamikájában mutatkozó változások megfigyelésére és a víz utánpótlódására, valamint a felhasználható mélységi vízkészletek számításához tudományos észlelő kutak telepítésére van szükség. Olyan kutakra,

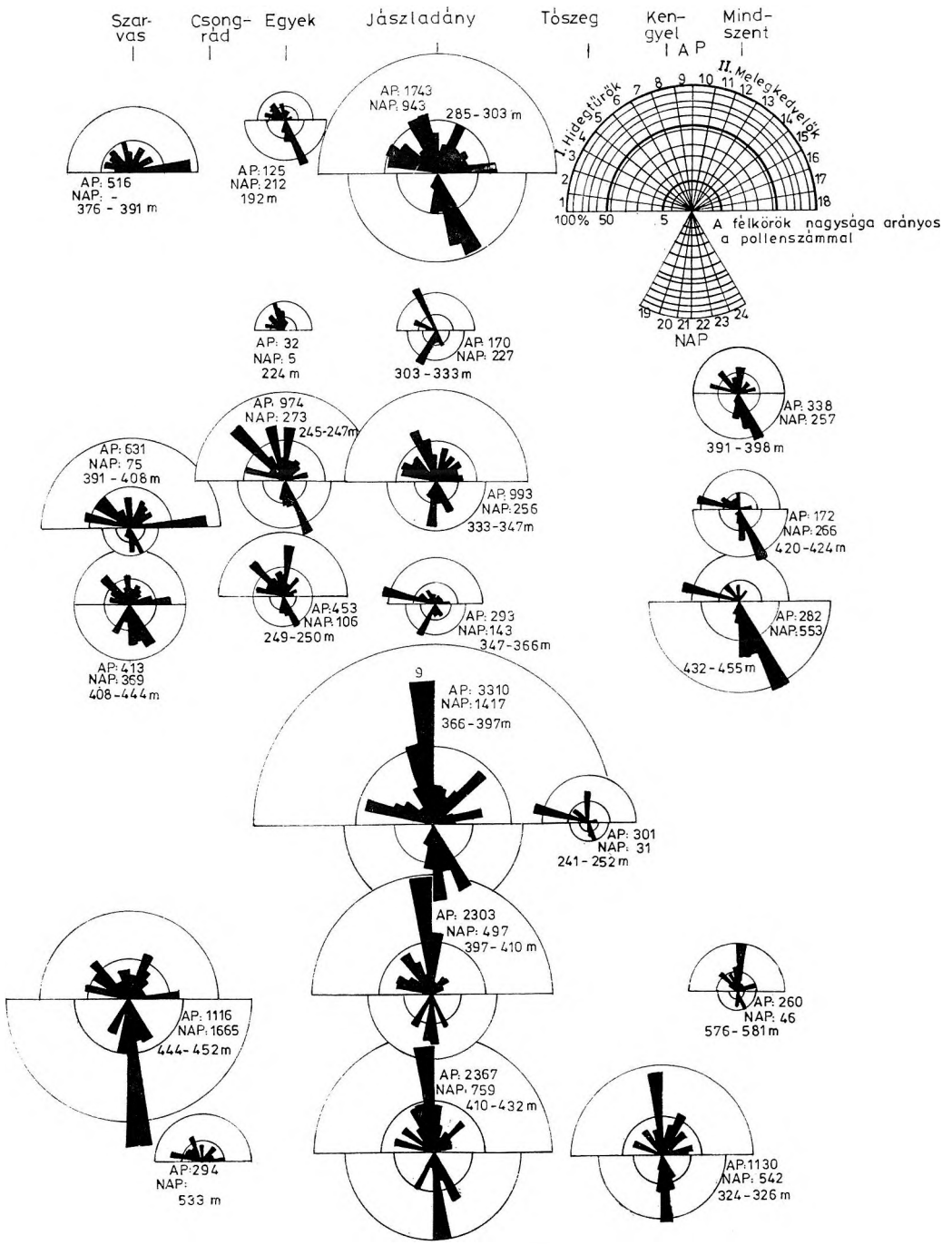


24. ábra. Alsó-pleisztocén pollen együttesek az alföldi fúrásokban (MIHÁLTZ J.-NÉ és LŐRINCZ H. meghatározása) A jelkulcsot lásd a 22. ábránál

Fig. 24. Lower Pleistocene pollen spectra in borehole sections of the Great Plain For explanation see Fig. 22

A jászladányi szedimentológiai, és a pollenekből kiolvasható éghajlati adatok a Mollusca és Ostracoda leletekkel együtt arra ösztönöztek, hogy kísérletet tegyünk a különösen gazdag földtani leleteket tartalmazó fúrás adataiból az Alföld negyedidőszaki sztratigráfiájának felvázolására. Ez az első próbálkozás három részre osztotta a kvartert: alsó, középső és felső részre. A későbbi tanulmányok és főleg a későbbi paleomágneses vizsgálatok a négyes beosztást igazolták.

A középmélységű fúrásoknak vízföldtani szempontból van a legnagyobb jelentőségük. Az átharántolt jó vízadó rétegeket részletes vízföldtani vizsgálatnak vetették alá. Megállapították a hő-

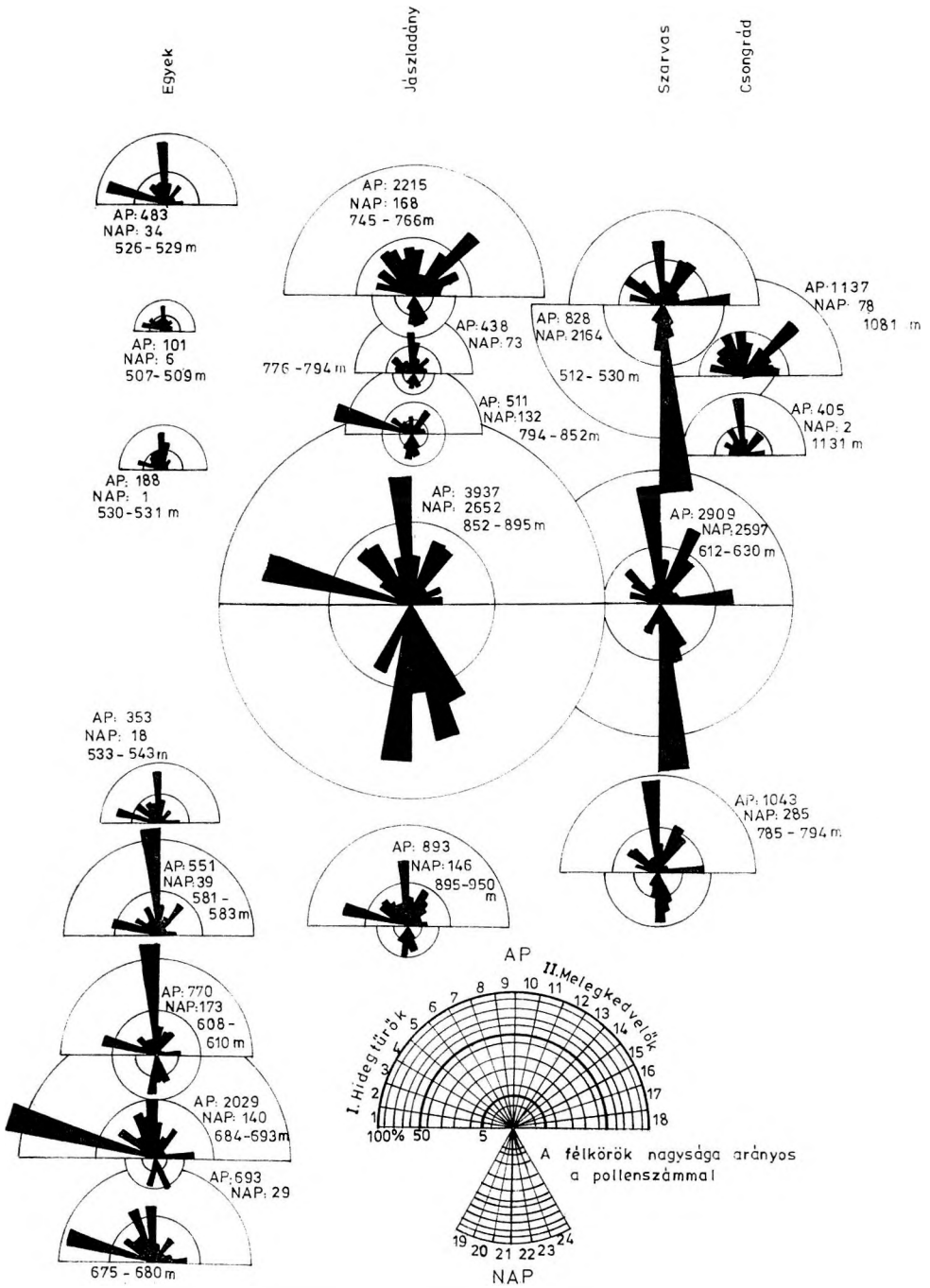


23. Legalsó-pleisztocén pollen együttesek az alföldi fúrásokban (MIHÁLTZ I.-NÉ és LŐRINCZ H. meghatározása)
A jelkulcsot lásd a 22. ábránál

Fig. 23. Lowest Pleistocene pollen spectra in borehole sections of the Great Plain
For explanation see Fig. 22

lagosan hiánytalanok mint Jászladány esetében, mégis, a hiányos adatok alapján is megerősödtek a Jászladányban meghatározott kategóriák és az éghajlati beosztás.

Már a jászladányi fúrásban feltűnt, hogy a részletes szemcseelemzések szabályos ciklusos menetet mutatnak a negyedidőszaki üledékképződésben. A rétegek szemcseösszetételében jelentkező szabályos finomodásnak és durvulásnak oka egyrészt a medence süllyedésének szakaszosságában, a süllyedés menetének gyorsulásában vagy lassulásában, másrészt az éghajlati ciklusok, a száraz-hideg és nedves-meleg időszakok váltakozásában keresendő.



22. ábra. Felső-pannóniai pollen együttesek az alföldi fúrásokban (MIHÁLTZ I.-NÉ és LŐRINCZ H. meghatározása) Arbor pollenek: *1.* Pinus cembra, *2.* Pinus silvestris, *3.* Larix, *4.* Picea, *5.* Betula, Salix, *6.* Fagus, Acer, Populus, Carpinus, *7.* Abies, Juglans, Corylus, *8.* Quercus, Tilia, Fraxinus, *9.* Alnus, *10.* Ulmus, *11.* Castaneae, *12.* Taxodiaceae, *13.* Tsuga, Carya, Pterocarya, *14.* Nyssa, Ostrya, *15.* Ginkgo, Podocarpus, *16.* Zelkowa, Engelhardtia, *17.* Rhus, Ilex, Hedera, Ericaceae, *18.* Cedrus, Palma, Pinus haploxylon. Non arbor pollenek: *19.* Mycophyta, *20.* Bryophyta, *21.* Pterydophyta, *22.* Potamogatonaceae, *23.* Gramineae, *24.* Varia

Fig. 22. Upper Pannonian pollen spectra in borehole sections of the Great Plain

ben Erdőtelek (400 m), 1973-ban Kecskemét (700 m) és Szarvas (1000 m), 1974-ben Kunadacs (400 m) és Kerekegyháza (400 m), 1975-ben Nyárlőrinc (800 m), 1977-ben Dévaványa (1116 m), 1978—79-ben Vésztő (1200 m), 1980-ban Komádi (1200 m) fúrásai. Ezek mindegyike közölt újabb paleontológiai és szedimentológiai adatokat, de egy sem volt leletekben olyan gazdag, mint a jászladányi fúrás. Az éghajlati ciklusok egyeztetésére alkalmas pollen leletek közel sem voltak olyan bőségesek és folytató-

A jászladányi fúrásból feltárt és meghatározott közel 50 000 pollenszem és a további fúrásokban talált és számbavett közel ugyanannyi pollen lelet lehetőséget ad az éghajlati változások részletesebb nyomon kísérésére az Alföld medencéjében a felső-pliocéntől a jelenkorig. A felső-pannóniai alemelet általában fajtagazdag meleg lomboserdejének klímája jól elkülönül a levantei alemeletétől, amely erdőtlenségével és félsivatagi száraz klímájával markáns választóvonal, azaz övezet — hiszen időtartama közel 2 millió esztendő — a harmadidőszak és negyedidőszak között.

Az időszámításunk előtti 4—5 millió év klímája sem egyhangú. A felső-pannóniai alemelet végén egy hűvös-nedves és egy hűvös-száraz időszak követte egymást, majd egy meleg-nedves szakasz következett igen vegyes lomberdőkkel. Az elsőt sűrű éger erdők jellemzik, a hűvös klímát kedvelő erdeifenyővel és a meleget elviselő tűlevelű fákkal. A hűvös klíma képviselői a nyír, a lucfenyő és a bükk. A pannóniai időt bezáró meleg-nedves éghajlat alatt a Nyssa a jellemző fafajta, mellette megmarad az éger és a szil, továbbá a gesztenye, a tölgy és a bükk. Ezután eléggé hirtelen állott be egy hosszú — közel 2 millió esztendőn át tartó — meleg-száraz, félsivatagi klíma, amikor a növényzetnek sok helyen nyoma sem maradt. Ezt az időt a levantei alemeletbe tehetjük.

A negyedidőszak mérsékelt meleggel és sok csapadékkal köszöntött be. Feltámadtak az égerfa erdők, de mellettük dúsan tenyészett a tölgy, a gesztenye, a Nyssa és a melegkedvelő tűlevelűek (Coniferae); az erdeifenyő, vörösfenyő és a lucfenyő háttérbe szorult. Az éger erdők Európa más részein is a pleisztocén elejének jellemző erdőalkotó fái. A legalsó- és alsó-pleisztocén határán hűvösödik és szárazodik az éghajlat, az erdei-, a vörös- és a lucfenyő aránya megnő. Az alsó-pleisztocén éghajlata — az az idő, amely az Olduvai paleomágneses fordulat és a Brunhes—Matuyama fordulat között telt el — nagyon sajátos, kirívóan eltér az előtte és utána következő szakaszoktól. A növényzet képe határozott mediterrán jelleget mutat: meleg száraz nyarat és enyhe csapadékos telet. Megjelenik a pálma, jelen van az Engelhardtia, a tölgy, a gesztenye, a dió; nagy arányban tenyésznek a melegkedvelő Coniferae-k, a jegenyefenyő és persze jócskán megmaradtak az erdeifenyő, vörösfenyő és a lucfenyő pollenjei is. Az időszak vége felé előbb az erős szárazodás, majd hűvösödés köszöntött be. A melegigényes fák közül egyedül a tölgy maradt meg, de aránya nagyon visszaesett. Előtérbe lépett a vörösfenyő és az erdeifenyő, de ezek száma sem nagy.

A középső-pleisztocén 300 000—400 000 esztendeje enyhén nedves és hűvös. Az erdeifenyő majdnem egyeduralomra tesz szert. Mellette alárendelt szerepet játszik a nyír, a fűz, a szil és a hárs, de tartja magát a tölgy is. Az átmenet a középső- és felső-pleisztocén között száraz és hideg. A felső-pleisztocén eleje hideg és nedves; ezt hideg és száraz időszakasz követte, majd egy mérsékelt nedves (ez lehet az Eem), jellemző fafajtái az erdeifenyő, a szil, fűz, nyír, hárs és jelen van a tölgy is. A felső-pleisztocén vége hideg és száraz. A holocén idő vegetációjáról a mélyfúrások anyagmintái nem hoztak információt. Az erdőalkotó fafajtákat éghajlati igényeik szerint a következőképpen csoportosíthatjuk.

Hideg- és szárazságtűrők: Pinus silvestris, Betula, Larix, Salix.
Mérsékelten meleg- és csapadékkedvelők: Alnus, Ulmus, Taxodiaceae, Fagus, Tilia.
Mérsékelten melegkedvelők és szárazságtűrők: Castaneae, Quercus, Juglans, Abies, Carpinus, Juniperus, Acer.
Meleg- és nedvességigényesek: Nyssa, Zelkowa, Engelhardtia, Ostrya, Podocarpus.
Melegigényes szárazságtűrők: Palmae, Cedrus, Carya, Pterocarya, Ginkgo, Tsuga.

E csoportosításnál nemcsak az egyes fafajták földrajzi elterjedését vettük alapul, hanem azt is, hogy milyen növénytársaságban fordulnak nálunk elő.

A nem fapollenek ábrázolását egy másik félkör cikkeivel igyekeztünk kifejezni, amit a fapollenek félköre alá helyeztünk. Ebben a félkörben azonban csak a hat legfontosabb növénycsoport pollenjeinek körcikkeit helyeztük el és azokat is tetszőleges sorrendben, mert itt az éjhajlati igények nehezebben voltak megállapíthatók.

A jászladányi fúrás fapollenjeinek vizsgálata arra az eredményre vezetett, hogy a pleisztocén során a néhány éves éghajlati ciklusok mellett sokezer éves ciklusok is voltak. Vagyis a Kárpát-medence időjárására sokezer éves periódusokban hol a kontinentális, hol az óceáni, hol a mediterrán éghajlati hatás nyomta rá a bélyegét.

A levantei rétegsorról, amelyben több vörös agyagréteg is előfordult, a paleontológiai vizsgálatok kimutatták, hogy teljesen steril tarka agyagrétegek tartoznak ide, finomszemű, de osztályozatlan üledékanyaggal. A felső-pannóniai rétegek nagyban elütnek ezektől a gazdag Mollusca és Ostracoda faunájukkal és a pollenek alapján kimutatott dús erdőségeikkel. A jászladányi fúrás és az anyagvizsgálatok eredményei az Alföld negyedidőszaki történetének kutatásában igen nagy jelentőségűek voltak és hamarosan a nemzetközi irodalom is felfigyelt rájuk (Rónai 1969). Ez a fúrás vetette meg az alapját a plio—pleisztocén határ többoldalú megállapításának, a negyedidőszak sztratigráfiai beosztásának és az éghajlattörténet felvázolásának. Összehasonlító alapja lett a későbbi fúrásoknak.

A jászladányi fúrást követő időben egymás után mélyültek az újabb fúrások, 1966-ban Kengyel (500 m), Tószeg (300 m) és Óballa (Tiszapüspöki 300 m), 1967-ben Öcsöd (300 m), 1969-ben Mindszent (1500 m), 1970-ben Csongrád (1200 m), 1971-ben Egyek (700 m), és Hevesvezekény (600 m), 1972-



64. ábra. Partomlás Dunaújvárosban 1964-ben

Fig. 64. Landslide near Dunaújváros

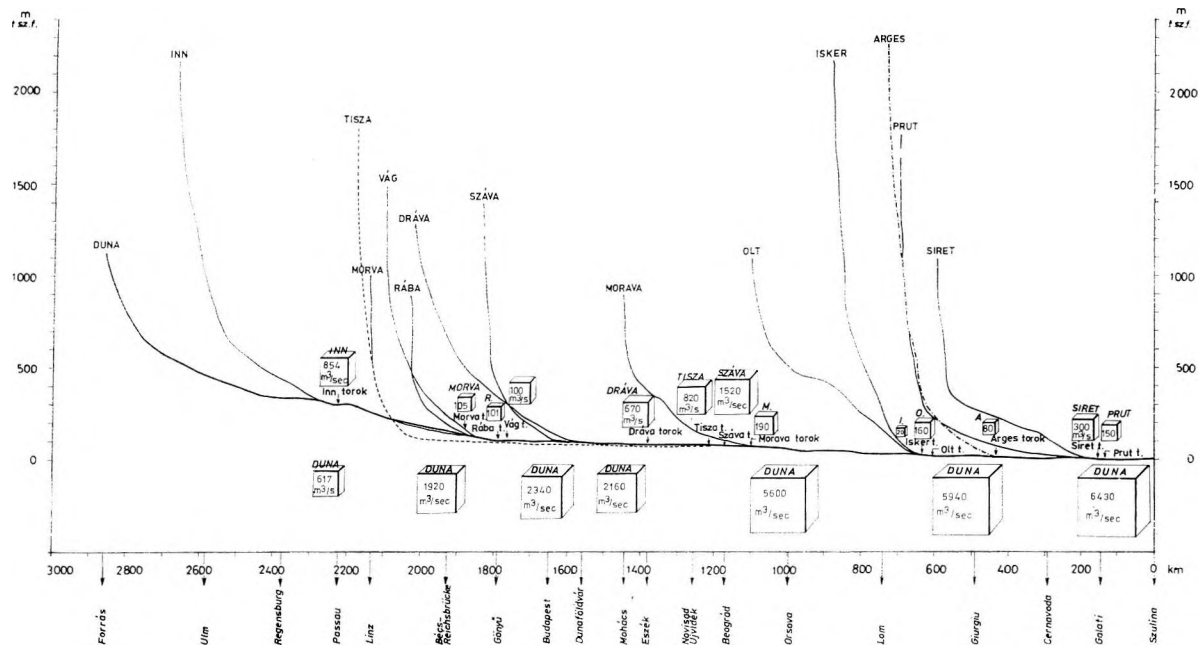
keztek, ahol a jelenkori völgy 10 km-re összeszorul. Kalocsa alatt és a Mohácsi-sziget előtt. Itt kapja legjelentősebb dunántúli mellékfolyóját, a Kapost és a Siót, ezek együttesen kialakították a Sárköz vizenyős, számtalan vízérrel, fattyúággal, morotvával behálózott területét.

A Mohácsi-sziget alatt még jobban összeszorul az ártér, s aztán a Drávával egyesülve keletnek veszi útját a nagy folyó, újra csak az Alföld határán maradva a Fruska Gora lábainál.

Keletről, az Alföldről nincs mellékfolyója a Dunának. A hátság nyugati peremén, a régi Duna meder vonalában vonulnak le időszakos vízerek. Ezeket fogja össze a mesterséges Dunai-főcsatorna és vezeti le Fajsz alatt a Dunába. Ez a folyásirány egyúttal a szabályozás előtti árvizek levonulási iránya is, ami azt jelenti, hogy itt időnként jelentős erodáló tevékenységet is fejtettek ki az árvizek. Egyébként a Duna — bármily nagy folyó — az Alföld mai felszínének alakításában alig játszik szerepet. Annál nagyobb volt a jelentősége a múltban, a mai Duna—Tisza közi terület felépítésében. Az a hatalmas homok anyag, amely ma a két folyó közét elborítja, mind dunai származású és a futóhomok dombok alatt a folyóvízi homokok és kavicsok nagy tömege is, az amelyek a hátság nyugati peremén még csak néhányszor tíz méter vastagságúak, de a közepén már 200—300 m, a Tiszára lejtő részeken 500—600 m vastagok. A Duna DK-nek tartó ágai rakták le ezt a hatalmas törmelékkúpot a pleisztocén elején és közepén. Aztán a szél alakította át és formálta tetejüket dombokká a felső-pleisztocénben, a futóhomok dombok szélárnyékába löszpásztákat terítve.

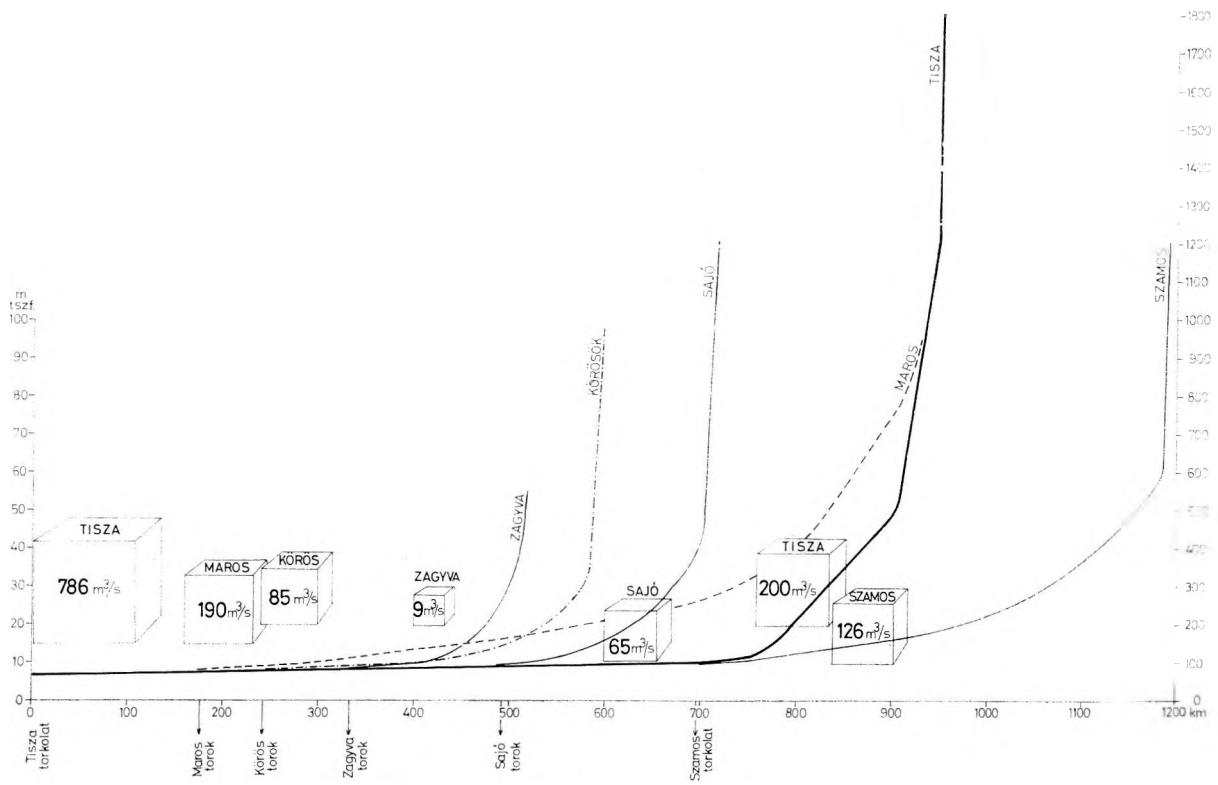
A Duna Budapest—Eszék közötti szakasza 250 km hosszú, a Budapest—Mohács közötti kereken 200 km. Közepes vízszállítása ezen a szakaszon 2300 m^3/s. Mélysége igen változó kis távolságokon belül is, 2—12 m között változhat kis víznél. Vízjátéka Budapestnél 680 cm, Mohácsnál 755 cm. Árvízkor vízszállítása tizenegyszerese a kisvízi vízszállításnak (8300 és 730 m^3/s). Esése kisvíznél a budapest—mohácsi szakaszon 7 cm kilométerenként. Sebessége kétszerese a Tisza sebességének az alföldi szakaszon. Mederszélessége 120—650 m között változik (átlag 420 m), partmagassága a közepes vízállás felett átlag 3 m. Hordalékszállítása középvízállásnál Dunaújvárosnál 16 000 m^3/év görgetett és 6,5 millió m^3/év lebegtetett hordalék. Bajánál a megfelelő adatok: 24 000 m^3/év és 10,2 millió m^3/év. Ezek az adatok egyrészt megmagyarázzák a Duna—Tisza közi terület felépítésének anyagtömegét, másrészt összehasonlításként használhatók a Tisza és mellékfolyóinak vízrajzi adataihoz, víz- és hordalékszállítási tevékenységének megítéléséhez.

Az Alföld fő folyója, a Tisza, a Kárpát-medence folyója. Itt ered és itt torkollik a Dunába. A „nemzetközi" Duna mellett sokáig „magyar" folyó volt, mert a régi Magyarország területén eredt és végig, a torkolatáig magyar területen folyt. De nemcsak a Tisza volt a Kárpát-medence folyója, hanem egész vízgyűjtő területe is a Kárpátok láncain belül maradt. A Kárpát-medence kb. 320 000 km^2 területének fele a Tisza vízgyűjtőjéhez tartozik (157 000 km^2). Másfélszerese ez az egész Alföld területének. Ma vízgyűjtő területe 5 ország között oszlik meg.



65. ábra. A Duna és fontosabb mellékfolyóinak esésgörbéje és vízhozama

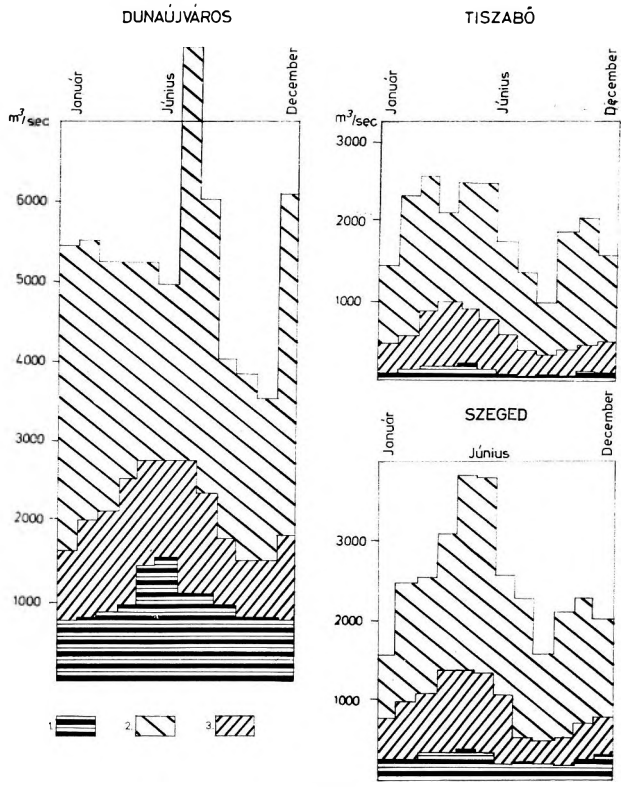
Fig. 65. Slope gradient and water-flow rates of the Danube and its tributaries



66. ábra. A Tisza és fontosabb mellékfolyóinak esésgörbéje és vízhozama

Fig. 66. Slope gradient and water-flow rates of the Tisza river and its tributaries

A Duna mellett szerény folyó a Tisza. Vízgyűjtő területe ötödrésze a Dunáénak (817 000 km²); hossza harmadrésze. De sem vízgyűjtő területének, sem hosszának aránya nem fejezi ki helyesen azt a kisebb jelentőséget, amelyet szállított víztömege és főleg ennek a víztömegnek évszakonként való nagy változásai okoznak. Az évi közepes vízhozamok a Sió, ill. Körös torkolatnál így aránylanak: Duna 2300 m³/s, Tisza 600 m³/s. Míg azonban a Dunán a vízszállítás kisvízkor 700 m³/s, árvízkor 7000 m³/s, tehát a kisvíz tizedrésze az árvízi mennyiségnek a Sió torkolatnál, addig a Tiszán ez a két adat 75 m³/s és 3000 m³/s a Körös torkolatnál. A kisvíz tehát negyvened része az árvíznek. Ez a kisvíz pedig sokszor már júniusban jelentkezik, augusztus hónapban pedig rendszeresen kisvíz van, amikor a vízszükség nagy. Az Alföld közepén a Dunán a legkisebb vízállás idején is nyolcszor annyi víz folyik le, mint a Tiszán. A vízszint ingadozása a Tiszán Csongrádnál megközelíti a 13 métert. A Tisza évi közepes vízszállítása Titelnél, a torkolatnál 820 m³/s, a Dunáé ugyanott 2550 m³/s. A Tisza mederszélessége Szolnok—Szeged között átlag 120—130 m. A vízfolyás közepes sebessége kisvízkor 0,3—0,4 m/s, mélysége 80—100 cm között váltakozik.



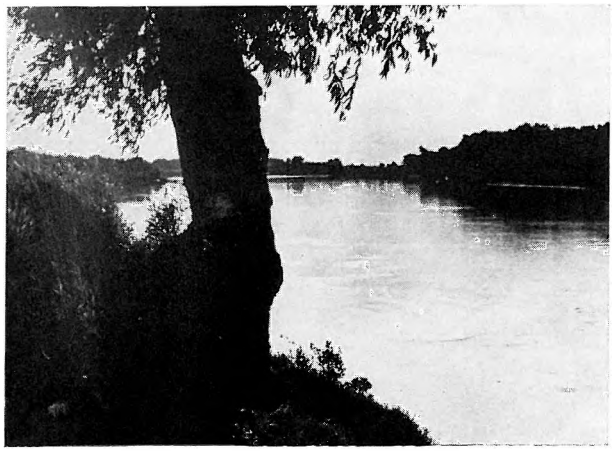
67. ábra. A Duna és a Tisza vízszállítása az Alföldön
1. Közepes kisvíz, *2.* közepes középvíz, *3.* közepes nagyvíz

Fig. 67. Water discharge of the Danube and the Tisza in the middle part of the Great Plain
1. Mean low water discharge, *2.* medium mean water discharge, *3.* mean high water discharge

Bármennyire szerények a Tisza adatai a Dunáé mellett, az Alföld vízellátása és az Alföld térszínének alakítása szempontjából a Tiszának van döntő jelentősége. Ez a magyar történelemben, irodalomban, művészetekben, népdalokban annyiszor megjelenő folyó sokkal inkább sajátos, egyedülálló jelenség, mint általában más társai. Nincs hozzá hasonló egy sem a Duna vízrendszerében. Egyik különlegessége a hegyvidéki szakasz rövidsége és a síksági nagy hosszúsága. 1800 m magasan ered a Máramarosi havasokban, az Erdős Kárpátok flis övében. Hossza 960 km. Ebből 180 km rövid kezdeti szakaszon lezúdul 1800 m magasról 110 m magasságra, esése 1690 m, tehát 9 m kilométerenként. Miután 1690 m szintkülönbséget megtett, a további 780 km-en mindössze 30 m-t esik, tehát kilométerenként 3,8 cm-t. Csongrádtól a torkolatig esése már 1,3—1,5 cm/km között mozog. A hegyi torrens patakból Tiszaújlaktól Tokajig csendes folyó, Tokajtól egy csapásra nagyon lusta síksági folyóvá válik.

Felső szakaszán nem magányos patak a Tisza. Tucatnyi patakot vesz fel jobb partján és valamivel kevesebbet, de nagyobbakat bal partján. A Radnai Havasok kristályos és metamorf kőzeteinek törmelékét szállító Visó és Iza nem sokkal jelentéktelenebb patakok, mint a Tisza, amely a Máramaros-sziget körül veszi fel őket. Tovább a jobb parti patakok a belső vulkanikus öv kőzeteibe vágták völgyüket. A délről jövő és bal oldalt csatlakozó Szamos és Kraszna Erdély változatos hegyeinek törmelékét szállítják a paleogén agyag felszínek finom iszapja mellett. Közben jó néhány névvel bíró, vagy névtelen kis és nagy patak, amelyek mindegyike számtalan ágból tevődik össze, egyesül a Tiszával, mielőtt az elérné a csapi nagy kanyart. Itt már komoly folyó a Tisza. Évi közepes vízszállítása 350 m³/s. A síkság, amelyen Nagyszőllőstől Záhonyig halad, fiatal feltöltés, tekintélyes kavicságygyal és rajta vékony finomszemű takaróval, mely helyenként mocsaras, tőzeges. A nagy eséssel jövő hegyi patakok ugyanis a Tiszával egyesülve nekiütköznek a Nyírség kiemelt tömbjének és megtorpanva hatalmas kanyarulatokat tesznek északra, közben rossz lefolyású berkeket hagyva maguk mögött. Az Ecsedi láp és Szernye mocsár csak a legnagyobb a sok kisebb és névtelen között.

A Keleti-Kárpátok hegylábai, az erdélyi Meszes, Bükk és Rozsály hegységek között elterülő és nyugaton a Nyírség dombja által körülhatárolt síkságperem morfológiailag különálló kis medence, mely nem is olyan kicsiny, kereken 4000 km² kiterjedésű. Déli része külön tájnévvel is bír: Szamoshát. Ettől a peremi medencerésztől jól elkülönül az északi medenceperem: a Latorca, az Ung, Laborc és Tapoly síkja. Ezeket a patakokat, amelyek mind az Erdős Kárpátok flis övében erednek, s mind áttörik a belső vulkanikus öv hegységeit, szintén a Nyírség kiemelkedő szigete terelte el nyugatnak és a Bodrog fogta őket össze, hogy a Zempléni-hegység lábai előtt átvezesse vizüket a tokaji kapun. Föld-



68. ábra. A Tisza-part Tiszafürednél

Fig. 68. The riverbank of the Tisza by Tiszafüred

tanilag ez a peremmedence a Bodrogközzel együtt hasonló a Szamoshát vidékéhez. Itt is vékony holocén kavics béleli ki a süllyedéket, rajta finomszemű üledéktakaróval. Talán annyiban változatosabb itt a kép, hogy a régi pleisztocén felszínnek igen sok szétroncsolt darabja maradt fenn a holocén lehordásból, s így a felszín változatosabb domborzatú.

A tokaji kaputól igazi nagy folyó a Tisza. Évi közepes vízszállítása itt már 450 m^3/s, esése 3,4 cm kilométerenként. Görgetett közepes hordaléka Tiszabőnél 9000 m^3/év, lebegtetett hordaléka 3,3 millió m^3/év. Vagyis hordaléka több mint fele a Dunáénak, holott vízmennyisége alig több mint ötödrésze. A ,,szőke'' Tisza tehát sokszorosan több lebegtetett hordalékot hord vízmennyiségének arányában, mint a ,,kék'' Duna. Szolnoktól lefele kavicsot már nem szállít, csak durva homokot és murvát. Szegednél lebegtetett hordaléka már óriási, közepes vízszállításnál 12 millió m^3/év. Több, mint a Dunáé Bajánál. Partjait — a Körös torkolatig — követik saját építette homokdombjai, de csak szigetekben. Nagyrészt agyagos-iszapos partokba vágta itt medrét. A Tiszának ez a középső szakasza furcsa módon nem az Alföld É—D-i mély tengelyében folyik. A mély tengely mentén a Hortobágy-patak halad. A Tisza elődje valószínűleg itt folyt és a szabályozás előtt a mai Tisza árvizei is itt vonultak le. Hatalmas, mély ártér volt a ma Hortobágy nevet viselő síkság. Finom homokliszt és agyag fedi a felszínét, nagy területen elszikesedve. A Hortobágy-patak Balmazújváros és Karcag tája között a tengerszint felett 86—87 m magasan fekvő térszínen, a Tisza tőle nyugatra Tiszafüred és Nagykörű között 90 m-nél magasabb partfalak között folyik. A Hortobágy- és Berettyó-patak egyesülése táján az Alföld legészakibb fekvésű mély öblözete alakult ki, a Nagykunság déli része. Mélyen agyagos, tőzeges táj ez, nincs rajta egyetlen jelentősebb település. Határain a következő települések ülnek: Karcag, Püspökladány, Berettyóújfalu, Füzesgyarmat, Szeghalom, Dévaványa, Endrőd, Mezőtúr, Túrkeve, Kisújszállás. Ezek között terül el a majdnem lakatlan, 1200 km^2 kiterjedésű mély agyagos üst. A Hármas-Körös viszi vizét a Tiszába. A táj nagy része 85 m-nél mélyebben fekszik a tenger szintje felett. Ugyanakkor a középső Tisza medre menti területek 90 m körüli tengerszint feletti magasságon vannak.



69. ábra. A Tisza belső árterülete Tiszafürednél a vízlépcső építése előtt

Fig. 69. The inundation plain of the Tisza and Kisköre. The place of the dam system built later, Tiszafüred



70. ábra. A Tisza-part Nagykörűnél. Dűlő rétegek a homorú bal parton
Fig. 70. Riverside of the Tisza by Nagykörű



71. ábra. A Tisza szakadó homorú partja Szolnoktól É-ra
Fig. 71. The sliding concave border of the Tisza, north of Szolnok

A Tisza hordalékanyagában a lehordási terület kőzeteinek lepusztult szemcséit találjuk, s bár a folyó vízgyűjtő területén nagyon sokféle hegység sokféle kőzete található, a hordalék apró ásványszemei jól elkülönülnek a Duna homokszemeinek ásványanyag-tartalmától. A Tisza és Duna homok hordalékának ásványtani összetételét néhány mélyfúrásban időben visszamenőleg MOLNÁR B. vizsgálta (1965). Szolnok és Csongrád között, a folyó jobb partjáig, dunai eredetű üledékanyagot mutatott ki, onnan keletre ún. tiszai üledékanyagot, helyesebben a Tisza vízgyűjtő területéről származót. A „tiszai vízgyűjtő-terület" a mai Tisza vízgyűjtőjét jelenti, de azt sok más ősfolyó szállította.

Az 1968—70-ben lemélyített alföldi alapfúrások homoküledékének ásványtani feldolgozását GEDEONNÉ RAJETZKY MÁRIA végezte el (1973). Kimutatta, hogy a Tisza alsó szakaszának (Csongrád—Mindszent) területén a „dunai lehordási" anyag már 900 m mélységben megjelenik és tart a felszín „közeléig". A Duna, a Tisza, a Berettyó és Körösök ma szállított homokanyagának ásványi összetételét szintén GEDEONNÉ RAJETZKY M. vizsgálta és a dunai anyagot jelentősen másnak találta, mint a Tiszáét és mellékfolyóiét. A döntő különbség a két vízvidék homokjainak ásványi összetételében az, hogy a Duna ma szállított homokjainak ásványai között a gránátszemek aránya megközelíti az 50%-

ot, míg a tiszai és körösi homokokban csak 20—30%-ot ér el. Másik lényeges különbség az, hogy a Berettyó és Körösök anyagában a barna és zöld amfibol 25—40%-ot ér el, a dunai anyagban alig van 10%. A hipersztén ásvány 20—25% a tiszántúli anyagban, nem éri el a 10%-ot a dunaiban. Ismeretes a homokok nehézásvány- és könnyűásvány-tartalmának igen széles szórása, ha sűrű a mintavétel. Ismeretes az is, hogy a homokok szemcseösszetétele is belejátszik az ásványszemek egymás közti arányába akkor is, ha csak egyetlen frakciónagyság (0,1—0,2 mm átmérőjű) szemcséit hasonlítják össze. Ezért messzemenő következtetéseket sem a lehordási területekre, sem az egyes folyók üledékanyagának különbségeire nem vonhatunk le e vizsgálatokból.

Tokajtól Titelig a Tisza középszakasz jelleggel óriási kanyarokat alkotva folyik. Tipikus síkségi folyó. Parti dombjai csak helyenként vannak,* legtöbb szakaszon csak a felszínbe vágott medre van, „parttalan meder", ahogy Petőfi írta. A tokaji kaput elhagyva a Tisza kevés mellékfolyót vesz már fel. Jobbról a Sajót, Zagyvát, s néhány jelentéktelen patakot, balról a Köröst, Marost és Bégát. Ezekről a tájak ismertetésénél lesz szó.

Azt a hatalmas lebegtetett hordalékanyagot, ami Szegednél közepesen 12 millió m^3 évente, árvízkor pedig ennek legalább az ötszöröse, a Tisza árvízkor kiönti hatalmas árterére. A víz a nagy kiterjedésű sík ártéren hosszú ideig megmarad és iszapját lassan az ártérre lerakja. Vízmérnökeink kiszámították, hogy az évente a Dunába szállított hordalék a Tisza vízgyűjtő területét évente átlag 0,04 mm-rel pusztítja le. Ez a lepusztulás azonban nem az alföldi síkság pusztulása. A lepusztulás a Tisza felső szakaszán és mellékfolyóinak felső szakaszán folyik le, a síkságra lépő, esését vesztett folyó nem pusztít, hanem árvizeinek üledékjeivel épít. Az építés a mély ártereken évi 0,2 mm nagyságrendű a finomszemű üledékeket átharántoló alföldi fúrások eredménye szerint.

A Tisza 157 000 km^2 vízgyűjtő területéből kb. 40 000 km^2 esik a sík részre, ahol nem a lepusztítás, hanem az építés van túlsúlyban. A 40 000 km^2 az a holocén ártér, amelyre a szabályozás és gátak közé fogás előtt a Tisza árvizei a hordalék egy részét évente lerakhatták. Ha az eddigi hordalékmérések alapján a Tisza lebegtetett hordalékát az Alföld közepe táján közepesen évi 10 millió m^3-nek vesszük és feltételezzük, hogy árvízkor ötszörösen nagyobb vízhozammal a lebegtetett hordalék is arányosan növekedik, számítást végezhetünk arra vonatkozólag, hogy évente az árterekre átlagosan mennyi üledék rakódik. A számítások hozzávetőlegesen évi 0,25 mm feltöltést mutatnak. Természetesen ez a feltöltődés nem egyenletesen oszlik el a területen, de ez a szám mégis egy, a valóságos feltöltődéshez közelítő értéket mutat.

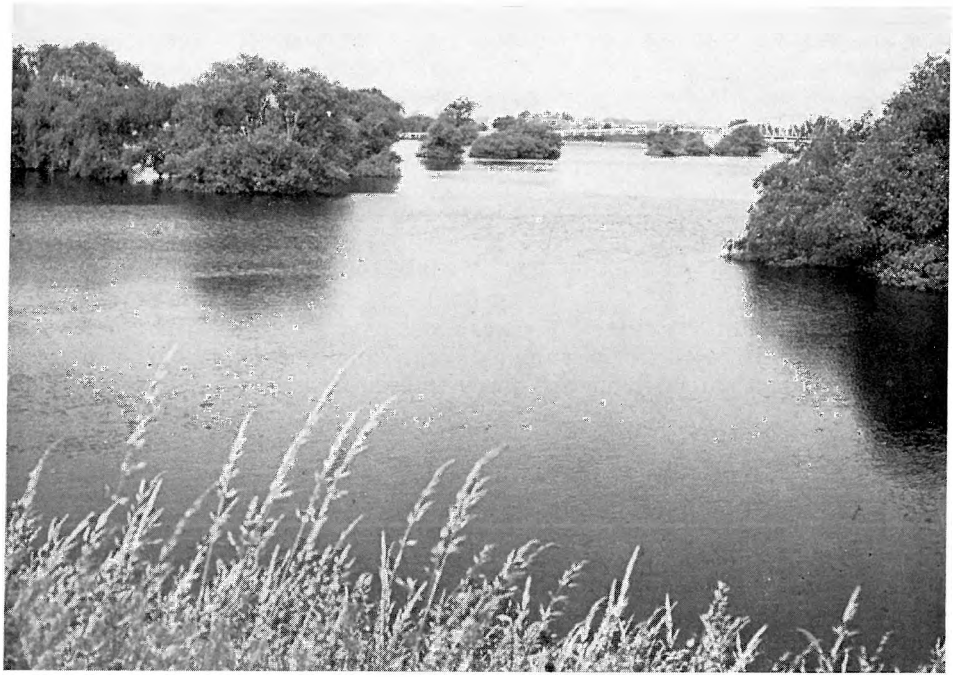
A Tisza medre ismereteink szerint a pleisztocén végén, holocén elején alakult ki mai helyén. Szolnok felett partfalaiban kisvíznél 2—3 m réteges folyóvízi lerakódást láthatunk. Alatta több helyen foszilis talajzónát találunk. A holocén 10 000 éve alatt a 2—3 méter vastagságú felhalmozódás számított sebességének megfelel az üledékképződés.

Mai területünkön a Körösök és a Maros vesz részt még jelentős mértékben az Alföld felszínének alakításában. Hordalékhozam adatunk kellő számban ezekről a vízfolyásokról nincs, de vízmennyiségükből következtetni lehet hordalékaira. A Hármas-Körös közepes vízállásnál 200 m^3/s vizet szállít, árvízkor 1300 m^3/s-ot. A Maros Makónál közepes vízállásnál 210 m^3/s vizet szállít, árvízkor 2400 m^3/s-ot.

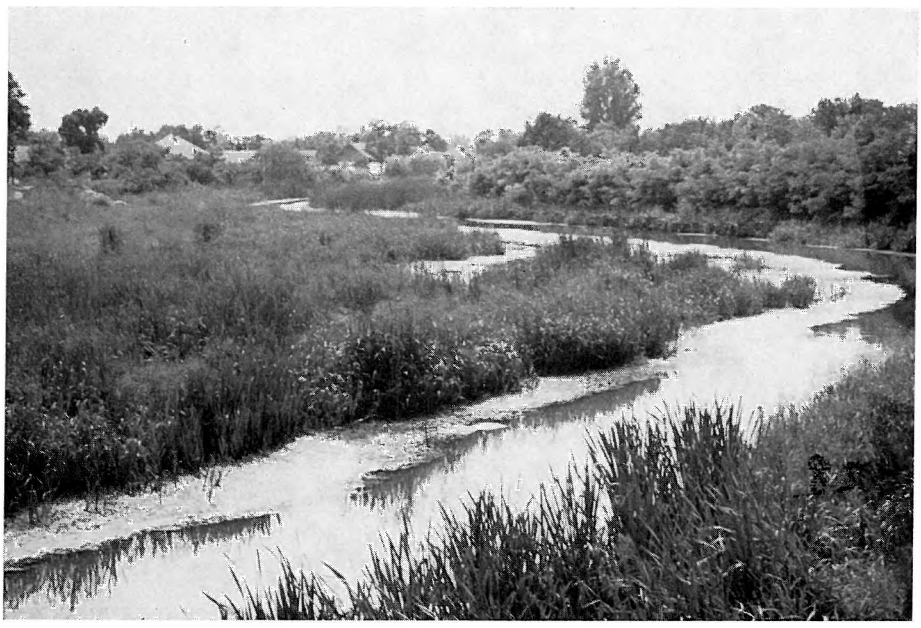
Az Alföld ma hozzánk tartozó részében a Tisza mellett a Körösöknek van legnagyobb tájépítő szerepük. A három Körös a Berettyóval az alföldi medence egyik legmélyebb negyedidőszaki süllyedékét töltötte és tölti fel. A furcsa az, hogy ez a részmedence aránylag közel van az erdélyi hegyek pereméhez, ahonnan nagy eséssel jönnek le a folyók, mégis a medence döntően finomszemű üledékkel van megtöltve, hiányzanak a durva homok és kavics rétegek. Ezeket a hordalékokat egy Nagyvárad—Nagyszalonta vonalán húzódó mély tektonikus árok fogta és fogja fel, ugyanúgy, ahogy északon a Mátra és Bükk durva törmelékeit egy a hegyperemmel körkörösen haladó süllyedés.

A Hármas-Körös vízgyűjtője tekintélyes, kereken 30 000 km^2. Legnagyobb részt ebből a Berettyó vízgyűjtője ad (5800 km^2). A folyó az erdélyi Réz-hegység és Meszes-hegység vizeit és kristályos kőzeteinek törmelékét hozza a Szilágyságból. Csapadékosabb területről hozza vizeit a Fekete- és Fehér-Körös, mert bár mindkettő vízgyűjtő területe kisebb a Berettyóénál (4600 és 4300 km^2) évi átlagos vízhozamuk, s így hordalékmennyiségük is jóval nagyobb a Berettyóénál. A Fekete-Körös 44 m^3/s, a Fehér-Körös 34 m^3/s, a Sebes-Körös 25 m^3/s, a Berettyó 15 m^3/s vizet hoz, évi átlagban. A Fehér-Körös az Erdélyi-érchegység kréta homokkő zónájában ered, majd hosszú szakaszon gyűjti idős és fiatal vulkáni kőzetek vizeit, a diabázoktól a bazalt tufákig. A Fekete-Körös a Kodru- (Béli-) hegység permi homokköveinek lejtőit mossa és a Vlegyásza vulkanikus tömbjét, továbbá az azt körülvevő sokféle mezozóos, paleozóos és idősebb hegyek kőzetanyagát. A Sebes-Körös sem egyhangú földtani felépítésű területeket szel át. A Kalotaszegi-medence eocén mészkövein indul, a Királyhágónál átvágja a Vlegyásza vulkanikus kőzeteit és prekambriumi kristályos paláit. A Bihar-hegység nyugati szárnyán mezozóos kőzetek vizeit és törmelékeit gyűjti, majd szarmata és pannóniai rétegek között ér ki Nagyváradhoz.

* Ezek részben dűnék, részben árvizek építette nem homokdombok (Rónai A. 1959).



72. ábra. A Hármas-Körös Endrődnél
Fig. 72. The united Körös river at Endrőd



73. ábra. A holtágakkal behálózott Körös-medence
Fig. 73. The Körös basin meander pattern

A kerekded Körösi-süllyedékre legyezőszerűen érkező folyók, feltöltve a medencét, összefutnak, egyesülnek, aminek itt melyen bent az Alföld síkján nincs látható oka, mivel az a földtani felépítésben keresendő. A keletről jövő folyók itt beleütköznek a pannóniai rétegek viszonylagosan magasan elhelyezkedő eltemetett részébe, a nagykunsági pannóniai hátságba, amely a medencealjzat kiemelkedését követi elsimítva. Ezt a pannóniai hátságot a negyedidőszaki képződmények jóval vékonyabb takarója fedi be. Ezt a szerkezeti vállat a Hármas-Körös, egyesülve a Hortobágy-patakkal, szűk mederben, még szűkebb árterek között átréseli és így egy bevágott völgyben éri el a Tiszát. Itt az áttörés helyén hiányzanak a negyedidőszaki összletből a legalsó- és alsó-pleisztocén rétegek, középső- és felső-pliesztocén rétegeken ül közvetlenül a vékony lösztakaró. A Körös torkolattól a Maros torko-

latig a Tisza aránylag széles, de jól körülhatárolt völgyben folyik, itt már az Alföld mély tengelyében. Természetes árterülete Hódmezővásárhelyig 5—8 km széles, onnan délre Szegedig igen változó, mert partjaihoz közel árvízmentes térszínek (padlanok) vannak, az ártér pedig régi holtágak, helyi kis vízfolyások mentén messze terjed, néhol a mai partoktól távol 10—15 km-re is. Az árterek tengerszint feletti magassága 78 és 82 m között van.

A Fehér-Körös, Tisza és a Maros között terül el a Tiszántúl egyik legsajátosabb, rossz lefolyású, azaz nagy területen lefolyástalan tája, amelynek egyértelmű jó neve nincs. Békési löszhátságnak mondják egy részét. Nagyobb része azonban messze van Békéstől és Békéscsabától is, és túlterjed Békés megye határain. A löszhátság elnevezés is csak egyes darabjaira illik. Elsősorban az Aradhegyaljáról Battonyánál átnyúló löszdombokra. A többi lösszel fedett terület csak szigeteket alkot a folyóvízi homok és iszaptakarók között és e szigetek lösztakarója is gyakran igen vékony, 1—1,5 m.

Ennek a területnek a feltöltését felváltva végezték az egykori Körös-ágak és a Maros-ágak. A mai Tiszának nem sok köze volt hozzá. Legfeljebb elődjének, amely Szarvas és Szentes között hozta le a Hortobágy vizeit, amelynek emlékeit ma a Korógy-ér őrzi. Orosháza körül, amely a terület középpontjában épült, már a Maros egy régi ága járt és Maros-ág emlékét őrzi a Száraz-ér is, amely Aradnál szakad ki a mai Maros mederből és nagy kanyart csinálva északra, Battonyánál lép be mai országterületünkre és Tótkomlós magasságáig csavarog el, hogy aztán onnan délnyugatnak fordulva, nagy kanyarokkal, Szegednél kössön be a Tiszába.

A Maros tájképző szerepéről a mai országterületen tehát csak múlt időben beszélhetünk. E régi vízfolyások mentén folyóvízi homokok vannak a felszínen vagy közel a felszín alatt. Néhol a felszínen már átmeneti formában van a homok a futóhomok fele. Néhol jól kivehetők még a régi meder mély vonalai, partjukon pedig kiemelkednek a parti homokdombok. Ezek között foglalnak helyet a vékonyabb vagy vastagabb lösztakaróval, vagy éppen csak löszös homokkal takart felszíndarabok. Mi az Orosháza körzet nevet adtuk e területnek.

A felszíni képződmények anyaga

Kőzettani osztályozás szerint az alföldi képződmények: kavics, homok, homokliszt (lösz), finom kőzetliszt (iszap, aleurit), agyag, réti mészkő, szerves agyag, tőzeg. A mélyebb rétegekben előfordulhat még konglomerátum, homokkő, márga konkréciós pad, vulkáni tufa és tufit. Ez a kőzettani névsor elsősorban a szemcsenagysághoz igazodik. Ám maguk a képződmények sohasem egy-egy szemcsefrakció halmazai, hanem egyrészt a különböző szemcsefrakciók keveredései, másrészt a szemcsék közt jelenlevő egyéb kötőanyagok alkotta rétegek, esetleg a szemcsék alakjától (futóhomok, folyóvízi homok) és anyagától (kvarckavics, mészkőkavics) függő sajátos képződmények. A homokfélék nagy sora mellett különösen népes az agyagfélék családja. Az agyagok között beszélünk képlékeny, „zsíros" agyagokról, morzsás, töredező, tarhonyás agyagokról, meszes és mésztelen agyagokról, márgákról; színük szerint kék, szürke, sárga, barna, vörös és tarka agyagokról. A szemcsés laza üledékeknek laboratóriumban meghatározható legfontosabb jellemzője a szemcseösszetétel. Nemcsak a homokféléknek, de a különböző kőzetlisztféleségeknek, löszanyagoknak legáltalánosabb jellemzését és azonosítását is szemcseszerkezetükkel tudjuk megadni. Ezért dolgoztuk ki a MÁFI Síkvidéki osztályán a laza üledékek szemcseszerkezeten alapuló osztályozását és egy kódszám rendszert, amely ezt a tulajdonságot egyszerűen és összehasonlítható módon kifejezi (53. old.).

Több tízezer szemcsevizsgálatból megállapítható volt, hogy három, esetleg négy számjeggyel az alföldi laza szemcsés üledékek olyan pontosan leírhatók, hogy az egy-egy ilyen számcsoporthoz tartozó üledékek szemcseeloszlási görbéi a szemcseábrákon egymás közelében futnak le, tehát a kódszám talajmechanikai vagy hidrogeológiai számításokra is használható. De különösen használható térképezésnél a rétegek azonosítására.

Ha az Alföld felszíni üledékeit nem keletkezésük időrendjében, vagy származásuk szerinti osztályozás alapján kívánjuk részletesen tárgyalni, hanem területi elterjedésüknek megfelelő fontosságuk szerint, akkor elsőnek a futóhomokról kell számot adnunk.

A *futóhomokok* zöme a pleisztocén utolsó harmadában alakult ki és halmozódott fel, de felszínük a holocénben is tovább formálódott és nagy homoktömegek változtatták meg helyüket ez idő alatt is. Az Alföld hozzánk tartozó 45 000 km² területéből a futóhomok felszínek ma kb. 9500 km²-t tesznek ki. Beborítják a Duna—Tisza köze 90—100 méternél magasabban fekvő térszíneit (kb. 5500 km²) és a Nyírség nagy szigetét. Kisebb foltokban követik a Duna és Tisza partjait, az északi hegy- és dombvidék lejtőit (Galga, Zagyva, Tarna völgye), és átszelik keskeny csíkban az Orosháza körzet közepét. Vastagságuk nagyon különböző és nem is állapítható meg könnyen, mert folyóvízi homokon települnek, abból származtak és az átalakulás fokozatos. A Duna partján az árvizek alkalmával partra dobott homoktömeg azonnal a szél játékszere lesz és már a part közelében szemcsés kopásnak indulnak, gömbölyödnek, felületük karcolt, opálos lesz, csúcsaik letöredeznek, csillámjaik összemorzsolódnak, kiszitálódnak és a típusos folyóvízi homok megindul a futóhomokká alakulás útján. Ugyanezt megfigyelhetjük a Tisza partján is. A meder közelében még folyóvízi jellegű homok alig néhány km távol-



74. ábra. Futóhomok vápa két homokdombsor között (Tatárszentgyörgy)
Fig. 74. Hollow between two blown sand dunes. Tatárszentgyörgy



75. ábra. Szabadon mozgó futóhomok (Ágasegyháza)
Fig. 75. Freely moving blown sand near Ágasegyháza



76. ábra. A futóhomok természetes növényzete
Fig. 76. Natural vegetation over blown sandhills



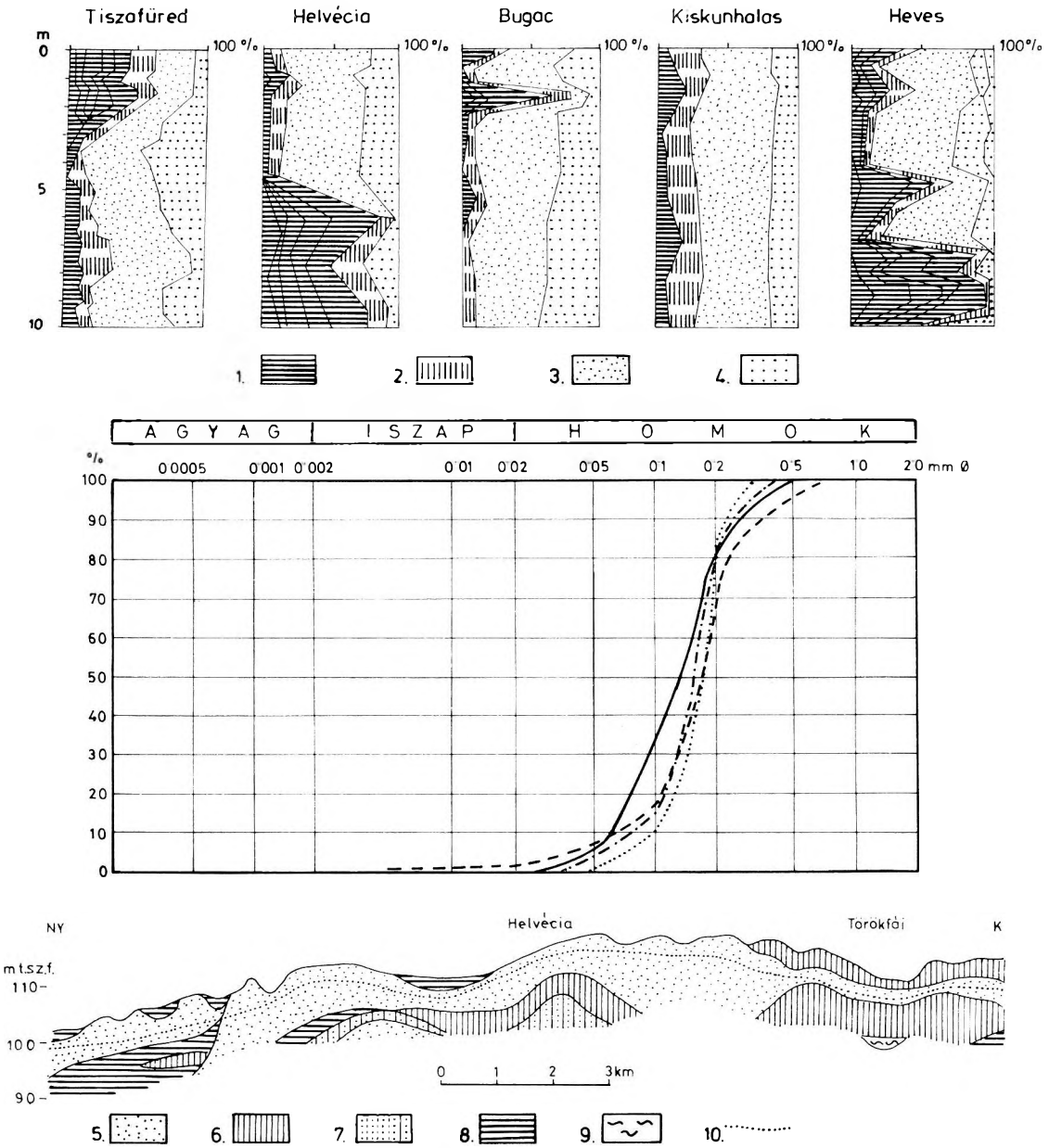
77. ábra. Függő talajvízréteg futóhomokban (Kiskunfélegyháza)
A rétegek szemcseszerkezetében gyakorlatilag nincs különbség

Fig. 77. Suspended ground water zone in blown sand layer. Kiskunfélegyháza
There is no difference in the granulometry of the exposed layers

5. táblázat — Table 5

Duna—Tisza közi futóhomokok mechanikai összetétele súly%-ban
(Borsy Z. 1981 alapján)
Mechanical composition of the blown sands in the Danube—Tisza region
[weight ratios (after Z. Borsy, 1981)]

Szemcseátmérő (mm) / A mintavétel helye	Durvaszemű homok		Középszemű homok		Apró-szemű homok	Finom homok	Igen finom homok
	0,63	0,63—0,5	0,5—0,32	0,32—0,2	0,2—0,1	0,1—0,06	0,06
Taksony É		2,0	2,2	8,9	49,4	30,6	6,9
Majosháza DK homokbánya		0,5	2,3	26,3	59,7	7,2	4,0
Dabas vasútállomástól ÉK-re		1,4	3,8	25,8	51,2	16,9	0,9
Tatárszentgyörgy K		2,6	7,0	20,8	57,0	8,1	4,5
Lajosmizsétől ÉK-re 5 km-re		1,2	7,8	43,6	40,9	6,4	0,1
Kaskantyútól K-re 2 km-re			3,2	32,3	56,2	7,5	0,8
Kaskantyútól DK-re 4 km-re			0,5	5,1	78,0	14,3	2,1
Tiszavezseny vasútállomás			8,7	44,6	43,8	2,6	0,3
Lakitelek és Alpár között		0,3	3,4	32,1	54,0	10,1	0,1
Alpártól ÉNy-ra 4 km-re			1,2	13,8	70,4	13,0	1,6
Ágasegyháza Strázsa domb		1,1	12,8	35,0	41,1	7,6	2,4
Solti halom K-i része		1,2	4,4	23,4	54,7	14,4	1,9
Izsák szőlőskert Ny-i széle		nyom	3,0	27,0	64,3	5,5	0,2
Kecskeméttől K-re 13 km-re		0,5	6,0	37,8	50,7	4,8	0,2
Jakabszállástól DNy-ra 5 km-re			0,6	5,3	75,0	18,7	0,4
Soltszentimre K homokbánya	0,5	0,4	5,9	32,3	49,9	7,5	3,5
Akasztó D	0,1	0,5	27,5	42,3	22,8	5,6	1,2
Kelebiától ÉK-re 4,7 km-re		1,5		17,2	72,3	8,1	0,9
Kunbaja É-i széle		1,4		16,2	72,5	8,4	1,5
Vaskút és Bátormonostor közötti homokbánya		0,5		4,3	75,1	17,9	2,2
Öttömöstől ÉNy-ra 2 km-re levő feltárás		0,7		4,9	74,5	18,0	1,9
Domaszék vasútállomástól K-re 1 km-re		0,7		8,2	70,7	18,7	1,7
Ásotthalomtól 2 km-re É-ra		1,3		16,8	71,9	8,5	1,5
Pusztamérges ÉK		0,7		16,5	73,5	8,5	0,8



78. ábra. Futóhomok települése és szemcseszerkezete

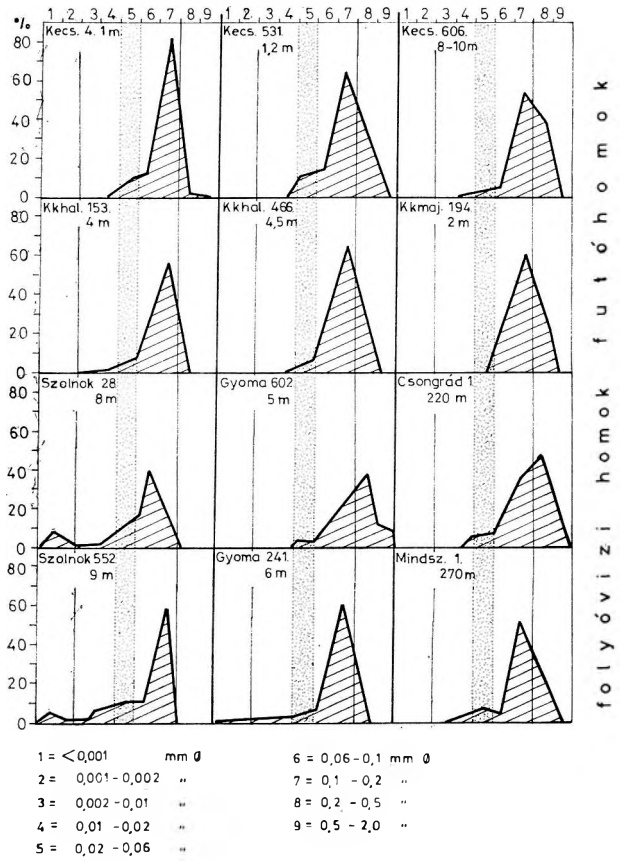
1. Agyag- és iszapszemcsék 0,02 mm ∅-ig, *2.* homokliszt- és finomhomok-szemcsék 0,02—0,1 mm ∅, *3.* aprószemű homokszemcsék 0,1—0,2 mm ∅, *4.* középszemű homokszemcsék 0,2—0,5 mm ∅, *5.* futóhomok, *6.* lösz, *7.* löszös homok, *8.* agyag—iszap, *9.* tőzeg, *10.* a talajvíz szintje

Fig. 78. Granulometry and settlement of blown sands

1. Clay and silt particle size, *2.* sand flour and fine-grained sand, *3.* small-grained sand, *4.* medium-grained sand, *5.* blown sand, *6.* loess, *7.* loessy sand, *8.* clay and silt, *9.* peat, *10.* ground-water level

ságban már koptatott, csillámtalan és osztályozott futóhomok. Az osztályozottság jellemzője a futóhomoknak. A típusos futóhomok szemcsei túlnyomórészt azonos nagyságúak, az agyag- és iszapfrakcióhoz tartozó finomabb szemek alig fordulnak elő bennük. A folyóvízi homokban az uralkodó szemnagyság mellett mindig van jelentős súlyarányban finom kőzetliszt és az iszap- és agyagfrakciókhoz tartozó szemek.

Az alföldi futóhomok zöme az ún. aprószemű homok kategóriába tartozik, ami 0,1—0,2 mm-es átmérőjű szemeket jelent. Helyenként megfigyelhető az uralkodó széliránynak megfelelően bizonyos mértékű finomodás a futóhomok szemcsékben, de ez nem általános, mert a szelirányok változnak évszakonként is és a pleisztocén során bizonyosan nagyobb időszakokban. Mindenesetre a Duna-völgy északi részén a friss dűnehomokban sokszor találunk durva, vagy közepes szemű homokot, míg a hátságon és főleg annak keleti felén az aprószemű homok az általános (5. táblázat). Ismert jelenség vi-

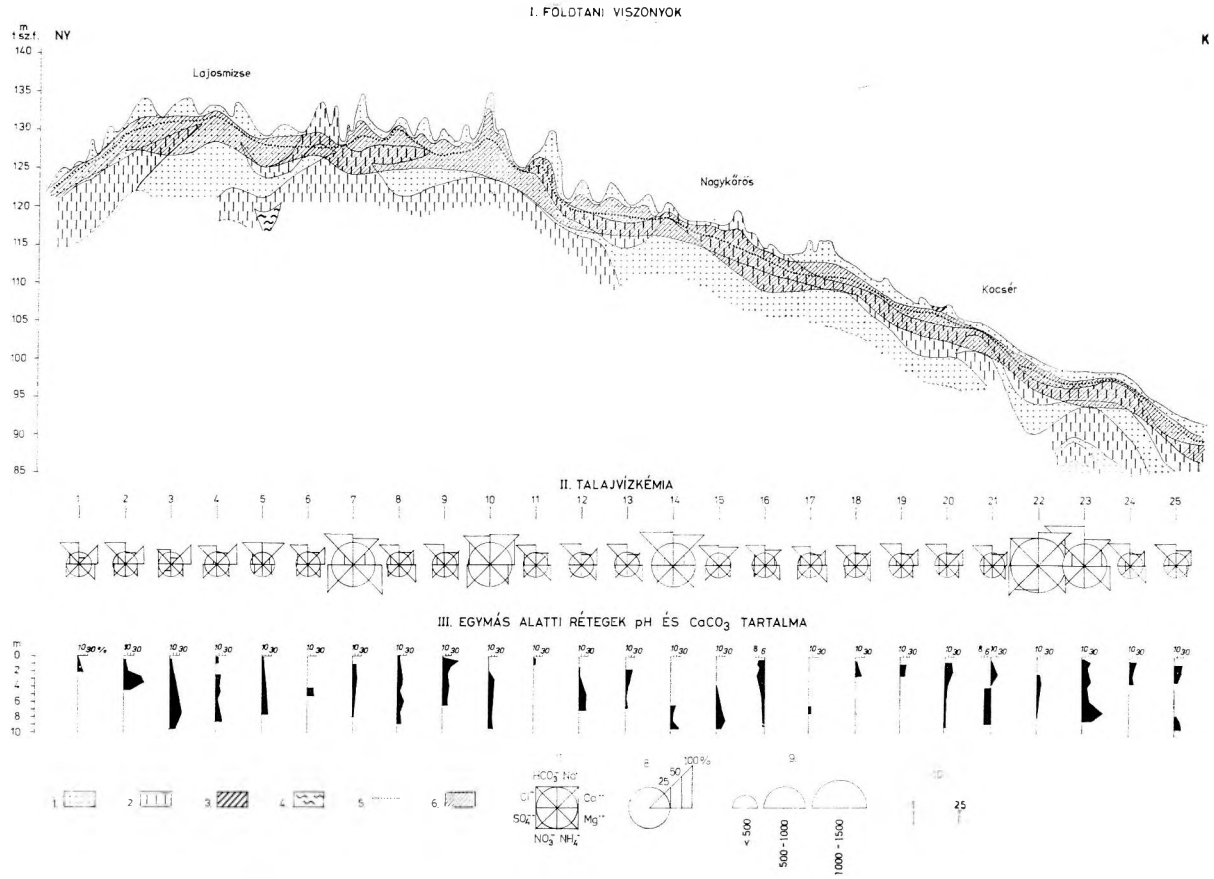


79. ábra. Futóhomok és folyóvízi homok szemcseösszetétele

Fig. 79. Granulometry of fluvial and wind-blown sands
The numbers give the grain size of sands in mm

szont, hogy a homoktömegek mozgása közben murva, sőt aprókavics nagyságú szemek a felszínre sodródnak és az aprószemű homokból álló buckák felszínén „úsznak". Minél nagyobb utat tett meg a homoktömeg, ez a kiszitálódás és felszínre kerülés annál gyakoribb. A futóhomok buckákba, garmadákba, néha barkánhoz hasonló formákba települ. A futóhomok rétegek közé települő iszap, agyag vagy löszrétegek is legtöbbször hullámos településűek. A talajvíz mindenütt a felszín közeleben áll, csak a legmagasabb buckák alatt van 5—6 m mélyen. A víztartó réteg rendszerint iszapos homok. A talajvíztükör ingadozása egy-egy éven belül nem nagy, hosszú évsorban azonban adódnak magas talajvizek, amelyekből belvíz lesz és adódnak száraz esztendők, amikor a kutak ezreiből teljesen kifogy a víz. A közeli talajvíz nagymértékben befolyásolja a homok mozgékonyságát. A futóhomok formákkal, keletkezésükkel, anyagukkal sok magyar szerző foglalkozott, legtöbbet Cholnoky Jenő, Kádár László, Borsy Zoltán. Mindhárman hangsúlyozzák a futóhomok nagyon osztályozott voltát és uralkodóan a 0,1—0,2 mm-es nagyságú szemeket. Ez a szemnagyság kategória (Borsy szerint) nemcsak nálunk, de más futóhomok területeken is jellemzi ezt a képződményt. A futóhomok anyaga 75—78%-ban kvarc.

Az Alföldi futóhomokok kialakulásának korát az utolsó jégkorszak végére tesszük. Ekkor fújja ki a szél a megemelkedett hordalékkúpokból a homokot és a homoklisztet, és telepíti le néha egymás mellé, néha egymás alá. Ezért váltakoznak a futóhomok- és löszrétegek a nagy hordalékkúpokon. A futóhomokokról sok ásványtani meghatározás készült. Az egyes ásványszemek aránya azonban azonos területen is olyan széles határok között mozog, hogy e vizsgálatokból csak akkor lehetne következtetni akár a lehordási területre, akár egyes tájak futóhomokjainak sajátos tulajdonságaira, ha nem néhány, hanem sok száz elemzés állna rendelkezésünkre. A Duna—Tisza közi homokterület futóhomokja mészben és magnéziumban gazdag. A karbonáttartalom rendszerint eléri a 15—20%-ot, több helyen azonban a 30%-ot is. A Nyírség futóhomokja viszont mészszegény, azaz mésztelen, savanyú homok. Szerepet játszhatnak ebben a futóhomok alapanyagát szolgáltató folyók vízgyűjtő terüle-



80. ábra. A kecskeméti homokhátság komplex szelvénye. Szerkesztette: KUTI L. 1980*

1. Homok, *2.* homokliszt, *3.* agyagos kőzetliszt, *4.* tőzeg, *5.* a talajvíz megütött szintje, *6.* a talajvízjáték zónája, *7.* az ionok elhelyezése, *8.* az ionok egyenértékszázaléka, *9.* összes oldott só (mg/l), *10.* a fúrások sorszáma

Fig. 80. Complex geological section across the sandhills near Kecskemét, plotted by L. KUTI

I. Geology, *II.* ground-water chemistry, *III.* pH and $CaCO_3$ of the layers

1. Sand, *2.* sand flour, *3.* clayey silt, *4.* peat, *5.* the reconnaissance level of ground-water, *6.* the zone of the ground-water level, fluctuation, *7.* location of the ions, *8.* equivalent percent of the ions, *9.* total salt content mg/l, *10.* serial number of borehole

* A földtani táji komplex típusszelvények szerkesztési módját a szerző dolgozta ki 1976-ban.

ténck kőzetei és az is, hogy a Duna—Tisza közi homokban jelentős nagyságú löszrétegeket találunk hosszanti pásztákban, s ezek mindig mészgazdagok. A löszpászták a felszínen is megjelennek, de a felszín alatt is megtalálhatók különböző mélységben és vastagságban.

A futóhomok gazdasági értéke igen különböző. Építőanyagnak nem jó, termőföldnek sem kiváló, rajta szegényes talajok képződnek. Sokáig lakatlanok is maradtak a futóhomok területek. Ma azonban Cegléd, Nagykőrös, Kecskemét környékén gazdag földműves kultúrát találunk, szőlő- és gyümölcstelepeket, kerteket, szántóföldi zöldségtermelést. A futóhomok termővé tehető. Gondozás, védelem, táperő pótlás, öntözés kell hozzá. De nem mindenütt fordítható jó termőre a futóhomok, ehhez az szükséges, hogy löszrétegekkel váltakozzék széltében is, mélységben is. Ahol ez hiányzik, többfelé ma is megkötetlen a sívó futóhomok, mint pl. Ágasegyháza és Tatárszentgyörgy környékén.

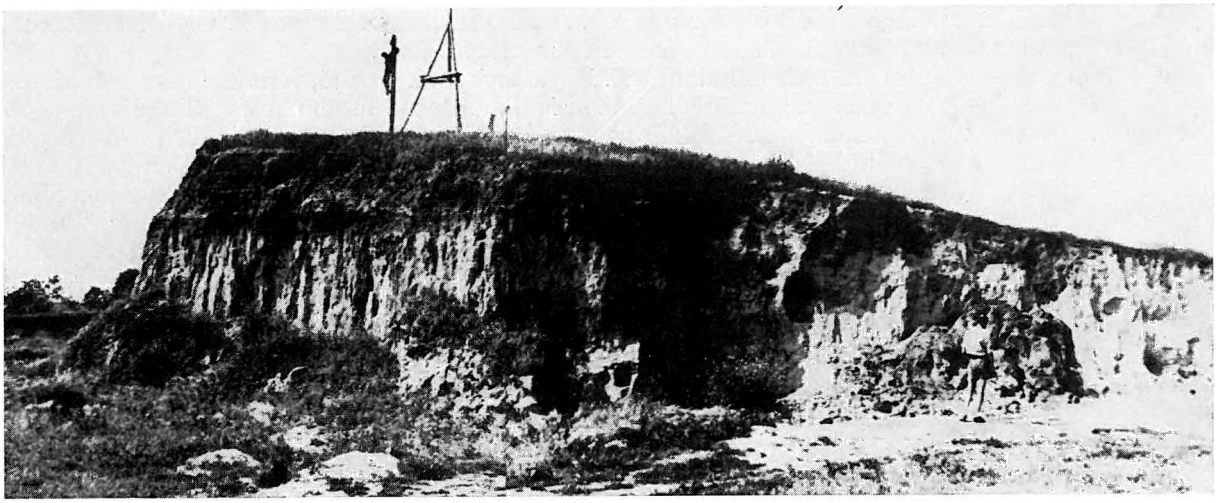
A futóhomok mellett a második legelterjedtebb alföldi képződmény a *lösz*. Amennyire egyöntetű képződmény a futóhomok, annyira változatos megjelenésű az alföldi lösz. Egyetlen közös vonása a löszszerű üledékeknek az, hogy szemcseösszetételükben a porfrakció — vagyis a 0,02—0,06 mm nagyságú szemek — súlya szerint uralkodó. Ez az „uralkodás" azonban jelenthet 50—70%-ot, de — egy nagyon vegyes szemnagyságú anyagban — 30—35%-ot is. Aszerint, hogy a többi szemnagyság frakció milyen szemekből adódik, beszélünk homokos löszről, löszös homokról, iszapos, agyagos löszről. A nedves térszínre vagy éppen mocsarakba hullott porból alakult képződményt mocsári, vagy infúziós lösznek nevezzük és származástanilag a hidroaerolitok családjába tartozónak tekintjük.** A laza,

** Az infúziós lösz elnevezést HORUSITZKY HENRIK és HORUSITZKY FERENC vezette be az irodalomba, a hidroaerolit kifejezést FÖLDVÁRI ALADÁR.

6. táblázat — Table 6

Nyírségi futóhomokok mechanikai összetétele súly%-ban
(Borsy Z. 1981 alapján)
Mechanical composition of the blown sands in Nyírség
[weight ratios (after Z. Borsy, 1981)]

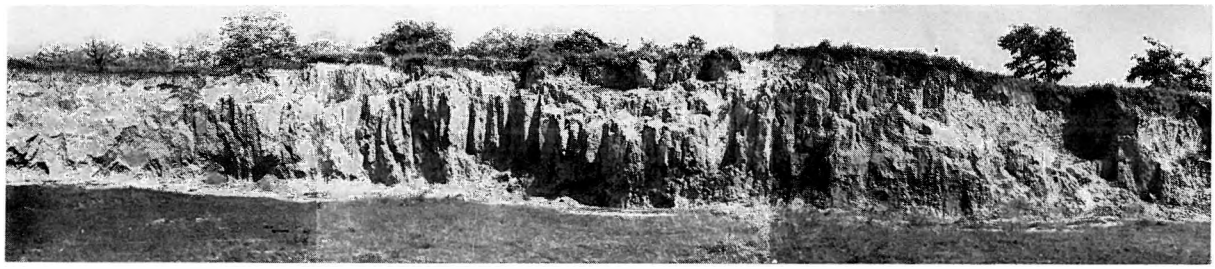
Szemcseátmérő (mm) / A mintavétel helye	Durvaszemű homok		Középszemű homok		Apró-szemű homok	Finom homok	Igen finom homok
	0,63	0,63–0,5	0,5–0,32	0,32–0,2	0,2–0,1	0,1–0,06	0,06
Mezőladány K			3,0	44,3	49,2	2,8	0,7
Tiszakonyár D			7,2	36,6	48,0	8,0	0,2
Anarcstól D-re	0,1	0,2	7,3	31,8	45,7	12,0	2,9
Vásárosnamény Ny			0,5	12,6	72,3	13,6	1,0
Berkesz ÉNy			2,9	23,2	56,5	16,1	1,3
Ramocsaháza ÉNy		0,2	3,7	23,8	57,7	12,5	2,1
Székely		0,2	9,2	37,6	43,0	7,6	2,4
Nyírjákó D		0,1	2,8	19,6	56,8	18,8	1,9
Nyírtelek D	0,2	0,8	10,4	30,7	46,6	7,2	4,1
Sóstó ÉK		0,5	9,2	30,3	46,6	7,2	4,1
Nyíregyháza ÉNy			2,0	21,0	53,2	18,0	5,6
Oros ÉK			1,1	10,5	73,1	14,6	0,7
Nyírbátor ÉNy			1,9	13,6	56,6	23,6	4,3
Újfehértó DNy homokbánya			1,1	23,0	68,9	5,8	1,2
Terem Ny		0,1	2,7	17,4	61,3	17,3	1,2
Fábiánháza DNy homokbánya			1,0	16,8	64,9	17,2	0,1
Balkány D homokbánya		0,1	3,1	20,6	60,5	14,7	1,0
Nyíradony D homokbánya			4,0	22,9	58,2	7,4	7,5
Nyírlugos K		0,5	3,6	19,6	62,2	12,9	1,2
Nyíracsád ÉNy			1,7	22,7	60,4	13,7	1,5
Fülöp ÉK		0,2	2,2	21,9	59,5	15,0	1,2
Nyírábrány ÉNy		0,6	4,9	23,0	49,2	19,7	2,6
Vámospércs DK homokbánya			10,0	32,0	50,9	7,0	0,1



81. ábra. Futóhomokon települt lösz (Abony)
Dig. 81. Loess cover on wind-blown sand

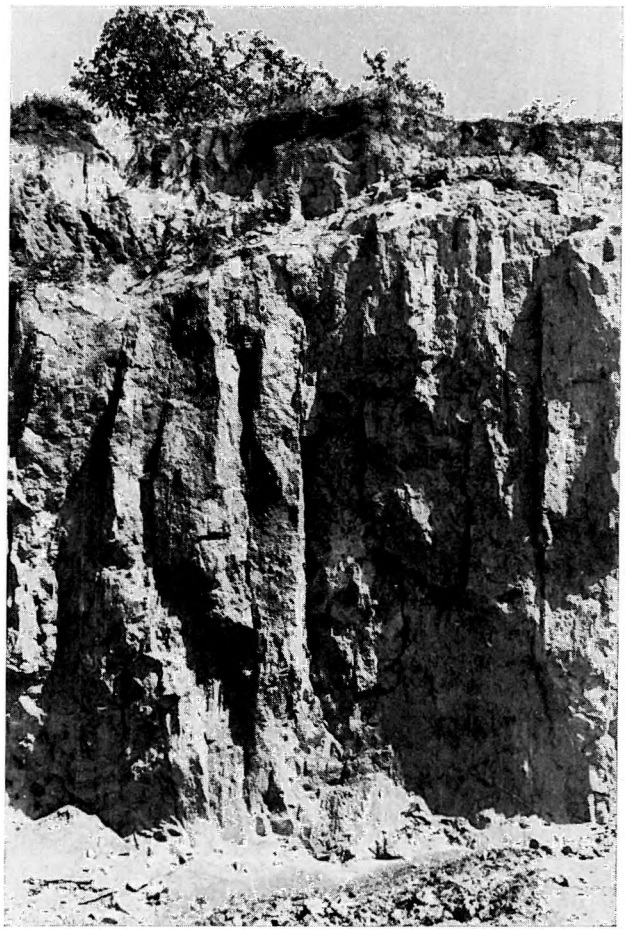
porózus szerkezet nem mindig sajátja az alföldi lösznek. Olykor tömöttebb a típusos lösznél, esetleg finoman rétegzett és mésztartalma is elmarad a dunántúli tipikus löszöké mögött. Az alföldi löszök vastagsága 1—4 m, ritkábban vastagabb, viszont sokszor csak néhány deciméter. Legtöbbször folyóvízi finom homokra vagy futóhomokra települ, inkább csak a peremeken agyagos képződményekre. A típusos löszhöz közelálló löszt az Alföldön a monori dombok kelet felé elnyúló lejtőin találunk és a Hajdúságon. Kisebb foltokban a típusoshoz közelálló lösz van a Bácskában, helyenként Békésben és a Nagykunságon. Másutt az alföldi lösz vagy homokos, vagy iszapos, tömött, réteges.

A löszrétegek keletkezését a pleisztocén utolsó tagjának idejére, a felső-pleisztocénbe helyezzük. Idősebb löszöket sem a felszínen, sem az alföldi fúrásokban nem mutattak ki. A löszök szemcseösszetételének teljesen megfelelő anyagokat mélyebb szintekben is találtak, de ezek lösz eredete nem bizonyítható, mert tavi és ártéri képződményekben is találunk szemcseösszetételre a löszhöz teljesen hasonló anyagokat. A porózus szerkezet, a kis térfogatsúly, a rétegzetlenség, a szemcsék mészkérgezése, tehát az a kőzettani jelleg, amely a löszképződményt meghatározza, víz alatt és nagyobb réteg-



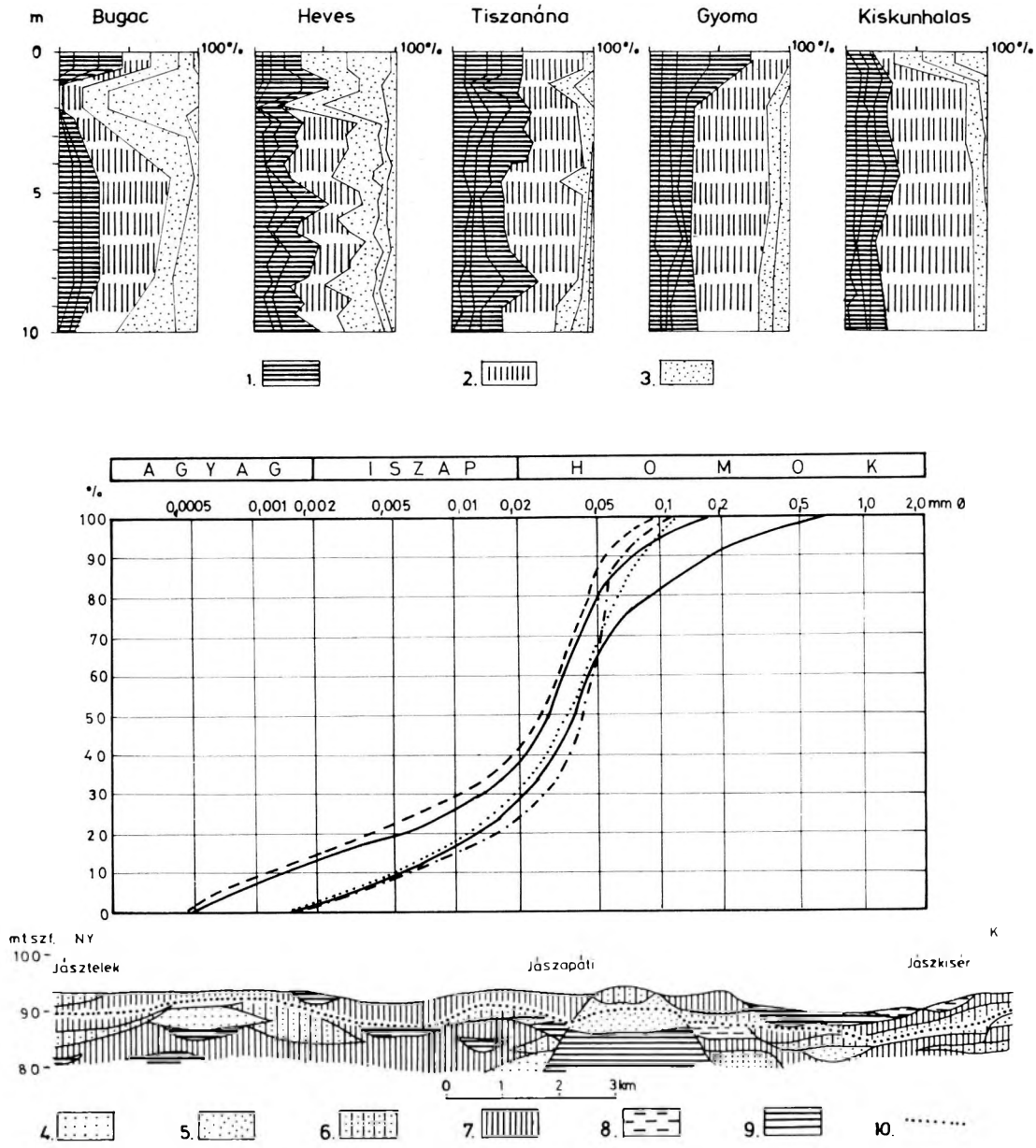
82. ábra. Típusos oszlopos elválású lösz Albertirsa határában. Fotó: FRANYÓ F. 1961

Fig. 82. Typical loess exposure on flat surface. Albertirsa



83. ábra. Löszfal eróziós diszkordanciával (Albertirsa, 1959)

Fig. 83. Loess wall with erosional unconformity



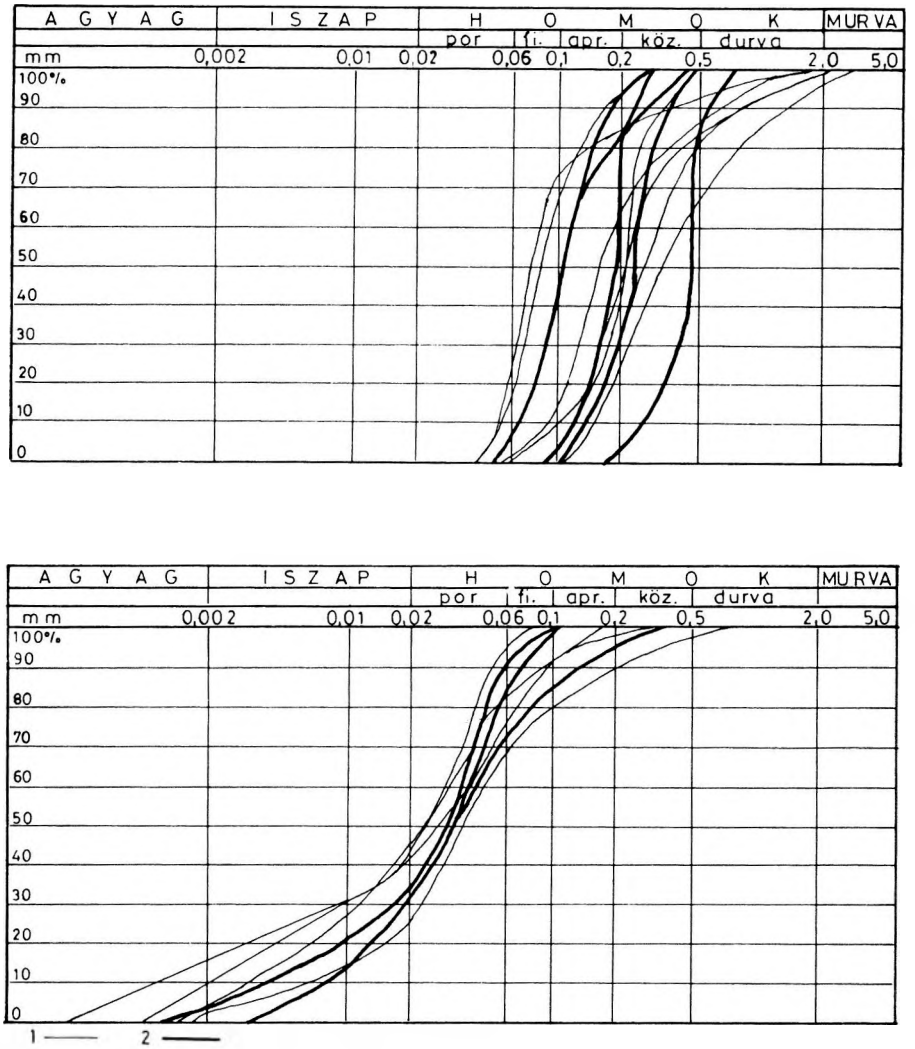
84. ábra. Alföldi löszök települése és szemcseösszetétele

1. Agyag és iszap (0,02 mm ∅-ig), *2.* homokliszt (0,02—0,06 mm ∅), *3.* homok (0,06—0,5 mm ∅), *4.* folyóvízi homok, *5.* futóhomok, *6.* löszös homok, *7.* lösz, *8.* iszap, *9.* agyag, *10.* a talajvíz szintje

Fig. 84. Granulometry and settlement of the loess layers of the Great Plain

1. Clay and silt, *2.* sand flour, *3.* sand, *4.* fluvial sand, *5.* wind-blown sand, *6.* loessy sand, *7.* loess, *8.* silt, *9.* clay, *10.* ground-water level

nyomás alatt megváltozik, ezért valóságos löszt a mélyfúrások idős pleisztocén rétegeiben nem lehet kimutatni. A dombvidéki típusos löszfeltárásokban vörösbarna erdei talajzónák mutathatók ki. E talajrétegek a két utolsó eljegesedés közötti interglaciálisban (Riss—Würm, azaz Eem) és az utolsó eljegesedés enyhébb periódusában (interstadiális) alakultak ki. Ez volt a felfogásunk az Alföld-térképezés idején. Az újabb löszkutatások más eredményre vezettek. Többféle módszerrel igyekeztek a löszképződés és a löszben talált fauna pontosabb korát megállapítani nálunk is, külföldön is. Többféle vizsgálat valószínűsíti löszrétegek keletkezését visszamenőleg 400 000—500 000 évre, a paleomágneses vizsgálatok pedig 900 000 év (Jaramillo esemény) előtti löszöket is kimutattak (Pécsi M. 1977). Két jól fejlett talajzónát az ország löszfeltárásaiban mindenütt megtalálhatunk, viszont vannak löszfalaink, ahol a vályogzónák széttagozódnak és számuk elérheti a kilencet is. Igen szépen fejlett és több tagú vörös agyagzónát találunk a hajdúsági löszökben Debrecentől és Hajdúszoboszlótól ÉNy-ra.



85. ábra. Hátsági futóhomokok és löszök szemcseösszetétele
1. Egy minta szemcseösszetétele, *2.* több minta azonos szemcseösszetétele

Fig. 85. Granulometry of the blown sand and of the loess layers in the Danube—Tisza region
1. One single sample, *2.* several samples

Két-három vályogzóna követi itt egymást 5—15 m mélységben, egyenként 2 m-t meghaladó vastagságban. Legmélyebb tagjaik nagyon plasztikus valódi agyagok, hasonlóak a legalsó pleisztocén vörös agyagjaihoz. A talajzónák vastagsága a domb- és hegyvidékeken 1—2 m-t elér. Az Alföldön a talajzónák nem fejlődtek úgy ki, mint a dombvidékeken. A ceglédi vagy debreceni téglagyárak löszfalaiban két-két fosszilis talajzónát láthatunk. Az infúziós lösz területeken ilyenek nem mutathatók ki. Fosszilis talajok a felszín közelében vannak, de ezek nem hasonlíthatók a száraz térszíni löszkötegek vörös vályogjaihoz.

A magyarországi löszöket a dombvidéki területeken igen sokan és sokoldalúan tanulmányozták. E tanulmányok eredményeit legújabban PÉCSI MÁRTON foglalta össze. Ő négy összletet különböztet meg a magyarországi löszökben: a dunaújváros—tápiósülyi, a mende—basaharci, a paksi, a dunaföldvári összletet.* A tápiósülyi és mendei összletet PÉCSI „fiatal löszöknek" nevezi (12 000—110 000 éves), a többit idősebb kategóriába tartozónak mondja közelebbi korhatározás nélkül, illetve korhatározásként annyit közöl, hogy a paksi összlet alsó löszsorozatában kimutatható volt a Brunhes—Matuyama paleomágneses fordulat (ennek ideje 700 000 év).

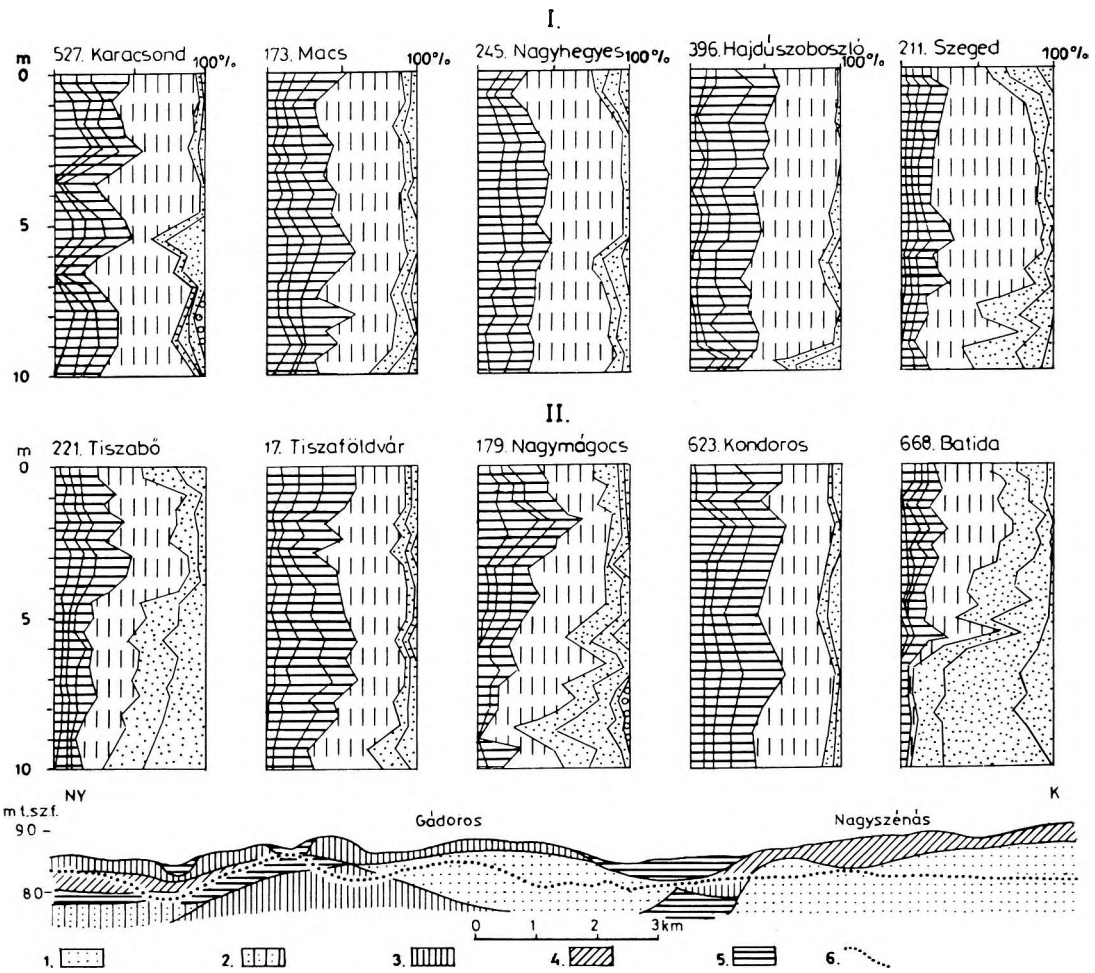
Az Alföldön a löszöket hasonlóképpen tagolni nem tudjuk. PÉCSI szerint az infúziós löszök 18—24 000 évesek.

* A dunaföldvári összletet azonban nem sorolja már a löszfrakcióhoz (PÉCSI M. 1975, 1977, 1980, 1982).



86. ábra. Homokos löszrétegek (Törökszentmiklós, téglagyár)

Fig. 86. Stratified sandy loess. Törökszentmiklós



87. ábra. Típusos és infúziós löszök települése és szemcseösszetétele

I. Típusos löszök, *II.* infúziós löszök

1. Folyóvízi homok, *2.* löszös homok, *3.* típusos lösz, *4.* infúziós lösz, *5.* agyag, *6.* a talajvíz szintje

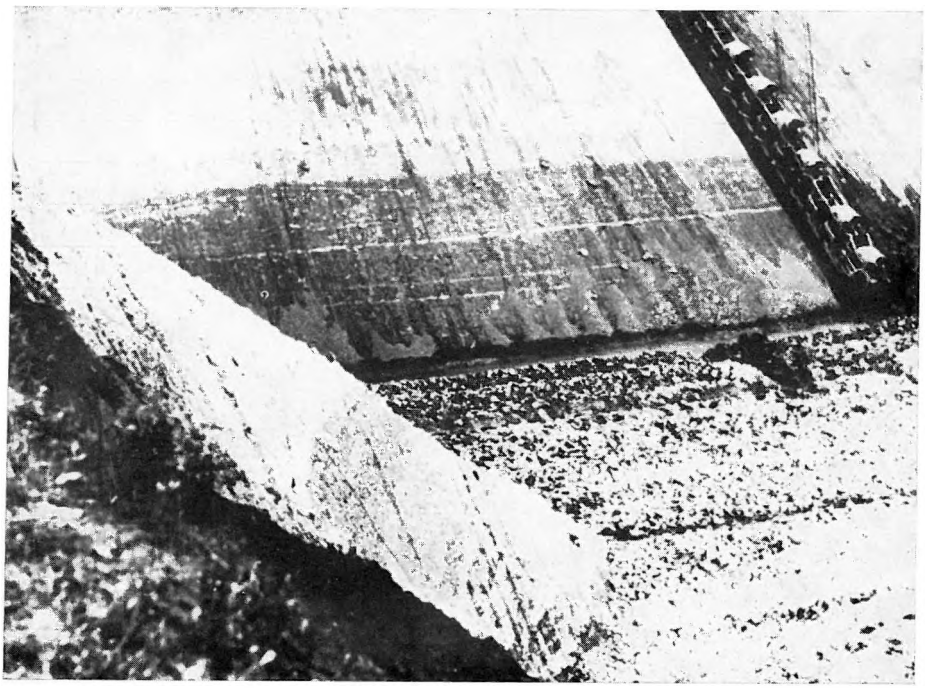
Fig. 87. Granulometry and settlement of typical loess and marshy (infusion) loess layers

I. Typical loess, *II.* infusion loess

Grain-size fraction *1—9*, *10.* fluvial sand, *11.* sandy loess, *12.* typical loess, *13.* infusion loess, *14.* clay, *15.* ground-water level

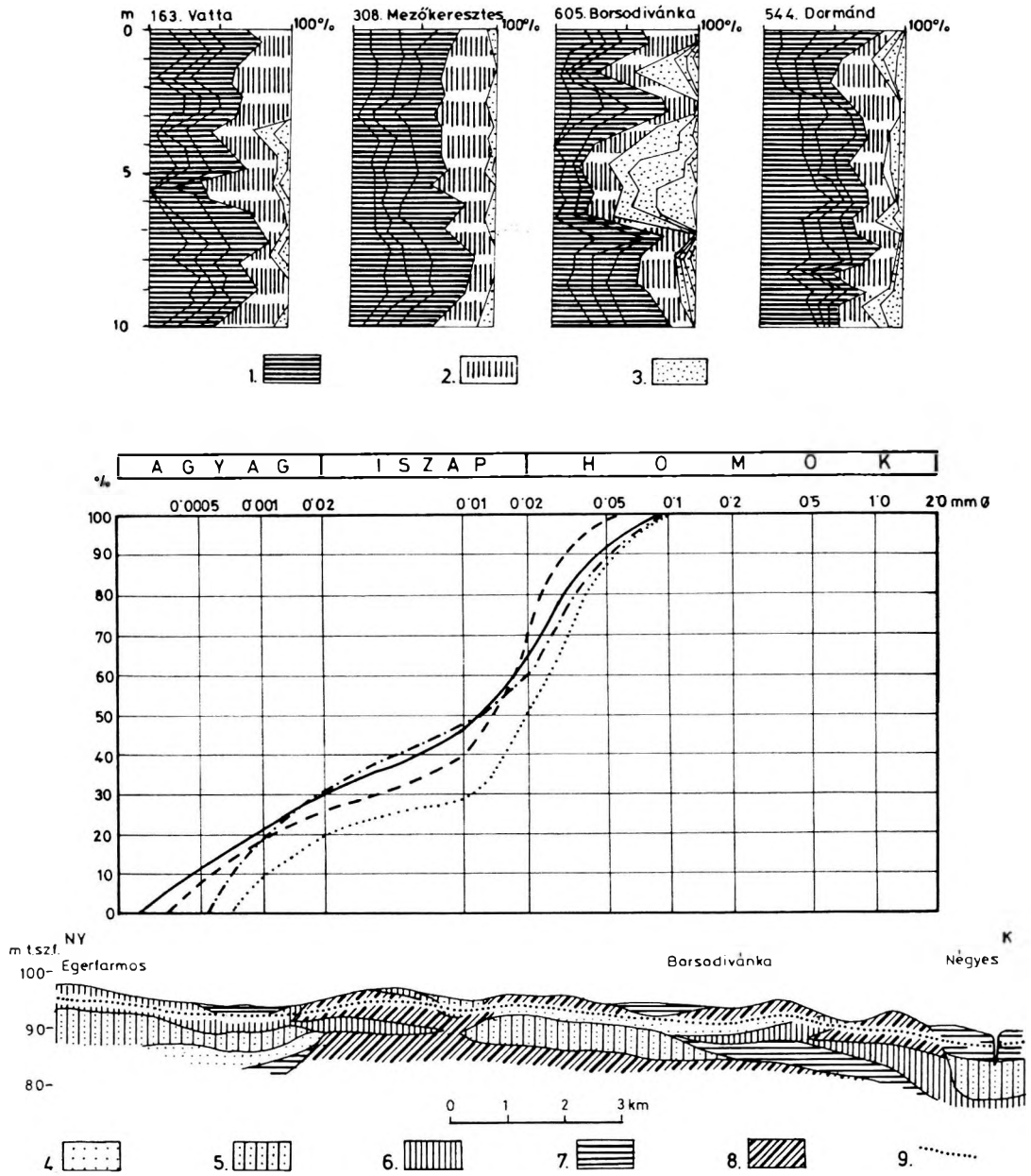


88. ábra. Finoman rétegzett agyagos lösz (Karcag, téglagyár). Fotó: KUCHEN Z.
Fig. 88. Densely stratified clayey loess. Karcag brickyard



89. ábra. Téglagyári infúziós löszgödör (Szentes). A sötét rész a talajvízszint alatt van
Fig. 89. Marshy (infusion) loess. Szentes

A löszterületek az Alföld legtermékenyebb tájai. A homokvidékeken is kiütköznek termékenységükkel, a Tiszántúl mély agyag területei között szintén. A homokterületekhez viszonyítva egyik előnyük, hogy a löszfelszínek alatt a talajvíz mindig mélyebben áll, mint a futóhomok alatt. Ezért magas talajvízállás mellett sem kell számolni belvíz felfakadásokkal. Ezzel szemben a mélyfekvésű löszfelszínek szikesedésre hajlamosak. Nagy kapilláris vízemelő képességük a talajvizet és nedvességet igen mélyről tudja a felszín közelében szállítani. A víz a talajrétegek széles zónáját járja át évszakos és sokéves ingadozás során és eközben a finomszemű rétegekből sok anyagot tud kioldani. Egynemű homokrétegekben a talajvíz oldott anyagban szegény marad. Ha a löszterület rossz lefolyású és a kioldott anyagok nem tudnak lefelé vándorolni vagy konkréciókban kiválni, a bepárlódás a felszín közelében következik be és szikes, géles rétegek teszik a talajt terméketlenné. A nedves térszínre vagy éppen vízbe hullott por már a felszínen sem veheti fel a löszszerkezetet, mert a por anyag többszöri átnedvese-



90. ábra. Peremi vörös agyag települése és szemcseösszetétele

1. Agyag és iszap (0,02 mm ∅-ig), *2.* homokliszt (0,02—0,06 mm ∅), *3.* homok (0,06—2,0 mm ∅), *4.* folyóvízi homok, *5.* löszös homok, *6.* lösz, *7.* folyóvízi agyag, *8.* peremi vörös agyag, lejtőagyag, *9.* a talajvíz szintje

Fig. 90. Granulometry and settlement of marginal red clay

1. Clay and silt, *2.* sand flour, *3.* sand, *4.* fluvial sand, *5.* loessy sand, *6.* loess, *7.* fluvial clay, *8.* marginal red clay, deluvial clay, *9.* ground-water level

désre elveszti mészkérgezését és porózus szerkezetét. A típusos lösz is hajlamos a roskadásra. Még inkább bekövetkezik ez a jelenség, ha a réteg mélyre kerül, a vízszint alá és rétegnyomás is nehezedik rá. Többszöri, vagy hosszabb tartamú eláztatás után eredeti térfogatából lényegeset veszít és szerkezete megváltozik.

A löszök mikromineralógiai és kémiai vizsgálata tájak vagy löszfajták szerint nem mutat sajátos különbségeket. Az ásványtani és kémiai különbségek egy-egy tájon és egy-egy lösztípuson belül is lehetnek akkorák, mint amilyeneket különböző tájak lösze és különböző lösztípusok között találunk. A maximum és minimum értékek közötti különbségekhez közelálló különbségeket találunk egy-egy feltárási hely különböző mintáiban. Az 1960-as években Magyarország 40 fontosabb löszfeltárásából gyűjtöttek be mintákat kémiai elemzésre abból a célból, hogy az esetleges táji különbségeket és egyezéseket kimutatni lehessen. Az elemzéseket a MÁFI laboratóriumában Guzi K.-né végezte. A kémiai alkotók szélső értékei és azok feltárási helye az alábbi:

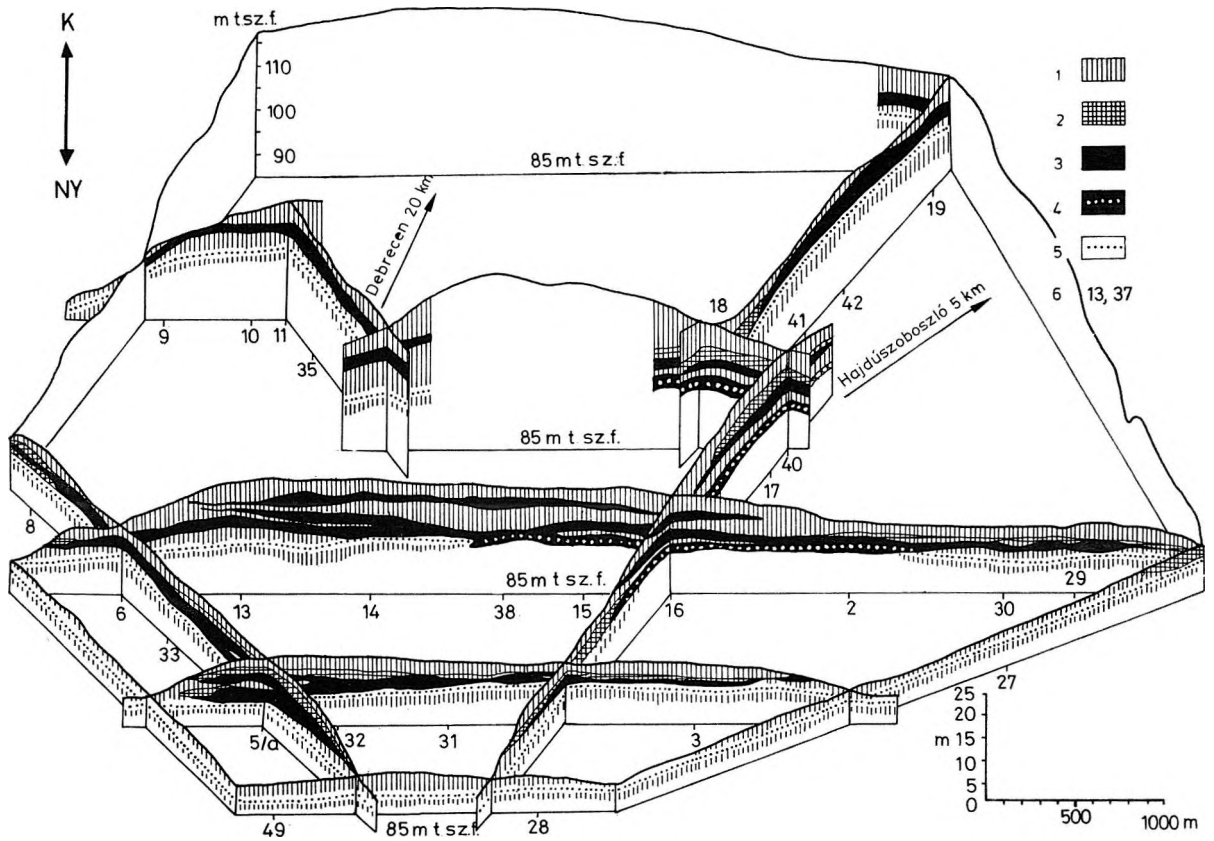
	max. %		min. %	
SiO_2	74,9	Ibrány	41,2	Ráckeve
Al_2O_3	17,3	Gagybátor	5,0	Paks
CaO	24,3	Tápióbicske	0,7	Ibrány
MgO	8,1	Harta	1,0	Ibrány
Fe_2O_3	5,5	Hódmezővásárhely	1,3	Üllő
FeO	2,7	Ibrány	0,5	Onga
MnO	1,0	Bonyhád	0,1	Báta
TiO_2	1,2	Tengelic	0,2	Üllő
Na_2O	1,6	Ibrány	0,6	Üllő
K_2O	2,7	Gagybátor	0,8	Üllő

A löszhöz hasonló képződményeket találunk az Alföld jelenkori árterein. Ezek az anyagok folyóvízi származásúak és nagy kiterjedésű ártereken, az árvizek levonulása után visszamaradt időszakos tavakban, mocsarakban ülepedtek le. A Duna-völgyben és a Hortobágyon találjuk nagy kiterjedésben. A térképezés során lösziszap elnevezést kaptak.

A negyedidőszaki képződmények jelentős csoportját adják a hegy- és dombperemeknek az Alföld szélére lenyúló vörös agyagjai és nyirokja. A vörös agyagoknak többféle kategóriáját térképezték hegylejtőinken és dombvidékeinken. Az Alföld síkján csak fúrásokban fordul elő. Legrészletesebben Sümeghy J. foglalkozott a negyedkori vörös agyagféleségekkel és azok korával. Négy osztályba sorolta e képződményeket magassági helyzetük, ill. keletkezési idejük szerint. Az I. és II. osztályú vörös agyagokat helyben keletkezetteknek tartotta, ilyenek csak a magas dombokon fordulnak elő, a III. és IV. osztályúakat lemosott, átmosott, áttelepült agyagnak írta le. A vörös agyagok részben idősebb kőzetek málladékából származnak, másrészt hullóporból, illetve e kettő keveredéséből. A lejtőagyagok kategóriájába tartozik a nyirok is, a Zempléni-hegység vulkanikus kőzeteinek, tufáinak málladéka, valószínűleg hullópor keveredésével. Igen szívós, nehezen művelhető kőzetféleség.

A dombvidékek löszfeltárásaiban található vörösbarna talajrétegeket is vörös agyag rétegeknek nevezik, néha helytelenül. Ezek annyiban sorolhatók kőzettanilag az agyagrétegek közé, hogy anyagukban a homoklisztfrakció mellett nagyobb arányban van iszap- és agyagfrakció. Tömörebbek a lösznél és néhol — különösen a löszkötegek alján — plasztikusak. Az Alföldön a Hajdúságban találunk löszkötegeket tagoló vörös agyag zónákat. Ezeket Sümeghy nem vályogzónáknak, talajképződményeknek nevezte, hanem a hegyperemek vörös agyagjának lemosott és az Alföldre behordott változatának. Ez ellen szól azonban, hogy löszrétegek, tehát eolikus származású rétegek közé tagozódnak, többsorosan. Hajdúszoboszlótól délnyugatra tárta fel a Mélyépterv 20—30 m mély fúrássorozata ezt a képződményt. A „vörös agyag" rétegek itt egyenként 1—4 m vastagok voltak élénk lilás vörös színnel, nedvesen plasztikusak. A löszköteg vastagsága meghaladta a 30 métert. A talajvíz 5—6 m mélyen, egyes helyeken 15 m mélyen helyezkedett el. Nagy területeken a hegylábakon a löszt vörös agyagok váltják fel. Ezek nem talajképződmények, helyenként 8—10 m vastagságban települnek. Így például az északi hegyvidék D-i lábain, a Zagyva folyótól nyugatra löszt találunk a lejtőkön, a folyótól keletre viszont egészen a Sajó völgyéig vörös agyagok foglalják el a lösz helyét. A Sajó-völgyben és onnan tovább keletre, újra a lösz veszi át a lejtőkön és hegylábakon a negyedkori takaró szerepét. Egyes helyeken a lösz és vörös agyag egymást nem azonos magassági szintben váltják, hanem a magasabb, csapadékosabb régiókban vörös agyag, az alacsonyabb, szárazabb régiókban lösz keletkezett, ill. maradt meg.

A holocén árterek legelterjedtebb képződménye az *iszap*, azaz finom kőzetliszt. Kissé durvább szemcséjű megjelenése a homoklisztes iszap vagy lösziszap. Ez az a képződmény, amelyik leghajlamo-



91. ábra. Hajdúsági vörös agyag szintek helyzete (A Mélyépterv fúrási adatainak felhasználásával)
1. Sárga lösz és homokos agyag, *2.* sárga iszapos agyag, *3.* vörös agyag, *4.* talajvíz agyagban, *5.* talajvízszint, *6.* Mélyépterv fúrások sorszáma

Fig. 91. Situation of the red clay beds in the Hajdúság region
1. Yellow loess and sandy clay, *2.* yellow silty clay, *3.* red clay, *4.* ground-water in claybed, *5.* ground-water level, *6.* seriai number of boreholes drilled by the Mélyépterv

sabb a szikesedésre. A szikesedés megfigyelhetően azokon a területeken jelentkezik, ahol a nyomásgradiens pozitív, lefelé haladva a mélyebb rétegek vizének nyugalmi szintje magasabban van a sekélyebb rétegekénél. Legszebb példái az így magyarázható szikesedésnek a Duna-völgyben, Szabadszállás—Fülöpszállás környékén vannak és az Észak-Tiszántúlon, a Hortobágyon és Konyár—Derecske környékén. A szik javítása meszezéssel ott sikeres és időben tartós, ahol a talajvíztükör nem áll a felszín közvetlen közelében, viszont az öntözés is lehet sikeres védekezés, ha a felfelé szivárgó víz bepárlódási zónáját a kritikusnál lejjebb tudja szorítani. Lösziszapot találunk sokfelé a Duna-völgyben, a Jászságban, a Mezőségen, a Hortobágyon, a Nagykunságban és a déli Tisza-völgyben. A holocén ártereken nagy kiterjedésben találunk finom iszapokat és agyagokat. A medrektől messze eső, mély ártérek képződményei ezek, amelyek árvíz után hosszú ideig, nedves esztendőkben pedig állandóan víz alatt állnak. Legnagyobb kiterjedésben a Tiszántúlon találjuk ezeket a „kötött" képződményeket, vastagságuk nem kis területen a 10 m-t is meghaladja. Ez esetben pleisztocén ártérek továbbéléséről van szó. A Hortobágy déli felén és a Nagykunságon nemcsak a holocén ártereket, de a pleisztocén térszíneket is agyag borítja nagy kiterjedésben és vastagságban. Az agyag szemcsefrakció ezekben a képződményekben meghaladhatja az 50%-ot, de jellemző rájuk, hogy a durva iszap- és homokfrakció mindig jelentős mennyiséget képvisel szemcseösszetételükben. A pleisztocén térszíneken mindig kell a porhullással számolni a felszíni képződmények anyagában. Erre mutat az is, hogy több helyen löszrétegek alkotják az agyag feküjét.

Az alföldi térképező fúrások anyagvizsgálatai megmutatták, hogy milyen nagy az iszap- és agyagképződmények családja. A szemcseösszetételekben is nagy változatosság mutatkozik, pedig a képződmények talajmechanikai tulajdonságait és vízzel szemben való viselkedését kis különbségek is nagymértékben változtatják. További magatartásbeli különbségeket okoz az iszapok és agyagok mésztartalmában mutatkozó arány, a szervesanyag-tartalom, humusztartalom, amelyek mind befo-

lyásolják a természetes vízfelvevő képességet, plaszticitást, térfogatváltozásokat, a roskadásra, csúszásra való hajlamot. További minősítő tényező az agyagásvány-tartalom.

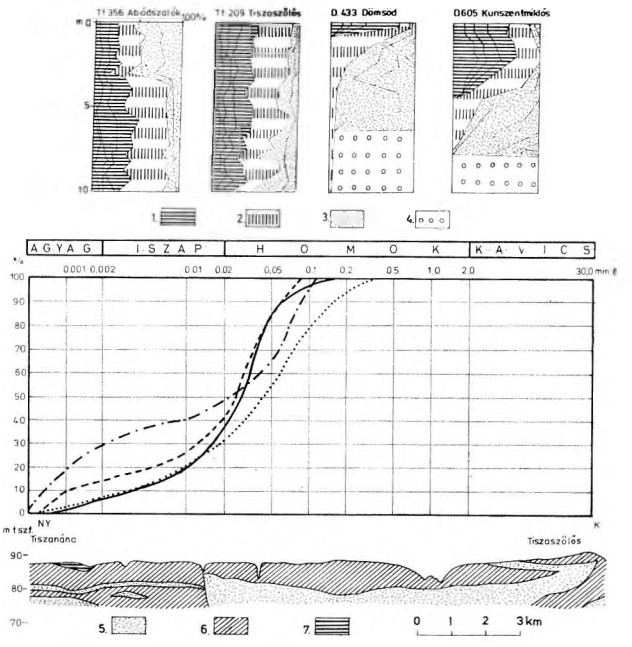
Az áttekintő méretű földtani térképezésnél természetesen mindezeket a tényezőket sem mérni, sem ábrázolni nem lehet. Itt meg kell elégedni a szemcseösszetétel megadásával és szelvényenként a mésztartalom, helyenként a plaszticitás és a természetes víztartalom feltüntetésével.

Az Alföld egyik tipikus agyagos tája a Nagykunság. 5—10 m-t meghaladó vastagságban borítják itt a felszínt agyagos üledékek. Hellyel-közzel iszap- és löszcsíkok települnek közéjük. A talajvíz átlagos szintje 6—8 m mélyen helyezkedik el, de az évszakos és sokéves ingadozás nagy, az is megközelítheti a 6 m-t.

Hasonlóan agyagos felszínű táj a Hortobágy. Itt az agyagos rétegsort 10 m mélységig többször szakítják meg lösz- és homokrétegek, de a Hortobágy-patak mentén kialakult egy hosszúkás agyagos teknő, amelynek szélessége néhol a 60—70 km-t is meghaladja, hossza pedig 170 km. Itt 10 m mélységig túlnyomóan agyagot és iszapot találunk. A Hortobágy területén a talajvíz közelebb áll a felszínhez, mint a Nagykunságban, de ingadozása nem olyan nagy mértékű és általában kevesebb az oldott só a talajvízben, mint ott.

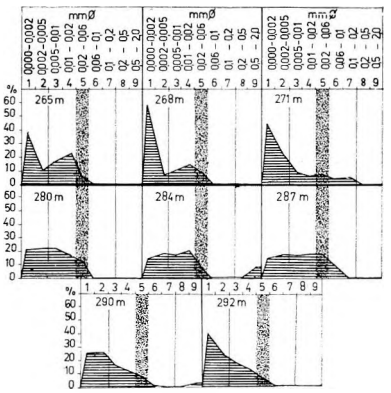
A felszín nagyobb vastagságú agyagrétegei a talajvíztükröt leszorítják és nyomás alatt tartják. A 3—6 m mélyen megjelenő talajvíz a fúrólyukban 2—3 m-t emelkedik és néha a felszínre is lép.

Kavicsot és *folyóvízi homokot* a holocén ártereken csak az Alföld peremein találunk. Az Alföld belsejében a folyók partjaira kivetett homok hamarosan koptatódik, futóhomokká alakul át. Felszíni kavics csak a Szatmári-síkságon, a Bodrogközben, a Sajó völgyében és a Duna-völgy északi részén fordul elő. A kavicsrétegek különböző mélységben helyezkednek el az Alföld mai felszíne alatt. A pleisztocén végi és holocén kavicsok vagy a felszínen vannak, vagy néhány méteres finomabb szemű üledék alatt. Ilyen a helyzet a Duna-völgyben, az északi patakok hordalékkúpjain a Zagyvától a Bodrogig és a Körös-medence délkeleti szegélyén. A Duna-völgyben a Duna durva kavicsanyagát találjuk, benne hömpöly nagyságú, jól koptatott darabokkal az északi részen. A déli részen valamenynyire finomodik a kavics anyag, de a Kalocsa alatti térségben nagy vastagságban durva anyag van. Az északi patakok kavics törmelékkúpja apróbb szemű és — természetesen — kevésbé koptatott, mint a dunakavics. Holocén kavics nagyobb mélységben a Szatmári-síkság területén található. Itt fiatal mély süllyedékkel van dolgunk és a kavicsok több rétegben 100—200 m mélységig megtalálhatók. Nagyobb mélységben helyezkednek el a pleisztocén elején és közepén kialakult hordalékkúpok kavicsai. Így a Sajóé 200—300 m mélységig, az Ős-Berettyó és az Ér kavicsai 300—400 m mélységig. Jászberény körül a Zagyva kavicsai 200 m körüli mélységben vannak. A Duna idős kavicsai Kecskemétnél 200, Nyárlőrincnél 700 m, Csongrádon 1000 m mélységig nyomozhatók. A Maros pleisztocén végi kavicsai 60—70 m-ben, pleisztocén eleji kavicsai 360 m-ben találhatók.



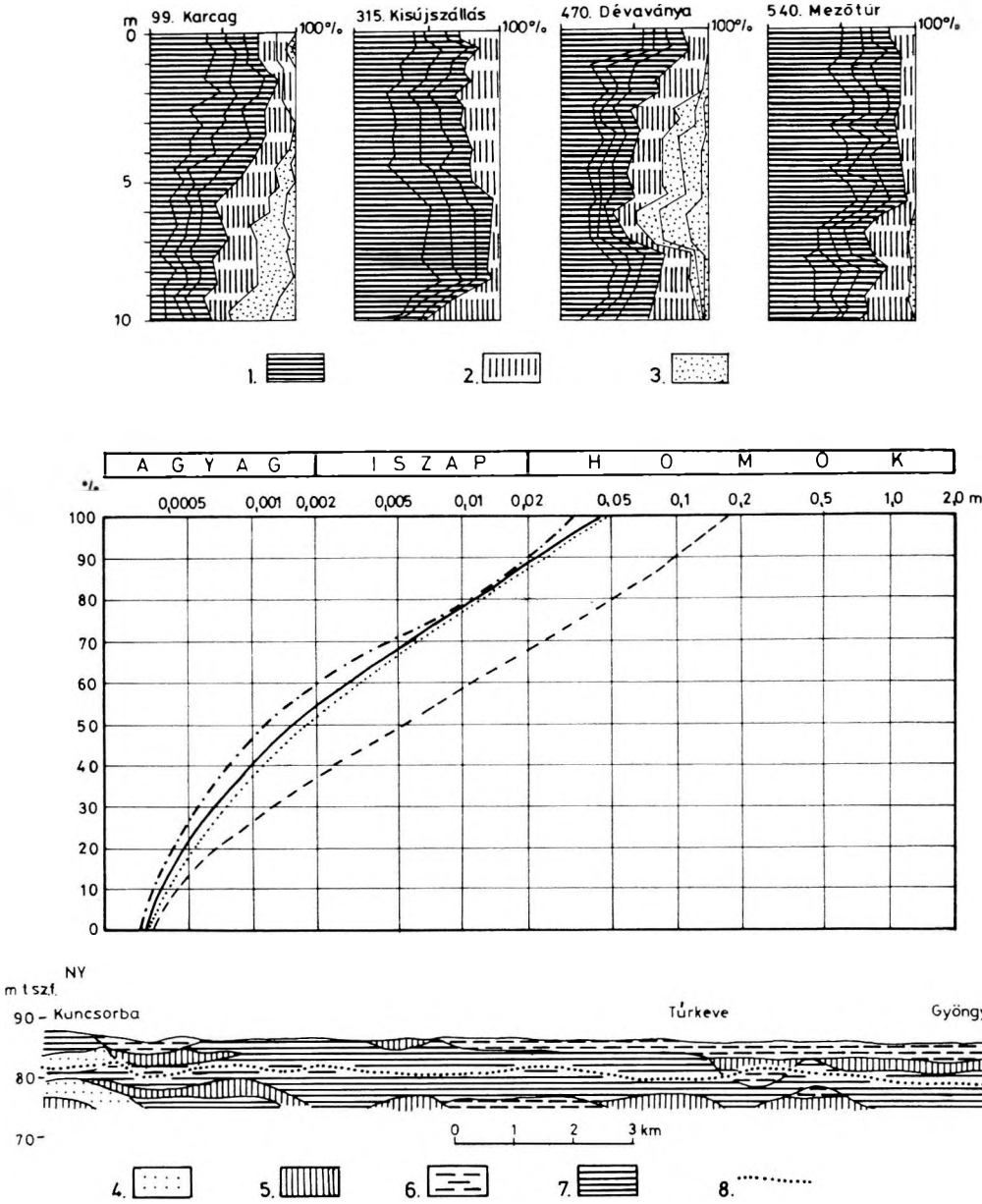
92. ábra. Lösziszapok települése és szemcseszerkezete
1. Agyag és iszap (0,02 mm ∅-ig), *2.* homokliszt (0,02—0,06 mm ∅), *3.* homok (0,06—2,0 mm ∅), *4.* kavics (2,0 mm ∅-nél nagyobb), *5.* homok, *6.* homoklisztes iszap, *7.* lösziszap

Fig. 92. Granulometry and settlement of loess-loam sediments
1. Clay and silt, *2.* sand flour, *3.* sand, *4.* gravel, *5.* sand *6.* sandy flour silt, *7.* loess mud



93. ábra. Folyóvízi és kollúviális agyagok szemcseösszetétele Mindszenten

Fig. 93. Kind of fluvial and colluvial clays. Granulometry. Mindszent

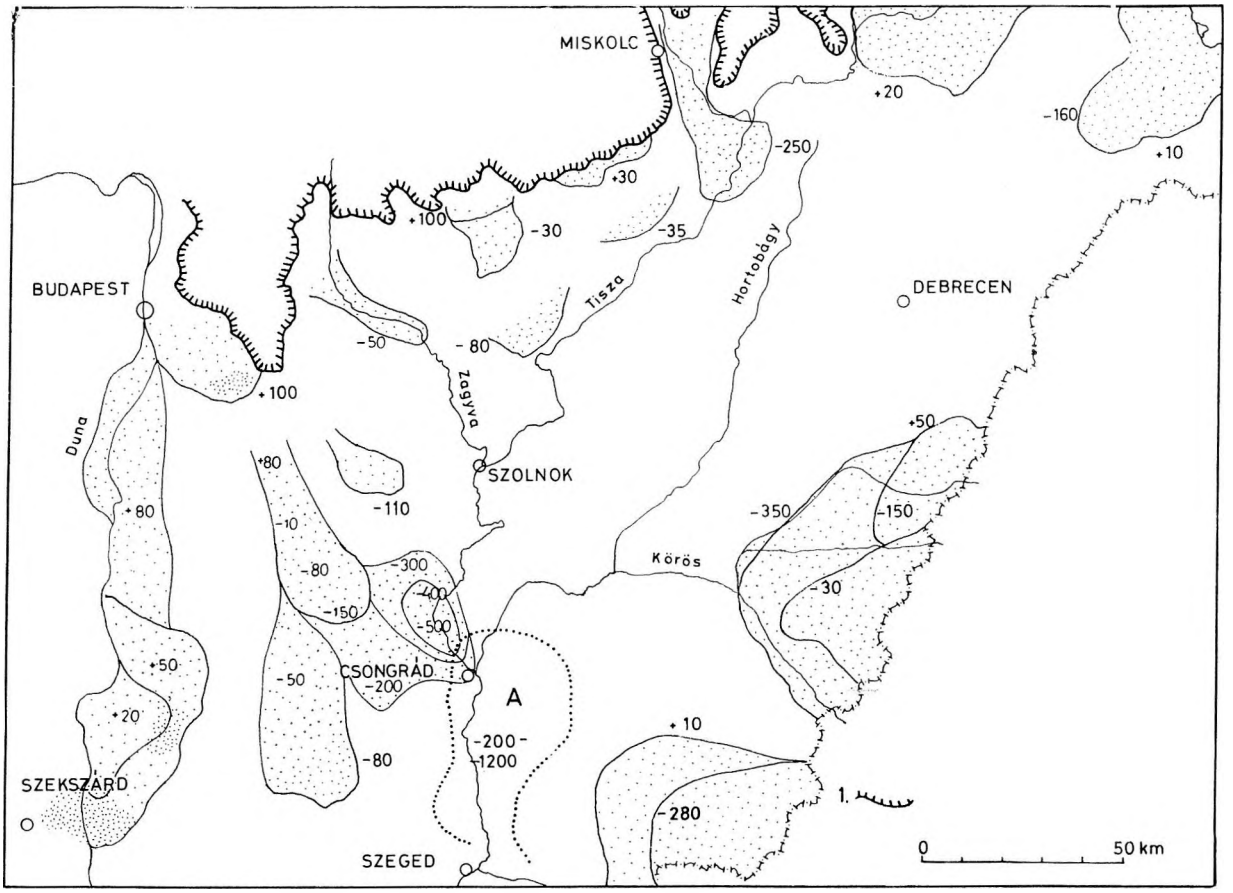


94. ábra. Pleisztocén agyagok települése és szemcseösszetétele a Nagykunságon
1. Agyag és iszap (0,02 mm ∅-ig), *2.* homokliszt (0,02—0,6 mm ∅), *3.* homok (0,06—0,2 mm ∅), *4.* folyóvízi homok, *5.* lösz, *6.* iszap, *7.* folyóvízi ártéri agyag, *8.* a talajvíz szintje

Fig. 94. Granulometry and settlement of Pleistocene clays of Nagykunság
1. Clay and silt, *2.* sand flour, *3.* sand, *4.* fluvial sand, *5.* loess, *6.* silt, *7.* alluvial clay, *8.* ground-water level

Jelentős *tőzeglápok* is voltak az Alföldön a folyószabályozás és lecsapolások előtt. Legjelentősebbek az Ecsedi láp, a Szernye-mocsár, a Bodrogköz és Rétköz lápjai, a Körös vidéken a Nagy-Sárrét, Kis-Sárrét, a Duna-völgyben északon az ócsai tőzegterület, delen a Vörös-mocsár vidéke. A tőzeges mocsarak nagy részét lecsapolták és ma mezőgazdálkodás folyik a régi mocsarak helyén. Tőzeg kitermelés csak Ócsán és Császártöltés környékén van.

Két különleges evaporit vagy konkréciós képződményről kell megemlékeznünk, az Alföld felszíni képződményei között. Az egyik a mésziszap vagy tavi kréta. A Duna-völgy laposain és a Duna—Tisza közi hátságon találjuk ezt az evaporit képződményt a homokdombok közötti mélyedésekben. A mészgazdag homokból a vápák alján összemosott és bepárlódott mészkiválás eredménye ez. Néha konkréciószerű, durva szövetű és szennyezett, máskor hófehér, tiszta, krétaszerű. Vastagsága néhány cm vagy dm lehet. Konkréciószerű képződmény a nyírségi homokbuckák közötti mélyedésekben található gyepvasérc. Néhány dm nagyságú göbök, kavicsok ezek.



95. ábra. Eltemetett kavics törmelékkúpok az Alföld peremén

A számok az eltemetett kavicstestek talpának átlagos mélységét mutatják a tengerszinthez viszonyítva. A = medenceközepi kavicsos homokrétegek vastagsága (m)

1. Északi hegyperem

Fig. 95. Buried gravel fans on the border of the Great Plain

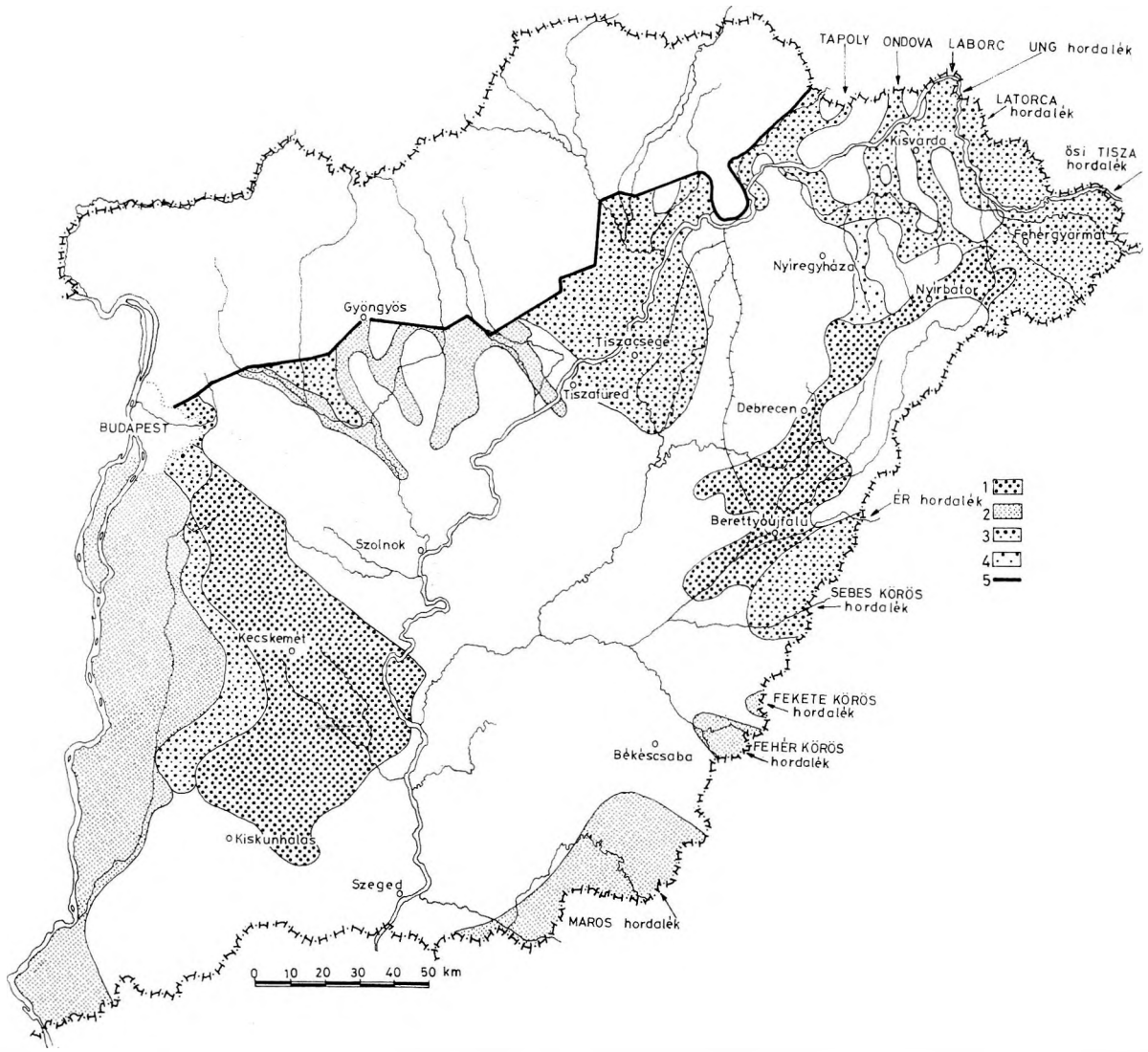
Numbers show the depth of the bottom of the gravel beds as related to the sea level in m. A = thickness of the gravel layers in the middle of the Basin

1. The northern mountain fringe

Felszínközeli üledékösszletek, rétegcsoportok

Az alföldi síksági tájakon, folyóvízi üledékkel feltöltött területeken a felszínt borító képződmény néha csak vékony takaró; alatta igen különböző képződmények sora következik és valójában ez a sor határozza meg a felszín viselkedését is. Akár mezőgazdasági hasznosítási kérdést kívánunk megoldani, vagy a művelési módot megválogatni, akár építkezési feladataink vannak, a felszín alatti és a felszínközeli rétegek ismerete döntő fontosságú. Különösen fontos ez olyan esetekben, amikor a vékony, lepelszerű felszíni réteg alatt egészen más kőzettani jellegű réteg vagy rétegsor következik és tulajdonképpen ezek határozzák meg a felszín vízáteresztő képességét, a talajvízjárást és a növények gyökérzónájának talajfizikai és talajkémiai tulajdonságait. Ezért azokban az országokban, ahol nagy kiterjedésű síksági területek vannak változatos felszíni rétegsorokkal, a földtani térképezés nemcsak a felszíni képződményekre korlátozódik, hanem térképezik a felszínközeli típusos rétegsorokat, egybetartozónak látszó rétegösszleteket, rétegegyütteseket (rock unit) is. A térképezésnél figyelembe vett rétegcsoport vastagsága különböző az egyes államokban és különböző lehet az egyes területeken. Az áttekintendő rétegvastagságot gyakorlati érdekek szabják meg, így a térképezés speciális célja, vagy a rendelkezésre álló feltáró eszközök (Hollandia, NSZK).

Nálunk a rétegcsoportokat 10 m mélységig figyelhetjük meg. A térképező sekélyfúrások mélységének megválasztásánál mind az agrogeológiai, mind az építésföldtani, mind a hidrogeológiai érdekekre tekintettel voltunk. A mi alföldi viszonyainkban a talajvíz mélysége és mozgása igen fontos szerepet játszik. A 10 m-es feltárási mélység azt jelenti, hogy az Alföld legnagyobb részén ezzel átfogjuk a



96. ábra. Alsó- és felső-pleisztocén kavicsos üledékek elterjedése az Alföldön. Szerkesztette: URBANCSEK J. 1978
1. Alsó-pleisztocén kavicsos üledék, *2.* felső-pleisztocén kavicsos üledék, *3.* alsó- és felső-pleisztocén kavicsos üledék, *4.* feltételezett kavicsos lehordás, *5.* az Alföld É-i pereme

Fig. 96. Distribution of the Lower and Upper Pleistocene gravel sediments, plotted by J. URBANCSEK
1. Lower Pleistocene gravels, *2.* Upper Pleistocene gravels, *3.* Lower and Upper Pleistocene gravels, *4.* presumable washaway of gravels, *5.* northern margin of the Great Plain



97. ábra. Tőzeges turjány (Ócsa)

Fig. 97. Peaty bog near Ócsa



98. ábra. A Közép-Tiszántúl földtani rétegcsoport térképe 10 m mélységig

1. Homok, *2.* homok—lösz, *3.* homok—iszap, *4.* homokliszt—lösz, *5.* lösz—homok, *6.* lösz—agyag, *7.* finom kőzetliszt, iszap, *8.* iszap—lösz, *9.* iszap—homok, *10.* agyag, *11.* agyag—iszap, *12.* agyag—lösz, *13.* agyag—homok

Fig. 98. Rock unit map of the middle part of the Trans-Tisza region

1. Sand, *2.* sand—loess, *3.* sand—silt, *4.* sand flour—loess, *5.* loess—sand, *6.* loess—clay, *7.* silt, loam, *8.* silt—loess, *9.* silt—sand, *10.* clay, *11.* clay—silt, *12.* clay—loess, *13.* clay—sand

talajvízjárás egész zónáját, tehát a talajvíz legmagasabb és legmélyebb állása közé eső rétegeket, s ezzel ellenőrizni tudjuk nemcsak magát a vízmozgást, de a talajvíz oldó- és lerakó tevékenységét is. A 10 m-es mélység azt is jelenti, hogy ezt akár gépi, akár kézi fúróeszközökkel aránylag kis költséggel elérhetjük.

Áttekintve az Alföld felszínközeli rétegsorait, két olyan képződményünk van, amely 10 m-es vagy nagyobb vastagságban fed nagy kiterjedésű tájakat. Ezek egyike a futóhomok, másika az ártéri agyag. A futóhomok területeken legfeljebb vékonyabb löszcsíkok ágyazódnak a homogén homokrétegek közé, de nagy területeken ilyenek sincsenek. Homogén agyagrétegek fedik nagy vastagságban a Tiszántúl középső részeit. Az Alföld harmadik fontos felszíni képződménye a lösz, csak kisebb területfoltokon éri el a 10 m-es vastagságot, így leginkább a Hajdúságon. Vannak két és három osztatú rétegcsoportok, ahol lösz- és homoküledékek néhány méteres vastagságú porózus rétegcsoportja alatt

hasonló vastagságú iszap- és agyagrétegek települnek, vagy fordítva, kötött agyag- és iszaprétegek alatt laza homokrétegek sorakoznak. Végül nagy területeken találunk a felszín alatt igen sűrűn rétegzett üledéksort, amely látszatra semmifele szabályszerűséget nem mutat. Nem ritka az a helyzet, amikor 10 m mélységig 15—20 jól megkülönböztethető heterogén réteget tár fel a fúró.

Néhány rétegcsoport-típus a legelterjedtebbek közül:

1. Nagy vastagságú agyagfelszín, 10 m-ig agyag és iszap (Karcag, Püspökladány, Túrkeve környéke).

2. Homokfelszínek (Duna—Tisza köze, Nyírség, a Tiszántúl, Szolnok, Törökszentmiklós környéke).

3. Löszfelszínek (Hajdúság, a Nagykunság délnyugati része).

4. Felszíni finomszemű rétegek alatt vastag homok (ilyen a közép-Tisza völgye).

5. Felszíni homokrétegek alatt lösz, iszap, agyag (Zagyva, Tisza partvidéke és a hátság szélei).

6. Sűrűn változó rétegsor (Békés és D-Tiszántúl).

7. A Duna-völgyben megtalálható a teljes folyóvízi üledékciklus a mederkavicstól a durva és finom homokon át a homok- és kőzetlisztig vagy agyagig (Pécsi M. 1959, 1980).

A mélyebb rétegek anyaga

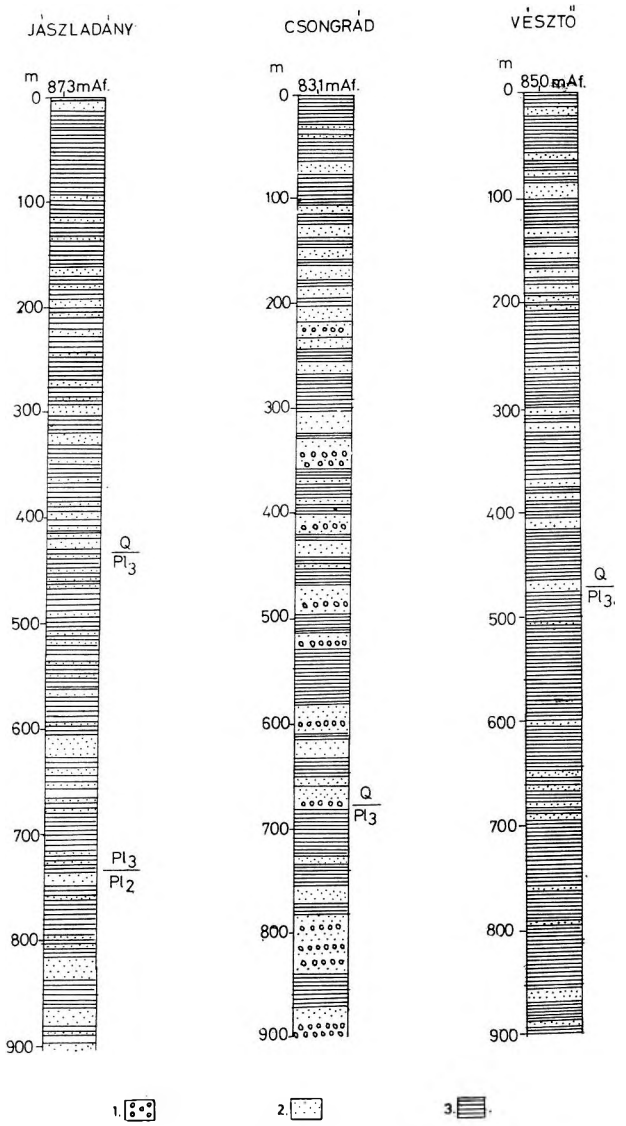
Az Alföld mélyebb rétegeiben kifejlődött rétegsorok alapja a medence aljzatának hegyszerkezete. Ezzel a földtani történet fejezetben foglalkozunk. Az aljzatot a legnagyobb vastagságban beborító pannóniai képződmények településének sajátságai lehetnek a további mélyföldtani beosztás alapjai. A mai felszíni viszonyok mellett azonban a legnagyobb jelentősége a negyedidőszaki földtörténetnek és a legfiatalabb kéregmozgások nyomán kifejlődött rétegsoroknak van.

A durva üledékekkel kitöltött negyedidőszaki fiókmedencékről már beszéltünk a nagy törmelékkúpok említésénél. Finom üledékkel kitöltött fiókmedence kettő van: a dél-jászsági és a Körösmedence. Mindkét süllyedékben 400 m-t meghalad a negyedidőszaki folyóvízi rétegek vastagsága. Ennél mélyebb fiatal fiókmedence csak a dél-tiszai süllyedék, annak töltelékanyaga azonban döntően kavicsos durva homok. A negyedidőszaki részmedencék egyúttal vízföldtani egységek is. Egymástól és a közöttük elhelyezkedő magasabb küszöböktől, régióktól nemcsak töltelékanyaguk különbözősége szerint válnak el, hanem néhány egyéb de nem kevésbé fontos sajátságuk folytán is. Legfontosabbak ezek közül a negyedidőszaki víztartó rétegekben mutatkozó nyomáskülönbségek, a pozitív és negatív nyomásgradiens területei. Ugyancsak térbeli különbségeket mutathatunk ki a mélységi hőmérséklet alakulásában, a vízkémiában, a mélységi vizek korában. A mélységi vízviszonyok alapján kialakított vízföldtani tájak egyúttal földtani tájak* is, hiszen a víz helyzete és mozgása nemcsak az üledékek fizikai és kémiai tulajdonságaitól, szedimentáció-történeti helyzetétől, kifejlődésétől függ, hanem vissza is utal azokra.

Az Alföldön lemélyített földtani alapfúrások egyformán szolgálták a negyedidőszaki és felsőpliocén rétegek megismerését, s ezek alapján a fiatal kéregmozgások és üledékképződés menetének feltárását és a felszín alatti viszonyok megismerését. E fúrások választ kerestek arra, hogy a folyóhálózat az Alföldön a negyedidőszak folyamán hogyan változott. Bár az alföldi medence negyedidőszaki rétegeinek általános megismerése az artézi kútfúrásoknak köszönhető, a rétegsorok anyagainak részletes laboratóriumi vizsgálatát a MÁFI földtani alapfúrásai tették lehetővé. E végig folyamatos magvétellel lemélyített fúrások mintaanyagát méterről méterre megvizsgálták, szedimentológiai és paleontológiai szempontból egyaránt. Mindemellett a megismert jó vízadó rétegekre próbakutakat telepítettek és teljes hidrodinamikai méréseket végeztek, majd a legjobb rétegekre észlelő kutakat építettek.

A fúrásokkal feltárt negyedidőszaki és felső-pliocén rétegekről összefoglalóan a következők mondhatók. A pannóniai tó nem egyszerre tűnt el a Kárpát-medencéből. A mai Dunántúl területe és a hegyperemek kerültek először szárazra. A mai Alföld jó részén még sekély állóvíz maradt. Időnként kiszáradt, majd újra víz alá került. Mocsaras ingoványokban nedves iszap- és agyagrétegek települtek. A folyók durva üledékeiket a peremekről jőve nem tudták beljebb vinni a víz alatt álló területbe. Lerakták azokat az állóvíz szélein és csak finom iszapjuk került beljebb a medencébe. A vizenyős részek nem voltak igazi tavak, tavi élővilággal, hanem szárazzá vált és újra víz alá került felemás állapotban levő térszínek. Az újra meg újra ismétlődő elöntés az egyszer lerakódott iszaprétegeket ismételten felkavarta, áttelepítette, ami az ideiglenesen kialakult mocsári, lápi növényzet és állatvilág maradványainak pusztulásával járt. Azért ezekben a rétegekben az élővilágnak csak felismerhetetlen, megha-

* Kifogás érte szövegemben több helyen a táj megnevezés használatát. A földrajzban meghatározott tartalma van a táj kifejezésnek. Ez azonban nem jelentheti e nagyon kifejező szónak kizárólagos használatát. A „földrajzi táj" mellett helye van a szerkezeti táj, növényzeti táj, az égtáj stb. elnevezéseknek. Egyik tudományág sem sajátíthatja ki ilyen általános kifejezés használatát csak magának.

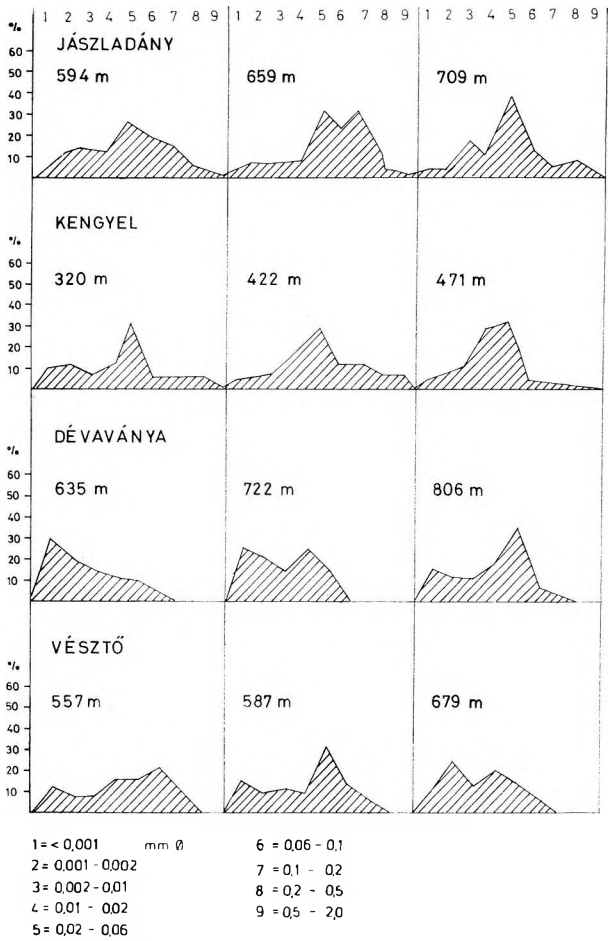


99. ábra. Finom- és durvaszemű üledékkel feltöltött medencék
1. Kavics, *2.* homok, *3.* iszap

Fig. 99. Big local basins filled with Quaternary fine-grained and coarse material
1. Gravel, *2.* sand, *3.* silt

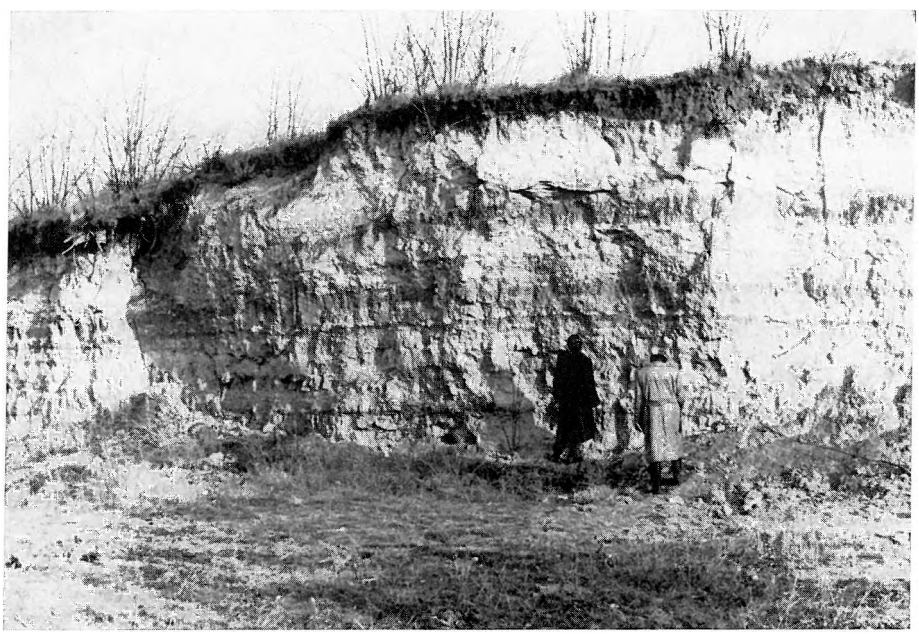
tározhatatlan törmelékét találjuk. Minthogy e rétegek a pliocén kor utolsó képviselői és időben fiatalabbak a pannóniai tó utolsó üledékeinél, a „levantei" emeletbe szokás helyezni őket, vagy a felső-pannóniai üledékektől megkülönböztetendő: legfelső-pliocén rétegeknek nevezni. Tarka, töredező, vagy morzsás agyagok, vagy még inkább finom kőzetlisztek ezek. Az Alföldön ezeknek a rétegeknek igen nagy a fontosságuk. A vízben általában gazdag negyedidőszaki és a vízben szintén nem szegény felső-pannóniai rétegek között nagy vastagságú (300—400 m vastag) vízre meddő rétegsort jelentenek.

Az Alföld peremein és a mélyfekvésű térszínekből kiemelkedő részeken a tarkaagyagok nem fejlődtek ki. Ezeken a helyeken a negyedidőszaki folyóvízi rétegek a felső-pannóniai tavi rétegekre települnek. A pliocén—pleisztocén határ ilyen helyeken tiszta, jól felismerhető. Ott, ahol a legfelső-pliocén tarkaagyagokra durva üledékkel települnek a folyóvízi rétegsorok, a rétegtani határ szintén tiszta. Két eset van, amikor a negyedidőszak kezdete a rétegsorban nehezen ismerhető fel: az egyik az, ahol a folyóvízi durva üledékek a medence peremein már a pannóniai időszak végén megjelentek és a folyóvízi szedimentáció nem a pleisztocénben kezdődött, hanem abban csak folytatódott (ilyen a déltiszántúli süllyedék). A másik eset, ahol a legfelső-pliocén iszapos—agyagos mélyedések a pleisztocénben is vizenyős területek maradtak és a felemás, félig szárazföldi félig vízi szedimentáció a legújabb időkig folytatódott. Ezeken a helyeken a negyedidőszaki rétegek vastagsága sem kőzettani, sem



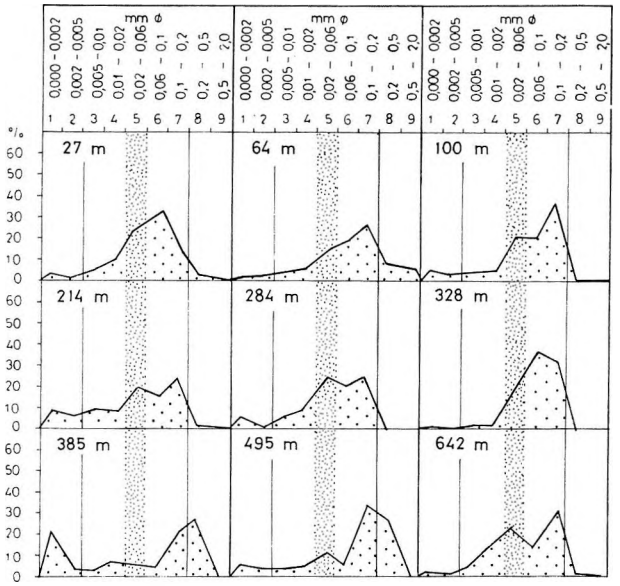
100. ábra. Az alföldi levantei tarka agyagok jellemző szemcseösszetétele

Fig. 100. Characteristic ill-sorted granulometry of the uppermost Pliocene Levantian variegated clays *1—9.* Proportion of the different particle size fractions



101. ábra. Pannóniai agyaggödör, tetején lösszel (Galgahévíz)

Fig. 101. Pannonian clay pit showing loess, covering. Galgahévíz



102. ábra. Folyóvízi osztályozatlan homokok szemcseösszetétele (Mindszent)

Fig. 102. Granulometry of ill-sorted fluvial sand. Mindszent

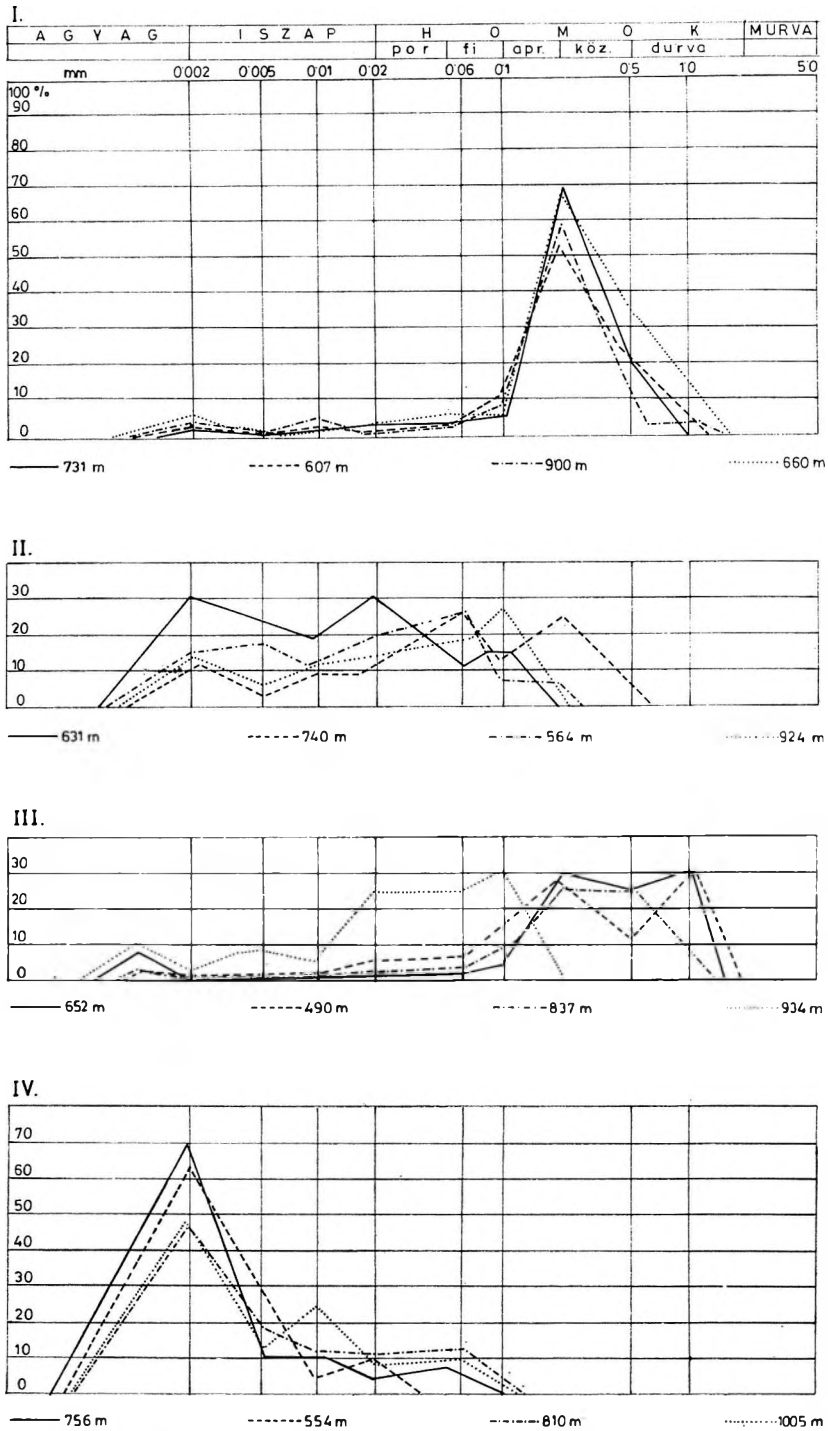
paleontológiai alapon nem vonható meg. Utóbbi alapon azért nem, mert a határrétegek — néha több száz méter vastagságban — teljesen faunamentesek, sterilek.

A negyedidőszaki folyóvízi üledékek átlagos vastagsága az Alföld medencéjében 250 m. A peremek keskeny sávjától eltekintve, a legkisebb vastagságot a Duna-völgyben (50—100 m) és a Hajdúságban (30—100 m) találjuk, a legnagyobb vastagságot a Tisza mente déli szakaszán, ahol eléri a 600—700 métert. További mély medencék a dél-jászsági és körösi, ahol 400—500 m között jár a negyedkori rétegek vastagsága. A Tiszántúl középső részén, a Nagykunságon és orosházi táblán 200—300 m körüli a negyedidőszaki rétegösszletek vastagsága és kb. ugyanennyi a Duna—Tisza közi homokhátság tetején és a Nyírségben. Durvaszemű folyóvízi üledékeket (kavics, durva homok) találunk a Duna-völgyben, a Tisza-völgy felső szakaszán, a Szatmári-síkságon, a Bodrogközben és nagyobb mélységben a déli Tisza-völgyben. Finomszemű üledékek (agyag, kőzetliszt) töltik meg a dél-jászsági és Körös-medencét. A finomszemű üledékek a kőzettani osztályozásban túlnyomórészt a kőzetliszt kategóriába tartoznak, ami azt jelenti, hogy legnagyobb súlyarányban a 0,002—0,06 mm átmérőjű szemek szerepelnek bennük.

Az alföldi fúrásokban feltárt üledékek (homok, homokliszt, iszap, agyag) jellemző szemcseösszetételét több grafikon mutatta be az 1972-ben kiadott monográfiában (Rónai 1972). Itt most érdemes a pliocén tarkaagyagok szemcseszerkezetével bővebben foglalkozni. Ezekre az agyagokra az jellemző, hogy szemcséik osztályozatlanok. A legfinomabb agyagszemcséktől az iszapon és homokliszten keresztül a finom homokig minden kategória előfordul bennük és gyakran nagyon kiegyensúlyozottan, közel azonos súlyrészben. Az osztályozatlan szemek a felső-pliocén homokokra is jellemzőek. Magyarázatul a többszöri áthalmozás kínálkozik, ami a különböző rétegek keveredésével járt. Ennek a finomszemű, igen vegyes szemcsenagyságú anyagnak vízföldtani szempontból nagy fontossága van. Ezek a rétegek vízleadás szempontjából rendszerint a tiszta agyagrétegeknél is rosszabbak. Az egyenlőtlen nagyságú szemek a legjobban tömörödő szerkezetet hozzák létre. A rájuk települő újabb rétegek nyomása alatt a szemcsék úgy helyezkednek el, hogy a nagyobb szemcsék közötti pórusokat a kisebb szemek foglalják el, megtöltve minden hézagot. A réteg porozitása így a minimumra csökken, a víz részére nem áll rendelkezésre szabad hézagtérfogat.

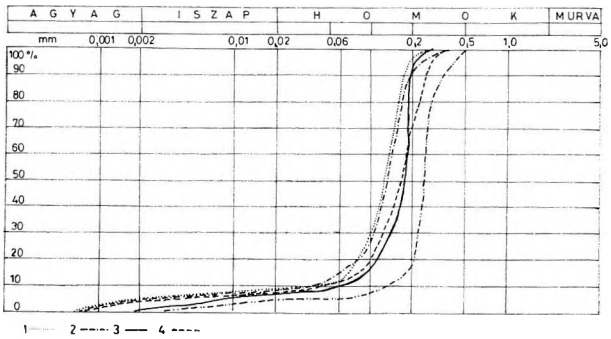
A tarkaagyag üledékképződés egyes részmedencékben a pleisztocénben is folytatódott. A hűvösebb klíma miatt több a mészkarbonát kiválás a rétegekben, valamivel több a homokréteg is, de az agyagrétegekben a szemek osztályozatlansága megmaradt. Az agyag-, iszap-, homoklisztfrakciók közel azonos súlyszázalékban vesznek részt a finomszemű üledékek szemcseszerkezetében. A tarkaagyag rétegek folytatására a pleisztocénben legjobb példa a Körös-medence. A dévaványai és vésztői fúrás részletesen feltárta ezeket.

A negyedidőszaki szedimentáció egyik megfigyelt jelensége a ciklusosság (106. ábra). A rétegek szemcseösszetétele ciklusokban változik. Kétféle ciklust figyelhetünk meg: a szimmetrikus vagy simuló ciklust és az aszimmetrikus, vagy szaggatott ciklust. A szimmetrikus ciklus durva üledékkel



103. ábra. Pliocén agyagok és homokok szemcseösszetétele (Dévaványa)
I. Kivételesen osztályozott homokok, *II.* osztályozatlan szemcseösszetétel agyag- és kőzetliszt rétegekben, *III.* osztályozatlan homokok, *IV.* kivételes tisztaságú agyagok

Fig. 103. Granulometry of Pliocene clays and sands. Dévaványa
I. Exceptionally well-sorted sands, *II.* ill-sorted clay and silt layers, *III.* ill-sorted sands, *IV.* exceptionally fine clays



104. ábra. Pliocén osztályozott futóhomokszerű homokok (Dévaványa)

1. Finom- és aprószemű, enyhén rétegzett homok finom csillámokkal; szürke (900,4 m), *2.* finom homok, enyhén rétegzett, finom csillámos; szürke (917,4 m), *3.* finom- és aprószemű homok, finom csillámok; szürke (1090,5 m), *4.* aprószemű homok, kevés csillám; szürke (1101, 2 m)

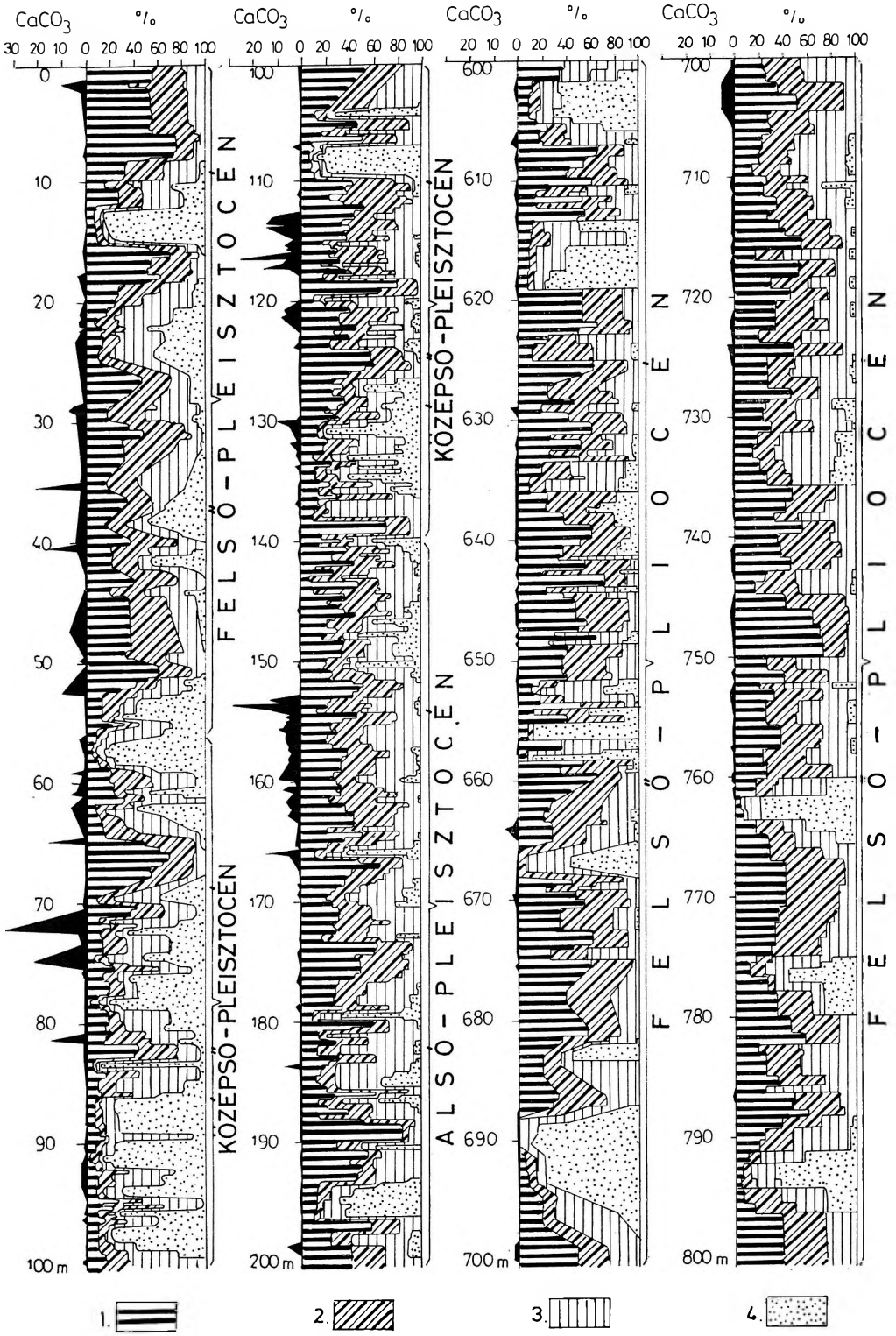
Fig. 104. Well-sorted Pliocene blown sand in the borehole at Dévaványa

1. 900.4 m slightly stratified fine and small grained grey sand with fine micas, *2.* 917.4 m fine-grained grey sand, slightly stratified with micas, *3.* 1090.5 m fine and small-grained grey sand with micas, *4.* 1101.2 m small-grained grey sand with few micas

(kavics, homok) kezdődik és felfelé a rétegek szemcséi egyre finomabbak lesznek, míg a ciklus közepén már tiszta agyagrétegek vannak. Innen tovább felfelé megindul a fokozatos durvulás és a ciklus durva üledékkel fejeződik be. Az aszimmetrikus vagy szaggatott ciklus ugyanúgy indul mint a másik, durva üledékkel, amely fokozatosan felfinomul és eler az agyagrétegekig. Itt azonban a ciklus megszakad és az agyagrétegeket átmenet nélkül durva szemcséjű üledék követi, s ezzel indul a következő ciklus. Nevezhetnénk az utóbbit fél ciklusnak is. A „durva" és „finom" szemcséjű üledék a ciklusok esetében relatív szemcsenagyság különbségeket jelent. Egy iszapos—agyagos rétegsorban a finom homok is lehet kiinduló „durva" üledék és egy kavicsos, durva homokos rétegsorban a középszemű homok is szerepelhet a ciklus legfinomabb szemcséjű rétegeként.

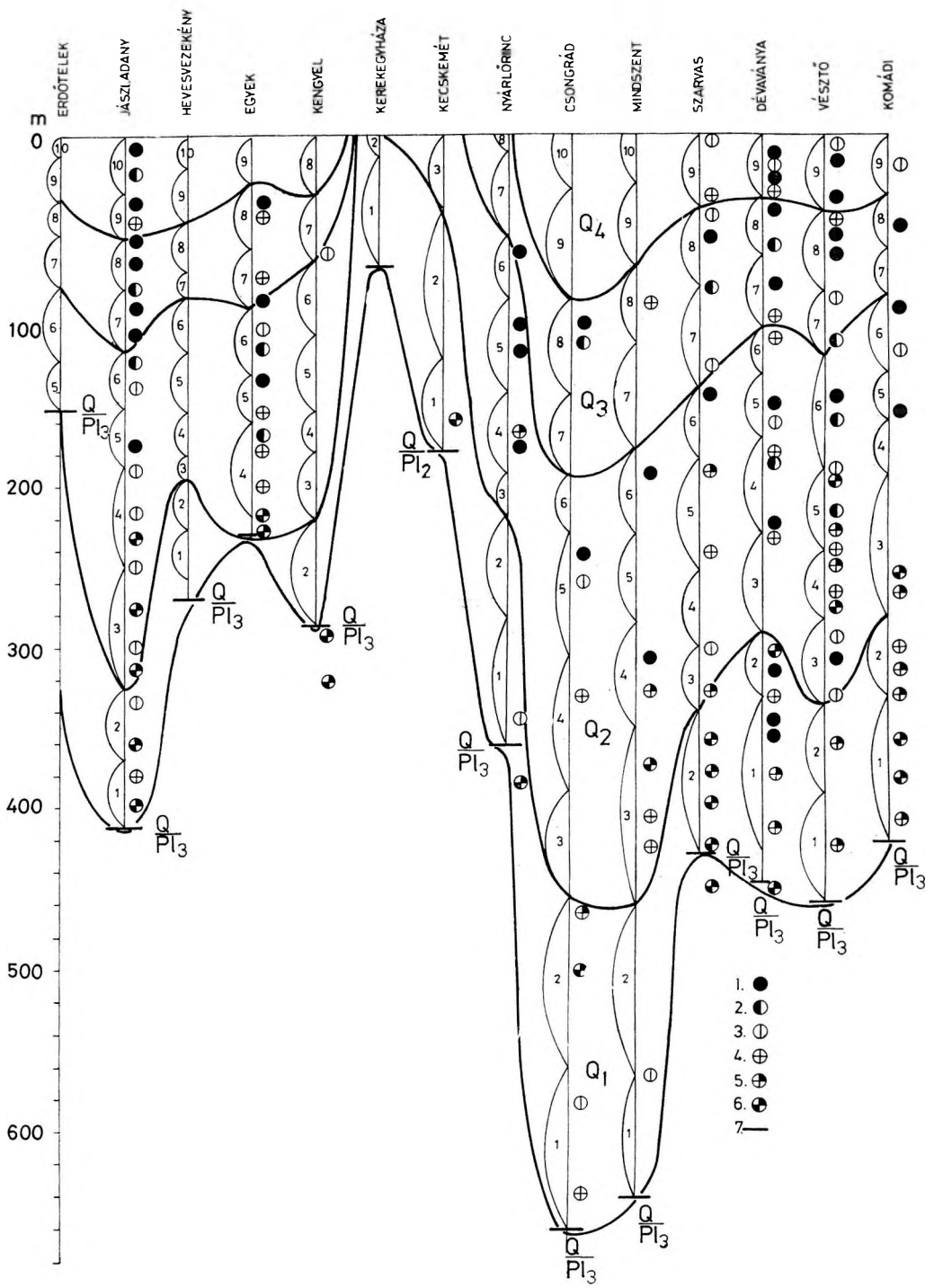
A folyóvízi üledékciklusokat három egymástól nagyon elütő tájon tanulmányozhatjuk: a kecskeméti homokhátságon, a dél-tiszai medencében és a Körös-medencében. Kecskeméten a ciklus kavicsos homokkal indul és azzal végződik. A ciklus közepén az agyag- és iszapfrakció meghaladja a 60 súlyszázalékot. Az agyagosság emelkedése és csökkenése fel- és lefelé szabályos, szimmetrikus. Hasonló a komádi ciklus. Kecskeméten a ciklus hossza 130 m, Komádinál 100 m. A mindszenti példa egy-egy nagyobb üledékciklus kisebb részekre darabolódását mutatja be. A nagy ciklus itt 130 m-től 250 m-ig tart, tehát 120 m hosszú. De feldarabolódik két közepes (250 m-től és 200 m-től 130 m-ig), egyenként 50 és 70 m hosszú ciklusra és ezek is még tovább 2-2 apró ciklusra. A szabályos, szimmetrikus üledékciklusok a folyóvízi üledékképződésre jellemzőek. A tavi üledékképződésben rendszerint nincsen fokozatos finomodás vagy menedékes üledékdurvulás, hanem éles határral váltják egymást a homok- és agyagrétegek. Ahol a negyedidőszakinál idősebb rétegekben is fokozatos szemcseváltozásokkal jelentkező üledékciklusokat találunk, ott feltehető, hogy folyóvízi üledékképződéssel van dolgunk. Így pl.: Csongrádnál 600—1000 m mélységig. A finom üledékekkel feltöltött negyedidőszaki fiókmendencékben a folyóvízi rétegsor alatt a felső-pliocénben egy hosszú agyagosodás figyelhető meg (Jászladány és Dévaványa). Ez a lezáródása a tavi és állóvíz korszaknak.

A negyedidőszaki üledékek rétegsoraiban gyakoriak a fosszilis talajrétegek. Ezek lehetnek mezőségi vagy erdei talajok maradványai, de több esetben mocsári talajok, láptalajok, amelyek átmenetet képezhetnek a tőzegek felé. A jászladányi fúrás negyedkori 432 méterében 114 talajréteget találtak, a vésztői fúrás 455 méterében 98 talajréteget határoztak meg, ezekből 16 volt kifejezetten mocsári talaj. A talajrétegek a negyedidőszaki üledékek alatt is folytatódnak a tarkaagyagos rétegsorban. Itt főleg vörös agyagtalajokat találunk (Jászladány, Vésztő). Az alföldi fúrások rétegsorában nyilvánvalóan jelen vannak a felső-pleisztocén eolikus üledékek is, hiszen a dombvidékeken az utolsó százezer év folyamán 30—40 m vastag löszrétegek települtek, azaz ilyen tetemes üledéksor maradt meg a mai napig. A hulló por viszont az Alföldön eredeti szerkezetében — de jóval kisebb vastagságban — csak egy-két kisebb területdarabon jelenik ma meg. Nyilvánvaló, hogy az ártereken a hulló por nem maradt meg eredeti felhalmozódása formájában, hanem keveredett az ártér üledékeivel és át is halmozódott a nagyobb árvizek alkalmával. Az Alföld területe pedig nagy részben — és változó részeiben — mindig ártér volt. A hulló por szemcsenagyságának megfelelő szemcseanyag az Alföldön lemélyített minden fúrásban, mint keverékanyag, jelen van. Egyes mélységszakaszokban igen jelentőssé válik a porfrakció, de nem csak a felső-pleisztocénben — ahol leginkább helye volna — hanem az idősebb pleisztocén rétegekben is.



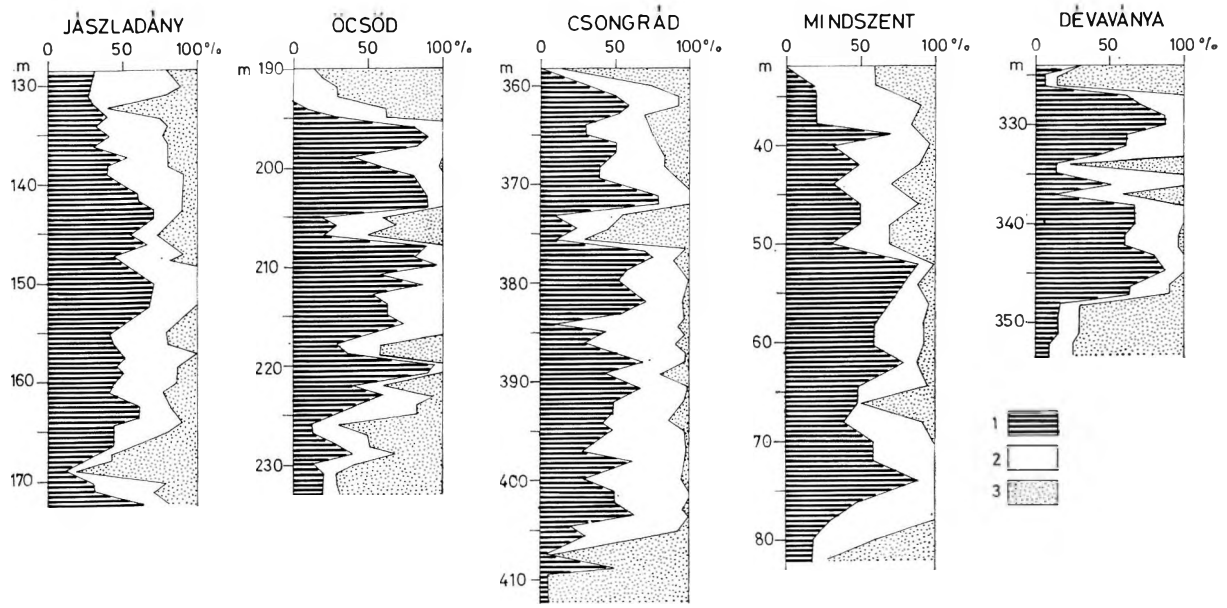
105. ábra. Pleisztocén és felső-pliocén üledéksorok a vésztői fúrásban
1. Agyag (0,002 mm ∅-ig), *2.* iszap (0,002—0,02 mm ∅), *3.* homokliszt (0,02—0,1 mm ∅), *4.* homok (0,1—2,0 mm ∅)

Fig. 105. Pleistocene and Upper Pliocene sedimentary series, Vésztő
1. Clay, *2.* silt, *3.* sand flour, *4.* sand



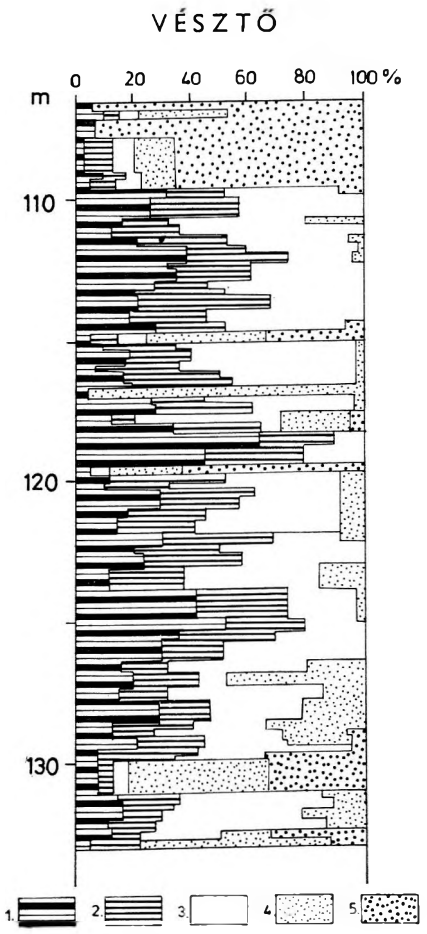
106. ábra. Negyedidőszaki üledékciklusok és éghajlati szakaszok az alföldi alapfúrásokban
1. Hideg-száraz, *2.* hideg-nedves, *3.* mérsékelt-száraz, *4.* mérsékelt-nedves, *5.* meleg-száraz, *6.* meleg-nedves, *7.* sztratigráfiai határok

Fig. 106. Quaternary sedimentary and climatic cycles detected in bore profiles of the Great Plain
1. Cold-dry, *2.* cold-humid, *3.* temperate-dry, *4.* temperate-humid, *5.* warm-dry, *6.* warm-humid, *7.* stratigraphical boundaries
Q_1 = Lowest Pleistocene, Pl_3 = Levantian



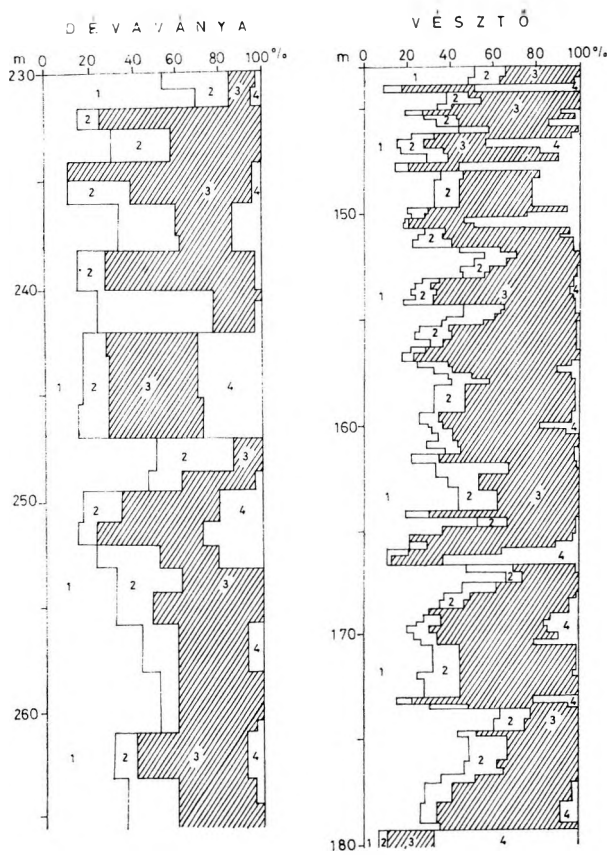
107. ábra. Példák a folyóvízi üledékciklusokra
1. Agyag, iszap (0,02 mm ∅-ig), *2.* homokliszt (0,02—0,06 mm ∅), *3.* homok, kavics (0,06—2,0 mm ∅)

Fig. 107. Examples of fluvial sedimentary cycles
1. Clay, silt, *2.* sand flour, *3.* sand, gravel



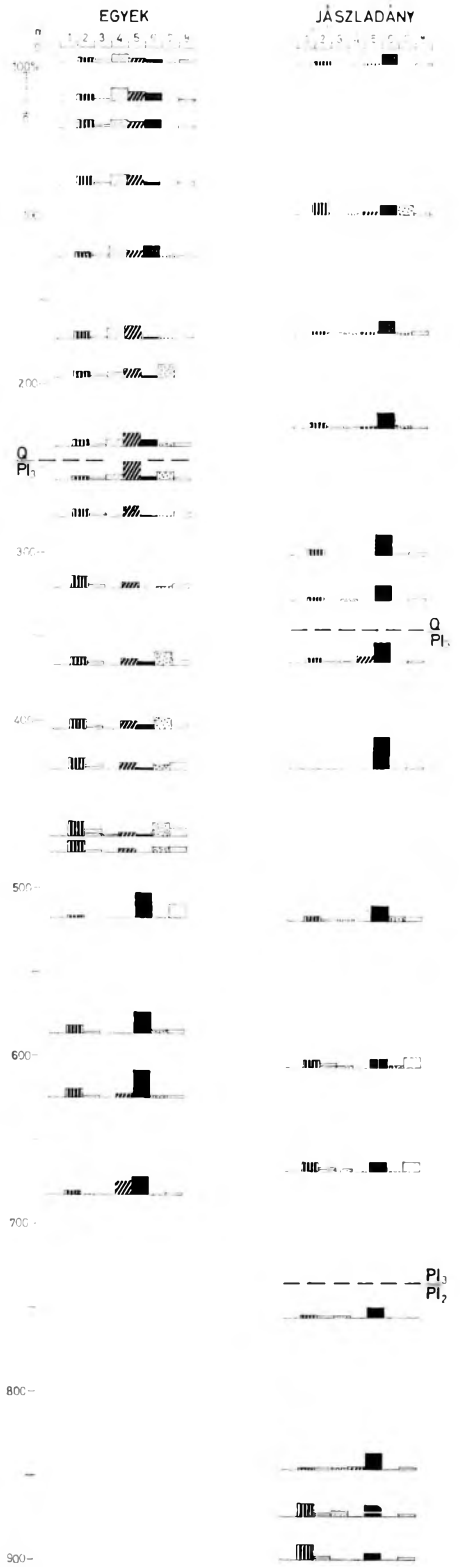
108. ábra. Egy részletes folyóvízi üledékciklus
1. 0,002 mm ∅-ig, *2.* 0,002—0,01, *3.* 0,01—0,06, *4.* 0,06—0,2, *5.* 0,2—0,5 mm ∅

Fig. 108. A fluvial sedimentary cycle in details



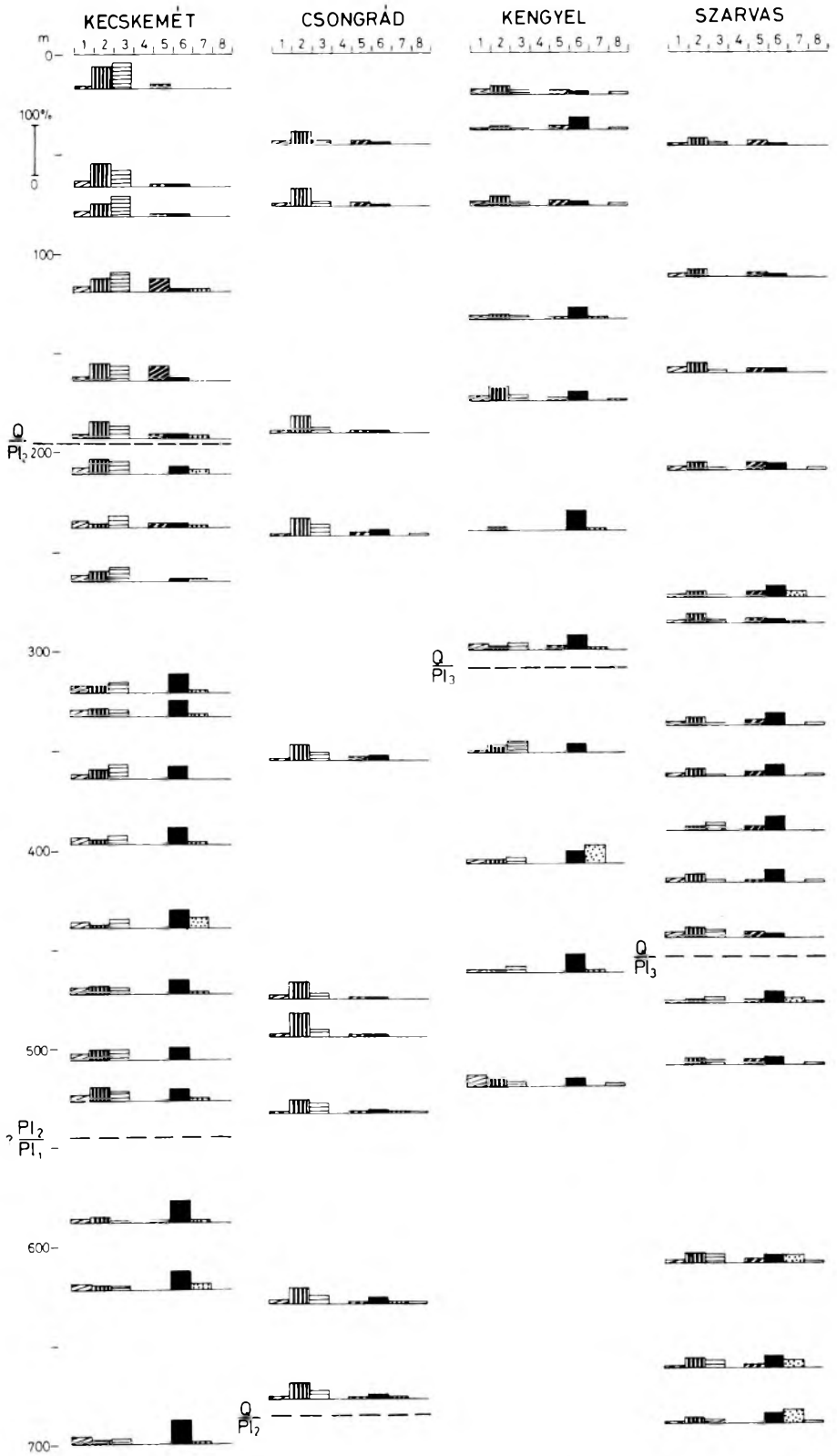
109. ábra. Jelentős homoklisztféleségeket tartalmazó rétegek
1. Agyagfrakció (0,000—0,005 mm ∅), *2.* finom kőzetliszt (0,005—0,01 mm ∅), *3.* homokliszt (0,01—0,1 mm ∅), *4.* homokfrakció (0,1—2,0 mm ∅)

Fig. 109. Layers with fair proportion of sand flour
1. Clay, *2.* silt, *3.* sand flour, *4.* sand



110. ábra. Összehasonlító ásványtani szelvény
Mihályiné Lányi I., Gedeonné Rajetzky M. és Elek I. elemzése
1. Magnetit, ilmenit, *2.* gránát, *3.* epidot, *4.* piroxén, *5.* amfibol, *6.* klorit, biotit, *7.* epigén, *8.* metamorf (turmalin, disztén, cirkon)

Fig. 110. Comparative mineralogical profiles



111a—b ábra. Homokok ásványösszetétele
A jelkulcsot lásd a 110. ábránál

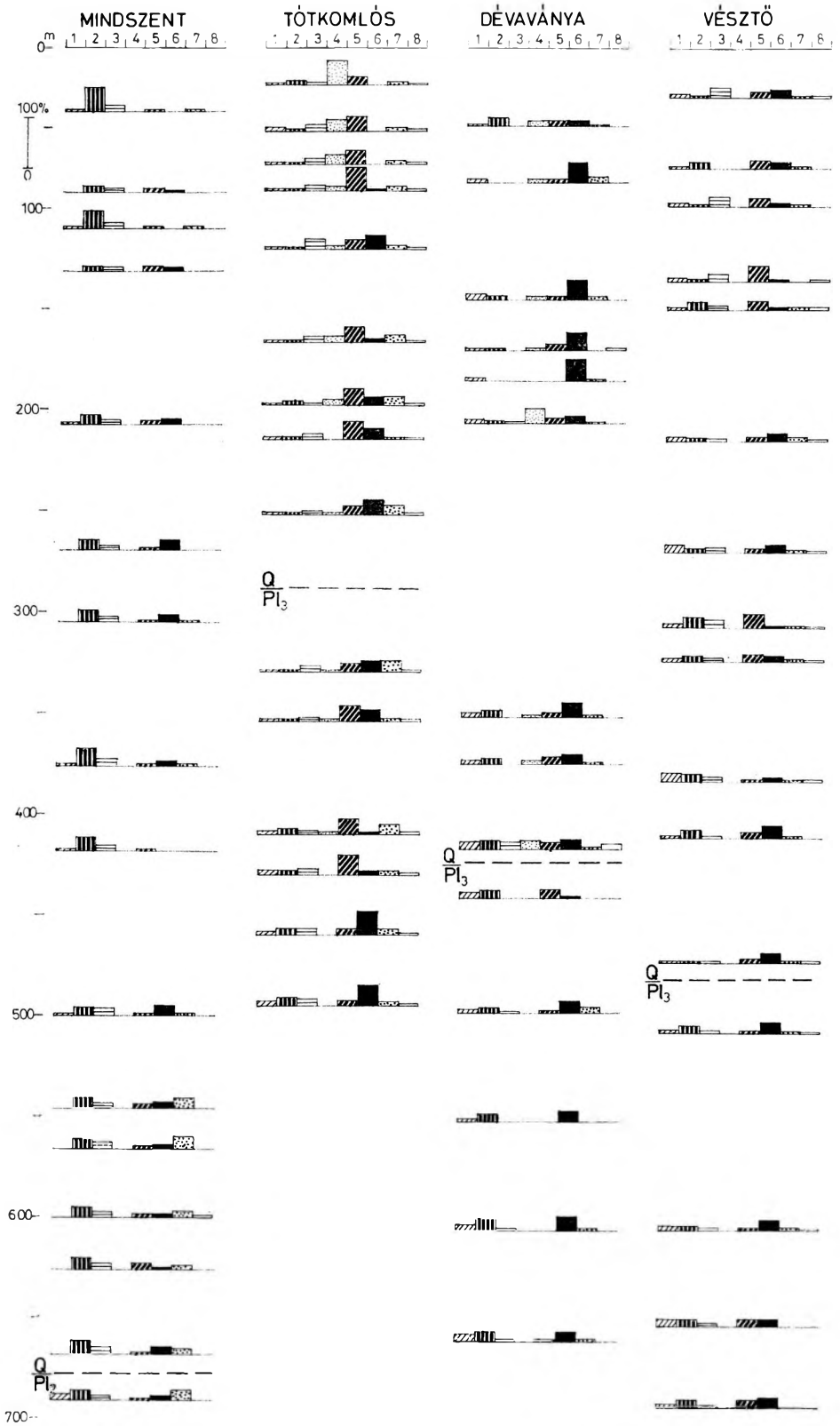


Fig. 111a—b. Heavy mineral composition of sands
For explanation see Fig. 110

A laza, szemcsés üledékek osztályozása

Azok a fő képződménytípusok, amelyeket az alföldi negyedkori üledékek között felsoroltunk, csak gyűjtőnevek és a példaként bemutatott egy-egy réteg szemcseösszetétele is csak egyedi. Az alföldi laza képződmények valóságos változatainak száma igen nagy. A homok, homokliszt, iszap és agyagszemcsék végtelen variációban keveredtek egymással a folyóvízi üledékek eolikus származásúakkal vagy taviakkal. Az ilyen kevert üledékek anyagát csak laboratóriumi vizsgálatokkal határozhatjuk meg és nem könnyű a keveredési típusoknak megfelelő nevet adni. Régebbi földtani leírásokban sűrűn találunk ilyen anyagmeghatározásokat: gyengén iszapos, finom homokos kőzetliszt. Vagy: középszemű homok, jelentős finom homok és iszap betelepüléssel. Vagy: iszapos, homoklisztes tarkaagyag. Ezek az elnevezések utalnak az alkotókra, sőt azok nagyság szerinti egymás utánjára is, de semmiféle mennyiségi felvilágosítást nem adnak. Szükség volt ezért az Alföld térképezésénél egy olyan osztályozásra, amely a laboratóriumban mért alkotórészek egymáshoz való arányát számszerűen megadja és amely az osztályoknak rövid és használható elnevezést ad. E szükséglet kielégítésére dolgoztuk ki 1952-ben a MÁFI Síkvidéki osztályán a laza üledékeknek a már ismertetett kódszámok szerinti beosztását. Az alföldi laza üledékek számjelzése segít az egyes üledékfajták közötti finom különbségek kimutatásában. A homokféleségek négyfele szemcsenagyság kategóriáját tudjuk kimutatni (finom 224, aprószemű 223, középszemű 222, durva 221), a löszöknek is öt fajtáját, a típusos löszt (332), a homokos löszt (324), az iszapos homokos löszt (342), az iszapos agyagos löszt (345), az agyagos löszt (354). A legnagyobb elterjedésben a legtöbb változatban előforduló iszapféleségek számára 7 különböző jelünk van (423, 432, 442, 443, 445, 452, 453). Az agyagképződmények között igen jelentős különbségek vannak, s e különbségekhez fontos gyakorlati konzekvenciák járulnak akár építésföldtani, akár agrárföldtani, akár vízföldtani szempontból bíráljuk el az agyagokat. Az agyagos üledékek viselkedésében nemcsak a szemcseösszetétel játszik szerepet, hanem azok kémiai tulajdonságai, főleg agyagásvány-tartalmuk. Mégis a szemcseösszetételben mutatkozó különbségek valós és hatékony meghatározói az agyagféleségeknek és viselkedésüknek. A háromtagú számjelzés az agyagok 9 osztályát tudja kifejezni: 523, 524 homokos agyagok; 532, 534 löszös agyagok; 542, 543 iszapos agyagok; 552, 553, 554 kövér, nehéz agyagok.

A homok anyagok gyakorlati viselkedésénél a szemnagyság a döntő, a vízáteresztő képesség szempontjából azonban az is, hogy mekkora az iszap- és agyagfrakció a homokszemek mellett. E tulajdonságot a háromtagú számjelzésnek egy negyedik és ötödik tagjával fejezhetjük ki. 222, 4 = középszemű homok 15%-on felüli iszaptartalommal; 224,5 = finom homok 15%-on felüli agyagtartalommal.

A homoküledékek ásványtartalma

A homokféleségeknél vizsgálni szoktuk azok ásványtartalmát elsősorban a nehéz ásványszemek féleségeit és arányát, másodsorban a könnyű ásványokat. E tulajdonságoknak nem annyira a homokok gyakorlati viselkedése terén mutatkozó hatásait ismerjük, inkább a homokanyag származási helyére következtetünk belőlük. E téren azonban óvatossággal kell eljárni, mert az egyes ásványszemek kopásállósága különböző és más arányban fordulnak elő a különböző szemcsefrakciókban.* Utólagos változásokon is átmehetnek az ásványszemek különösen akkor, ha a homok felváltva hol vízzel telt, hol levegővel érintkezik. Az ásványi összetétel jelentős változásai egy-egy fúrás rétegsorában jelzői lehetnek a földtani változásoknak, elsősorban a lehordási terület, illetve a folyó helyváltozása folytán. E változásokhoz fűzött konzekvenciák azonban csak akkor megbízhatóak, ha kellő számban leszámolt homokszemekből állapították meg őket.

Végigvizsgálva egy-egy fúrásból 40—80 homokminta ásványanyag-tartalmát kis mélységközökben olyan gyors változásokat találunk, ami csak a számlálás véletlenjeinek terhére írható. Helyesebbnek látszik ezért a véletlenek kiküszöbölése végett több vizsgálat összevont eredményét felhasználni a különböző fúrások ásványi színképeinek összehasonlítására. Az összesítéseknél természetesen az ásványszemek hovatartozása mellett azok koptatottságát, töredezettségét, korrodáltságát, kérgezettségét is figyelembe kell venni.

Az összehasonlító ásványtani vizsgálódások értékelésénél előre kell bocsátani, hogy a különböző fúrások vizsgálatát különböző specialisták végezték. A jászladányi és kengyeli fúrás anyagát Mihályiné Lányi I., a nyárlőrinci és dévaványai fúrásét Molnár B., az erdőtelki, hevesvezekényi, egyeki, mindszenti és csongrádi fúrásokét Gedeonné Rajeczky M., a kerekegyházi, kecskeméti, kunadacsi, vésztői, jánoshegyi, tótkomlósi fúrásokét Elek I. dolgozta fel.

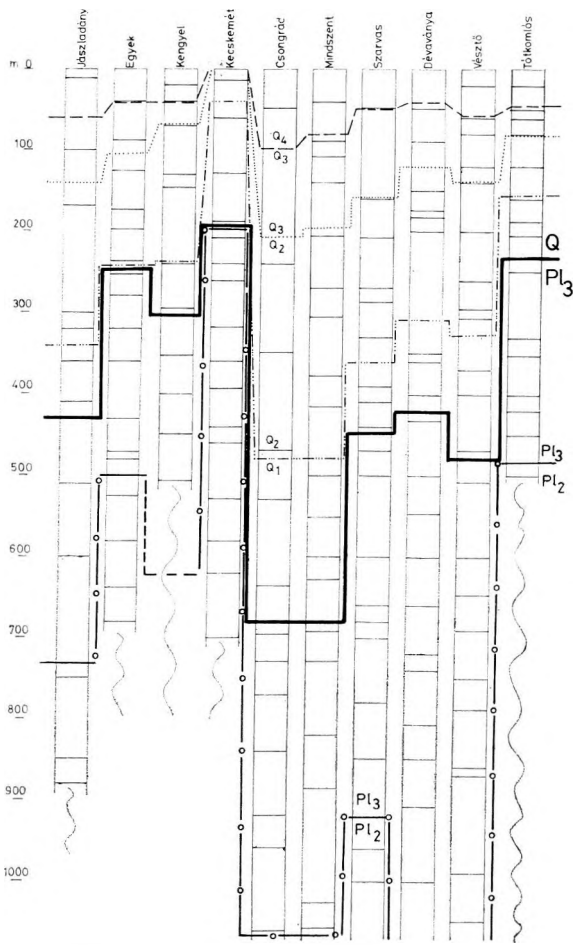
Összehasonlításra kínálkozik az Alföld északi részén Jászladány és Egyek homokmintáinak nehézásvány-tartalma. Jászladány a Mátra—Bükk előterének, Egyek a Sajó-völgy, a Zempléni-hegység

* E hibalehetőség kivédésére az ásványtani meghatározásoknál a szétszitált homokanyag egyetlen frakcióját, rendszerint a 0,1—0,2 mm nagyságú szemcséket vetik vizsgálat alá.

és a felső Tisza-vidék üledékeinek ásványi összetételét tükrözi. A két vízvidék üledékeinek ásványtartalma nagyon hasonlatos egymáshoz a jászladányi fúrás 300—500 m mélységű szakaszai és az egyeki fúrás 500—700 m mélységű szakaszai között. A két szakasz képződési ideje között kb. egy millió év különbség van; ennyivel idősebb az egyeki üledékszakasz a jászladányinál. Mindkettő a felső-pannóniaiban keletkezett homoküledék, de Egyeken még helyben keletkezett képződmény, Jászladányban a környező kiemelkedő hegylábak pannóniai üledékeiből kimosott. A folyóvízi üledékekben Egyeken általában uralkodnak a piroxének, míg Jászladányban ezek hiányoznak. Egyeken a közvetlen környékből származó üledékek hamarabb jelentkeznek a pannóniai tóban, mint Jászladány medencéjében.

Érdekes összehasonlításra ad módot Kecskemét, Csongrád, Kengyel és Szarvas fúrásmintáinak ásványtartalma. A négy fúrás egy nagyjából Ny—K-i szelvény irány mellett a Duna—Tisza—Körös vidékének üledékeit képviseli. A felső-pannóniai tó üledékeinek ásványai Kecskeméten és Kengyelen 300—500 m, Szarvason 400—700 m mélységben eléggé azonosnak mutatkoznak. Csongrád kiütközik közülük, mert ebben a dél-tiszai süllyedékben a felső-pannóniai tó képződményei jóval mélyebben (1200 m-től lefelé) vannak. A négy fúrás kvarter képződményei már jelentősen eltérnek egymástól. Kecskemét és Csongrád mélyebb rétegeinek ásványtartalma részben hasonló, mert mindkettő a dunai lehordási terület anyagát képviseli.

Összehasonlítást adhatunk a Dél-Tiszántúl kvarter üledékeinek ásványtartalmáról Mindszent, Tótkomlós, Dévaványa, Vésztő vonalában. A mindszenti fúrás üledékei teljesen elütnek a másik hárométól. Ez a fúrás dunai anyagot mutat már 30 m mélységtől lefelé. Tótkomlóson a Maros, Dévaványán a Berettyó, Vésztőn a Körös hordalékait tárták fel a fúrások negyedidőszaki szakaszai, azaz 300—400—500 m mélységig. Dévaványa és Vésztő mélyebb rétegeiben már több az egyezés. Dévaványán és Vésztőn módunk van az üledékciklusoknak és az ásványtani szempontból egybetartozó ciklusoknak egybevetésére, s mindkettő korának meghatározására a paleomágneses fordulatok alapján.



112. ábra. Változások néhány fúrás homokjainak nehézásvány-összetételében

Fig. 112. Changes in the heavy mineral composition of sand layers penetrated in some boreholes

Q_4 = Upper, Q_3 = Middle, Q_2 = Lower, Q_1 = Lowest Pleistocene, Pl_3 = Levantian, Pl_2 = Upper Pannonian

Az első nagyobb ásványtani szakasz határa felülről indulva 120—140 m mélyen van, vagyis korban 700 000 évvel ezelőtt. Ez 4—4 kisebb üledékciklust foglal magában. A következő nagy ásványtani szakasz határa 280, ill. 320 m mélyen van, az Olduvai paleomágneses fordulat felső határán, 1,6—1,7 millió évvel ezelőtt. Ebbe 3—3 üledékciklus illeszkedik. Az Olduvai periódus 200 000 éve mindkét fúrásban 2—2 kisebb üledékciklus. A negyedik nagy ásványtani szakasz 280, ill. 320 m-től 420, ill. 480 m mélységig terjed és 2—2 üledékciklust foglal magába. A ciklusok és szakaszok egyezése nagy vonalakban igaz, a pontos határok sem ásványtani, sem üledékföldtani szempontból nem jelölhetők ki méteres pontossággal.

Érdekes az az összehasonlítás, amelyet G. Rajetzky M. a csongrádi és mindszenti fúrások ásványtani vizsgálata alapján végzett. A csongrádi fúrást 6, a mindszentit 5 szakaszra osztotta ásványtani szempontból. A negyedidőszakban Csongrádon négy (III—VI.) szakaszt, Mindszenten három (III—V.) szakaszt talált. A Duna-hordalék megjelenését Csongrádon 913 m-ben, Mindszenten 970 m mélységben mutatta ki. A pliocén—pleisztocén határt Csongrádon 575 m-ben, Mindszenten 690 m-ben vonta meg.

Az ásványtani összetételben mutatkozó szakaszosság a csongrádi és mindszenti fúrások esetében azért bír nagyobb jelentőséggel, mert ebben a két fúrásban a pliocén—pleisztocén határt sem paleontológiai, sem kőzettani alapon nem lehetett biztosan megvonni. A faunahiány mellett nincs jelentős vál-

Csongrád		Mindszent	
szakaszok	mélység (m)	szakaszok	mélység (m)
VI.	33—118	V.	27—183
V.	118—290	IV.	183—447
IV.	290—350	III.	447—690
III.	350—575		
Pl_3 II.	575—913	II.	693—1210
Pl_3 I.	913—1192	I.	1210—1550

tozás az üledékek anyagában sem. A homokos—kavicsos folyóvízi rétegek mindkét fúrásban 800—1000 m mélységig megtalálhatók.

A jászladányi fúrásban a neogén-kvarter határon (432 m) jelentős változás van a homokok ásványtani együttesében. A negyedidőszakon belüli fontos sztratigráfiai határok is jelentkeznek az ásványi összetételben (130 m, 350 m). A kengyeli fúrás homokjainak ásványtani összetétele is határozott változást mutat a pliocén—pleisztocén határon (310 m). A mindszenti fúrásban a mikromineralógia nem mutat olyan erőteljes változásokat mint az előzőekben, de 170 m-nél, 350 m-nél, 400 m-nél, 500 m-nél változik a színkép.

Tanulságos a Körös-medence fúrásainak mikromineralógiai tanulmányozása. Ezeket a fúrásokat ásványtani szempontból Elek Izabella vizsgálta és azonos módon dolgozta fel. Összefoglaló adatai kirívó különbségeket az egyes fúrásokon belül nem mutatnak. Így a sztratigráfiai határok nem jelentkeznek határozott változással az ásványtani képben. Jelentősebbnek látszanak azok a különbségek, amelyek az egyes fúrások ásványtani spektrumai között mutatkoznak. Szarvas, Dévaványa, Vésztő és Komádi negyedidőszaki rétegeinek ásványtársulásai határozott különbségeket mutatnak. Bár a fúrások egy üledékgyűjtőbe mélyülnek, az ide anyagot hordó különböző folyók más-más hegyvidék kőzeteinek törmelékét szállítják a medencébe. A pannóniai rétegek ásványtartalma tekintetében nem látszik nagy különbség a fúrások között, kivéve Dévaványát, amely igen magas klorit, biotit, turmalin, disztén és cirkon arányával lényegesen elüt a többitől. Folyamatosan vizsgálva az ásványszemek arányát valamelyes változások a sztratigráfiai határok környékén kimutathatók, bár itt néha szerepet játszik az, hogy a homokrétegek a Körös-medencebeli fúrásokban ritkák és néha igen sok vastag agyagos réteg tagolja a fúrásszelvényt. Ezt előre bocsátva a nehézásvány spektrumban a következő mélységekben találunk jelentős összetételű változást.

Szarvas	Dévaványa	Vésztő	Komádi
80 m	80 m	100 m	—
200 m	210 m	200 m	200 m
430 m	340 m	450 m	400 m
580 m	520 m	700 m	650 m
800 m	930 m	900 m	900 m

Érdemes az alföldi pleisztocén—pliocén képződmények $CaCO_3$ tartalmát, annak alakulását is figyelemre méltatni. A teljes kvartert átharántoló és a felső-pannóniai rétegekbe behatoló fúrásokból az az általános megfigyelés adódik, hogy a negyedidőszaki folyóvízi rétegek általában $CaCO_3$-ban gazdagok, a felső-pliocén tarkaagyagok nagyon szegények, a felső-pannóniai tavi rétegek újra gazdagok, a kvarter folyóvízi rétegeknél is gazdagabbak. Ez utóbbi körülmény a beszáradó pannóniai tó vizének bepárlódásával magyarázható. A felső-pliocén tarkaagyagok* mésztelensége e képződménynek életnyomokban való sterilitása mellett jól megkülönböztethetővé teszi ezeket a rétegeket a pannóniai rétegektől, amelyek faunásak és mészgazdagok. A negyedidőszaki rétegekben is megfigyelhető, hogy a homokos rétegek mészben gazdagok, az agyagok szegények, ha e szegénység nem is éri el a felső-pliocén tarka agyagok mésztelenségét.

Várható, hogy a pleisztocén rétegek mésztartalmának változásai összefüggésben vannak az éghajlat jelentős változásaival. E téren a legbiztosabb összehasonlításra a jászladányi fúrás rétegsora kínálkozik. Itt a legalsó-pleisztocén rétegek (432—450 m) meleg-mérsékelt klímában ülepedtek le. A homok- és agyagrétegek egyaránt mészszegények (5—10% $CaCO_3$), de a szakasz vége (385—370 m) mészgazdag (20% körüli $CaCO_3$) kőzetliszt. A pollenekből itt egy hűvösödést olvashatunk ki. Az alsó-pleisztocén (360—130 m) igen változatos klímájú, ugyanilyen változatos a rétegek mésztartalma. Itt is mu-

* A legfelső-pliocén anyagok sztratigráfiai besorolása különböző. A régi irodalomban és a kőolajföldtani feldolgozásokban a pannóniai képződmények részeként szerepelnek. Üledékföldtani és vízföldtani szempontból különválasztást érdemelnek a felső-pannóniain belül, vagy azon kívül. Ebben még nincs egységes felfogás.

tatkozik a $CaCO_3$ felszaporodása a hideg klímaszakaszok idején. A hosszabb meleg szakaszok 5—10% mészkarbonátot, a rövidebb hideg szakaszok 20—25%-nyit tartalmaznak. A középső-pleisztocén (130—50 m) végig mészgazdag (25—50%) éppúgy, mint a felső-pleisztocén (50—2 m), klímájuk végig hideg.

A pollenleletek hiányossága miatt a többi fúrásban a pleisztocén klímaváltozások nem kísérhetők ilyen részletesen és megbízhatóan végig. Így az üledékek mésztartalmával való kapcsolat sem mutatható ki részletesen. De a rendelkezésre álló adatok nincsenek ellentétben a Jászladányban kimutatott szabályszerűséggel. Kivétel ez alól a két dél-tiszai fúrás: Csongrád és Mindszent. Itt döntően a rétegek homokossága és agyagossága határozza meg a $CaCO_3$ tartalmat. Az alsó- és legalsó-pleisztocén homokos rétegek mészben gazdagabbak, mint a felső-pleisztocén hideg klímájú agyagos rétegek.

A geológia a jellegzetes kőzetféleségeket szereti valamely klasszikus lelőhelyről elnevezni és ha kifejlődésükben és településükben is összetartozónak látszanak, kőzettani formáció nevet adni nekik. Ilyen a permi vörös homokkő, a triász Dachsteini Mészkő, az oligocén Kiscelli Agyag, vagy Hárshegyi Homokkő, a miocén Lajta Mészkő. Értelme e kőzettani egységek megkülönböztetésének akkor van, ha jegyeik sajátságosak, jól felismerhetők, azonosíthatók és nagy területen fordulnak elő, ahol az azonosításra szükség van. Nincs értelme viszont formáció neveket adni minden lokális előfordulásnak, mert ezzel éppen az áttekintő tájékozódást nehezítjük meg. A litosztratigráfiai formáció osztályozás és nevek a geológia fejlődése során addig bírtak nagy jelentőséggel, amíg a kőzetek pontos korát, keletkezésének módját és petrográfiai tulajdonságaikat nem tudtuk szabatosan leírni. Amennyiben egy kőzet kialakulását, korát, petrográfiai tulajdonságait ismerjük, a formációnév már csak dísz, amely rövidségénél fogva az áttekintést és nagyobb területeken az azonosítást biztosítja. Ha azonban a formációkba tagolást nagyon részletesen végezzük el, vagy olyan kőzeteket is formációkba sorolunk, amelyeknek sajátos jegyei nem meghatározóak, nem különíthetők el tisztán más kőzetektől és nem azonosíthatók, akkor a formáció alakítással zavart keltünk. Ugyanúgy helytelen irányban haladunk, ha egy-egy formációba különböző kőzettani jellegű képződmények sorát iktatjuk be és ezek a különböző összetevők nem adnak egybefogódzó szerkezetet.

Az Alföld negyedidőszaki képződményeit nehéz litosztratigráfiai egységekbe tagolni egyrészt a rétegsorok nagy horizontális és vertikális változatossága, jegyeik szétszőrtsága, másrészt olyan klaszszikus feltárási helyek hiánya miatt, amelyeknek kőzetei vagy kőzetsorai nagy területeken azonosíthatóan fordulnak elő. Az Alföld negyedidőszaki kőzetei közül litosztratigráfiai formáció nevet érdemelnek a lösz, a futóhomok, a folyóvízi kavics, homok, az ártéri agyag, az iszap. De alig van olyan feltárási hely vagy fúrás, ahol ezeknek a képződményeknek olyan jegyei volnának találhatók, felsorolhatók, amelyek nagyobb területre érvényesek, vagy amely jegyek a képződmény sztratigráfiai helyét másutt is érvényesíthetően megadná.

Jellegzetes fajtája az alföldi löszöknek a monor—ceglédi hátság lösze, a Duna—Tisza köze északi részének homokos lösze, löszös homokja, a Duna—Tisza köze déli részének Bácskának típusos lösze a hajdúsági lösz, a Nagykunság lösze, a békési és battonyai lösz. Alig lehet azonban olyan klasszikus lelőhelyeket megjelölni, ahol ezek szabatosan és az egész területre érvényesen leírhatók. Ugyanezt kell elmondani az alföldi futóhomokról, amely a Duna—Tisza közi hátság északi és déli részén többféle településben hol homogén, hol folyóvízi homokkal és iszappal erősen rétegezett formában, meszes és mésztelen állapotban fordul elő. Más család a nyírségi futóhomokok családja, amelyet szintén csak általános vonásokkal lehet jellemezni és megint más a holocén térszínek fiatal futóhomokja a Dunavölgyben is és a Tisza árterén. Még kevésbé írhatók le sajátos jegyekkel a folyóvízi homokok és kavicsok akár felszínen fordulnak elő, akár fúrásokban; vagy ha leírhatók, a leírás csak arra az egy fúrásra érvényes, tehát egyedi előfordulás és nem formáció. A kőzettani formációk megkülönböztetése terén a negyedidőszaki rétegekben az Alföldön legfeljebb tájnevekhez kötött kőzetféleségeket lehet megkülönböztetni, olyanokat, amilyeneket fentebb felsoroltunk, vagy a mélyebb rétegeket is figyelembe véve beszélhetünk Körös-vidéki „tarka agyagokról", sárréti tőzegekről, jászsági agyagos és dél-tiszai homokos rétegsorokról.

A talajvíz

A talajvíz a felszín alatt található első vízadó réteg vize. Vízadó réteg alatt általában durva szemcsés üledéket: kavicsot, homokot értünk, olyan réteget, amelyben a szemcsék között nagy a víz számára elfoglalható szabad hézagtérfogat. Az Alföldön azonban e szabály alól sok kivétel van. A talajvizet sokfelé találjuk iszapban, finom kőzetlisztben, agyagban, tehát olyan anyagban, amit általában vízzárónak mondunk. E finom szemcséjű rétegek tárolhatnak vizet, de kinyerni belőlük rendszerint csak ott lehet, ahol e képződményekben járatok, repedések vannak. Talajvíznek nevezzük azt a vizet, amely közvetlenül a felszínről, a csapadék helyi beszivárgásából táplálkozik. Freatikus víznek nevezi az irodalom ezt a vízfajtát. Ez a megállapítás sem áll mindenütt az Alföld első felszín alatti vizére, mert vannak területek, ahol a csapadékvíz nem éri el a mélyben fekvő talajvíztükröt, helyenként pedig a mélyebb víztartó rétegekből nagyobb nyomás alól felfelé szivárgó víz táplálja a talajvízréteget. Végül a talajvíz „ismérvéül" szokta felsorolni a tudomány azt a helyzetet, amikor a víztükör nem áll rétegnyomás alatt, mint a mélységi vizeké, vagyis nem emelkedik meg a szintje, ha fúrással vagy kútásással megnyitjuk a felette elhelyezkedő réteget. Nos, e harmadik ismérv tekintetében is különleges az Alföld, mert nagy területek vannak, ahol az első felszín alatti víz nívója, ha megnyitjuk a felette levő réteget, néhány decimétert, de nem ritkán 1—2 métert is emelkedik, vagyis a vízréteg nyomás alatt áll. Ez a nyomáshelyzet a felszínről való közvetlen táplálás ellen szól, mivel nem kerülhet a felszínről beszivárgó víz egy atmoszféránál nagyobb nyomás alá. Márpedig alulról a víz csak akkor emelkedhet fel a kútban vagy fúrólyukban, ha le tudja győzni az atmoszféra nyomását. A felülről való közvetlen táplálás ellen szól jelentős nagy területeken az a tény is, hogy a talajvíz kemizmusa nagymértékben eltér a csapadékvizétől és a felszíni vizekétől. Ahol a helyi beszivárgás és utánpótlás fennáll, ott viszont feltűnő különbség nincs.

Alföldi viszonylatban el kell fogadnunk a talajvíznek olyan meghatározását, hogy az a felszín alatt található első vízréteg, amely főleg a felszínről beszivárgó csapadékvízből táplálódik, de nem szükségszerűen helyi csapadékból vagy nem kizárólag onnan. Általában szabad tükrű, de nem mindenütt; oldott anyagai tájanként igen nagy különbségeket mutathatnak.

A talajvíz mélységi elhelyezkedése, a talajvíztartó rétegek

Talajvízmélység alatt általában a talajvíztükör terep alatti mélységét értjük, azt a szintet, amelyet a víz a víztartó rétegben elfoglal. A víztartó réteg talpmélysége és tetővonala ettől nagyon különböző lehet. Szabad tükrű talajvíz esetén a felszíni porózus rétegben áll a víz a réteg talpát képező vízzáró réteg fölött, megtöltve a felszíni réteg egy részét. Nyomás alatt álló talajvíz esetében a talajvíz a víztartó réteget teljes terjedelmében megtölti. A talajvíztartó réteg mélysége és abban a talajvíztükör szintje az Alföldön igen különböző lehet olyan területeken is, ahol a felszíni domborzatban nem találjuk magyarázatát. A szabad tükrű talajvíz szintje rendszerint elsimítva követi a felszín vonalát, a nyomás alatt álló víztükörre ez a szabály nem áll.

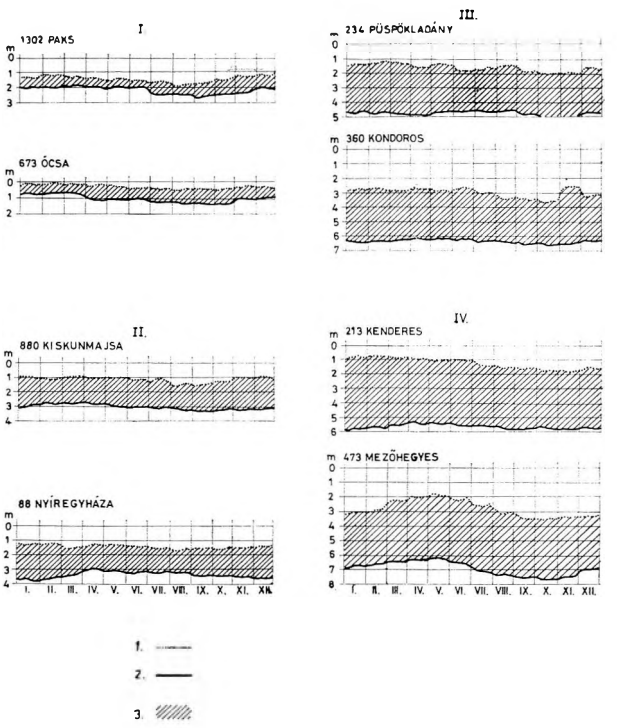
Az Alföld peremein a talajvíz sokfelé a folyók és patakok hordalékkúpjának kavicsrétegében és durva homokjában a felszín közelben áll. A kavicsrétegek a legjobb vízadók, mert bennük a víz mozgása és utánpótlódása a leggyorsabb. Az Alföld nagy részén azonban a talajvíztartó réteg közép- vagy aprószemű, sőt finom homok. Ezekben a víz horizontális mozgása lassú, tehát lassú az utánpótlódás, a kutak vize hamar kimeríthető. Az Alföld különleges földtani felépítéséből származóan nagy területeken a talajvíz egészen finom szemcséjű üledékekben áll, s ezekből az üledékekből nehezen nyerhető ki, az utánpótlódás is nagyon lassú. Kivételt képeznek azok a finom iszapok és agyagok, amelyeket rések, repedések járnak át. Ezekben a járatokban a víz mozgása gyorsabb lehet, mint akár a durva homokokban. A kutak ilyen helyeken „erek"-ből táplálkoznak. Finomszemű rétegekkel fedett területeken a felszín alatt néhány méter mélységben egymás alatt több szegényes vízadó szintet is találunk. Ilyen helyekben az ásott kutak is több vízrétegre települnek.

A talajvíz felszín alatti mélysége az Alföldön nagy áttekintésben 3,5 m. Ez az átlagos mélység igen különböző értékekből adódik. Egyes területeken néhány deciméterre vizet találunk, más területeken 1—2 m mélyen, még nagyobb területeken 3—4 m mélyen helyezkedik el a talajvíztükör, de vannak területek, ahol az átlagos mélység 6—8 méter, kisebb területek, ahol 8—10 m és kivételes területek, ahol a 20 m-t is meghaladja. Legelterjedtebbek a sekély talajvizű területek az Alföld peremén és a Duna—Tisza közi homokhátságon. Az átlagosnál nagyobb mélységeket találunk az Alföld mély fekvésű középső részein, a Nagykunságban, Dél-Jászságban, egyes kiemelt homok- és löszterületeken, amilyen a Duna—Tisza közi hátság délnyugati része és az Alföldre benyúló löszdombvidékek lábai és előterei, végül a Hajdúság lösztáblája. A 3,5 m mélység egy az Alföld egészére vonatkozó területi átlag, egyúttal egy időbeli átlag is, hiszen a talajvíztükör állandó mozgásban van mindenütt, tehát az alföldi átlagos talajvíz mélység, a helyi időbeli átlagok egyeztetett közepe. A talajvízadó réteg talpának mélységét az Alföld nagy részén az ásott kutak mélysége megmutatja. A kutakat ugyanis legtöbb esetben lemélyítik az első — rendszerint vékony — vízadó réteg aljáig.

A talajvíztükör ingadozása

A talajvíztükör függőleges irányú mozgása többféle. Megfigyeltek milliméteres ingadozást a nappali és éjjeli talajvízállás között. Megfigyelték a talajvízszint változását a talajon díszlő növényzet fejlődésével kapcsolatban. Ezek a különbségek a talajvízből való fogyasztás és elpárolgás különbségeiből adódnak. Az erdőterületek pl. nagy talajvízfogyasztók. A különböző szántóföldi vetemények különböző időben, különbözőképpen fogyasztanak. Más a párolgás és a fogyasztás a légköri viszonyok szerint: száraz, szeles időben nagyobb, párás fülledt időszakban kisebb. A talajvízállást befolyásolják a folyó- és állóvizek is, de ezek a hatások nem terjednek messzire.

Az eddig említett rövid idejű, kis talajvízszint ingadozásokhoz képest sokkal jelentősebb a talajvíz szezonális és évi periodikus ingadozása, valamint a több éves ciklikus emelkedése és süllyedése. Az évszakos időjárási viszonyoknak megfelelően, a beszivárgás és elpárolgás mérlege szerint, a talajvízjárásnak határozott évi menete van. Ősz végén a talajvíztükör emelkedésnek indul és folyamatosan vagy szünetekkel emelkedik tavasz közepéig. Onnan gyors süllyedésnek indul és október—novemberre elér egy legmélyebb pontot, ahonnan újra emelkedni kezd, ezzel megkezdődik a következő évi periódus. A talajvíztükörnek ez az éves periódusú ingadozása az Alföld egész területén mindenütt megfigyelhető. Az ingadozás mértéke tájanként más és más, de a folyamat mindenütt azonos módon bonyolódik le. A magyarázat az, hogy ősszel a csapadékos és hűvösebb hónapok alatt a csapadékvíz nagy része beszivárog a talajba és táplálja a talajvizet. Tavasszal a hóolvadás szintén. A nyári meleg beálltával a párolgás felerősödik és több víz párolog el a talajból és talajvízből, mint amennyit a csapadék pótolni tud. Ezért süllyed a talajvíz szintje őszig, amikor fordul a helyzet. Meg kell jegyezni, hogy ugyanez az évi vízszintjáték az utóbbi években megfigyelhető volt a mélyebb rétegek vizében is még ezer méteres mélység alatt is. Az egész alföldi medence laza rétegsoraiban a víztükör évente ugyanazon hatások alatt azonos tendenciájú hullámgörbét ír le, akár a nagy síkság északi, déli vagy középső részén figyeljük, akár a homokdombokon, a peremeken, vagy a mély fekvésű agyagos területeken. E nagy



113. ábra. A talajvízszint évszakos ingadozása a különböző talajvíztartó rétegekben

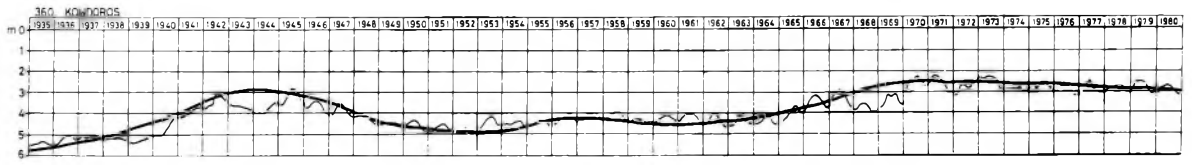
I. Kavicsos és durva homokos víztartó, *II.* homokos víztartó, *III.* homoklisztes, iszapos víztartó, *IV.* finom kőzetlisztes és agyagos víztartó

1. Sokévi legmagasabb vízállás havonként, *2.* sokévi legmélyebb vízállás havonként, *3.* az évszakos ingadozás nagysága (amplitúdó)

Fig. 113. The seasonal fluctuation of the ground water level in different bedrocks

I. Gravelly and coarse-sandy aquifer, *II.* sandy aquifer, *III.* sand flour-bearing and silty aquifer, *IV.* silty and clayey aquifer

1. Multi annual maximum monthly water stand, *2.* multi annual minimum monthly water stand, *3.* amplitude of seasonal fluctuation



114. ábra. A vízszintváltozások sokévi irányvonala

Fig. 114. Longterm trend of the seasonal ground-water level fluctuation

mélységben lebonyolódó vízjáték már nem magyarázható olyan egyszerűen, mint a talajvízjárás.

A talajvízszint változása minden évben és minden helyen azonos tendenciával bonyolódik le, de egyáltalán nem azonos mértékű. Az Alföldön vannak helyek, ahol a legmagasabb és legalacsonyabb évi talajvízállás között a különbség nem több egy méternél, és vannak olyanok, ahol az évi vízjáték nagysága eléri a 4—5 m-t. A különbségek oka többféle. Nagy vízjátékot találunk a nagy folyók közvetlen közelében azon a néhány km széles sávon, amely a medret kíséri. Nagy a vízjáték a peremeken, domblábakon, a beszivárgási területek közelében. Kicsi a vízjáték állóvizek közelében, ameddig azok kiegyenlítő szerepe elér. Kicsi a vízjáték ott, ahol a talajvíz a felszín közelében áll, mert itt a felfelé mozgásnak határt szab a felszín. Olyan területeken, ahol ilyen felszíni hatások nincsenek, döntő faktor a víztartó rétegek szemcsenagysága és szemcseösszetétele. Durva szemcséjű rétegekben, kavicsban, kavicsos durva homokban a víztükör ingadozása kicsiny; finom homokban, iszapban, kőzetlisztféleségekben minél finomabb szemű a réteg, annál nagyobb a víztükör ingadozása, évente 3—4 m-t is elérhet. Agyagokban még nagyobb ingadozás is megfigyelhető, minthogy itt a víz finom hajszálerekben vagy repedéshálózatban áll és mozog.

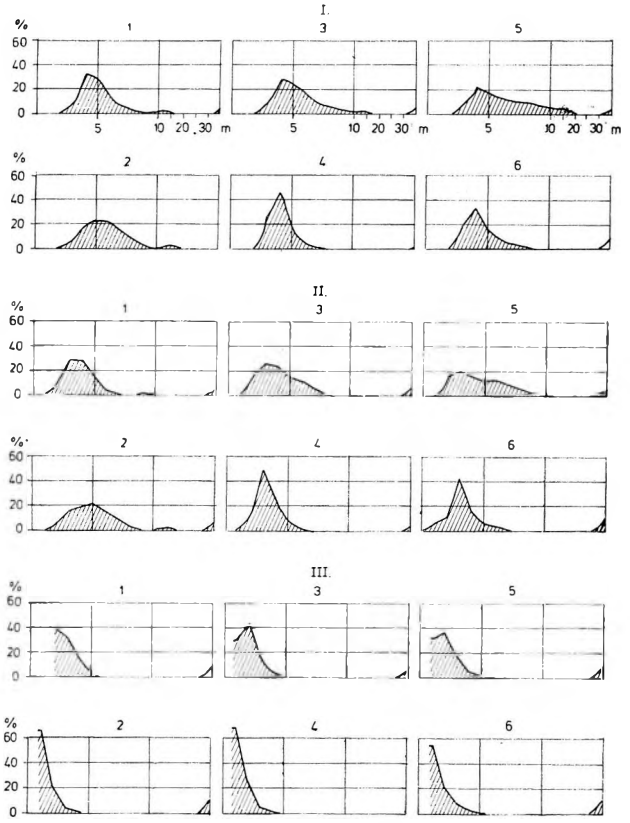
A talajvíztükör évi periodikus változásai mellett megfigyelhető egy több éves emelkedő, ill. süllyedő tendencia is. Az évi hullámgörbék egy trendvonal mentén emelkednek vagy süllyednek. Sok vizsgálat folyt annak kiderítésére, hogy milyen hosszúak ezek a fel- vagy lefelé menő évsorok. Egyeztetni próbálták az időjárásban mutatkozó több éves periodicitással, a csapadékosabb és szárazabb évsorokkal, a napfolttevékenységgel stb. Az egyeztetés a rövidebb — néhány éves — idősorokban gyakorta sikerül, a hosszabb periódusok kimutatása azonban az éghajlati jelenségeknél is bizonytalan. Ezek ugyanis nagyon sokrétűek és egymást módosítók. A talajvízjárás tulajdonképpen az éghajlati jelenségek legjobb együttes kifejezője, mert a hőmérsékletjárást, csapadékjárást, széljárást, párolgást együtthatásában tükrözi. A talajvízjárásban eddig az Alföldön megismert legkisebb ciklus egy 14—16 éves hullám, amely egy felfelé és egy lefelé menő évsort foglal egybe. Kimutatható ennek kétszerese, egy 28—30 éves ciklus is. Bizonyos azonban, hogy hosszabb ciklusok is vannak és a rövidebbek ezek trendvonalára fűződnek fel.

A talajvíztartó rétegek vízadóképessége

Hosszú évszázadokon át a nem folyóparton élő lakosok egész vízszükségletüket a talajvízből fedezték. Alig több mint száz éve, hogy a mélyebb vízadók vizét az artézi kutakkal feltárták, s azóta a talajvíz a háztartási és ivóvíz szerepét nagyrészt elvesztette. Továbbra is megmaradt jelentősége az állatállomány ellátásában. A talajvíztartó rétegek vízadóképessége döntően vastagságuktól és szemcseszerkezetüktől függ. Az Alföldön a rétegeknek alig van dőlésük és minthogy a nyomásdifferenciák is csak kisméretűek, ezek a vízleadásnál nem játszanak nagyobb szerepet.

A homokterületeken a talajvíz közel áll a felszínhez, de a víztartók finom szeműek és vékonyak, így egy-egy talajvízkútból még magas vízállás esetén is kevés víz vehető ki. Az ásott kutakban ritkán áll 1—2 méternél magasabb vízoszlop, s ha ezt kimerik, fél nap, míg újra megtelik a kút. Sajnos, éppen ezeken a területeken a talajvíztartó réteg alatt hasonlóan szegényes víztartók vannak és csak nagyobb (rendszerint 15—30 m) mélységben találunk olyan vízadó réteget, amelynek vízadóképessége felülmúlja a legfelső rétegét. A mély talajvízállású területeken a legfelső vízadó réteg rendszerint vastagabb és így jobb ellátást biztosít. Gyakori eset éppen a mély fekvésű agyagos területeken, hogy néhány méter mélységkülönbséggel egymást követik az újabb és újabb vízadók és ilyen területeken gyakorta az ásott kutak is két vagy három egymás alatti vízadót tárnak fel. A vízadóképesség alakulásában szerepe van annak, ha a talajvíz nyomás alatt áll. Ilyenkor a finomabb szemcséjű anyagban is gyorsabb az utánpótlás, mint a szabad tükrű, durvább szemcséjű vízadó rétegekben.

Az alföldi ásott kútkataszter felvétele idején (1950—1954) a kutakban mért vízoszlopokat a kút vízbőségének, vízadó képességének becslésére is felhasználták. Természetesen a kutakban mért kicsiny vízoszlop nem jelent vízszegény kutat a kavicsterületeken, mert egy-két méter vastag kavics víztartó teljesítőképessége felér sokszorosan vastagabb finom homokrétegével, és egy kavicsba ágyazott kútban álló 1 méteres vízoszlop esetleg gyakorlatilag kimeríthetetlen kutat jelent, olyan gyors a kimert víz utánpótlódása.



115. ábra. A talajvízkutak mélysége az Alföld különböző vidékein 1950—1954-ig
I. Kútmélység, *II.* vízszintmélység, *III.* vízoszlopmagasság
1. É-i Duna-völgy, *2.* D-i Duna-völgy, *3.* Duna—Tisza köze É, *4.* Duna—Tisza köze D, *5.* É-i Tisza-völgy *6.* D-i Tisza-völgy

Fig. 115. Depth of the dug wells in different parts of the Great Plain in 1950—1954
I. Depth of well, *II.* depth of the water table below the surface, *III.* the quantity of water in the dug wells *1.* Northern part of the Danube valley, *2.* southern part of the Danube valley, *3.* northern part of the sand hills between the rivers Danube and Tisza, *4.* southern part of the sand hills between the rivers Danube and Tisza, *5.* northern part of the Trans-Tisza region, *6.* southern part of the Trans-Tisza region

Az utánpótlás gyorsasága felveti a talajvíz horizontális mozgásának, áramlásának, szivárgásának kérdését. Ha a víztartó rétegnek dőlése van és az alacsonyabban elhelyezkedő részen kisebb a rétegnyomás, továbbá, ha a réteg szemcsehézagai nincsenek teljesen vízzel telve, megindul a víz szivárgása a rétegben lefelé. A szivárgás sebessége a fenti feltételek mellett függ a réteg szemcseszerkezetétől. Durvább szemű réteg vízvezető képessége nagyobb, mint a finom szeműé. Nagyobb vízmennyiség lép át egységnyi keresztmetszetben egységnyi idő alatt és nagyobb gyorsasággal. Víztermelés, víznyerés szempontjából a réteget jellemző legfontosabb mérőszám a kutakból 1 m leszívás mellett percenként nyerhető vízhozam literekben, l/p/m. Helyenként alkalmazott próbaszivattyúzások alapján tájékoztató adatokat lehet adni a talajvízből nyerhető víz mennyiségére, természetesen tájanként áttekintő általánosítással és nem helyi részletezéssel. Nagyobb vízmennyiséget csak a kavics altalajú területeken lehet elérni, elsősorban a Duna-völgyben, annak is a keleti szélén és Kalocsa körül, ahol a kavicsréteg általában vastagabb. Itt 1000—2000 l/p/m vízhozam is elérhető egy-egy kútból. A homokszigeteken és széles szikes laposokon azonban jóval kisebbek a hozamok, 50—100 l/p/m. Valamivel jobb a Csepel-szigeten, 100—200 l/p/m. A Duna-völgyhöz hasonló nagy hozamok érhetők el a Szatmári-síkságon, a Bodrogközben és a Sajó-völgy alsó szakaszán, de jóval kisebb területen [400—800 l/p/m]. A legkisebb hozamok a Duna—Tisza közi homokhátságon érhetők el [2—5 l/p/m], valamivel jobb a helyzet a nyírségi homokon [10—20 l/p/m]. A tiszántúli nagy agyagterületeken 5—10 l/p/m várható, a Dél-Tiszántúlon, a Maros törmelékkúpon kedvező esetben 50—100 l/p/m is elérhető.

A talajvíz horizontális áramlása

Alföldi területen a talajvizet tartó rétegeknek alig van esésük és rendszerint finom szeműek is, úgyhogy jelentősebb oldalirányú szivárgásról csak a dombperemeken és a nagy folyók medrei mentén lehet szó. A vízzel telt rétegekben ilyen kicsiny esésviszonyok között csak úgy jöhet létre oldalirányú

áramlás, ha a párolgás a szomszédos területeken nagyon különböző. Így például a mélyen megrepedezett agyagterületekről nyáron nagyon nagy a párolgás. A hajszálerek a mélyből felszállítják a vizet és a talajvíz rohamosan fogy. Ha szomszédos területen magasabban fekvő homokos rétegek vannak és azokban a talajvíz magasabban áll, a talaj vize onnan szivárgásnak indul a mélyebb fekvésű agyagos területek felé. Ez a mozgás azonban igen lassú. Gyors horizontális mozgás csak a kavics víztartókban van. Ilyenre példát nagyobb területen a Kisalföldön találunk, ahol a Dunából származó víz egy része talajvízként fut végig a kavicsöblözeten. Ez az alföldi talajvíz természetes állapotban való oldalirányú szivárgására vonatkozik, nem pedig arra az esetre, ha kutakkal a talajvizet erőteljesen kitermelni kezdjük, mert ebben az esetben a leszívási tölcsér felé megindul az oldalirányú áramlás, amelyet a szemcsösszetétel, vagyis az áteresztőképesség és a leszívás mélysége kormányoz. Ugyancsak oldalirányú áramlást idézhetünk elő mesterségesen drénezéssel, levezető csatornák építésével.

A talajvíz kémiai jellege az Alföldön igen változatos. Szomszédos területeken igen különböző töménységű és egymástól eltérő oldatokkal telt vizeket találunk. Ez az állapot csak úgy jöhet létre és maradhat fenn, ha jelentős oldalirányú szivárgás nincsen. Ilyen mozgás összekeverné a helyileg különböző sótartalmú vizeket. A talajvíz oldalirányú mozgásának a csörgedeztető öntözéseknél és a lecsapolásoknál van nagy gyakorlati jelentősége. A nagyobb folyók partjai mentén a talajvíz szintjét az áradó és apadó folyóvíz megemeli és leszívja. A Tisza és Körös vízszintje 9—11 m ingadozást mutat. Ez az ingadozás a partmenti talajvízszint mozgásában néhány km távolságra hat ki.

A talajvíz horizontális természetes áramlása nagy szerepet játszik a talajvíz szennyezése terén. A szennyező anyagok térbeli elterjedését a talajvíz-áramlatok kormányozzák. A víztartó, ill. vízvezető réteg anyaga viszont szerepet játszhat bizonyos szennyező anyagok lebontásában. Alföldi szeméttelepek elhelyezésénél a talajvízmélység és talajvízáramlás ismerete elsőrendű fontosságú.

A talajvíz hőmérséklete

Nem kis jelentősége van a talajvíz hőmérsékletének. A felszín hőmérsékletkülönbségei ugyanis gyorsan csökkennek a mélység felé és 7—8 m mélységben a talajvíz nyári és téli hőmérséklete között csak néhány °C különbség van.

A Duna—Tisza közén 1950 és 1951-ben igen meleg nyarakon át a kutak ezreiben 10—12 °C hőmérsékletet mértek, pedig ezeknek a kutaknak átlagos mélysége a 4—5 m-t alig haladta meg. Viszont a kutak befagyásától nem kell tartani. A talajvíznek ezt az egész évben egyenletes alacsony hőmérsékletét ma is használják hűtésre fürdőkben, ipari üzemekben és sokfelé még a tanyai háztartásokban is. Az artézi vizek magas hőmérsékletét is talajvízzel hűtik ivás céljára. Az egészen sekély kutakban, az ún. kopolyakutakban természetesen nyári melegben a víz is elérhet 14—16 °C hőmérsékletet, de ilyeneket a kútkataszter idején nagyon kevés helyen mértek. Viszont télen sem lehet befagyott kutakat találni, vagy csak kevés helyen, ahol a víztükör a felszín közelében van.

Újabb kísérletek a talajvíznek fűtő szerepet is adnak. 10—12 °C hőmérsékletű talajvíz folyamatos bepermetezésével kettős falú fóliasátrakban a hőmérséklet fagypont felett tartható —20 °C külső hőmérséklet mellett.

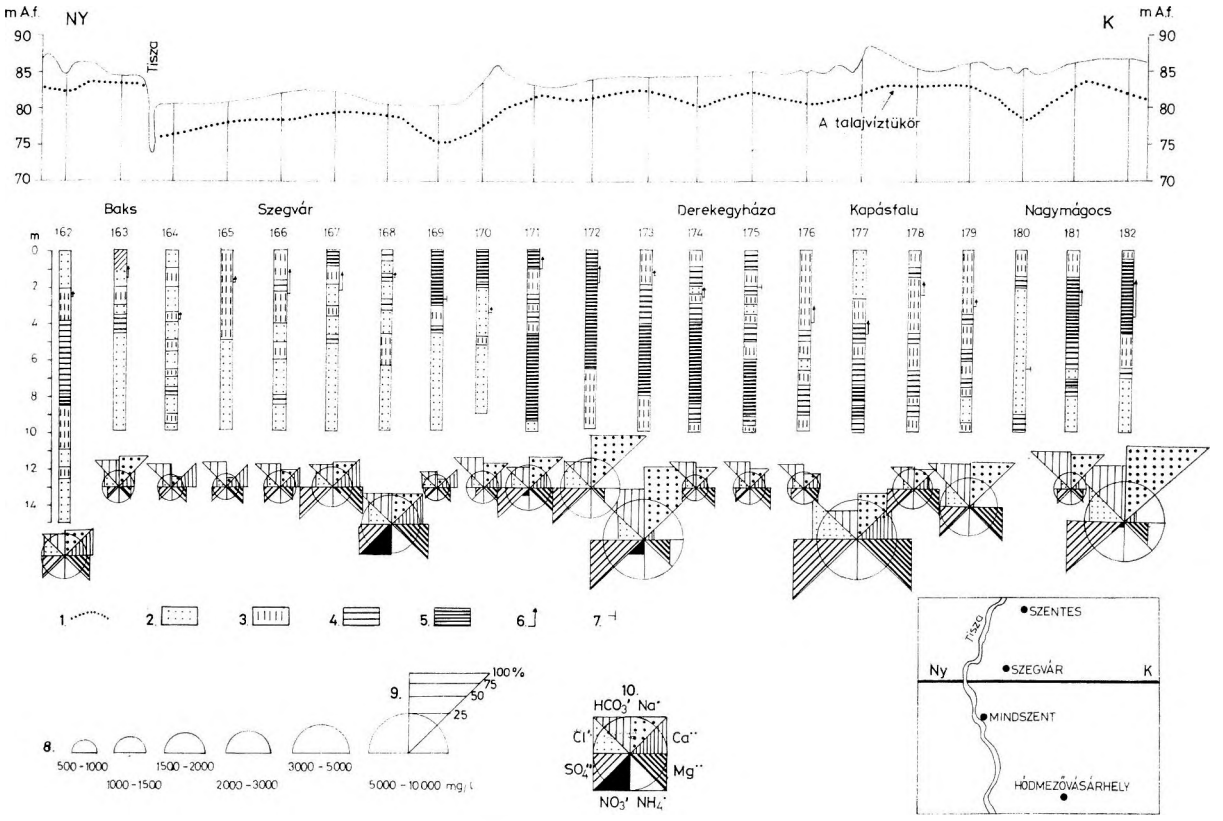
A talajvíz kémiai jellege

Az Alföld talajvizének egyik érdekessége, hogy benne a legkülönbözőbb sók a legkülönbözőbb töménységben vannak oldva. Azokat a vízféleségeket, amelyekben az oldott anyag súlya az 1 g-ot literenként meghaladja, ásványvizeknek nevezzük. Ez esetben az Alföld nagy részén a talajvizet ásványvíznek tekinthetjük, mert a benne oldott anyagok, sók súlya literenként nemcsak az 1 g-ot, de igen sok esetben a 2—3 g-ot is meghaladja. Ám, ezek a sók egyáltalán nem kedvező hatású gyógysók, hanem túlnyomórészt kellemetlen, egészségtelen vegyületek. Egészségügyi szempontból tehát, az ásványvíz elnevezés, mint gyógyvíz, nem illeti meg őket.

Van az Alföldön is iható, jó talajvíz, 1 g/l alatti sótartalommal a nagy folyók közvetlen közelében, a homokterületek dombjain és ott, ahol az altalajban kavics vagy durva homoküledékben áll a víz, vagy gyorsabb mozgásban van. Sokkal gyakoribb azonban az olyan talajvíz, amelyben 2—3 g oldott anyag van és nem ritka a 4—5 g/l oldott sót tartalmazó víz sem. Szélsőségesen 15—25 g/l oldott sót is találhatunk az Alföldön a talajvízben. Ilyen pl. a Jászkarajenő környékén „termelt" Mira víz. Ezt a magnéziumszulfátos keserűvizet azonban gyógyvízként használják.

A leggyakoribb só az alföldi talajvízben a sziksó, nátrium-hidrogén-karbonát. Hasonlóan elterjedtek a keserűsós, nátrium-szulfátos és magnézium-szulfátos vizek. Csak kevés helyen, szigetszerűen jelenik meg a talajvízben konyhasó, nátriumklorid. A jó, iható, „tiszta" vizek vegyi jellege kalcium-magnézium—hidrogénkarbonátos.

A nagy sótartalmú talajvizek keletkezésének okát az alföldi víztartó rétegek kioldható anyagaiban kell keresnünk. Nagy a sótartalom mindenütt, ahol a talajvíz finomszemű üledékben, kőzetliszt-



116. ábra. A talajvízkémia és a víztartó rétegek viszonya

1. Talajvíztükör, *2.* homok, *3.* homokliszt, *4.* iszap, *5.* agyag, *6.* a talajvíz jelentkezési mélysége és emelkedése, *7.* nem emelkedő talajvízszint, *8.* az oldott sók mennyisége, *9.* az egyes kationok és anionok egyenértékszázaléka, *10.* az egyes ionok helye a diagramban

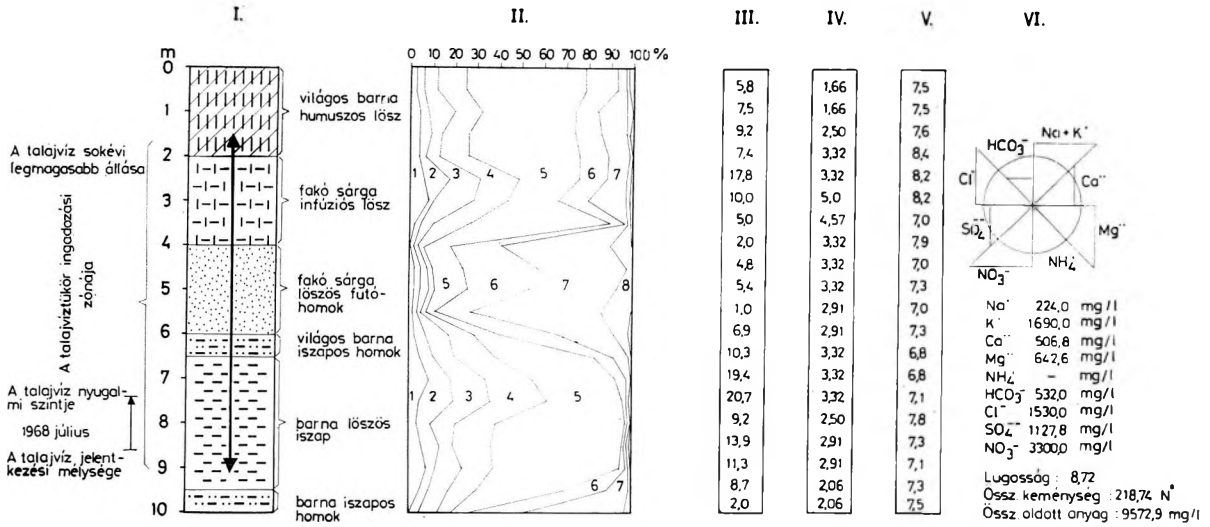
Fig. 116. Relation between the chemistry of ground-water and the lithology of the water-bearing beds

1. Ground-water table, *2.* sand, *3.* sand flour, *4.* silt, *5.* clay, *6.* depth of the entry of the ground-water in the borehole and the rise of its level, *7.* not rising water level, *8.* the weight of the dissolved solids in mg/l, *9.* the equivalent percentage of cations and anions, *10.* the location of the ions on the chemical diagram

ben, iszapban, agyagban áll. Ezekből több anyag oldható ki mint a kvarchomokból vagy kavicsokból. Megfigyelhető, hogy az Alföld peremeitől befelé haladva a középső tájak felé emelkedik a talajvízben a sótartalom. A folyóhordta üledékek a szállítási távolsággal finomodnak. Az Alföld középső részein néhányszor 10 m mélységig durvaszemű üledéket nem találunk. Az agyagokban, iszapokban a kalcium- és magnéziumsók mellett nátrium és szulfát halmozódik fel, a bennük tárolódó és mozgó víz oldja ezeket és a talajvízszint-ingadozások során fel- és leszállítja őket. A pórusokban bepárlódás folytán hol lerakódnak a sók, hol újra oldatba mennek miközben ioncserék is lebonyolódnak a kőzet és a víz anyagában. A mélyebb rétegekből helyenként konyhasó is kerül a talajvízbe. Kis mennyiségben gyakori jelenlevő a vasoxid. A szulfát nagyrészt növényi eredetű mocsaras altalajok, eltemetett fosszilis talajok származéka.

Az oldott anyagoknak a talajvízben való feldúsulását nagyban elősegíti a talajvíztükör függőleges ingadozása. Az ingadozás során a talajvíztükör mélyre süllyedésekor az előzőleg vízzel telt rétegek szárazra kerülnek és a levegő szénsavjának hatására oxidáció indul meg bennük. Ez segíti a mállást, az oxidkérgek keletkezését. A talajvízszint újbóli megemelkedése során az oxidok egy része oldatba megy át. Többszöri fel és le irányú mozgás következtében a víz oldott sótartalma állandóan növekedik. Egy részüket le is rakja bepárlódáskor a felszín közelében, a vízjáték zóna tetején, mészkonkréciók, magnéziumsók és nátriumsók: sziksó, glaubersó formájában. Ilyen eredetűek a réti mészkövek, a mésziszap, tavikréta, mangánborsók, sőt ilyen a gyepvasérc a nyírségi vízmosások fenekén.

Végül, de nem legjelentéktelenebbként kell megemlíteni a víz felszín alatti körforgását a talajvízkémia alakulásában. Az Alföld mély területein alulról felfelé, a mélységi víztartókból a felszín közelébe szivárog a víz. A nyomásgradiens ezt elárulja. A felfelé szivárgó vizek területén a kilúgozódásnak több idő áll rendelkezésre, a magasabb hőmérséklet is elősegíti az oldást, az alulról hozott anyag a felszínközeli rétegek vizét oldott anyaggal gazdagítja. A felszínközeli rétegek oldható anyagai szabják meg, hogy egy-egy területen milyen kémiai típusú talajvíz alakul ki. Változatossá teszi a képet az a körülmény, hogy finomszemű rétegekben a talajvízjáték nagy, a fel- és lemozgó víztükör 4—5 m-es réteg-



117. ábra. A talajvíztükör ingadozásának hatása a talajvízben oldott sók mennyiségére

I. A talajvíztükör ingadozási zónája a rétegsorban, *II.* szemcsemegoszlás: *1.* agyag (0,00—0,002 mm ∅), *2.* agyag (0,002—0,005 mm ∅), *3.* iszap (0,005—0,01 mm ∅), *4.* iszap (0,01—0,02 mm ∅), *5.* homokliszt (0,02—0,06 mm ∅), *6.* finomszemű homok (0,06—0,1 mm ∅), *7.* aprószemű homok (0,1—0,2 mm ∅), *8.* középszemű homok (0,2—0,5 mm ∅), *9.* durvaszemű homok (0,5—2,0 mm ∅), *III.* agyagtartalom, *IV.* $CaCO_3$ tartalom, *V.* pH tartalom, *VI.* talajvízkémia

Fig. 117. Impact of the ground-water fluctuation on the quantity of dissolved salts

I. Zone of the fluctuation, *II.* granulometry; *1—2.* Clay, *3—4.* silt, *5.* sand flour, *6—7.* fine sand, *8.* middle grained sand, *9.* coarse grained sand *III.* clay content, *IV.* $CaCO_3$, *V.* pH, *VI.* chemistry of ground-water

vastagságot átjárhat és az Alföld sűrűn rétegzett talajában ebben a zónában többféle anyagot is kioldhat. Szerepet játszik a sók oldásában és azok kicsapódásában, bepárlódásában az Alföld kontinentális éghajlata, a nagyon kemény hideg telek, amelyek a mechanikai mállást elősegítik és a forró száraz nyarak, amelyek előbb az oldást, majd az elpárologtatást felgyorsítják. Ha mindaz, vagy akár csak a fele is igaz, amit fentebb elmondottunk, akkor a sókioldást, felhalmozódást, bepárlódást mesterségesen befolyásolni lehet a talajvízjáték csökkentésével, amit drénezéssel, öntözéssel esetleg megfelelő növénykultúrákkal lehet elérni.

A talajvíz minőségét az újabb időkben mesterséges behatások módosítják. Mind sűrűbben beszélünk a talajvíz szennyezéséről, amely igen sokféle lehet. A legelterjedtebb szennyezés a műtrágyák és növényvédőszerek túladagolásából származik olyan helyeken, ahol a talajvíztükör a felszín közelében áll és a felszín vízáteresztő.

A másik legelterjedtebb szennyezés a trágyaleveknek a talajba való jutása. Különösen nagy állattenyésztő telepek közelében gyakori ez a szennyezés. Jelentős az ipartelepek talajvízszennyezése és a nagyvárosok csatornahálózatából elszökő, gyakorta káros és ártalmas vegyületeket, mérgező fémeket tartalmazó anyagoknak a talajvízbe való jutása. Budapest déli külterületén nagy elterjedésben találunk szennyezett talajvizet. Szeméttelepek helytelen elhelyezése, dögkutak, méregtemetők okozhatnak még helyileg ártalmas talajvízszennyezést. Mint a jelen kor technikai szennyezése jelentkezik olaj- és szénhidrogén mezőinken és termálkútjaink környékén a mélyfuratok csövezete mentén felfelé szivárgó és a talajvízbe jutó sós és meleg vizek hőszennyezése.

Ismeretes, hogy felszíni vizeink nagy része közepesen szennyezett és kisebb folyóink, patakjaink egy része már teljesen szennyezett. Nagy jelentősége van a felszín alatti vizek szennyezéstől való megvédésének és e tekintetben a talajvíz az első helyen áll, mert a legkönnyebben elérhető, de egyúttal a legsebezhetőbb is.

Az Alföld ásott kútjainak katasztere

Amit az Alföldön a talajvízről tudunk, az néhány kutató egyéni tanulmányai, megfigyelései mellett elsősorban a Földművelési Minisztérium Vízrajzi Intézetének, majd 1950 után a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetnek (VITUKI) talajvízfigyelő kútjaiból nyert adat, másrészt a Magyar Állami Földtani Intézetnek 1950—1954 között végrehajtott ásott kút térképezéséből, kútméréseiből, kútkataszteréből származik. A Vízrajzi Intézet 1924 óta épített ki talajvízfigyelő kúthálózatot az Alföldön, ezt a VITUKI 1950-től kezdve országos hálózattá fejlesztette közel 2000 észlelő kút kiépítésével és rendszeres három naponkénti észlelésével. Jelenleg 1700 talajvízkúton folyik rendszeres észlelés. Ennek a hálózatnak a gerince több mint fél évszázada működik és az ország egyes részeinek talajvíz-

járásáról felbecsülhetetlen értékű adatsorokat gyűjtött össze és dolgozott fel. A magyar hidrológiai és hidrogeológiai irodalom ezeket az adatokat számtalan variációban feldolgozta és számos gyakorlati célból felhasználta.

Bármennyire nagy szám az 1700 észlelő kút az ország területéhez viszonyítva és bármennyire sok fejlettebb ország előtt járunk ezzel az észlelő hálózattal, a magyar talajvízviszonyoknak és különösen az Alföld nagyon változatos talajvízviszonyainak ismeretéhez csak nagyon vázlatos tájékoztatást ad.

A talajvízviszonyok részletes ismeretének nagy gazdasági jelentősége késztette 1950-ben VITÁLIS SÁNDORT, a MÁFI igazgatóját arra, hogy az ország síkvidéki területeinek földtani térképezése mellett elrendelje egy teljes ásott kút kataszter felvételét, az ország talajvízkútjainak pontos számbavételét és térképezését. A kataszter során a következő kutakat vették nyilvántartásba:

	belterületen	külterületen	összesen
Duna—Tisza köze	218 326	126 201	344 527
Dunántúl	305 928	42 386	348 314
Kisalföld	24 084	2 303	26 387
Tiszántúl	225 922	84 892	310 814
Budapest és környéke	95 116	27 015	122 131
összesen:	896 376	282 797	1 152 173
ebből az Alföld:	444 248	211 093	655 341

Ez a hatalmas adattömeg alkalmas volt arra, hogy a talajvízhelyzetet a síkvidéki területeken igen részletesen és elég nagy pontossággal megismertesse. A pontossággal szemben a következő kifogások hozhatók fel:

1. a kutakban mért vízszintadatok nagyon különböző időpontokra vonatkoznak, tehát nem összevethetők,

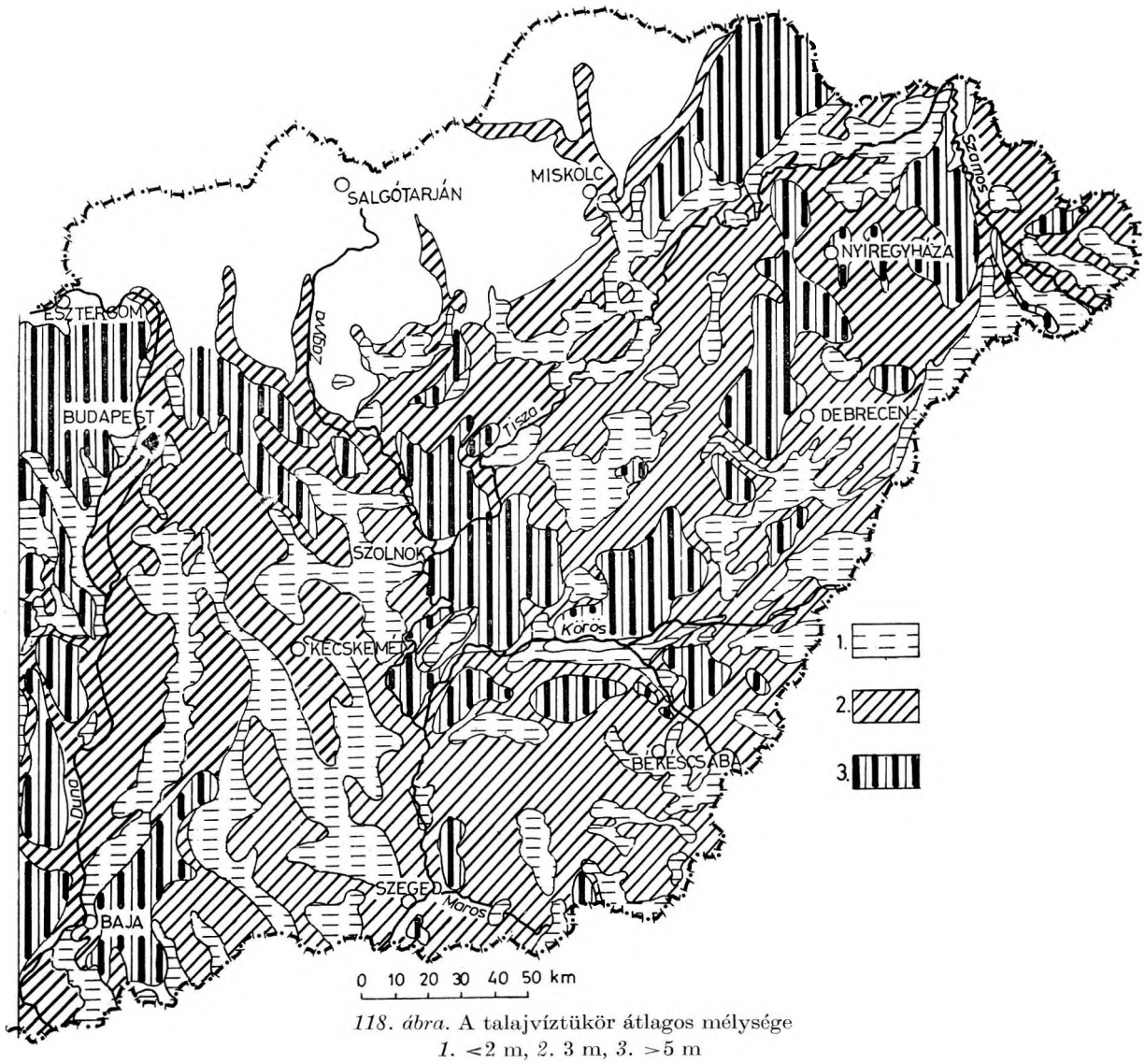
2. a méréseket végző 70—80 tagú csoport tagjai nem egyforma megbízhatóságúak.

Ami a második kifogást illeti, a kúthálózat olyan sűrű volt a legtöbb területen, hogy a különböző felvevők által végzett mérések ezrei egymást igazolták. A rossz mérések kiütköztek a nagy számokkal bizonyított és térképen ellenőrzött általános képből. Szerencsére a kútkataszter még a tanyahálózat felszámolása előtt készült, s ez azt jelentette, hogy az alföldi területeken olyan sűrű volt a megfigyelési pont (km²-ként átlag 14 kút), hogy könnyű volt adataikból a víztükör összefüggő képét megrajzolni. Az aránylag nehéz Duna—Tisza közi homokdombokon, ahol a domborzati különbségek a kutak vízszint mélységében néhány méteres különbségeket jelenthettek, olyan sűrű volt a kúthálózat a szőlőkben és gyümölcsösökben, hogy a tényleges helyzet mindenütt megállapítható volt.

Ezen a területen az is megkönnyítette a megbízható kép kialakítását, hogy a kutak általában sekélyek voltak és a mérés idejének különbségei, a kis vízjáték folytán, nem okozhattak nagy eltéréseket. A sekély talajvizű homokterületeken különben a kútmélység kijelölte egyben a legalacsonyabb talajvízállás szintjét is, mert a gazdák olyan mélyre ásták kútjaikat — legtöbbször a vízadó réteg talpáig —, hogy az száraz időben is vizet adjon. A kút fenékmélysége viszont egy időben nem változó, biztos alapadat volt. Mindemellett a kútmérések idejét a jegyzőkönyvek rögzítették, így az időszakos változásokat a területen működő VITUKI kutak vízjárása alapján figyelembe lehetett venni, amit az összefüggő talajvíztérképek készítésekor meg is tettek.

A kútmélységek nyilvántartása és térképezése más területeken is fontos alapadatként szolgált, mert kijelölte a talajvízszint legmélyebb állását. Kivételek csak azok a területek voltak, ahol a talajvíztükör jelentős nyomás alatt állott, tehát a kútban nem a víztartó réteg felső szintje jelent meg, hanem annál egy lényegesen magasabb nyugalmi szint. Ez a szint jelentősen magasabb lehetett minimális vízállás idején is a kútfenék szintjénél. A talajvíztérképek szerkesztésénél jól követhetők voltak a domborzati különbségekből adódó vízszintkülönbségek. Kiugrottak azok a kutak is, ahol a felszín alatti második vízadó réteget is feltárták, s ennek víztükre meghaladta az első vízadóét. A kútméréseknél egyébként kérdést intéztek a kút tulajdonosához arra vonatkozólag, hogy a mért szintnél sokkal alacsonyabb vagy magasabb vízállás szokott-e előfordulni, vagy a pillanatnyi vízszint átlagosnak nevezhető-e?

A kútmérők között több térképet és terepet jól ismerő egyén volt, számos katonatiszt, egyetemet végzett ember, akiket a háború utáni események alkalmi munkára kényszerítettek, amit ők kitűnő lelkiismeretességgel és pontossággal végeztek. A kútfelvevők munkáját a területen térképező geológus ellenőrizte saját mérései alapján. A városok kútjainak felvételére külön csoportokat szerződtettek, ezeknek vezetője is geológus vagy geológus technikus volt.



118. ábra. A talajvíztükör átlagos mélysége
1. <2 m, *2.* 3 m, *3.* >5 m

Fig. 118. Average depth of the ground-water level
1. Average depth smaller than 2 m, *2.* the average depth is 3 m, *3.* the average depth is greater than 5 m



119. ábra. A felszín alatti vizek észlelő hálózata az Alföldön
1. VITUKI talajvízfigyelő kutak, *2.* MÁFI mélységi vízfigyelő kutak

Fig. 119. Check-well net in the Great Plain
1. Check-wells for the observation of the uppermost ground-water level. Managed by the Institute of Water Prospection (VITUKI), *2.* net of the observed artesian wells of the Hungarian Geological Institute

A kutakról begyűjtött adatok feldolgozása a Földtani Intézetben már 1950 őszén megkezdődött és 1951-ben kidolgoztuk a statisztikai rendszerezés és összehasonlító feldolgozás elveit és még ez évben elkészültek az első kísérleti 1:25 000 ma. lapok, elsőnek Kerekegyháza lapja. Ennek földtani térképezését magam végeztem és a kútfelvételeket is én irányítottam. (Részletes ismertetését l. 24. o.)

A mintaterület a Duna—Tisza közi hátság talajvíz-viszonyainak megismerésére igen alkalmas volt. A kerekegyházi lap területe a Duna—Tisza közi hátság tetejének egy részét foglalta magába, jól kifejlett ÉNy—DK-i irányú homokdombsorokkal, köztük alacsonyabb hullámban párhuzamosan húzódó löszvonulatokkal. A homokban a felszínhez közelebb, a löszterületeken mélyebben helyezkedett el a talajvíz szintje. Mindkét helyen a víztükör elsimítva követte a felszín domborzatát enyhén lejtve DK felé. A homok- és löszdombok vidékét néhány szélesen kifejlődött lapos térszín osztotta meg. Iszapos homok fedte a tőzeges, zsombékos térszínt, alattuk deciméter vastag réti mészkővel, mésziszappal. A határozott irányú dombsorokat 10—15 km hosszú szakaszok után rendetlen, keresztirányú vonulatok szaggatták meg, s ezekben keresztirányú zegzugos talajvízmozgás indult a Duna völgye felé. Ez a lapterület a hátság minden morfológiai formáját, minden felszíni és közvetlen felszín alatti képződményt, a talajvíz mindenféle helyzetét alkalmas volt bemutatni. Jutott erre a területre nagy szikes síkság is, vízzel borított és kiszáradt szikes tó, a szikes mederfenék alatt nyomás alatt álló talajvízzel. Az alföldi talajvíztanulmányok iskolaterülete volt ez. Még a felvétel első évében, 1950-ben, módomban volt a térképezést a szabadszállási lapon folytatni, áthaladva a Duna-völgy síkján a Dunáig, sőt tovább a dunántúli magas partokig. Később térképeztem a Dunántúl több táján, a Kisalföldön, majd az Alföld északi peremén és a Tiszántúlon, a Mezőségtől le a békési lösztáblákig, át a Hortobágyon, Nagykunságon, Sárréteken, Körösi süllyedéken. Ezek azok a helyek, ahol részletes térképezést végeztem sok száz sekélyfúrással. Ellenőrzéses bejáráson — mint a talajvíztérképezés felügyelője — a síkvidéki területek egészét megismertem.

Az 1951. évi első próbafeldolgozások után megindult a nagyobb tájak talajvíztérképeinek szerkesztése. Sorban először a Duna—Tisza közi területé, majd a Kisalföldé, végül a Tiszántúl északi, majd déli részéé. Az 1956-ban megjelent talajvíz monográfiában (Rónai 1956) 1:400 000 méretarányban megjelent az első összefüggő talajvíztérkép, de kisebb hiánnyal a Tiszántúl közepén, ahol a reambuláció akkor még nem volt befejezve. A talajvíztükör terep alatti mélységét ábrázoló térkép mellett megjelent ugyanabban a méretben a talajvíztükör tengerszint feletti helyzetét ábrázoló térkép, egy térkép az Alföld részletes domborzatáról és a felszínt borító földtani képződményekről, egy ponttérkép a térképezett kutakról, az ún. kútsűrűségi térkép, amely megmutatta, milyen sűrű és milyen eloszlású adatokon nyugszik a többi térkép ábrázolt anyaga. Ezt a sorozatot egészítette ki később egy talajvízkémiai térkép, amely a begyűjtött vízminták oldott ionpárjait mutatta be egy általam 1952-ben kidolgozott ábrázolástechnikával.

Közel másfél millió megfigyelés, több száz saját fúrás és több ezer összegyűjtött egyéb fúrás és feltárás adta az alapot a talajvízről készült tanulmányaimhoz és ahhoz az évtizedekig tartó tudományos vitához, amelyet a vízmérnökökkel és más szakemberekkel folytattam. A viták és ellenvélemények, a tisztázatlanul vagy bizonyítás nélkül maradt pontok érlelték meg azt a programot, amelyet az Alföld korszerű, komplex földtani térképezésére 1964-ben indított munkálatok során a talajvíz feltárására vonatkozóan kidolgoztunk. E program előírta a szabályos másfél kilométeres fúráshálózat pontjainak 10 m-ig való lemélyítését, a furadékminták pontos laboratóriumi szemcseelemzését, ami a vízvezető képességre is adatot szolgáltatott, a talajvíz megjelenési mélységének és nyugalmi szintjének pontos mérését, a talajvízminta-vételt és annak laboratóriumi elemzését. A kútkataszter másfél milliós adatgyűjtése után ez az új térképezés módot adott a talajvíz helyzetére vonatkozó részletes tanulmányok folytatására a szabályos hálózatban elrendezett megfigyelési pontok ezrein keresztül. E tanulmányokhoz rendelkezésre állott a rétegsorok pontos ismerete, a talajvíztartó réteg és a felette és alatta elhelyezkedő rétegek anyagának terepi és laboratóriumi elemzése. A térképezés a szabályos fúráshálózat minden feltárt pontjáról vegyi elemzési adatokat is szolgáltatott a talajvíz minőségéről. A vízkémiai kép összevethető volt a víztartó rétegek és a víztükör mozgása során átjárt rétegek anyagával.

1964 és 1981 között 23 db 1:100 000 ma. térképlapról, az Alföld egész területének 2/3 részéről, 33 000 km²-ről készültek el a felvételek több mint 7000 sekélyfúrás nyomán.

A mélységi víz

Artézi kutak, fúrt kutak

Püspökladány vasútállomásán egy, Hódmezővásárhelyen két artézi kút hirdette sokáig a mélységi vizek hasznosításának elindulását az Alföldön. A kutakat 1878 és 1884 között Zsigmondy Béla mérnök fúrta, a nagyhírű Zsigmondy Vilmos unokaöccse. A hódmezővásárhelyi második kút, Nagy András János kútja, építésekor 1884-ben 252 m mélyből napi 1 millió liter pompás tiszta vizet adott. Óriási jelentőségű volt ez az Alföld életében. Alig néhány évvel ezelőtt fejeződött be Zsigmondy Vilmos városligeti fúrása (1878), s máris megmozdult a messzi

Alföld, ahol a legnagyobb szükség volt a jó vízre, hogy a föld mélyéből előteremtse a legnagyobb kincset. Nagy András János kútjának csodájára jártak a vásárhelyiek, meg a szomszédos települések lakói. A vízszegény vagy rossz talajvizű Alföldön csoda született. Jó víz tört fel a föld alól, vastag oszlopban és folyt látszólag kiapadhatatlanul. 1884—1894-ig az artézi kutak száma az országban — a nyilvántartások szerint — így gyarapodott:

1884	24 db
1885	27 db
1886	31 db
1887	30 db
1888	28 db
1889	67 db
1890	73 db
1891	122 db
1892	182 db
1893	366 db
1894	182 db

Az évenkénti bejelentések és az összeírt kutak száma nem mindig fedi egymást. Egyrészt több fúrás meddő maradt, másrészt az összeírások magángyűjtemény jellegük lévén nem mindig hiánytalanok.

A századfordulón több mint ezer artézi kutat tartottak nyilván az országban, s ezeknek túlnyomó része az Alföldön volt. Az artézi kutak jelentőségét emeli, hogy jelentős részük felszökő vizet ad, nem kell tehát szivattyúzni. Egyedül a Nagy A. J. eredeti, majd megújított kútjából az elmúlt közel száz év alatt annyi vizet termeltek, mint a Balaton víztömegének kétszerese. Ma a kút körül egy kb. 30 km-es körzetben több ezer hasonló kút ad vizet és ezeknek nagyobb része ugyancsak 200—400 m mélységből.

A mélyfúrású kút találmánya Franciaországból (Artois grófság) terjedt el, de sehol nem olyan gyorsasággal, mint a magyar Alföldön. Zsigmondy V. bányamérnök érdeme ez, aki 1866—1873-ig megfúrta a két margitszigeti kutat, utána pedig 1868—1878-ig a Városliget kútját. 970 m mélységből 13,5 m-re a felszín fölé szökő vizet fakasztott és nem is keveset, napi 1,3 millió litert. Hatalmas forró vízoszlop lövellt a magasba a fúrás végén, mert a víz hőmérséklete 74 °C volt. A víz kitűnő „tiszta" víz volt, ivásra, mosásra, fürdésre egyaránt alkalmas, kórokozókat nem tartalmazó. Zsigmondy kútja

7. táblázat — Table 7

Vízfúrások száma Magyarországon 1980-ig*
The number of boreholes for water supply in Hungary, constructed till 1980

Megyék	Fúrások száma (db)	Ebből 50 m mélységen aluli
Baranya	1 350	613
Bács-Kiskun	8 583	6 345
Békés	8 864	1 900
Borsod-Abaúj-Zemplén	2 486	1 625
Csongrád	5 442	2 000
Fejér	2 454	979
Győr-Sopron	2 058	1 429
Hajdú-Bihar	6 655	3 423
Heves	1 339	439
Komárom	775	462
Nógrád	541	342
Pest	4 499	2 929
Somogy	1 338	311
Szabolcs-Szatmár	5 678	2 716
Szolnok	2 963	655
Tolna	1 390	756
Vas	880	404
Veszprém	1 275	523
Zala	816	242
Budapest	1 178	798
Összesen:	58 564	28 891

* Urbancsek J.: „Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere. Budapest 1981." felhasználásával.
In J. Urbancsek: Cadastral survey of deep drilled wells in Hungary. Budapest, 1981.

abban az időben Európa legmélyebb kútja volt, de ez a dicsőség elhalványodik a későbbi tettek mellett, amelyeket már unokatestvérével, Béla val együtt vitt végbe azzal, hogy vizet adott az Alföldnek. Zsigmondyék nélkül az Alföld benépesedése, gazdagodása, fejlődése távolról sem lehetett volna az, ami lett száz év alatt. 1980-ban az országban 58 000 fúrt kutat tartottak nyilván, ebből 43 000 volt az Alföldön. Számuk évről évre növekedik. Azért mondunk „fúrt" kutat, mert eleinte artézi kútnak csak az olyan kutat nevezték, amely túlfolyó vizet adott. 1980-ban 17 000 száz méternél mélyebb kút volt az országban és 9000 adott felszökő vizet. Később azonban számtalan olyan kutat fúrtak, amelynek vízszintje a vízadó rétegből magasra felemelkedett, de nem érte el a felszínt. Ezeket negatív artézi kutaknak nevezték később, a felszín fölé szökő vizet adó pozitív artézi kutakkal szemben. Földtani szempontból nincs különbség a kettő között, mindkettő nagyobb mélységből nyomás alatt álló vizet hoz fel. A domborzatilag mély fekvésű területeken aránylag kis mélységből fakasztható felszökő víz. Annak viszont földtani okai vannak, hogy sík területen ugyanolyan mélységből egyik vidéken kifolyó vizet adnak a kutak, más vidéken pedig nem.

A talajvízzel szemben a nagyobb mélységből jövő vizet szokás rétegvíznek is nevezni. Ez megkülönböztető kifejezés lenne a még nagyobb mélységek „mélységi" vagy termál vizével szemben. Az elnevezés azonban nem találó, mert a kemény hasadékos vagy üreges kőzetekben tárolódó karsztvízzel, vagy hasadékvízzel szemben, minden laza, szemcsés rétegből jövő víz rétegvíz, a talajvíz is és a mélységi vizek is.

8. táblázat — Table 8

Magyarország mélyfúrású kútjainak száma mélység szerint 1980-ban*

The number of the drilled wells grouped according to depth (1980)

Mélység (m)	db
0—50	28 891
50—100	12 588
100—150	6 883
150—200	3 499
200—250	2 382
250—300	1 723
300—350	975
350—400	484
400—450	243
450—500	189
500—600	207
600—700	95
700—800	56
800—900	46
900—1000	64
1000—1500	162
1500—2000	63
2000 m-nél mélyebb	14
Összesen:	58 564

*Urbancsek J.: „Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere. Budapest 1981." felhasználásával.

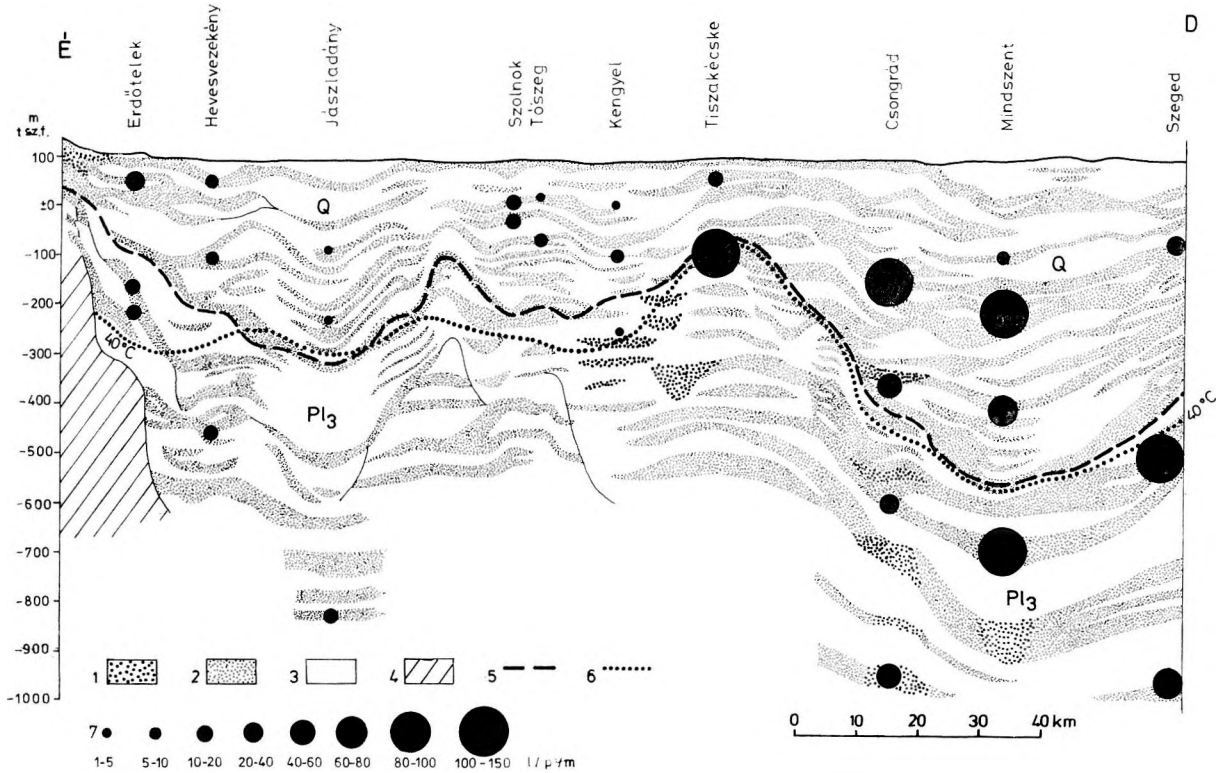
In J. Urbancsek: Cadastral survey of deep drilled wells in Hungary. Budapest, 1981.

A mélységi vízadó rétegek

Az alföldi mélységi víz a medence negyedidőszaki, folyóvízből lerakott, porózus rétegeiből, továbbá az ez alatt a rétegsor alatt elhelyezkedő nagy vastagságú pannóniai, tavi rétegekből származik. Nagyon kevés helyen a nagy mélységű kutak elérik az üledékes medence szilárd kőzetekből álló aljzatát, ilyenkor víz nyerhető helyenként a kemény kőzetek hasadékaiból is. Ilyen mélységi víz a debreceni termálfürdő vagy Hajdúszoboszló vize. Az Alföld-peremhez közelebb gyakoribb a kemény kőaljzat vizének megnyitása. Ilyen Miskolc, ill. Mezőkövesd mellett a Zsóri fürdő vize, ilyenek a fővárosban a pesti oldal termálvizei.

Az alföldi mélységi vizek túlnyomó része azonban nem a medencealjzat kemény kőzeteiből, hanem a fölöttük elhelyezkedő szemcsés rétegekből jön. E szemcsés rétegek vastagsága pár száz és 4—5000 m között mozog. Ismeretes, hogy az alföldi medence mélyén 2000—2500 m magas hegyvonulatok vannak. Ezeket borították be üledékeikkel a harmadkori tengerek, tavak és negyedidőszaki folyók. A hegyvonulatok gerincei, csúcsai felett ez a szemcsés laza takaró mindössze 1000—2000 m vastag, a közöttük levő völgyületek és medencék felett 3000—6000 m. A fedő üledékcsoportot négy részre osztjuk. Alsó-pannóniai félig tengeri — félig tavi; felső-pannóniai tavi, levantei átmeneti szárazföldi és negyedidőszaki folyóvízi üledékekre.

Vízföldtani szempontból az alsó-pannóniai üledékek főleg márgák és kemény homokkövek: bennük kevés enyhén sós víz található. A felső-pannóniai rétegek lazábbak, homok—agyag rétegek váltakoznak bennük ezer méteres szériákban, bő vizűek és vizük édesvíz, mindenféle célra jól használható. A levantei agyagrétegek vízben szegények. A negyedidőszaki folyóvízi rétegek közt találjuk a legtöbb durva szemcséjű jó vízadó réteget, ezek vize édesvíz. A folyóvízi rétegsor vastagsága néhányszor tíz métertől 800—1200 m-ig változik. Ennek egy része felső-pannóniai korú. E vastagságkülönbségek a pannóniai tófenéknek a negyedidőszakban bekövetkezett különböző mértékű megsüllyedéséből keletkeztek. A levantei agyagos rétegek vastagsága általában 300—400 m.

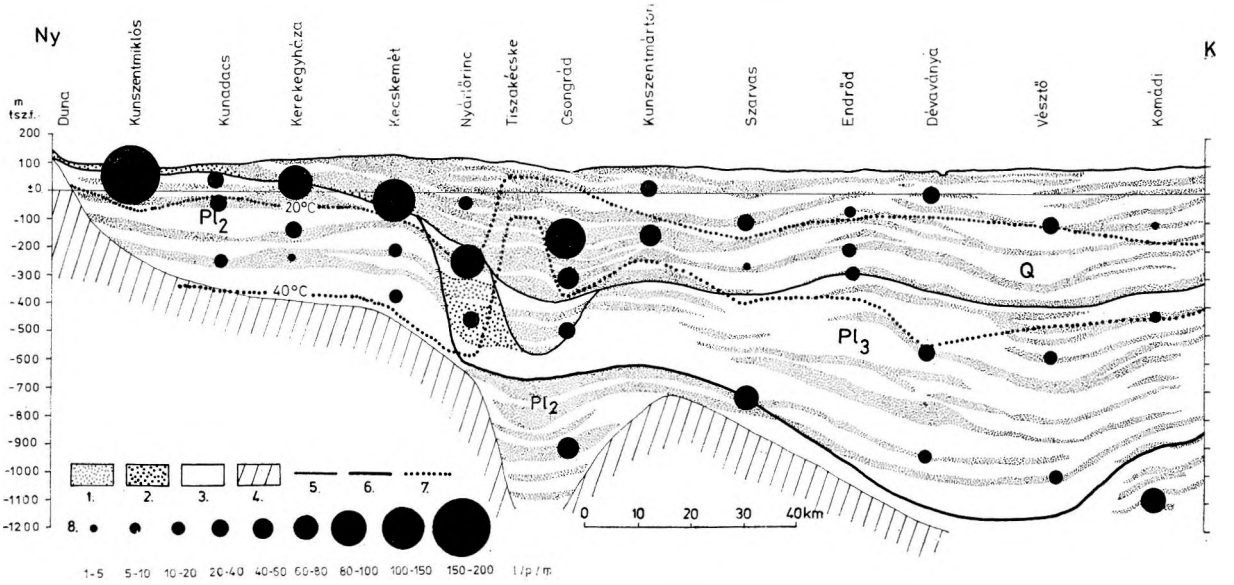


120. ábra. É—D-i vízföldtani szelvény az Alföld közepén

1. Kavicsos homok, *2.* homok, *3.* iszap, agyag, *4.* miocén és mezozóos képződmények, *5.* pliocén—pleisztocén határ, *6.* 40 °C hőmérséklet, *7.* fajlagos vízhozamok

Fig. 120. Complex hydrogeological section through the Great Plain, N-S

1. Gravelly sand, *2.* sand, *3.* silt, clay, *4.* Miocene and Mesozoic formations, *5.* Plio—Pleistocene boundary, *6.* 40 °C isothermal line, *7.* specific water yield 5—10...100—150 l/min/m



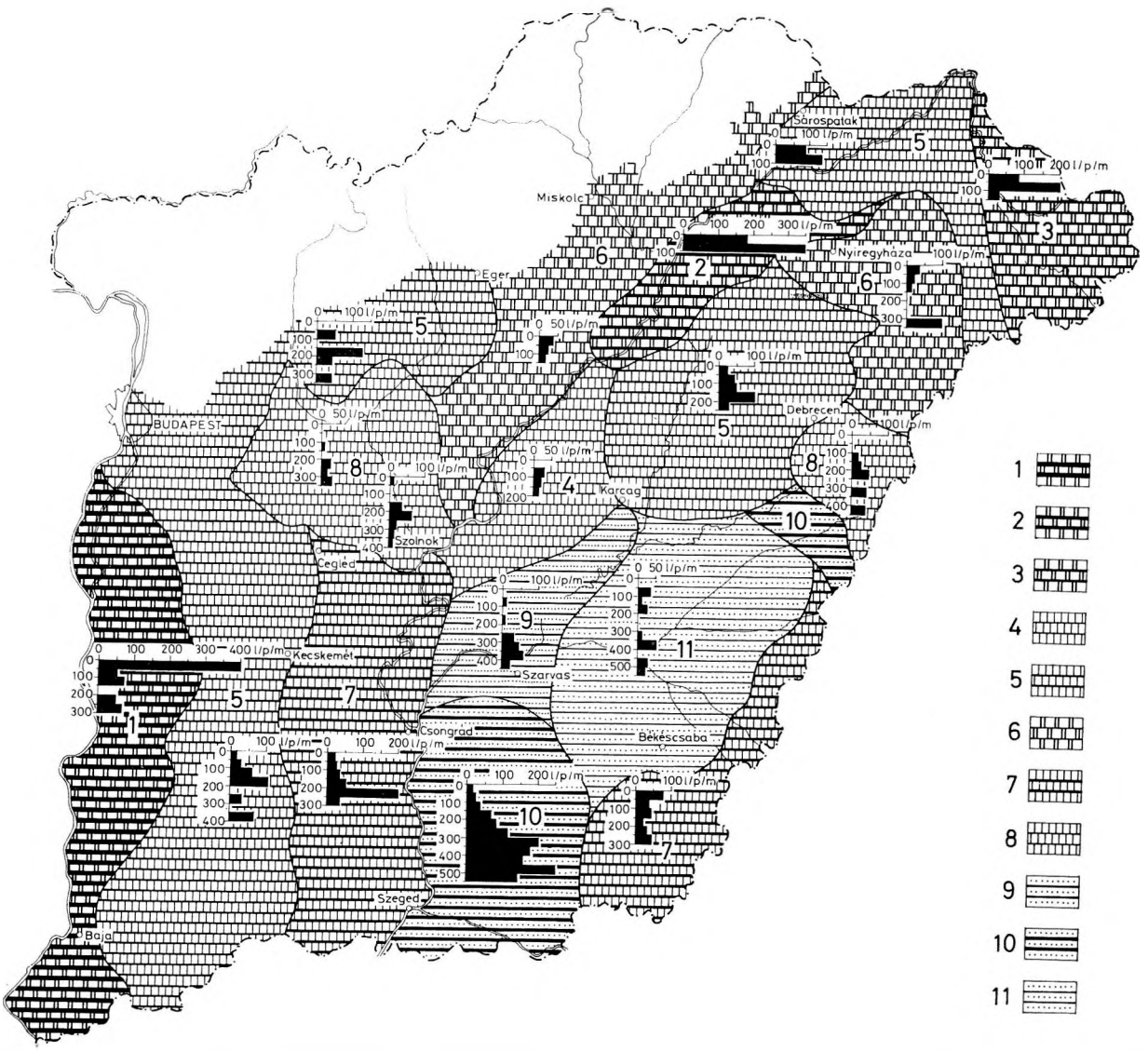
121. ábra. Ny—K-i vízföldtani szelvény az Alföld közepén

1. Vízvezető homokréteg, *2.* kavicsos homok, *3.* agyag, iszap és homokliszt rétegek, *4.* miocén és mezozóos képződmények, *5.* pliocén—pleisztocén határ, *6.* felső-pliocén—felső-pannóniai határ, *7.* hőmérsékleti izovonalak, *8.* fajlagos vízhozamok

Fig. 121. Complex hydrogeological section, W-E

1. Water-bearing sand layer, *2.* gravelly sand, *3.* clay, silt and sand flour beds, *4.* Miocene and Mesozoic formations, *5.* Plio-Pleistocene boundary, *6.* boundary between the Uppermost Pliocene and Upper Pannonian layers, *7.* isothermal lines, *8.* specific water yields 5—10...150—200 l/min/m

Az Alföld medencéjének formája egy nagy szabálytalan téglalaphoz hasonló. Nem követi a nagy medencerendszert körülvevő Kárpátok hegykoszorújának kerekded formáját, nem egységes tálszerű süllyedék. Nem volt az a pannóniai korban, nem az a negyedidőszakban sem. Helyi és inkább perifériikus helyzetű mély süllyedékek között szerkezetileg magas helyzetű területrészek, vállak, táblák, küszöbök alkotják a medencét. A folyóvízi üledékek nem egy egységes, a központ felé lejtő süllyedéket töltöttek fel, hanem egymástól időnként elrekesztett helyi süllyedékeket, úgynevezett fiókmedencéket. Egyesekbe durva üledék került, másokba finom szemű. Durva üledéket várnánk a peremekhez közel, finomat a medence belsejében. De a peremekhez közel is adódnak finomszemű üledékkel feltöltött fiókmedencék, olyankor, ha a durva törmeléket a lehordási irányra keresztben húzódó vetők, vagy kiemelkedések, gátak fogják fel. Durva üledék pedig helyenként a messzi belső területekre is jutott, így a Hortobágy nyugati részének altalajába néhány száz méter mélyre a Sajó hozta kavicsokból, homokokból. Durva üledék jutott a Duna—Tisza közi hátság altalajába 100—200—300 m mélyre



122. ábra. A felszín alatti rétegek vízadóképessége az Alföldön 500 m mélységig. Szerkesztette: JÁNOS E. 1984

$$\frac{\text{Vízhozam (l/p/m)}}{\text{Mélység (m)}}: \textit{1.}\ \frac{100-400}{0-50},\ \textit{2.}\ \frac{100-300}{0-100},\ \textit{3.}\ \frac{50-200}{0-100},\ \textit{4.}\ \frac{10-30}{0-200},\ \textit{5.}\ \frac{10-100}{0-200},\ \textit{6.}\ \frac{20-40}{0-100},$$

$$\textit{7.}\ \frac{50-150}{0-300},\ \textit{8.}\ \frac{20-50}{100-300},\ \textit{9.}\ \frac{50-80}{200-500},\ \textit{10.}\ \frac{100-250}{200-500},\ \textit{11.}\ \frac{20-50}{50-500}$$

Fig. 122. Water wealth of the aquifers until 500 m depth. Plotted by E. JÁNOS, 1984

$$\frac{\text{Water yield l/min/m}}{\text{depth m}}$$

a Dunából és tovább Csongrád, Szentes, Szeged vidékére egyrészt a Dunából, másrészt a dél-erdélyi hegyekből 300—600—1200 m mélyre. Durva üledék van néhány száz méter mélyen a Nyírség alatt is az ÉK-i Kárpátok anyagából. Ezek az Alföldnek felszín alatti vízben gazdag tájai. Vízben szegény tájak északon a Jászság déli fele, Jászladány környéke, ahova 600—700 m mélységig csak finomszemű üledék jutott, mert egy, a hegyperemmel párhuzamos pannóniai hát elgátolta az északról jövő durva üledéket. Finomszemű üledékkel telt meg a Körösök medencéje, mert itt egy, az erdélyi hegyek előtti, nagyjából É—D-i irányú nagy tektonikai mélyedés fogta fel a durva üledéket. Vízben szegény a Nagykunság is, mert ide — bármely oldalról jöttek is — a folyóknak csak finom üledéke jutott el.

Van még egy vízgazdag tája az Alföldnek, de itt nehéz megmondani, hogy vajon talajvízben, vagy mélységi vízben gazdag. Ez a Duna völgye Budapest és Baja között. Itt ugyanis a pleisztocén végi és holocén dunakavics északon néhány deciméterre, délen néhány méterre van a felszín alatt és tart 10—30, helyenként 40—60 m mélységig. A talajvíz itt nem választható el a párszor 10 m mély ugyanazon kavicsréteg vizétől, bár több helyen megfigyelhető volt, hogy a kavicsréteg felső részében a víz nagy sótartalmú, ugyanakkor 10—20 m mélyen már tisztább, sótlanabb. Elsősorban a szikes nátriumsók helyezkednek el a felszínhez közel és csökken a mértékük lefelé haladva.

Az Alföld vízföldtani viszonyait az artézi kútfúrásokból és újabban a szénhirogénkutató fúrásokból ismerjük. Az artézi kutak rétegsorait többen ismételten feldolgozták. Elsőnek Halaváts Gyula, aztán Schmidt Eligius Róbert, Sümeghy József, Urbancsek János, Erdélyi Mihály. E feldolgozások hiánya volt, hogy maga a fúrásanyag nem állt rendelkezésre, csak rétegsor leírások; illetve — ha rendelkezésre is állt, az csak az öblítővízzel kiemelt zagyminta volt, amit nem is mindig gondosan gyűjtöttek. A fúrásanyag használhatatlansága miatt állt át Urbancsek J. a karottázsméréseken alapuló feldolgozásra. Ámde a karottázsszelvény sem helyettesíti a maganyagot és nem is jellemzi mindig a kőzetet, még annak a fizikai természetét sem. Ahhoz, hogy az Alföld vízföldtani viszonyait megbízható földtani vizsgálat alá vegyük, arra volt szükség, hogy mind a vízvezető, mind az ún. vízzáró rétegek anyagi minőségéről pontos képet kapjunk. Ehhez ezeken a rétegeken olyan vizsgálatokat kell elvégezni, amelyekhez a réteg eredeti és manipulálatlan anyaga kell.

Régi igény a tanulmányi magfúrások lemélyítése az Alföld különböző tájain és anyaguk sokoldalú laboratóriumi vizsgálata. További igény volt az egymás alatt fekvő vízadó rétegek próbaszivattyúzás- és visszatöltődés-mérése, a hőmérséklet- és nyomásmérés, valamint a vízkémiai elemzéssel való hidrodinamikai és hidrokémiai összehasonlító vizsgálata. A víz útját a felszín alatt csak ilyen vizsgálatokkal lehet nyomon követni. Ezen túl szükség van olyan kutakra, ahol a rétegsor teljes ismerete mellett a víznívó természetes változásait, a rétegben mutatkozó nyomásingadozásokat szabatosan és részletesen meg lehet figyelni. Mindezt az Alföld vízföldtani szempontból legjellegzetesebb tájain és olyan helyeken, ahol nagy mennyiségű vízkitermelés a felszín alatti víztartókból nincsen, vagyis a víznívó ingadozásai természetes okokra vezethetők vissza.

Ilyen igény és megfontolások vezettek az 1964-ben induló új Alföld-térképezés során az alapvetően vízföldtani célkitűzésű fúrások telepítésére. Ezekkel a negyedidőszaki képződményeket és azok között helyet foglaló vízvezető rétegeket kívántuk megismerni. A vízföldtani céllal is telepített földtani alapfúrások végig folyamatos magvétellel mélyültek, a maganyagot a szolnoki és budapesti laboratóriumokban dolgoztuk fel. A megismert vízadó rétegeken elvégeztük a hidrodinamikai vizsgálatokat és geofizikai méréseket, s végül a legjobb vízadó rétegekre külön-külön észlelő kutakat építettünk ki. 1980 végéig 32 alapfúrás mélyült 100—1500 m mélységben és 74 mélységi vízfigyelő kút épült ki. A kutak adatait a 9. táblázat tartalmazza.* Az É—D-i és Ny—K-i irányban lemélyített alapfúrások és kiépített megfigyelő kutak befejezése után 1980-ban a harmadik szelvényirány fúrásaira került sor. Ez a fúrássor DNy—ÉK-i irányban végigszántotta volna az Alföldnek az észlelőhálózatba még be nem vont fontosabb tájait Bajától a kárpátaljai határig. A szelvény első fúrásának lemélyítésére nem került sor, mert Baján volt már vízföldtani fúrás és közelében Bácsalmáson az Intézet más osztálya mélyített le alapfúrást — sajnos észlelőkút kiépítése nélkül. Így a DNy—ÉK-i fúrássor első tagja Jánoshalmán mélyült 1980-ban. A fúrássor továbbvitele gazdasági okok miatt egyelőre elmaradt. Az észlelő hálózat teljessé tétele azonban megkívánja — előbb-utóbb — a folytatást.

A meg nem valósult fúráspontok: Kiskunhalas mellett Harkakötöny, a Duna—Tisza közi homokhátság déli felének feltárása; Kiskunfélegyházától délre Petőfiszállás, a hátság keleti lejtőjének, valamint az északi és déli felét elválasztó mélyedésnek megkutatására. Innen tovább ÉK-re a két előző fúrássor feltárta a Tisza-vidék és Tisza—Körös köz területét, tehát a Nagykunság közepéig nem terveztünk fúrást. A Nagykunság területét két fúrás tárta volna fel; egy Kuncsorbán, egy pedig Kisújszálláson. A következő fúrás Nádudvaron a Hortobágy viszonyait vizsgálta volna, a hajdúböszörményi fúrás és kúttelep pedig a Hajdúság viszonyait. Tovább ÉK-re a Nyírség területén két fúrást terveztünk: Nagykállóban és Nyírmadán; a Szatmári-síkságon egyet Vámosatya mellett. E tíz fúrás és kúttelep kiépítése az eddigiek mellett azt jelenti majd, hogy az Alföld minden vízföldtani szempont-

* Nem épült vízfigyelő kút a következő 100 m mély fúrások helyén: Nagykörű, Tiszapüspöki, Vezseny, Martfű, Mesterszállás, Szelevény.

Alföldi földtani alapfúrások és kiépített mélységi vízfigyelő kutak 1980-ig
Geological key boreholes and deep wells constructed till 1980 for water level observation

Helység	Alapfúrás mélysége (m)	Szűrő alsó pereme (m)	Észlelés kezdete (év)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)	Nyugalmi vízszint (m)	Kifolyó víz (°C)	Vízszint ingadozás (cm/évköz)	Vízben oldott sók súlya (mg/l)
Besenyszög 1.	100	96	1970	18	−4,6	15	218/67—80	1595
Cserebökény 1.	100	88	1972	1	−3,4	15	50/72—80	1100
Cserkeszőlő 1.	102	49	1970	13	−2,5	16	128/67—80	1276
Csongrád 1.	1200	1056	1971	88	+16,0	43	606/73—80	625
Csongrád 2.		655	1971	100	+14,0	30	259/73—80	575
Csongrád 3.		445	1974	40	+10,6	24	468/73—80	651
Csongrád 4.		241	1974	116	+6,3	19	292/74—79	560
Dévaványa 1.	1116	1100	1978	16	+8,6	60	91/78—80	1481
Dévaványa 2.		657	1978	27	+6,8	42	63/78—80	1148
Dévaványa 3.		205	1978	21	−1,7	22	57/78—80	1459
Dévaványa 4.		27	1978	2	−2,2	13	102/78—80	1354
Egyek 1.	700	494	1972	87	−0,4	34	147/72—80	1339
Egyek 2.		171	1972	94	−2,6	19	87/72—80	677
Egyek 3.		68	1972	37	−2,8	14	188/72—80	661
Erdőtelek 1.	400	321	1972	13	+0,6	22	248/72—80	673
Erdőtelek 2.		249	1972	13	−1,7	19	220/72—80	571
Erdőtelek 3.		48	1972	43	−0,7	13	192/72—80	566
Erdőtelek 4.		12	1972	5	−1,0	12	205/72—80	512
Hevesvezekény 1.	600	580	1971	16	+6,5	37	258/73—80	630
Hevesvezekény 2.		200	1971	8	+3,6	24	68/73—80	560
Hevesvezekény 3.		76	1971	7	−2,7	15	171/73—80	580
Hevesvezekény 4.		12	1977	17	−1,0	11		580
Jánoshalma 1.	539	216	1980	57	−29,6	22		531
Jánoshalma 2.		164	1980	116	−13,4	19		425
Jánoshalma 3.		16	1980	11	−1,8	18		599
Jászladány 1.	944	907	1971	15	+13,2	52	629/73—80	1524
Jászladány 2.		331	1971	3	+1,9	28	208/73—80	1526
Jászladány 3.		168	1977	2	−3,3	12	50/78—80	2233
Jászladány 4.		12	1977	5	−1,6	12	190/78—80	3777
Kecskemét 1.	700	525	1974	13	−17,5	33	201/73—80	2678
Kecskemét 2.		316	1974	12	−16,5	23	149/73—80	1032
Kecskemét 3.		192	1974	96	−15,4	22	173/73—80	528
Kengyel 1.	520	312	1970	5	+1,4	24	497/67—80	1783
Kengyel 2.		177	1970	6	−0,4	25	350/67—80	1265
Kengyel 3.		61	1970	1	−4,8	15	169/67—80	1459
Kengyel 4.		16	1976	8	−4,5	12	95/77—80	881
Kerekegyháza 1.	400	210	1975	2	−3,9	22	138/75—80	918
Kerekegyháza 2.		172	1975	25	−4,0	21	142/75—80	888
Kerekegyháza 3.		84	1975	88	−4,2	17	178/75—80	666
Komádi 1.	1200	1109	1980	24	+16,6/+2,5	60		2306
Komádi 2.		525	1980	9	+1,7	34		1294
Komádi 3.		183	1980	3	+1,6	20		679
Komádi 4.		25	1980	2	−0,6	16		575
Kunadacs 1.	400	366	1975	22	+4,7	33	108/75—80	2149
Kunadacs 2.		147	1975	21	+2,4	19	136/75—80	686
Kunadacs 3.		53	1975	31	−2,2	14	116/79—80	540
Kunszentmiklós 1.	104	78	1979	17	−2,8	14	76/79—80	304
Kunszentmiklós 2.		26	1979	204	−2,2	11	157/77—80	2599
Mindszent 1.	1500	823	1970	115	+10,0	36	181/72—80	599
Mindszent 2.		490	1970	56	+7,9	25	210/75—80	486
Mindszent 3.		308	1975	103	+3,7	21	210/77—79	515
Mindszent 4.		210	1975	82	+1,9	18	229/76—80	509
Nyárlőrinc 1.	800	578	1975	36	−9,6	26	206/76—80	731

9. táblázat — Table 9 (2)

Helység	Alapfúrás mélysége (m)	Szűrő alsó pereme (m)	Észlelés kezdete (év)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)	Nyugalmi vízszint (m)	Kifolyó víz (°C)	Vízszint ingadozás (cm/évköz)	Vízben oldott sók súlya (mg/l)
Nyárlőrinc 2.		370	1975	87	−9,7	22	221/76—80	659
Nyárlőrinc 3.		135	1975	13	−5,8	16	147/76—80	508
Nyárlőrinc 4.		8	1975		−1,6	13	188/67—80	
Óballa 1.	300	140	1970	1	−2,5	16	233/67—80	1457
Óballa 2.		85	1970	6	−5,9	18	218/67—80	416
Öcsöd 1.	300	233	1970	11	+4,1	21	214/67—80	1212
Öcsöd 2.		66	1970	2	−2,9	14	262/74—80	756
Szarvas 1.	1001	885	1974	51	+9,0	54	176/74—80	2247
Szarvas 2.		358	1974	5	+1,0	21	120/74—80	1250
Szarvas 3.		210	1974	23	−1,2	21	76/78—80	1158
Szolnok 1.	150	125	1977	12	−4,8	18	178/78—80	1755
Szolnok 2.		99	1977	1	−4,1	14	174/67—80	1680
Szolnok 3.		30	1970		−3,6	11	230/78—80	1251
Szolnok 4.		13	1977	2	−0,6	13	508/68—80	1735
Tószeg 1.	300	222	1968	6	+3,4	15	230/67—80	665
Tószeg 2.		73	1967	3	−3,7	12	174/67—80	806
Törökszentmiklós 1.	101	87	1970	5	−6,2	17		1415
Vésztő 1.	1200	1059	1979	8	+10,9	54	39/80	1399
Vésztő 2.		693	1979	13	+4,8	41	36/80	1353
Vésztő 3.		205	1979	19	−2,2	21	25/80	1346
Vésztő 4.		16	1979	8	−3,0	19	103/80	1301

ból fontos táján a Földtani Intézet rendelkezik a vízföldtani szempontból legfontosabb negyedidőszaki rétegeket feltáró földtani alapfúrással és rendszeresen figyelni tudja a mély rétegekben lebonyolódó nyomásváltozásokat és mozgásokat. Csak a Dél-Tiszántúl marad még feltáratlan e terv végrehajtása után, de itt a MÉLYÉPTERV végzett vízföldtani kutató munkát az 1980-as évek elején a Maros hordalékkúp feltárására. A terület tehát nem marad ismeretlen.

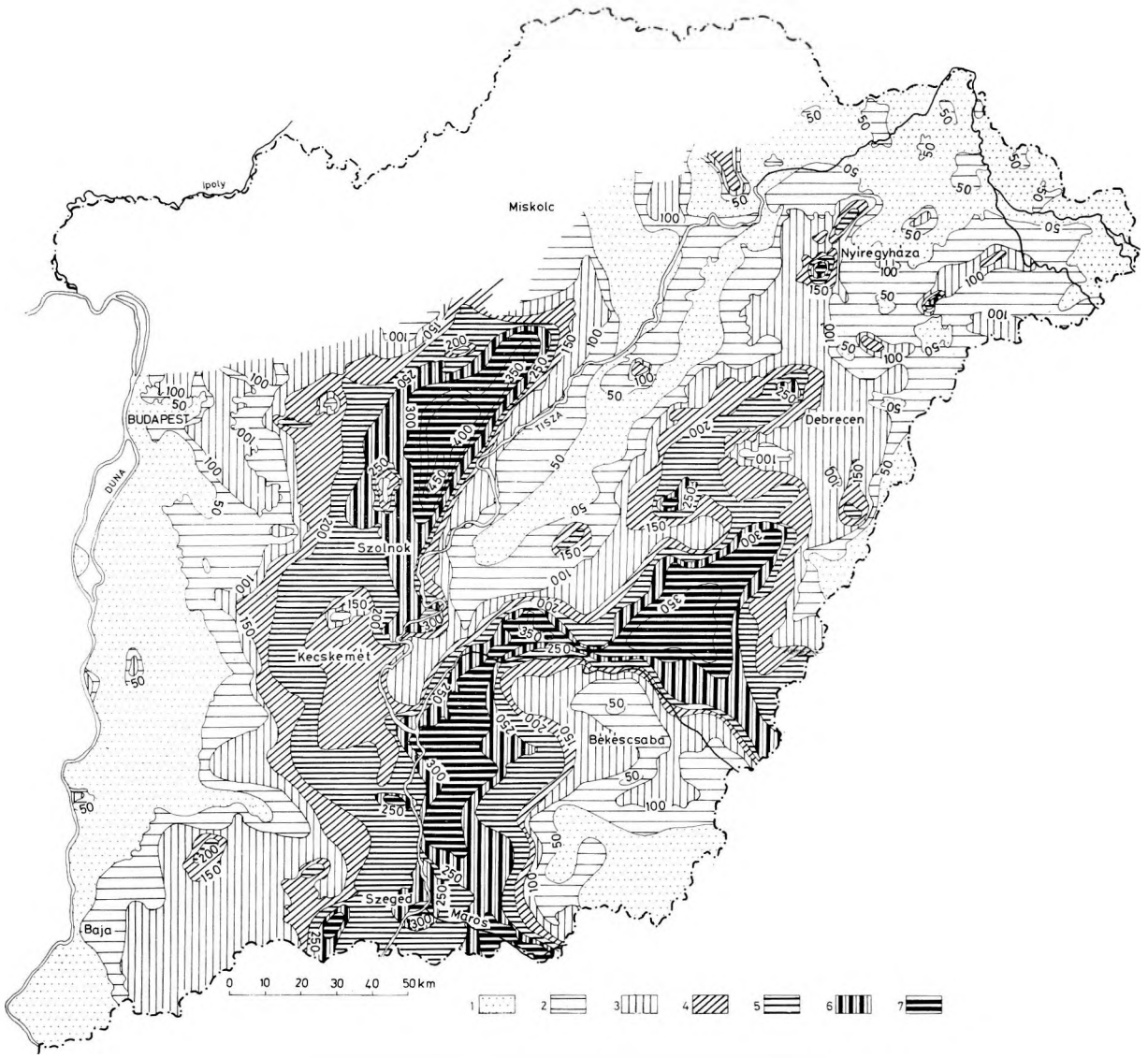
Vízföldtani tájak

Az Alföld felszín alatti vízben szegény és gazdag tájairól nehéz jó térképet szerkeszteni. A jó vízadó rétegek mélységi elhelyezkedése, a rétegek száma, vastagsága, szemcseösszetétele ahány táj, annyiféle az Alföldön. Így a Duna-völgy 50—100 m mélységig igen gazdag vízben, de határozottan szegény a mélyebb rétegekben. Ugyanakkor a csongrád—szegedi medence 200 m mélységig inkább szegénynek mondható, de 200—300 m mélységben és tovább lefelé is vízgazdag. A Duna-völgyben a jó vízadó rétegek összvastagsága átlagosan az 50 m-t alig haladja meg, a csongrád—szegedi medencében viszont a víztartó homokrétegek összvastagsága több mint 500 m.

A vízadó rétegek teljesítőképessége tájanként és mélységenként igen változó. Ezért kísérletezünk földtani metszetekkel, szelvényekkel. Természetesen egy-egy metszet vonalában csak néhány kiválogatott, de jellemző kút fajlagos vízhozamát lehet ábrázolni, nem az összes kútét és nem is valamilyen számított átlagot. Kifogást lehet emelni az ilyen bemutatás ellen azon az alapon, hogy egy-egy vízadó réteg teljesítőképessége függ a kút termelőcsövének méretétől, a szűrő hosszától, lyukbőségétől, elhelyezésétől, a kavicsbéléstől, általában a kút kiképzésétől. Ha azonban a képviseletül kiválasztott kutak száma elég nagy és a válogatás megfelelő körültekintéssel készült, a felsorolt mesterséges zavaró tényezők nem rontják a valóságos képet.

Nincs fontosabb földtani kérdés az Alföldön, mint a felszín alatti vízadó rétegek teljesítőképessége, az Alföld mélységi vízvagyona. Ezért a kérdés tanulmányozásával és a viszonyok térképi megjelenítésével többen foglalkoztak. Alapvető ezek között Urbancsek János-nak, a fúrt kutak legjobb ismerőjének térképe a kútkataszter VIII. kötetében. A térkép a negyedidőszaki rétegek vízkincsét mutatja be a kútadatokból gyűjtött fajlagos vízhozam alapján. Hasonló térkép készült a Kárpát—Balkán Geológiai Asszociáció keretében egy megadott jelkulcs szerint (Rónai A. 1971).

A szelvényszerű ábrázolásnak is sokféle lehetősége van. Ábrázolhatjuk a földtani szelvényen a különböző mélységekből szerezhető vízmennyiséget, esetleg megadva a nyomásviszonyokat — azaz a különböző mélységből jövő vizek nyugalmi szintjét — a víz hőmérsékletét, a rétegek vízadó kapaci-



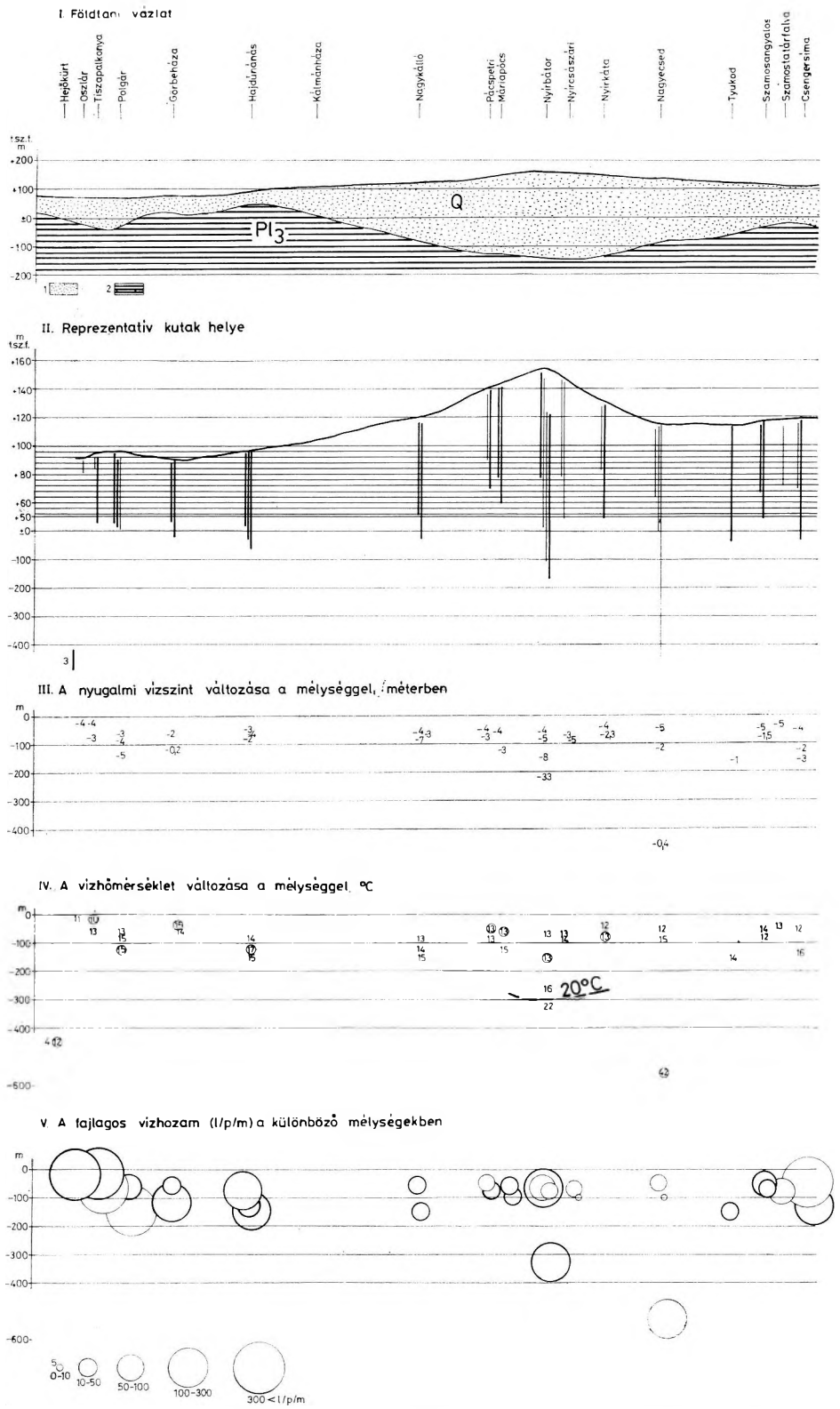
123. ábra. A legjobb vízadó rétegek talpmélysége
1. 0—50 m, *2.* 50—100 m, *3.* 100—150 m, *4.* 150—200 m, *5.* 200—250 m, *6.* 250—300 m, *7.* 300—500 m

Fig. 123. Depth of the bottom of the best aquifers

tását, esetleg a víz kémiai jellegét. Az ábrázoláshoz a területi szelvény mentén ki kell keresni az adataikban legmegbízhatóbb kutakat. Ezek száma dönti el az ábrázolt viszonyok megbízhatóságát. Gyakorlati célból szerkeszthetünk olyan térképet is, amely azt mutatja, hogy tájanként milyen mélységben találunk jó vízadó réteget. E téren kiemelkedik a Dél-Jászság, a Körös-medence, de még a déli Tisza-vidék is azzal a tulajdonsággal, hogy igazán jó vízadó réteg megnyitásáért 300—400 m-re, vagy annál is mélyebbre kell fúrni. Ugyanakkor nagy területeken már 50—100 m mélységben van jó vízadó réteg.

Vízbeszerzés szempontjából az sem érdektelen, hogy az egyes vízmedencékben milyenek a nyomás- és hőmérsékleti viszonyok. A nyomásviszonyoknál gyakorlati szempontból az a fontos, hogy a rétegek felszökő vizet adnak-e vagy sem. E téren nagyok a különbségek. Érthető, hogy a Duna—Tisza közi hátság 120—130 m, vagy a Nyírség 150—160 m magas homokdombjain 200—300 m mélységből nem lehet felszökő vizet várni ugyanakkor, amikor Csongrád táján — ahol a térszín 86 m magasan van a tenger szintje felett — már 60 m mélységből a felszín fölé emelkedik a víz és 200 m mélységből már 6 m magasan áll meg a terepszint felett. Kevésbé érthető az, hogy a Hortobágy és Nagykunság táján, olyan térszínen, ahol a domborzati különbségek a 3—4 m-t sem érik el, egyes helyeken már 100 m mélységből felszökő vizet kapunk, más helyeken pedig még 300 m mélységből sem.

A földtanban külön választjuk a negyedidőszaki folyóvízi rétegeket a harmadkori levantei és a pannóniai tavi rétegektől, ez utóbbiaknál is külön fejezetbe tartoznak az alsó-pannóniai sósvizek és a



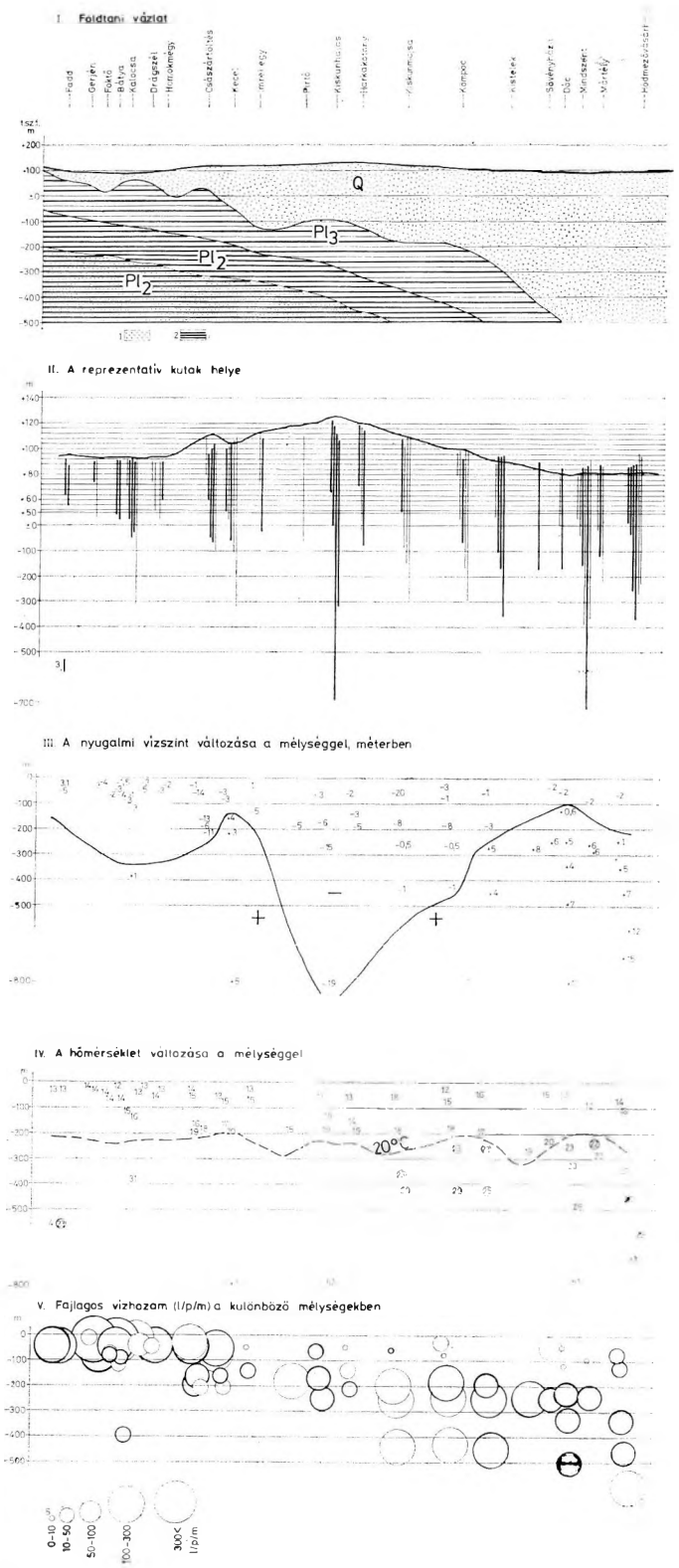
124. ábra. Vízföldtani szelvény a Hajdúságon és a Nyírségen át

1. Homok, *2.* agyag, iszap, *3.* átlagolt értékek több fúrásból, *4.* talphőmérséklet, *5.* fajlagos vízhozam

Fig. 124. Hydrogeological section across Hajdúság and Nyírség

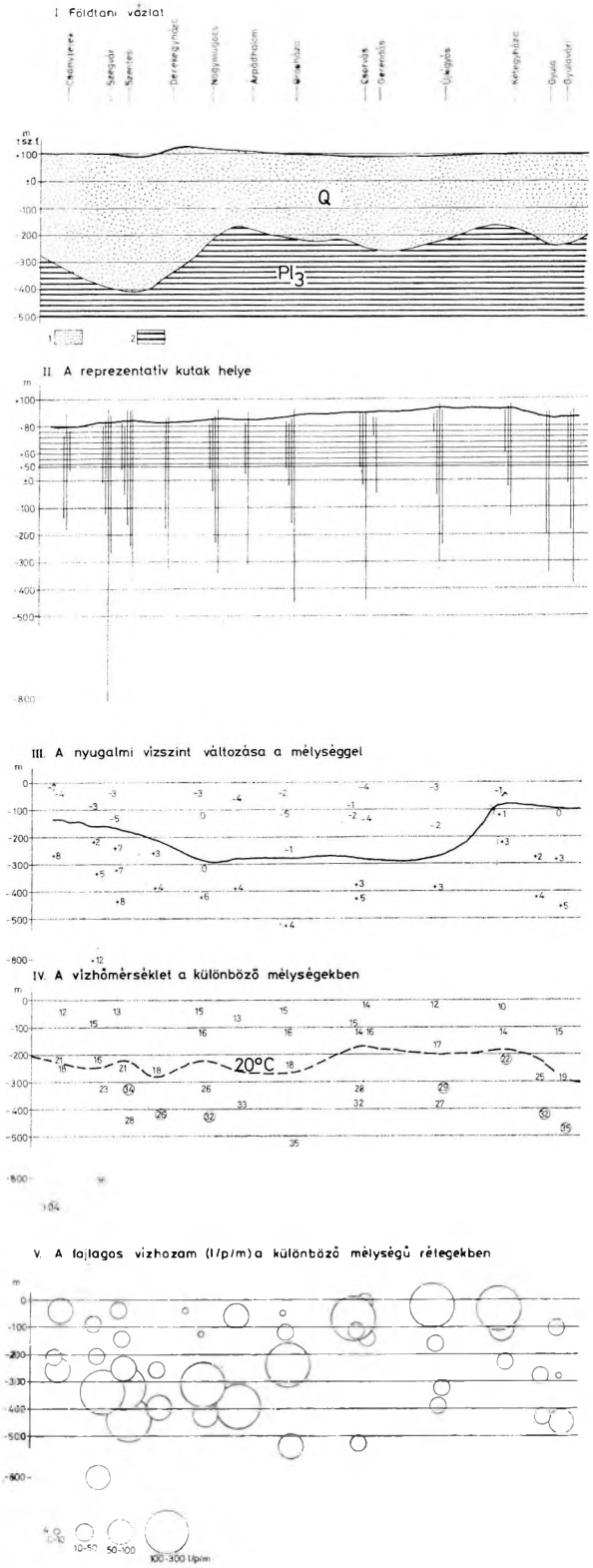
I. Geological version, *II.* location of the key boreholes, *III.* the change of the piezometric level with depth in m, *IV.* the change in depth of the water temperature, °C, *V.* specific yield in different depths l/min/m

1. Sand, *2.* clay and silt, *3.* average values from several drillings, *4.* bottom temperature, *5.* specific water yield



125. ábra. Vízföldtani szelvény a Duna—Tisza köze D-i szélén
A jelkulcsot lásd a 124. ábránál

Fig. 125. Hydrogeological section in the southern part of the Danube—Tisza region
For explanation see Fig. 124



126. ábra. Vízföldtani szelvény a Tiszántúl D-i részén
A jelkulcsot lásd a 124. ábránál

Fig. 126. Hydrogeological section in the southern part of the Trans-Tisza region
For explanation see Fig. 124

felső-pannóniai édesvizek. Tisztán vízellátás szempontjából talán helyesebb az Alföld édesvíztartó rétegeiről (negyedidőszakiak és felső-pannóniaiak együtt) és sósvíztartó rétegeiről beszélni (alsó-pannóniai, helyenként szarmata és más miocén szemcsés üledékek vize).

Bizonytalan a sztratigráfiai besorolása az ún. levantei rétegeknek. Az alföldi fúrásokban sokfelé előforduló „tarka agyag" rétegeket sorolják ide. A levantei emelet a pliocén rétegsor tetején litosztratigráfiai eredetű, mert levantei formaelemeket az Alföld medencéjének Mollusca anyagában nem, vagy csak ritkán, elvétve találunk. A pliocént bezáró agyagos rétegsor jellemzője a fosszíliák teljes hiánya, a sterilitás. A tarka agyag viszont jól felismerhető és azonosítható kőzettani kategória, a levantei nevet azért adjuk neki, hogy helyét a pliocén rétegsorban érzékeltessük. Vannak viszont olyan helyek az Alföldön, ahol ez a kőzettani formáció hiányzik. Ilyenkor — gyakran — a felső-pannóniai tavi vagy a folyóvízi képződmények egy részét sorolják be a levantei kategóriába. A tarka agyag sorozat litológiai formáció, amelynek képződési idején, a pannóniai és kvarter határon, más területeken rendes tavi agyagok vagy folyóvízi homok—kavics—agyagrétegek települtek.

A negyedkori folyóvízi víztartó rétegekre jellemző, hogy rendszerint 10—20 m-nél nem vastagabbak és hasonló vastagságú kőzetliszt vagy agyagrétegek választják el őket egymástól. Egy több száz méter vastag folyóvízi üledéksorban 10—20 jó vízadó réteg követheti egymást, lefelé haladva. Mindegyikben különböző a nyomásszint és a hőmérséklet, de azonos, vagy legfeljebb kétféle a vízminőség. Kecskemét 200 m vastag negyedidőszaki rétegsorában 7 jelentősebb vízadó kavics- és homokréteget találunk, egyenként 5—30 m vastagokat. Csongrádon a 660 m vastag negyedidőszaki rétegösszletben 18 jó vízadó homokréteg van, átlagvastagságuk 18 m. Jászladányban viszont a 432 m vastag negyedidőszaki rétegsorban 17 homokréteg van, de átlagvastagságuk csak 2,1 m.

A jó vízadókban bővelkedő és a felszín alatti vízben szegény tájak jellemzésére néhány számadatot közlünk a 10. táblázatban. A táblázat csak a negyedidőszaki rétegek víztartóinak kavics- vagy homokrétegeit tartalmazza.

10. táblázat — Table 10

A homokrétegek aránya a negyedidőszaki rétegekben
Proportion of the sand layers in Quaternary sequences

Fúrás helye	Rétegvastagság (m)	Homokrétegek száma	Összvastagság (m)	%
Kecskemét	200	7	130	65,0
Nyárlőrinc	370	14	200	54,0
Csongrád	660	18	320	48,5
Mindszent	670	16	240	35,8
Tótkomlós	280	11	140	50,0
Hevesvezekény	280	10	90	32,1
Jászladány	432	17	36	8,3
Kengyel	310	15	60	19,4
Szarvas	450	10	75	16,7
Vésztő	480	13	60	13,6

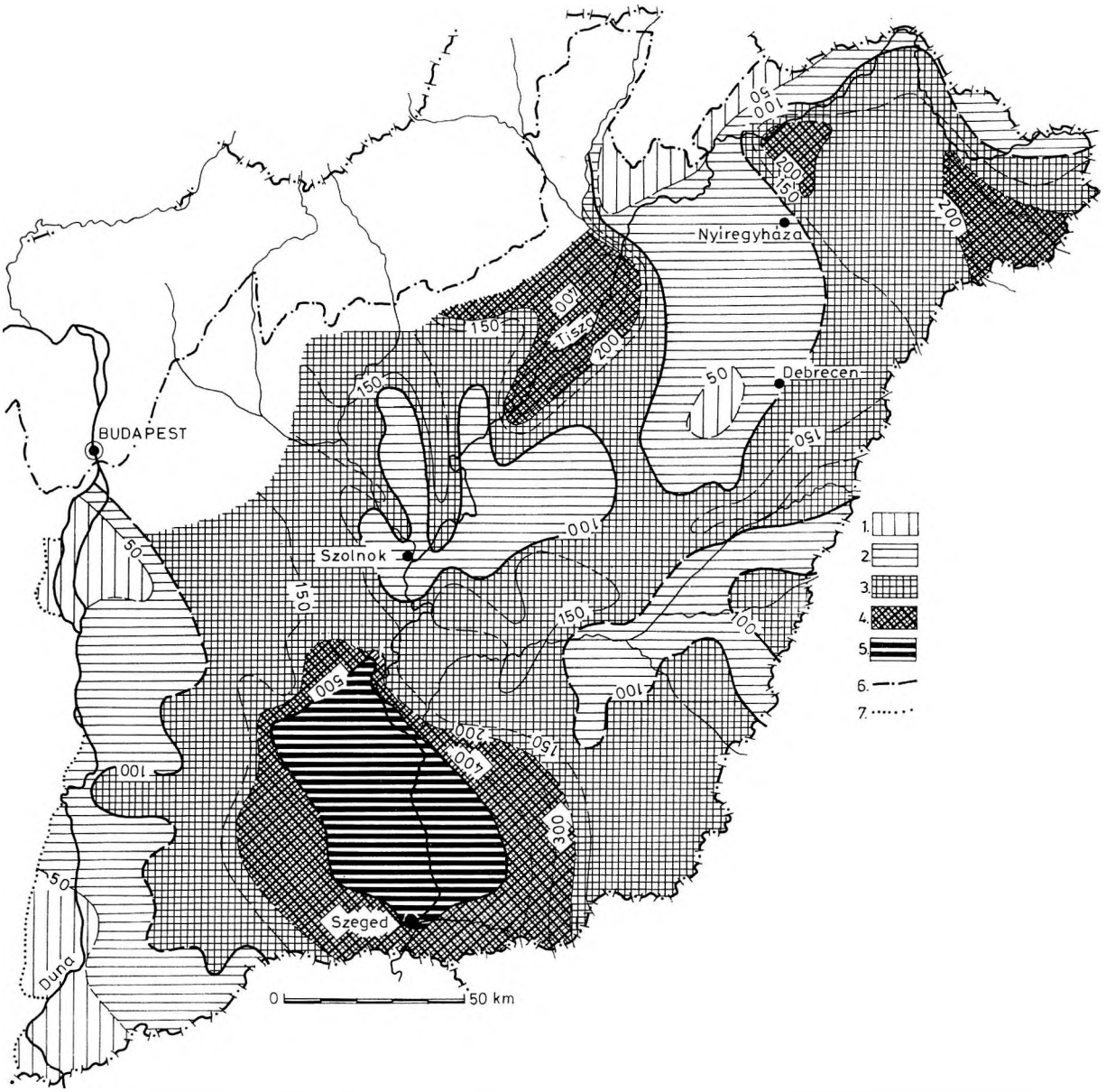
11. táblázat — Table 11

A levantei tarka agyagok vastagsága a MÁFI fúrásokban
Thickness of the variegated clay layers in profiles drilled by the Hungarian Geological Institute

A Tisza jobb partja			A Tisza bal partja		
	Előfordulás mélysége (m)	Tarka agyag vastagság (m)		Előfordulás mélysége (m)	Tarka agyag vastagság (m)
Hevesvezekény	280—470	190	Egyek	250—370	120
Jászladány	432—735	303	Kengyel	310—500	190
Kunadacs	—	—	Szarvas	450—850	400
Kerekegyháza	—	—	Dévaványa	450—1116	666
Kecskemét	—	—	Vésztő	480—1200	720
Nyárlőrinc	—	—	Komádi	490—950	560
Csongrád	—	—	Tótkomlós	240—430	190
Jánoshalma	—	—	Mindszent	—	—

A vízadó összletek különböző száma és vastagsága nem fejezi ki teljesen a különbséget, ami a felszín alatti vízkincs tekintetében az Alföld egyes részmedencei között fennáll. További különbséget jelent a vízszegény medencék hátrányára az a tény, hogy az itteni homokrétegek finomabb szemcséjűek, s így vízszolgáltatási képességük jóval kisebb, mint a durva üledékekkel telt medencerészeké. A levantei és pannóniai víztartókról hiányosabb ismereteink vannak az Alföldön, mert jóval kevesebb kút mélyül kiaknázásukra, lévén, hogy felettük a negyedidőszaki rétegekből kisebb mélységből elegendő víz nyerhető. A levantei tarka agyag rétegekről azt tudjuk, hogy vízfeltárás szempontjából el kell kerülni őket, mert csak kivételesen található közöttük jó vízadó réteg. Legnagyobb vastagságban a tarka agyagokat a Dél-Jászságban, a Nagykunságban és a Körös-medencében találjuk.

A felső-pannóniai édesvíztartó rétegek vastagsága az Alföld medencéjében 100—2000 m között váltakozik. Az együttes felszíne pedig 50—100 m-től 500—700 m mélységben helyezkedik el. Ott, ahol a pannóniai felszín magas helyzetben — tehát a mai felszín közelében — van, rendszerint agyagos rétegekkel kezdődik a sorozat, vízben tehát nem gazdag. A mélyebb helyzetű pannóniai rétegsor



127. ábra. 1,5 méternél vastagabb édesvíztartó szintek együttes vastagsága. Szerkesztette: Erdélyi M.
1. 0—50 m, *2.* 50—100 m, *3.* 100—200 m, *4.* 200—500 m, *5.* 500 m-nél nagyobb, *6.* a hegyvidék határa, *7.* a síkság határa a Duna jobb partján

Fig. 127. Cumulative thickness of the freshwater-bearing layers with more than 1.5 m thickness for each. Plotted by M. Erdélyi

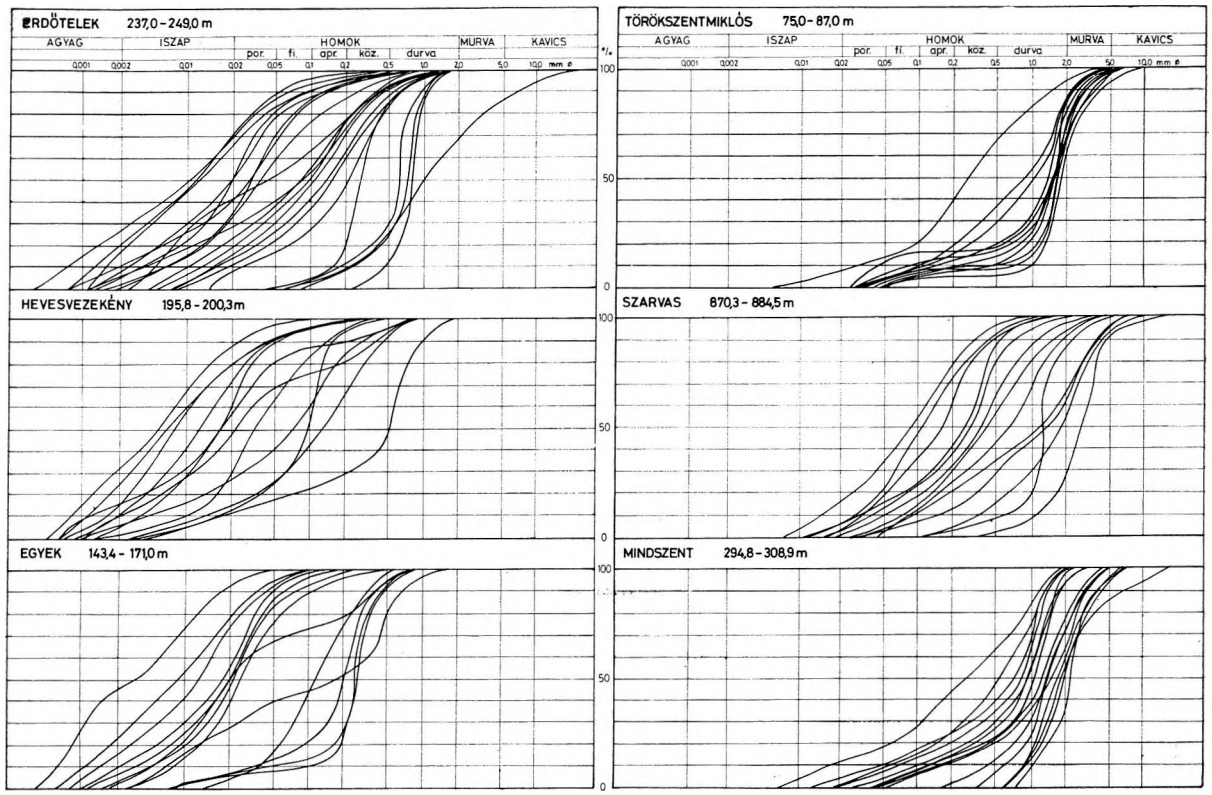
viszont gyakorta folyóvízi homokokkal kezdődik, illetve ilyenekkel folytatódik a negyedidőszaki rétegösszlet. Ilyen esetben vízben gazdag (pl.: Csongrád). Ott is, ahol a negyedidőszaki rétegek túlnyomóan agyagosak és alattuk tarka agyag rétegsor következik, a felső-pannóniai retegekbe érve megszaporodnak a homokrétegek (Jászladány, Dévaványa, Vésztő). A felső-pannóniai vízadó rétegek vízadó képessége általában nagy. Egy-egy rétegből 100—200 l/p víz nyerhető 1 m leszívás mellett. Ugyanakkor a tarka agyagos rétegsorban található homokrétegek legfeljebb 15—20 l/p/m vizet adnak.

A pannóniai víztartó rétegeket főleg termálvíz nyerése érdekében tárják fel. A felső-pannóniai rétegsorban egymást követik a víztartó és vízzáró rétegek. Vastagságuk rendszerint 10—20 m. A vízadók finom- vagy aprószemű homokok, ritkán kavicsok. Minthogy a rétegösszlet a medencében átlagosan 900 m vastag, a benne tárolt víz igen nagy mennyiségű. A pannóniai rétegekből az Alföldön

12. táblázat — Table 12

Alföldi vízadó rétegek jellemző szemcseméretei
Characteristic granulometric size of the water-bearing layers in the Great Plain

A kút helye	A réteg mélysége és vastagsága (m)	D_{10} a legfinomabb rétegben (mm)	D_{60} a legdurvább rétegben (mm)	D_m átlagos (mm)	Átlagos U
Erdőtelek	40—48	0,001	0,33	0,18	10,4
	237—249	0,001	0,42	0,20	7,5
	311—321	0,003	0,28	0,10	1,2
Hevesvezekény	68—70	0,003	0,30	0,00	1,2
	126—200	0,001	0,25	0,03	40,0
Jászladány	320—331	0,001	0,10	0,03	3,3
	892—907	0,001	0,24	0,12	69,5
Óballa	75—85	0,003	0,22	0,12	11,0
	133—140	0,004	0,26	0,13	7,5
Tószeg	67—73	0,002	0,13	0,10	18,0
	214—222	0,034	0,17	0,14	8,0
Kecskemét	512—525	0,002	0,18	0,10	6,0
	303—316	0,001	0,25	0,06	25,0
	172—192	0,005	0,30	0,16	4,0
Kengyel	53—61	0,005	0,24	0,12	10,0
	172—177	0,001	0,26	0,02	7,0
	306—312	0,001	0,14	0,05	8,6
Öcsöd	58—66	0,002	0,14	0,13	24,0
	228—233	0,002	0,14	0,05	21,8
Szarvas	193—210	0,003	0,82	0,16	6,3
	352—358	0,002	0,33	0,13	5,0
	870—885	0,001	0,28	0,10	10,0
Dévaványa	1085—1100	0,004	0,30	0,10	7,5
	649—657	0,001	0,70	0,20	25,0
	199—205	0,0004	0,15	0,05	24,0
Vésztő	1051—1059	0,0003	0,40	0,30	10,0
	653—693	0,0005	0,18	0,03	26,0
	193—205	0,0004	0,30	0,10	48,0
Csongrád	234—241	0,053	0,25	0,15	1,7
	428—445	0,046	0,55	0,20	3,2
	642—655	0,001	0,28	0,20	26,8
	1029—1056	0,008	0,30	0,23	2,6
Mindszent	99—110	0,001	0,30	0,10	30,0
	189—210	0,004	0,30	0,14	3,0
	295—308	0,001	0,32	0,20	2,7
	799—823	0,020	0,54	0,20	3,7
	1035—1310	0,002	0,28	0,17	6,2



128. ábra. Néhány alföldi vízadó réteg részletes szemcseösszetétele

Fig. 128. Detailed granulometric composition of some water-bearing beds

úgyszólván mindenütt felszín fölé szökő vizet kapunk. Kivétel a Duna—Tisza közi hátság, a Nagykunság és a Nyírség területe. A Nagykunságon a pannóniai rétegek szerkezetileg magas helyzetben vannak, s így bennük a rétegnyomás kisebb, mint a mélyen fekvő rétegekben. A Duna—Tisza közén és a Nyírségben a felszín domborzati helyzete miatt marad a víznívó a középmélységekben a terepszint alatt.

Az édesvíztartó rétegek összvastagságáról Erdélyi M. készített térképet 1973-ban. Az 1,5 m-nél vastagabb vízadó rétegek összeadásával a Csongrád—Szeged medencében 500 m-nél nagyobb vastagságot kapott, ezzel szemben 100 m-nél kisebb az összvastagság a Hortobágyon és a Hajdúságon, a Nagykunság északi részén és a Tisza középső szakasza mentén, a Körös-medencében és — természetesen — a Duna-völgyben. A térkép szerkesztésénél édesvíznek vette az 1,5 g-nál kevesebb oldott anyagot tartalmazó vizet.

A vízadó rétegek vízhozama általában a réteg szemcséinek nagyságától függ. Kavics víztartókból és durva homokrétegekből sok víz nyerhető, finom homokból és iszapos, agyagos homokrétegekből kevés. Ez az összefüggés annyira nyilvánvaló, hogy a rétegek várható vízhozamát a szemcseösszetételből számítani vagy legalábbis becsülni szokták. E becslésekre és számításokra aztán a próbaszivattyúzás és a kút tényleges termelési kapacitása gyakran nagyon rácáfol. Az összefüggés ugyanis csak a szignifikáns különbségeknél szembetűnő, a további közelítések esetén az osztályozottsági fok a meghatározó. Így semmit, vagy majdnem semmit sem érnek azok a paraméterek, amelyek egy-egy réteg átlagos szemcseátmérőjét, mediánját, az ún. mértékadó szemnagyságot, a D/10, D/60, D/90 értékeit vagy egyenlőtlenségi tényezőjét adják meg. Ezek ott, ahol nagyon sokféle apró rétegből áll az összlet, a vízleadásra nézve nem meghatározóak. Csak jelentős szemcsenagyság különbségek tükröződnek a vízhozamban kifejezhető módon.

A 12. táblázat bemutatja a MÁFI kutak beszűrőzött vízadó rétegeinek jellemző szemcseméreteit. A 128. ábra egy-egy vízadó réteg különböző vékony rétegeinek szemcseeloszlási görbéit ábrázolja. Egyes esetekben a görbesereg szeles mezőt foglal el és nyilvánvalóvá válik, hogy olyan számértéket, amely ennek az együttesnek az összhatását a vízvezetés szempontjából megfelelően kifejezné, nem lehet megalkotni. A 13. táblázat a szemcseösszetétel és a fajlagos vízhozam összefüggését szemlélteti.

A fajlagos vízhozamok megítélésénél figyelembe kell venni, hogy a MÁFI kutakat nem víztermelésre építették ki. A kútépítésnél nem volt igény a minél nagyobb vízhozam elérése, hiszen a kút csak a vízjáték megfigyelésére épült. Ezeknél a vízhozamoknál tehát jelentősen nagyobb hozamok is elér-

Szemcseösszetétel és vízadó-képesség az alföldi észlelő kutakban
Granulometric composition and water yielding capacity of the layers in the observation wells of the Great Plain

A kút helye	A réteg mélysége (m)	Súlyozott D_{10} (mm)	Átlagos D_{60} (mm)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)
Erdőtelek	40—48	0,002	0,23	37,0
	237—249	0,004	0,30	13,0
	311—321	0,012	0,15	13,0
Hevesvezekény	68—76	0,007	0,13	8,0
	126—200	0,002	0,06	8,0
Jászladány	320—331	0,002	0,06	2,7
	892—907	0,002	0,16	14,0
Besenyszög	84—96	0,002	0,05	12,6
Óballa	75—85	0,012	0,13	5,6
	133—140	0,020	0,02	0,3
Tószeg	67—73	0,006	0,12	2,3
	214—222	0,050	0,75	7,1
Kengyel	53—61	0,013	0,13	0,8
	170—177	0,004	0,03	5,5
	306—312	0,005	0,09	5,3
Kecskemét	512—525	0,01	0,2	15,0
	303—316	0,006	0,1	12,0
	172—192	0,06	0,3	125,0
Nyárlőrinc	562—578	0,02	0,3	36,0
	351—370	0,05	0,4	82,0
	121—135	0,004	0,1	13,0
Öcsöd	58—66	0,005	0,15	2,0
	228—233	0,004	0,10	14,3
Szarvas	193—210	0,003	0,19	30,0
	352—358	0,003	0,15	48,0
	870—884	0,001	0,16	60,0
Dévaványa	1085—1100	0,008	0,2	13,0
	649—657	0,003	0,3	26,0
	199—205	0,005	0,1	23,0
Vésztő	1051—1059	0,002	0,35	14,0
	653—693	0,003	0,15	15,0
	193—205	0,002	0,2	20,0
Cserkeszőlő	43—49	0,004	0,05	10,9
Cserebökény	74—89	0,001	0,04	1,0
Csongrád	232—241	0,070	0,26	140,0
	428—445	0,008	0,96	50,0
	624—655	0,002	0,04	24,3
	1029—1056	0,093	0,25	50,0
Mindszent	99—100	0,001	0,02	6,4
	189—210	0,050	0,15	90,0
	295—308	0,090	0,23	90,0
	799—823	0,062	0,23	115,0
	1305—1319	0,032	0,21	3,0

A D_{10}, D_{60}, azon szemcseméret, amelyből és amely alatti méretből a szemcsehalmazban 10, 60% van.

hetők megfelelő kútkiképzéssel. Az egymáshoz való hasonlítást ezek a mérőszámok azonban nagyon jól szolgálják, mivel az egyes tájak vízadó rétegeinek — víztermelés szempontjából jelentkező — különbségeit helyesen fejezik ki.

A kutak vízhozama függ a telepített kutak számától, sűrűségétől is. Az 1885. évi vízjogi törvény engedélyhez kötötte az újabb artézi kutak fúrását, ezzel védekezve a túl sűrű kúttelepítés és a rétegek túlzott kihasználása ellen. Ez a rendelkezés egy-egy területen a túl sűrű kúttelepítést megakadályozta, illetve fékezte, más területeken azonban a kutak száma évről évre rohamosan szaporodott. A víztermelés okozta nagyobb vízszintsüllyedést az elmúlt évtizedekben csak néhány nagy városunk kútjaiban tapasztaltunk. Debrecenben a városi vízművek kútjainak víznívója 25 esztendő alatt 20—25 m-t süllyedt (a kutak 150—250 m mélységűek). A 200 000 lakosú város teljes vízellátása a kutak vizére volt alapozva évtizedekig, jelenleg a Keleti-főcsatornából kap pótlást. Szeged város vízellátása is kutakra alapozódik. A legjobban megcsapolt rétegekben itt is 5 m-nél nagyobb süllyedés tapasztalható.

Ha az egy kútból kiemelhető vízmennyiséget vesszük alapul, akkor az Alföld mélységi vízben leggazdagabb területei azok a sekély kavicsöblözetek, amelyek talajvízben is kiemelkedően bővizűek: a Duna völgye, a Szatmári-síkság, Bodrogköz és a Sajó-völgy alsó szakasza, illetve a ma már eltemetett nagy hordalékkúp. Ezeken a területeken a kavicsrétegek 50—100 m mélyre hatolnak, a Szatmár—Beregi-síkságon és a Sajó hordalékkúpon 200 m mélységre is. Ezekből a rétegekből egy-egy kúttal 1000—2000 l/p/m víz is kivehető. Mégsem ezek a területek azok, amelyekhez a mélységi vízellátás terén a legnagyobb reményeket fűzhetjük. Az Alföld déli része, a Tisza-völgy alsó szakasza az a terület, ahol a jó homokrétegek ismétlődve több száz méter összvastagságot elérnek, s habár egy-egy kútból olyan nagy vízmennyiséget, mint a Duna-völgyben, nem érhetünk el, a terület a kutak ezreit bírja el, s a vízadó emeletek száma nagy.

Alföldünk mélységi vízben legígéretesebb tája Csongrád—Szentes—Szeged vidéke. Itt a felszíntől 800—1200 m mélységig egymást követik a jobbnál jobb vízadó rétegek és 100 m-es mélységből már kifolyó víz kapható. A víz minősége is kitűnő, kis oldottsó-tartalmú és 600 m mélységig kalcium-hidrogén-karbonátos, a felszíni vizekhez hasonló. Eddig a mélységig negyedidőszaki, folyóvízi eredetű rétegek találhatók itt. Alattuk a felső-pannóniai rétegek vizében már a nátrium-hidrogén-karbonát lesz az uralkodó só, de még mindig kis mennyiségben ahhoz, hogy a víz mindenféle célra használható legyen. Érthető, hogy ez a terület az artézi kutak igazi hazája. Itt terjedtek el leggyorsabban és legnagyobb számban. A 100 m-nél mélyebb kutak száma 1980-ban 17 000 volt az ország egész területén, ezek közül 3000 volt Csongrád megyében, tehát az összes ilyen mélységű kutak közel egyötöd része.

Mélységi vízben gazdag kisebb területek az Alföld északi peremén is vannak a hegyekről lesiető patakok hordalékkúpjain. Ugyancsak gazdagabb területsávnak mondhatjuk a Duna—Tisza közi hátság gerincét Ócsa—Örkény—Kecskemét vonalában és a Cegléd felé vezető árkot. Itt az idős dunakavicsok különböző mélységben és vastagságban egy-egy fő vízadó réteget adnak, ahonnan 100—200 l/p/m víz nyerhető.

A mélységi vízben bővelkedő tájak mellett nagy kiterjedésben vannak vízszegény tájak is az Alföldön. Különösen az Alföld központi tájai ilyenek, ahová a mindenkori folyók már csak finomszemű hordalékukat szállították, s ezért durvaszemű, jó vízvezető réteget alig találunk a negyedidőszaki üledékek között, azok alatt pedig nagy mélységig ugyancsak finomszemű agyagok, iszapok következnek. Vízszegény terület a Jászság déli fele, ahol 600—700 m mélységig alig található jó vízadó réteg. A kutak igen kevés vizet adnak. A nyomásviszonyok a hegyperemhez való közelség miatt jók. 200 m mélységből már a felszín fölé emelkedő vizet kapnak. A nagyobb mélységekben pedig még fokozottabban növekszik a nyomás. A vízadó rétegek finomszemű kőzetlisztek, agyagok.

Jászladányi és mindszenti kutak vízszintadatai

Jászladány			Mindszent		
Kút mélysége (m)	Nyugalmi szint (m)	Vízhozam [l/p/m]	Kút mélysége (m)	Nyugalmi szint (m)	Vízhozam [l/p/m]
12	— 2,3	.	210	+ 1,9	7
168	— 3,3	2	308	+ 3,7	108
331	+ 2,7	3	490	+ 7,9	73
907	+13,2	15	823	+10,0	115

A Jászsághoz hasonlóan szegény felszín alatti vízben a Körös-medence. Itt is finomszemű üledékek vannak a felszín alatt 800—1000 m mélységig.

Vésztői és csongrádi kutak vízszintadatai

Vésztő			Csongrád		
Kút mélysége (m)	Nyugalmi szint (m)	Vízhozam [l/p/m]	Kút mélysége (m)	Nyugalmi szint (m)	Vízhozam [l/p/m]
6	− 3,0	8	141	+ 6,2	123
205	− 2,2	20	445	+ 10,0	55
693	+ 4,8	15	655	+ 14,0	24
1059	+ 6,2	14	1056	+ 16,0	50

A két nagy homokhátságon az eddig már ismertetett területek mellett a mélységi rétegek vízadóképessége közepes vagy gyenge. 10—50 l/p/m körül jár az egy-egy kútból kivehető vízmennyiség, csak kivételesen több. Inkább gyenge, mint közepes a Nagykunság, a Hajdúság és Békés területének artézi vízkincse. Nagy területeken 5—10 l/p/m a kivehető vízmennyiség és vannak ennél is gyengébb hozamú kutak.

Bármilyen közelítést használjunk a becslésre, a felszín alatti néhány száz méter vastagságú rétegsorokból az Alföldön naponta és évente hatalmas mennyiségű vizet emelünk ki. E vízmennyiség azoknak a rétegeknek tömegéhez mérve is, amelyekből származik, feltűnően nagy. Számításaink szerint az Alföldön naponta a fúrt kutakból 4 millió m^3 vizet termelünk, ami évi 1,5 milliárd m^3. Ha a negyedidőszaki rétegek vastagságát 250 m-nek vesszük, a 45 000 km^2 kiterjedésű Alföldön a negyedidőszaki rétegek egész volumenét 1250 milliárd m^3-re becsüljük. Ennek több mint egy ezrelékét víz formájában minden évben kivesszük. Ez azt jelenti, hogy 100 év alatt a mai víztermelés mellett összes negyedidőszaki rétegeink pórustérfogatának több mint felét kimerítjük. Könnyű megállapítani, hogy ez a gyorsuló vízfogyasztás vég nélkül nem folytatható. A víz nélkülözhetetlen és pótolhatatlan kincs. A szükségletek előteremtése elsőrendű érdek, de éppen oly elsőrendű a szükségletek hosszú időre való biztosítása is, ennek pedig előfeltétele a vízzel való okos takarékoskodás. Különösen fontos felszín alatti vizeink védelme, mert a felszíni vizek elszennyeződése máris olyan fokú, hogy ivóvízként nehezen használhatóak. A szennyeződést, amely az iparosodásnak és népesedésnek szükségszerű, bár nem kivédhetetlen velejárója, fékezni lehet, de megakadályozni teljesen aligha. Ez viszont azt jelenti, hogy mind nagyobb mértékben leszünk a felszín alatti vizekre utalva és ez a helyzet elsősorban az Alföldön kívánja meg a mélységi vízvédelmet.

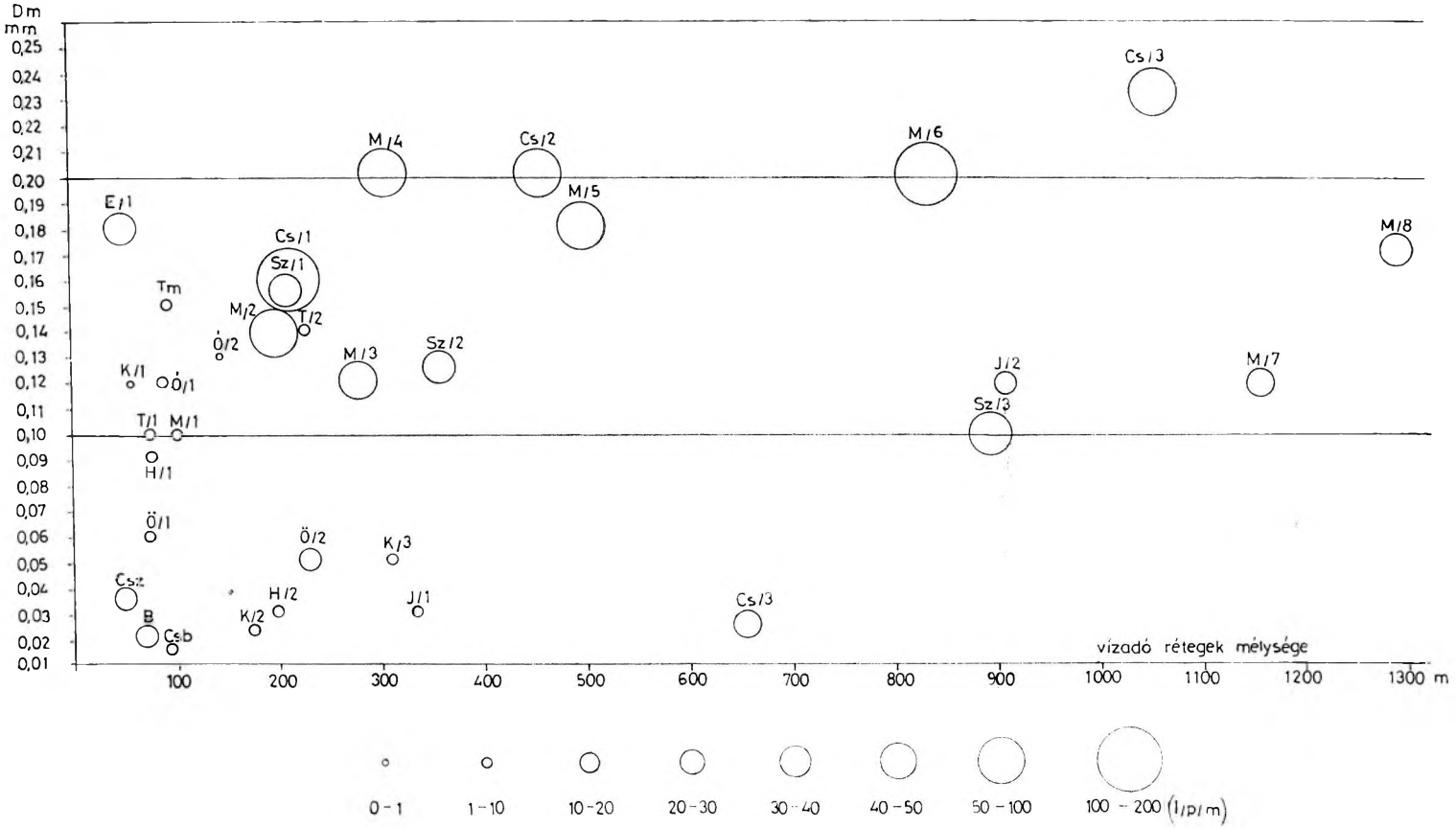
Nyomásviszonyok az alföldi víztartókban

A mélységi vizek a víztartó rétegekben nyomás alatt állnak. Ha nem nehezedne rájuk nyomás, a megfúrt kutakban a víz szintje a vízadó réteg mélységében alakulna ki. A 200 m mély kútból így 200 m mélyről kellene a vizet felszívattyúzni. Az Alföldön ilyen helyzet nincs. A víz a megnyitott mélyen fekvő rétegből a kútcsőben felemelkedik, sok esetben fel is szökik a felszín fölé. E nyomás kétféle forrásból táplálkozik. Egyrészt a magasan fekvő beszivárgó területek vizének hidrosztatikus nyomásából, amely a lefelé lejtő víztartó rétegben annál nagyobb, minél nagyobb a magassági szintkülönbség a beszivárgási terület és a mélységi víztartó réteg megcsapolt része között. A másik forrás a rétegnyomás, amely a megcsapolt víztartó réteg fölött elhelyezkedő rétegek súlyából származik. Ez a nyomás a mélységgel természetesen nő.

A hidrosztatikus nyomás a durva vízvezető rétegekben, kavicsrétegekben, durva homokokban érvényesül legjobban. Ezekben a rétegekben a kavicsszemek szilárd vázat képeznek és közöttük a szabadon maradó hézagokban szinte akadálytalanul, súrlódásmentesen érvényesül a hidrosztatikai nyomás és ennek megfelelően megindul a vízmozgás gravitációs úton lefelé. Ilyen kavics rétegsorban a fölötte elhelyezkedő rétegek súlya alig érvényesül, mert ezek nyomását a kavicsváz veszi fel és nem adja át azt a víznek. Ezzel szemben a finomszemű üledékekben tározódó vagy mozgó víz a rétegre nehezedő nyomást a finom hézagokban maga is átveszi. Itt nincs ellenálló vázszerkezet, a réteg tömegének jelentős részét a víz adja és az átveszi a felette elhelyezkedő rétegtestek súlyát. Egy olyan változatos rétegsorú medencében, mint amilyen a mi Alföldünk, ahol egymást követik a durvább és finomabb szemcséjű rétegek, ez a két tényező egymást módosítva jelentkezik; alig van olyan helyzet, ahol tisztán csak egyik vagy csak másik érvényesül. Ez vezet arra a sokféle anomáliára, amit mélységi vizeink nyomásviszonyaiban lépten-nyomon tapasztalhatunk.

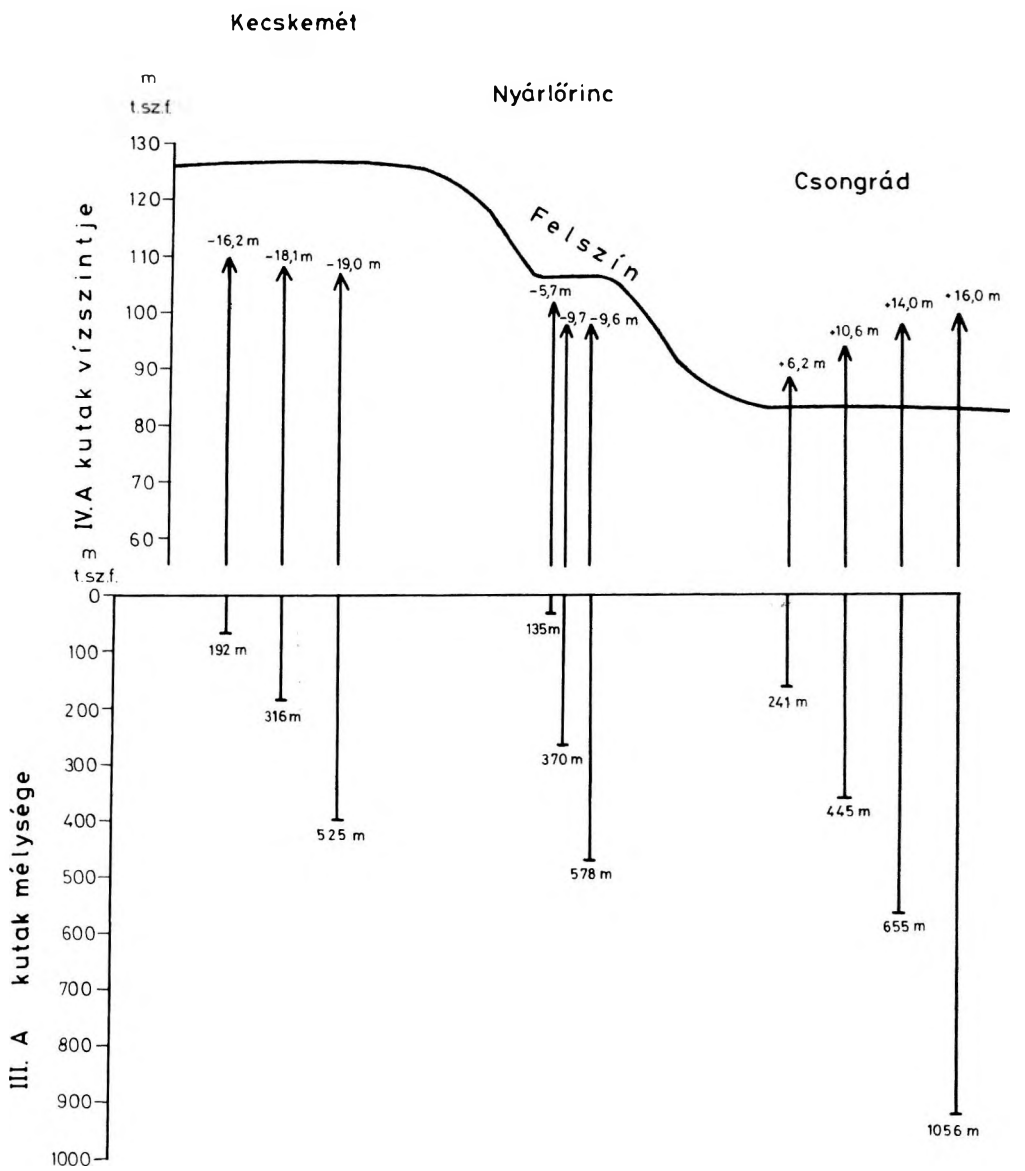
Háromféle nyomásállapotot ismerünk az Alföld medencéjében:

1. a nyomás lefelé haladva erősebben növekedik a hidrosztatikus állapotnál (pozitív nyomásállapot),



129. ábra. A rétegek vízadóképessége az átlagos szemnagyság és a mélység függvényében

Fig. 129. Water discharge capacity of the layers as a function of the grain-size and depth



130. ábra. Mélységi vízadók vízszintjének alakulása a hátságon és a Tisza-völgyben

Fig. 130. Configuration of the water heads of the deep aquifers in the sand hills and in the Tisza valley
I. Negative pressure gradient, *II.* positive pressure gradient, *III.* depth of the wells, *IV.* water level of wells

2. a nyomás lefelé haladva elmarad a hidrosztatikusan várhatótól (negatív nyomásállapot),

3. a nyomás a mélységgel — egy bizonyos mélységtartományban — nem változik (semleges nyomásállapot),

Gyakorlati szempontból ez azt jelenti, hogy:

1. a mélyebb rétegből fakasztott víz nyugalmi szintje mindig magasabb lesz, mint a fölötte elhelyezkedő víztartó rétegek vízszintje,

2. lefelé haladva az egymás alatt következő víztartó rétegek vizének a nyugalmi szintje mind alacsonyabb és alacsonyabb,

3. lefelé haladva a különböző mélységű rétegekből fakasztott víz nyugalmi szintje a rétegtest mélységével azonos, vagy egy bizonyos mélységtartományon belül nem változik.

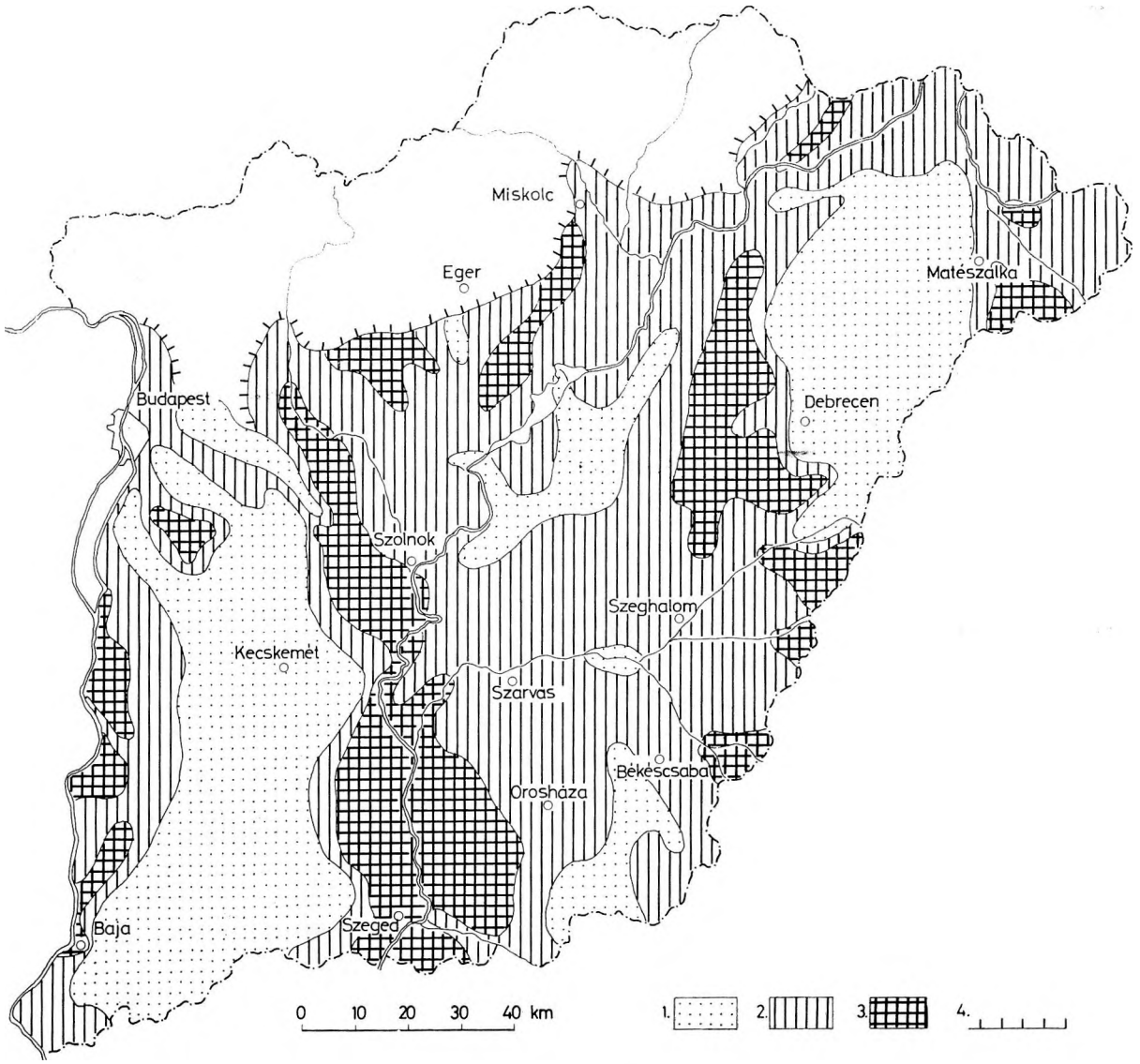
14. táblázat — Table 14

Példák a nyomásviszonyok alakulására az Alföldön
Examples for the configuration of the pressure conditions in the Great Plain

Helység	Mélység (m)	Nyugalmi vízszint (m)
	Pozitív nyomásgradiens	
Csongrád	241	+ 6,2
	445	+ 10,0
	655	+ 14,0
	1056	+ 16,0
Mindszent	210	+ 1,9
	308	+ 3,7
	490	+ 7,9
	823	+ 10,0
Jászladány	168	− 3,3
	331	+ 2,7
	907	+ 13,2
	Negatív nyomásgradiens	
Kecskemét	192	− 16,2
	316	− 18,1
	525	− 19,0
Nyárlőrinc	135	− 5,7
	370	− 9,7
Jánoshalma	23	− 11,8
	180	− 13,4
	232	− 29,7
	Semleges nyomásállapot	
Kerekegyháza	84	− 4,2
	172	− 4,0
	210	− 3,9
Komádi	184	+ 1,6
	525	+ 1,7
Nyárlőrinc	370	− 9,7
	578	− 9,6

Az első állapotra azt mondjuk, a nyomásgradiens pozitív, a másodikra azt, hogy negatív, a harmadikra azt, hogy nincs nyomásváltozás, nincs gradiens. Az első nyomásállapot az Alföld mélyfekvésű területeire jellemző, ahol a vizek alulról felfelé szivárognak. A második állapot a kiemelt homokterületeken jelentkezik, ahol beszivárgás van és lefelé tartó vízmozgás. A harmadik állapot egy egyensúlyi helyzet a kettő között azokon az átmeneti területeken, ahol a felszín alatti vízmozgás iránya fordul, vagy csak horizontális mozgása van (14. táblázat). Hangsúlyozni kell, hogy a második és harmadik nyomásállapot a felszínről csak bizonyos mélységig tart az Alföldön. Tovább haladva a negatív nyomásgradiens semlegesre vált és még tovább haladva pozitívvá válik. Ez azt jelenti, hogy a lefelé tartó beszivárgó mozgás csak bizonyos mélységig hatol szabadon, a határ mélység alatt már vagy nincs lefelé mozgás, vagy nem a hidrosztatikus erő hajtja tovább lefelé a vizet, hanem nyomáskülönbségek.

Még egy megszorítást kell tenni az ismertetett három nyomástípus szabályszerű jelentkezésén. Sem a negatív, sem a pozitív nyomásgradiens nem egyenletesen nő a mélységgel, hanem a rétegek szemcsézettségétől függően erőteljesebben vagy gyengülőn. Ezért nem lehet a pozitív és negatív nyomásgradienseket egy-egy területen egyetlen értékkel jellemezni, mert a gradiens értéke a mélységtől és a földtani rétegsortól egyaránt függ. Egy adott értéket adott mélységhez kell kötni és a gradiensek összehasonlítása vagy térképezése csak azonos mélységre vetítve végezhető el.

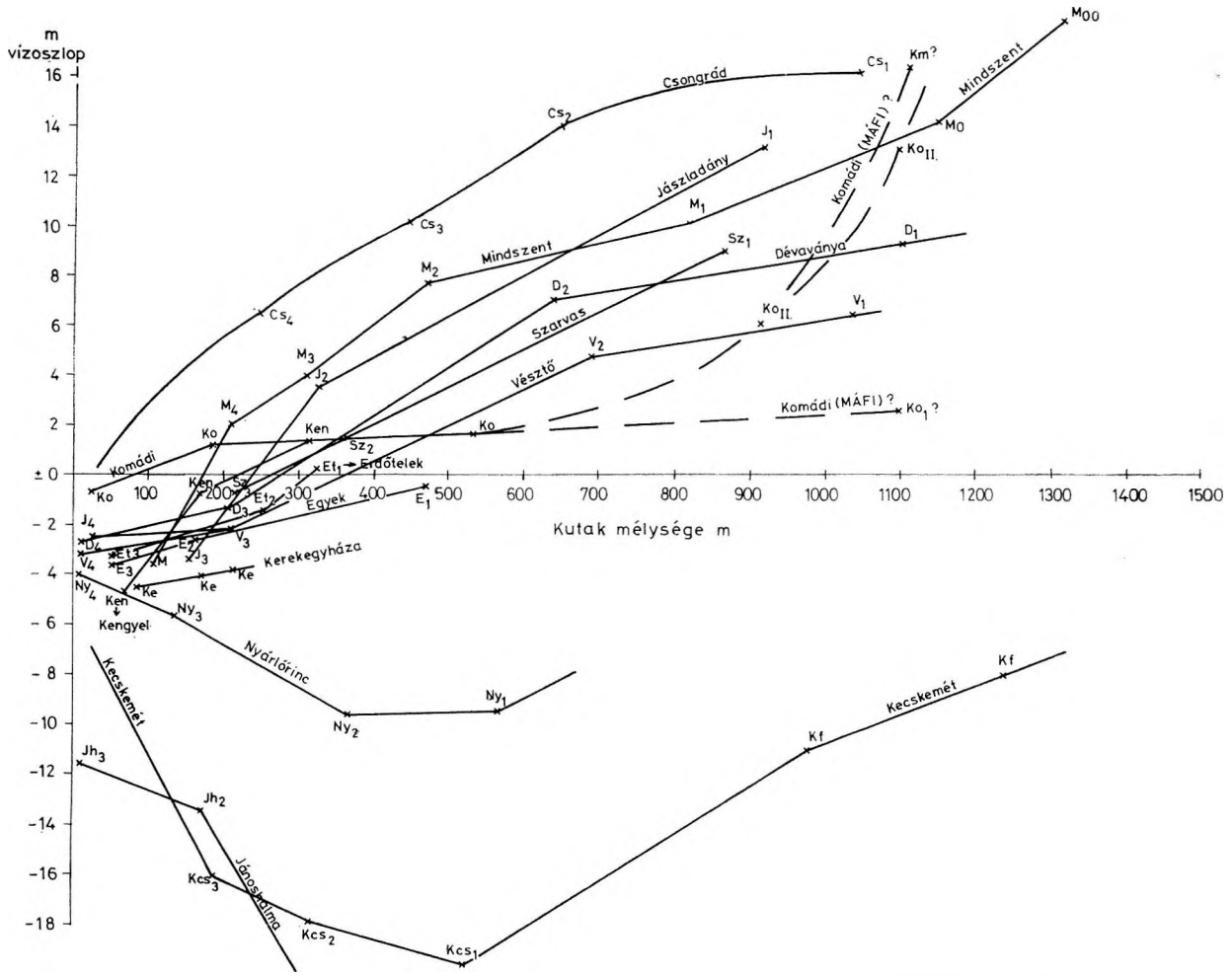


131. ábra. Nyomásviszonyok az alföldi víztartó rétegekben

1. Negatív nyomásgradiens (a vízszint a mélység felé csökken), *2.* gyengén pozitív és átmeneti, változó nyomásviszonyok, *3.* erős pozitív nyomásgradiens (a vízszint a mélység felé gyorsan nő), *4.* a hegyvidék határa

Fig. 131. Pressure conditions in the aquifers of the Great Plain

1. Negative pressure gradient water heads are lowering toward the depth. *2.* Slightly positive and transitory pressure conditions, *3.* Strong positive pressure gradient: water heads are rising downwards, *4.* boundary of the mountain region

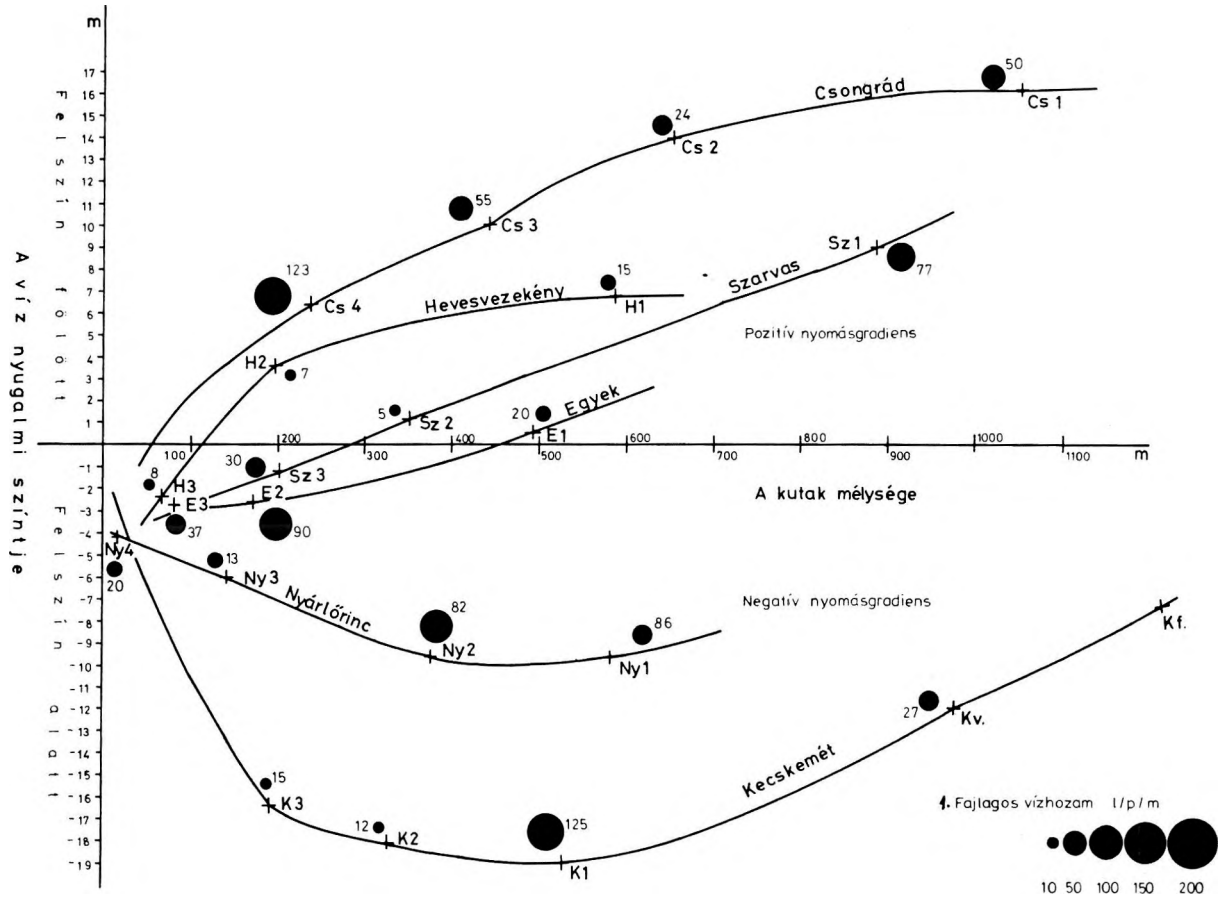


132. ábra. A terepszinthez viszonyított vízszintmélység, ill. -magasság a MÁFI kutakban

Fig. 132. Piezometric level of waters below and above the surface in wells of the Geological Institute

Példának idézhetjük Kecskemét helyzetét a Duna—Tisza közi hátság tetején. Itt beszivárgó területen negatív nyomásállapotot találunk 500—700 m mélységig. A felszín közelében 3—5 m mélyen jelentkező nyugalmi vízszintek lefelé haladva mind mélyebbre kerülnek, 600 m mélységben 20 méterre a felszín alá. Onnan mélyebbre haladva a vízszintek ugyanabban a mélységben maradnak, majd még mélyebbre fúrva emelkedni kezdenek és 1200 m mélységből már a felszínig emelkedik a víz. A pozitív nyomásgradiensre jó példa Mindszent területe az Alföld déli mély részén, a Tisza mellett. Itt a nyomásgradiens erőteljesen nő 600 m mélységig, tovább 800 m-ig nincs növekedés, majd 800 m-től lefelé újra erősödik, aztán 1000—1200 m között nincs növekedés, de 1200 m-től hirtelen emelkedésnek indul. Erős a növekedés az agyagrétegek között, alacsony a homokrétegekben. A semleges nyomásállapotra jellemző Kerekegyháza kútjainak példája. Itt a három különböző mélységű, de egymás melletti kút vizének nyugalmi vízszintje majdnem pontosan ugyanott van. 73—84 m mélységben —4,2 m, 152—192 m mélységben —4,1 m, 205—210 m mélységben —3,9 m.

Gyakorlati szempontból a nyomásviszonyoknak abban van jelentősége, hogy ezek szabják meg az Alföld különböző területrészein azt a mélységet, ahonnan felszökő víz nyerhető, tehát ahol a kútra nem kell húzószerkezetet szerelni és a víztermeléshez nem kell energia. E téren az Alföld mély részein is nagy különbségek vannak, olyan helyeken is, ahol a felszínen sem domborzati, sem kőzettani változások nem árulják el a mélyben levő nagy nyomáskülönbségeket. Viszont e különbségek elárulják a mélyben a vízföldtani viszonyok terén mutatkozó eltéréseket. Meg kell azonban itt jegyezni, hogy a „kifolyó víz" a rétegviszonyoknak egy nagyon érzékeny mérőeszköze. Az Alföld pozitív nyomásgradiensű területein ugyanis átlagosan 2 m-rel nő a rétegvizek nyugalmi szintje 100 méterenként a mélység felé haladva. Tehát egy 2 méteres domb a felszínen már negatívnak mutatja azt a kutat,



133. ábra. A mélység, nyomás és a vízhozam kapcsolata
1. Fajlagos vízhozam

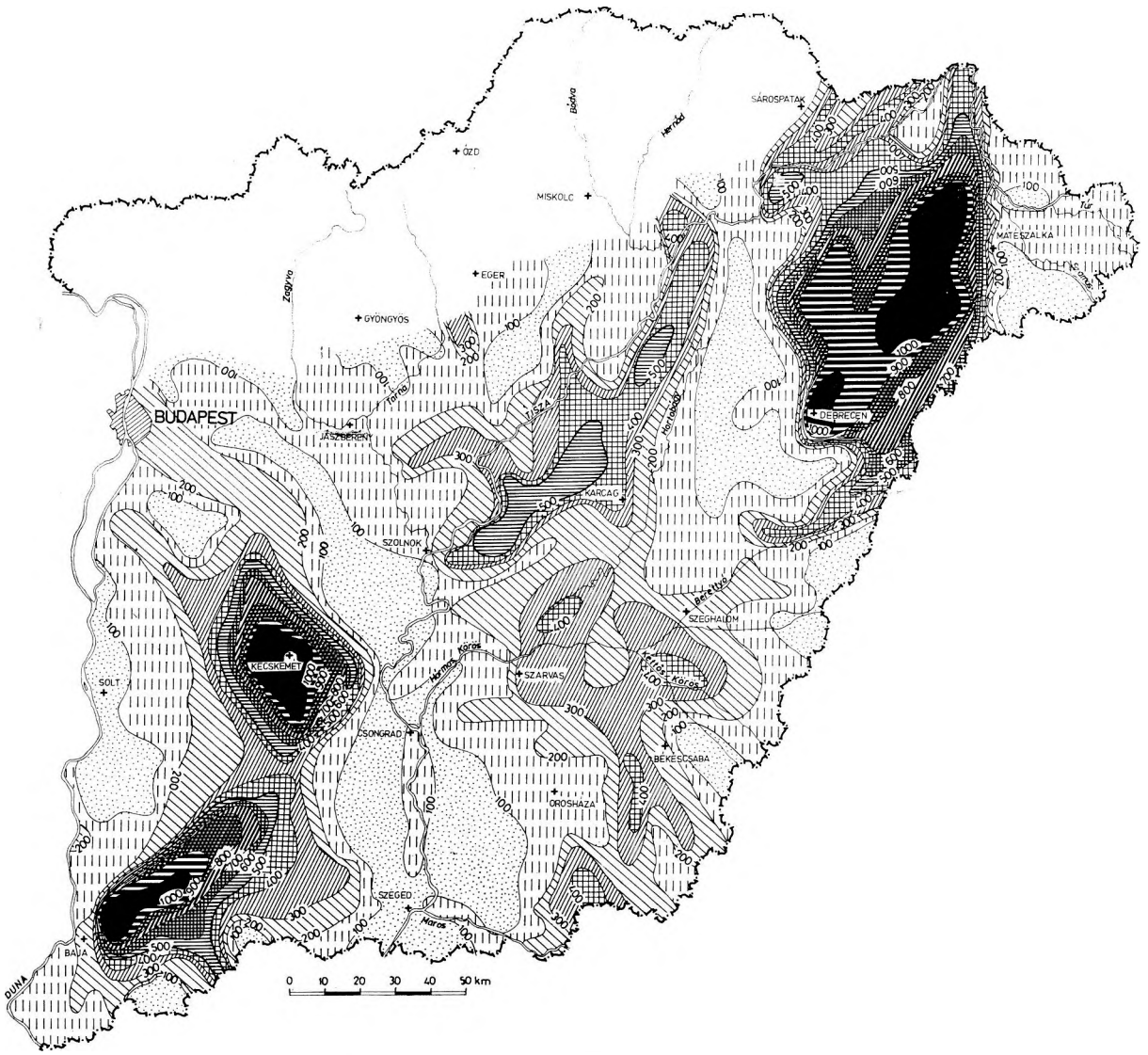
Fig. 133. Relation between depth, pressure and water discharge
1. Specific yield of the wells

amely ugyanolyan mélységből, ugyanolyan körülmények között kapja a vizet, mint egy szomszédos pozitív kút a domb peremén.

Nem véletlen az, hogy az Alföld különböző tájain járva és a mélységi vízföldtani viszonyokat tanulmányozva lépten-nyomon rendellenességekbe, anomáliákba ütközünk. Akár a rétegsorokat vizsgáljuk, akár a nyomás- vagy hőmérsékleti viszonyokat mérjük, esetleg a vizek kémiai tulajdonságát; térben és mélységben állandó a változás. A nyomásviszonyok terén a domborzat okozza a legfeltűnőbb különbségeket, de jelentősek az eltérések az Alföld teljesen sík területein is. Így pl. a 100 m mélységben mért talpnyomás a MÁFI kútjaiban északról délre haladva 9,4 és 10,4 atmoszféra között változik és a különbség teljesen sík területen is meghaladja a 0,7 atmoszférát, ami vízoszlopban mérve 7,2 m. Ilyen nyomáskülönbségek származnak a felszín alatti rétegek más-más összletéből. A nyomás viszonyokban mutatkozó kiáltó különbségeket mutatja a 15. táblázat. A felsorolt kutak tengerszint feletti magassága között mindössze 2,9 m különbség van.

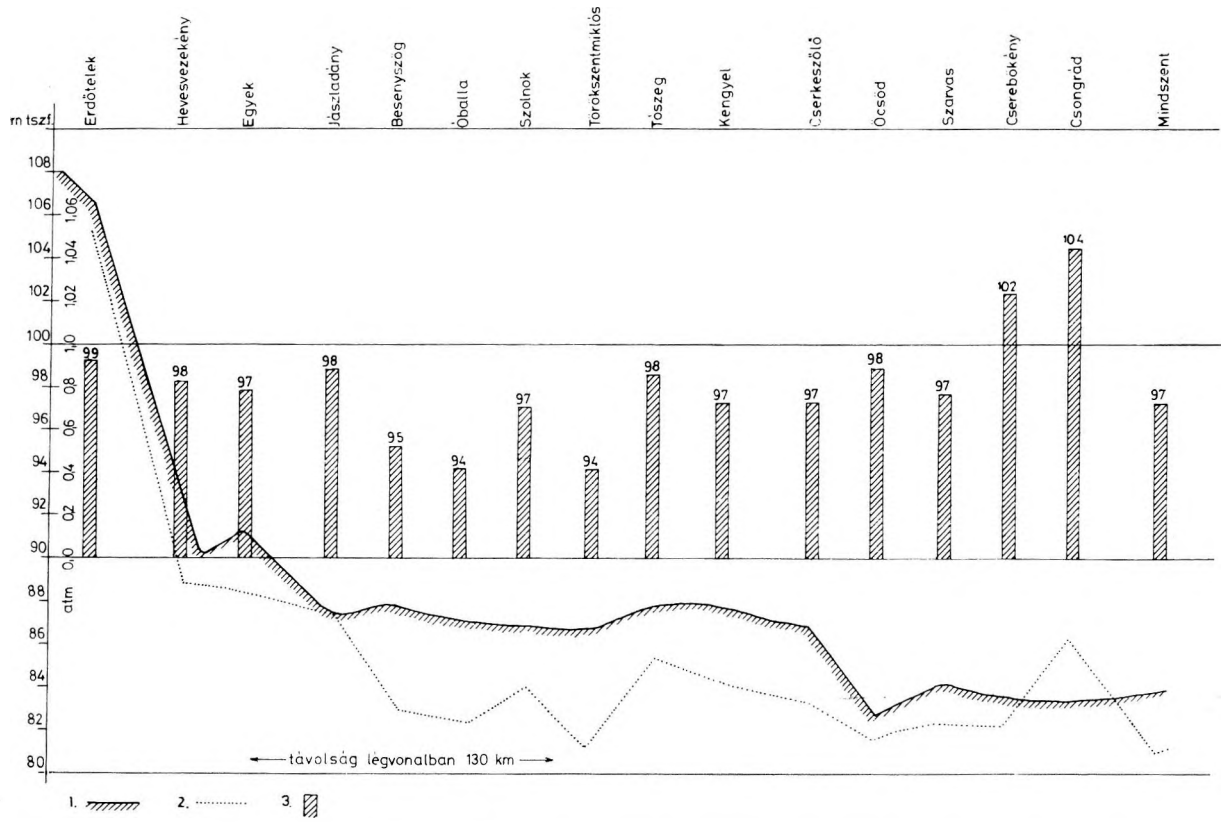
Valamelyes összefüggést a negyedidőszaki rétegek vastagsága és a nyomásviszonyok alakulása között kimutathatunk. A mély negyedidőszaki fiókmedencékben a nyomásgradiens nem növekszik olyan nagy mértékben a mélység felé haladva, mint azokon a területeken, ahol a pannóniai rétegek magasabb helyzetben vannak és a kvarter rétegek aránylag vékonyak.

Az ekvipotenciális vonalakkal közel párhuzamos futásúak az izoterma vonalak. Ez megint a negyedidőszaki rétegek vastagságával függ össze. A pliocén agyagos rétegek jobb hővezetők, mint a homokosabb negyedidőszaki rétegek. A mélyből jövő magasabb hőmérsékletet az agyagos képződmények jobban a felszín közelébe tudják vezetni, mint a homokok.



134. ábra. A felszökő víz legkisebb mélysége az Alföldön (m)

Fig. 134. Minimum depth of overflowing waters in the Great Plain



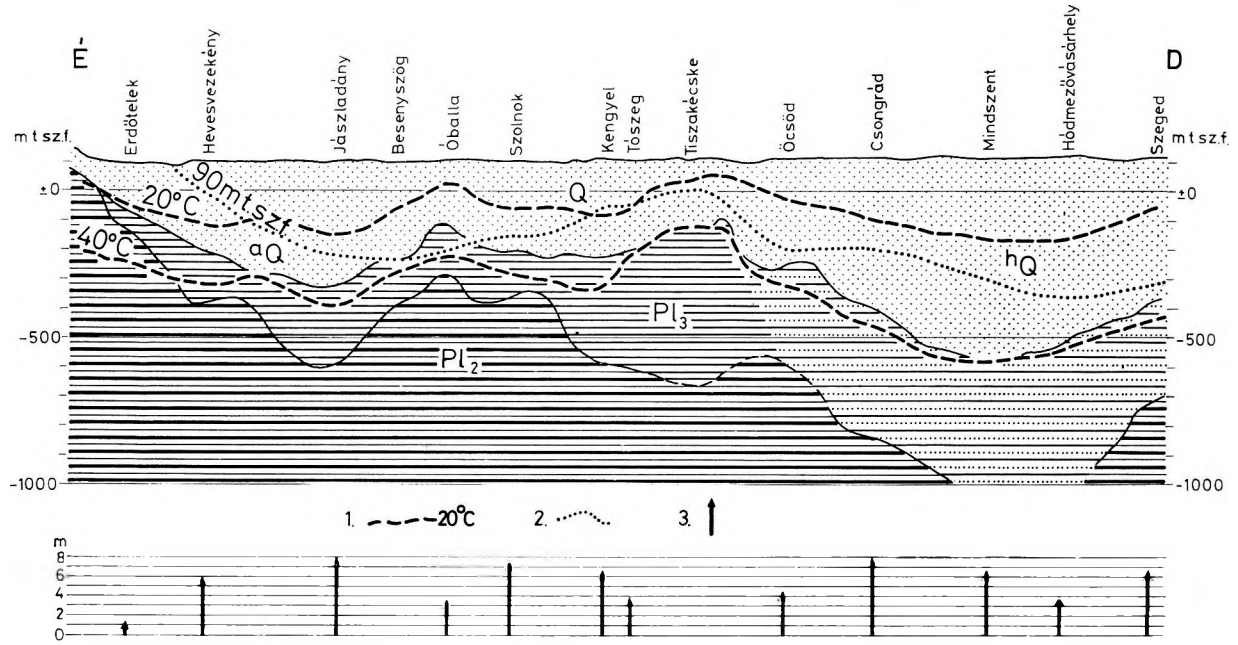
135. ábra. 100 m mélységből fakasztott vizek nyugalmi szintje és talpnyomása
1. A felszín egyszerűsített vonala, *2.* 100 m mélységből jövő víz nyugalmi szintje, *3.* talpnyomás (atm) és a vízoszlop magassága (m)

Fig. 135. Height of the water heads and the value of the bottom pressure in 100 m depth
1. Simplified line of the surface, *2.* water heads from 100 m depth, *3.* the bottom pressure measured in atmospheres and in water columns m

15. táblázat — Table 15

A víz nyugalmi szintje a különböző mélységű vízadókban (m)
The piezometric water level in the differently deep aquifers

Mélység (m)	Csongrád 83,1 m	Mindszent 83,8 m	Szarvas 84,7 m	Dévaványa 83,9 m	Vésztő 85,0 m
100	.	− 2,9	.	− 2,3	− 3,0
200	+ 6,2	+ 1,9	− 1,2	− 1,7	− 2,2
300	.	+ 3,7	+ 1,0	.	.
400	.	.	+ 1,2	.	.
500	.	+ 7,9	.	.	.
600	.	.	.	.	.
700	+ 14,0	.	.	+ 6,8	+ 4,8
800	.	+ 10,0	.	.	.
900	.	.	+ 9,0	.	.
1000	.	.	.	.	.
1100	+ 16,0	.	.	.	+ 10,9
1200	.	+ 13,9	.	+ 8,6	.
1300	.	+ 16,9	.	.	.

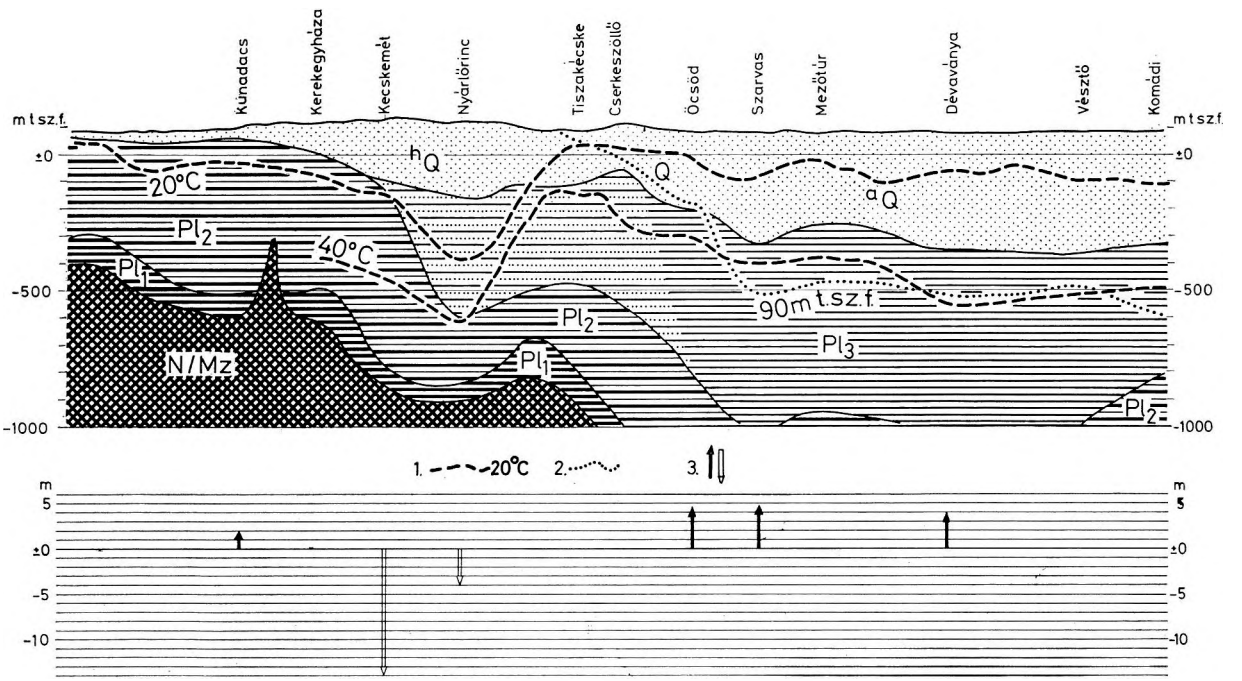


136. ábra. É—D-i vízföldtani szelvény

1. Izoterma vonal, *2.* 90 m tsz. f. magasságig emelkedő vízszint fakadó mélysége (ekvivalencia), *3.* a vízszint emelkedése 100—300 m között

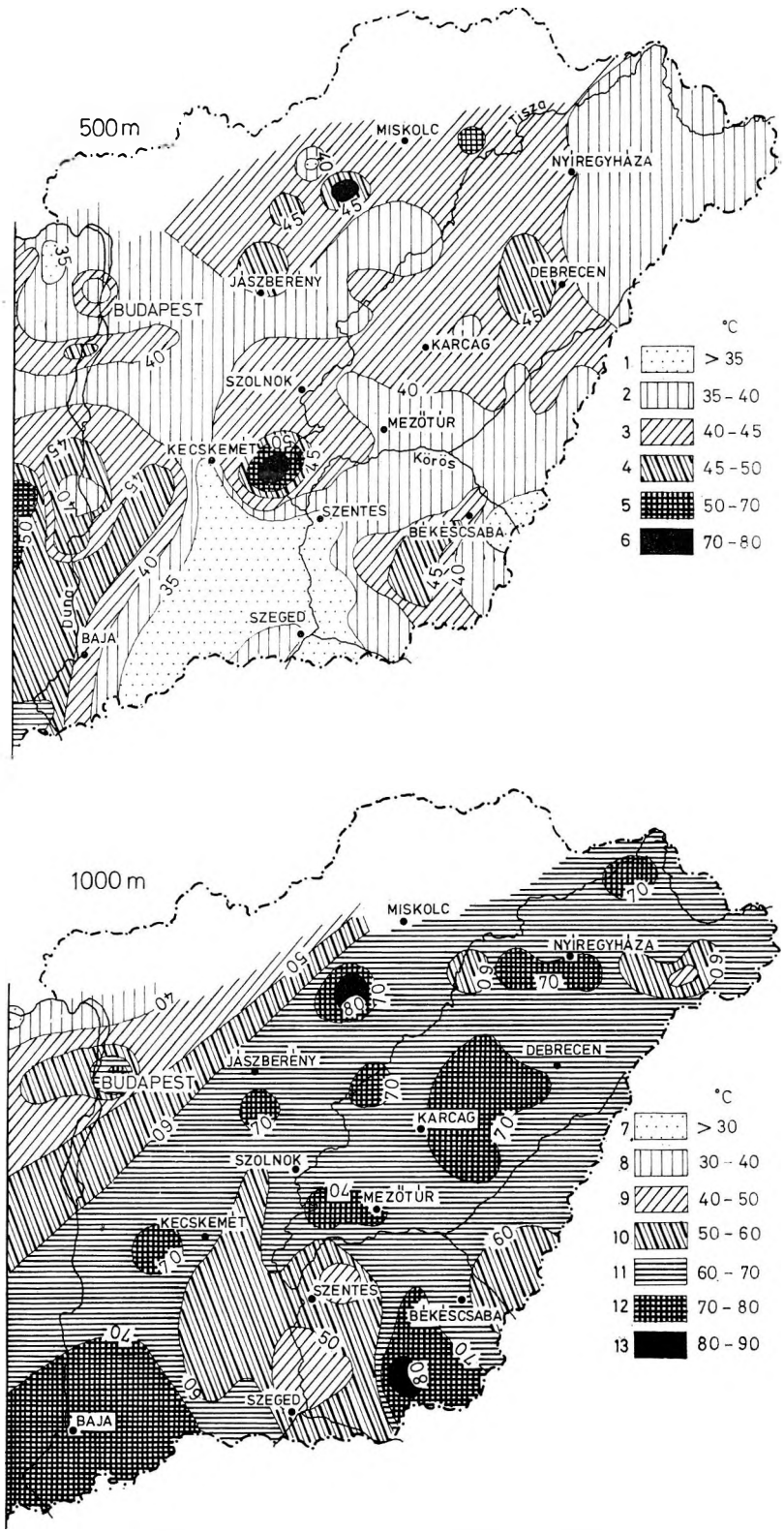
Fig. 136. N-S hydrogeological section

1. Isothermal line, *2.* depth from which the water head rises to 90 m above sea level, *3.* the rise of the water head between the depths of 100 and 300 m



137. ábra. Ny—K-i vízföldtani szelvény
A jelkulcsot lásd a 136. ábránál

Fig. 137. W-E hydrogeological section
For explanation see Fig. 136



138. ábra. Vízhőmérséklet 500 és 1000 m mélységben
(VITUKI: Magyarország hévízkútjai 1977 alapján)
Fig. 138. Water temperature in 500 m and 1000 m depth

Artézi vizek nyugalmi szintje
The piezometric level of the artesian waters

Mélység (m)	Erdőtelek 106,5 m	Heves 96,0 m	Jászladány 87,3 m	Szolnok 87,0 m	Kengyel 87,3 m	Szarvas 84,1 m	Csongrád 83,1 m
100	−0,2	−1,0	−5,0	−4,0	−5,0	−4,0	±0,0
	106,3	95,0	82,3	83,0	82,3	80,1	83,1
300	+0,5	+11,0	+3,0	+3,7	+1,5	+1,0	+8,0
	107,0	107,0	90,3	90,7	88,5	85,1	91,1
500	+0,9	+13,2	+5,0	+12,0	+6,8	+5,8	+12,0
	108,4	109,2	93,3	99,0	94,1	89,9	95,1
700	.	+15,0	+8,0	+18,0	.	+7,0	+14,6
	.	111,0	95,3	105,0	.	91,1	97,6
900	.	+17,0	+13,2	+23,0	.	+9,2	+15,5
	.	113,0	100,5	110,0	.	93,3	98,6

100 m mélységnövekedésre eső
Piezometric level change

Mélységköz (m)	Erdőtelek 106,5 m	Heves 96,0 m	Jászladány 87,3 m	Szolnok 87,0 m	Kengyel 87,3 m	Szarvas 84,1 m	Csongrád 83,1 m
100—300	+0,6	+6,0	+4,0	+3,7	+3,2	+2,5	+4,0
300—500	+0,2	+1,1	+1,0	+4,1	+2,6	+2,4	+2,0
500—700	.	+0,9	+1,5	+3,0	.	+0,6	+1,3
700—900	.	+1,0	+2,6	+2,5	.	+1,1	+0,5
Összes szintnövekedés 100—900 m-ben	.	+18,0	+18,2	+27,0	.	+13,2	+15,5
Átlagos szintváltozás 100—900 m mélységközben 100 m-re számítva	.	+2,3	+2,3	+3,4	.	+1,6	+1,9

A mélységi vizek hőmérséklete

Pávai Vajna F. szénhidrogén-kutató munkája során földtani szerkezeteket kutatva dőlés méréseket végzett az Alföldön néhány méter mély aknákban és kimutatta, hogy a tektonikai erők ma is működnek és gyűrődéses formákat hoznak létre a fiatal üledékekben is. Az általa térképezett „dómok" egyikén telepítették a hajdúszoboszlói 1. sz. kincstári mélyfúrást 1924-ben és 1925 végére 1090,87 m mélységet értek el. 150 m-től lefelé több helyen mértek gázexhalációt, de nem jelentős mértékben. 355 m-től lefelé napi 180—220—1300—1700 m^3 gázt mértek különböző mélységekben és a gáz mellett meleg vizet:

408 m 1400 l/p 34 °C
432 m 500 l/p 37 °C
593 m 1300 l/p 44 °C
813 m 150 l/p 55 °C
1090 m 1600 l/p 73 °C

A fúrás talpán fakasztott víz szilárd maradéka 5144 mg/l volt, jellege pedig konyhasós (97,2% Na-ion; 68,4% klorid- és 27,4% hidrokarbonát-ion). A nyomelemek között bróm és jód is volt a vízben. A fúrásból kút készült, a kútra gyógyfürdő települt és ma Hajdúszoboszló hazánk legnagyobb gyógyfürdője. Ezzel a fúrással indul az alföldi hévízkutatás, mert Zsigmondy V. margitszigeti és városligeti

a terepszinthez viszonyítva (m)
as compared to the ground surface

Mindszent 83,8 m	Hódmezővh. 82,5 m	Szeged 79,0 m	Kecskemét 126,2 m	Nyárlőrinc 107,1 m	Jánoshalma 137,97 m	Dévaványa 84,3 m	Vésztő 85,0 m	Komádi 87,3 m
−2,9	+1,0	+0,5	−4,0	−5,0	−12,5	−2,2	−2,6	+0,5
80,9	83,5	79,5	122,2	102,1	125,5	82,1	82,4	87,8
+3,7	+5,0	+7,0	−18,0	−9,0	−30,0	±0,0	−0,7	+1,6
87,5	87,5	86,0	108,2	98,1	107,9	84,3	84,3	88,9
+8,0	+9,0	+19,0	−19,0	−9,5	.	+4,0	+2,0	+1,7
91,8	91,5	88,0	107,2	97,6		88,3	87,0	89,0
+9,0	+13,5	+13,0	−13,0	.	.	+7,2	+4,8	+2,0
92,8	96,0	92,0	113,2			91,5	89,8	89,3
+11,3	+16,0	+19,0	−11,3	.	.	+10,0	+5,9	+2,3
95,1	98,5	98,0	119,9			94,3	90,9	89,6

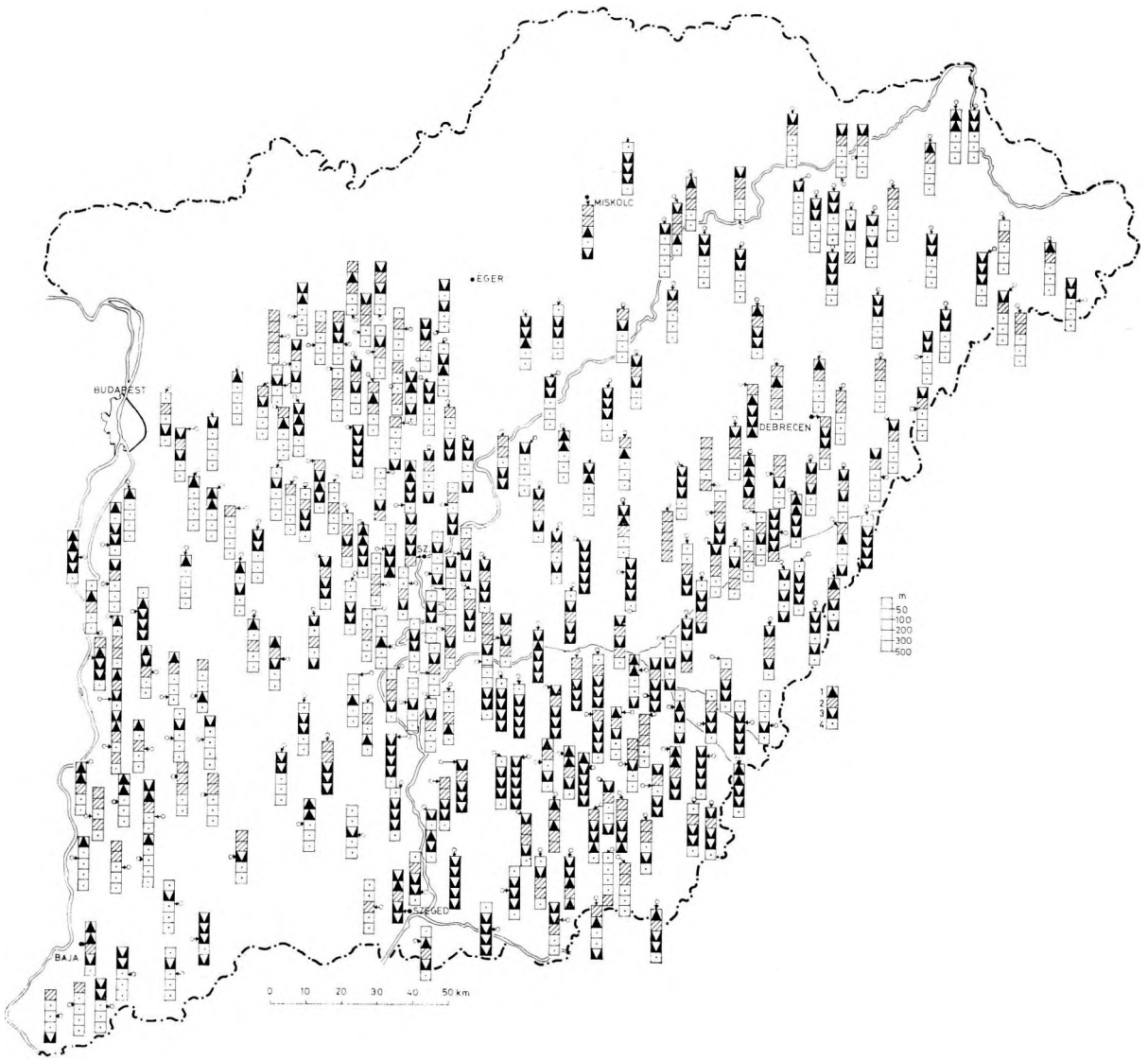
nyugalmi szintváltozás (m)
in metres per 100 m

Mindszent 83,8 m	Hódmezővh. 82,5 m	Szeged 79,0 m	Kecskemét 126,2 m	Nyárlőrinc 107,1 m	Jánoshalma 137,97 m	Dévaványa 84,3 m	Vésztő 85,0 m	Komádi 87,3 m
−3,3	+2,0	+3,2	−7,0	−4,0	−17,0	+1,8	+1,9	+1,1
−2,1	+2,0	+1,0	−0,5	−0,5	.	+4,0	+2,3	+0,1
−0,5	+2,2	+2,0	−3,0	.	.	+3,0	+2,4	+0,3
−1,1	+1,2	+3,0	+0,8	.	.	+2,8	+1,1	+0,3
−14,2	+15,0	+18,5	−7,3	.	.	+12,2	+8,5	+1,8
+1,8	+1,9	+2,3	−0,9	.	.	+1,5	+1,1	+0,2

kútja az Alföldön a langyos artézi fúrásokat indította el. A hévízfeltáró fúrások kezdetben az olajkutatáshoz kötődtek és csak az 1960-as, 1970-es években indult el nagyobb lendülettel a közvetlen hévízfeltárás a balneológiai cél mellett energianyerés érdekében. Hajdúszoboszló után gyorsan épültek a debreceni, karcagi (Berekfürdő), hódmezővásárhelyi, szolnoki, gyopárosi (Orosháza), ceglédi, nyíregyházi, hajdúböszörményi, cserkeszőlői, gyulai melegforrások és fürdők, majd a szentesi, gyulai melegházak és szentesi, szegedi fűtésre használt melegvíz kutak.

A feltárt vizek hőmérséklete meglepően magas volt. Hajdúszoboszlón az 1090 m mélységből eredő víz 73 °C-os hőfoka azt jelentette, hogy felszíntől a mélybe haladva 15 méterenként nő 1 °C-kal a hőmérséklet. A geotermikus gradiens Európában a Kárpátokon kívül 30—33 m/°C. A magyar Alföld mélységi vizei tehát kivételesen magas hőmérsékletűek. Ezt a kivételes helyzetet, amelyet a kisebb fúrások is igazoltak, geotermikus anomáliának nevezzük. Az aránylag olcsó melegvíz-feltárási lehetőségek miatt gyorsan szaporodtak az Alföldön a meleg vizű gyógyfürdők. Segített ebben a szénhidrogén-kutatás, mert a meddő olajfúrásokat többfelé használták fel melegvíznyerésre. A nagy geotermikus anomália jellemző az egész Alföld területére, de nem azonos mértékben. Vannak helyek, ahol lefelé haladva nagyon gyors a hőmérséklet-emelkedés és vannak mások, ahol jóval lassúbb, bár még mindig gyorsabb, mint a Kárpát-medencén kívül. Eddig a legnagyobb meleg-anomáliát Tiszakécskén mérték, ahol 220 m mélységű kútból 42 °C hőmérsékletű vizet kaptak, ami azt jelentette, hogy a hőmérséklet lefelé haladva 7 méterenként nő 1 °C-kal. Ugyanakkor 30 km-rel távolabb, Kecskeméten a fürdő 1227 m mély kútjából csak 51 °C hőmérsékletű vizet kaptak, azaz a geotermikus gradiens itt 27 m/°C volt.

Nyilvánvaló, hogy a hőmérséklet növekedése a mélység felé az Alföldön nagyon különböző. Ez szükségessé tette a mélységi hőmérsékleti viszonyok pontosabb tanulmányozását, hiszen komoly gazdasági érdek fűződött a kis költséggel kitermelhető meleg vízhez. Ezt a kutatást a Földtani Intézet igazgatója, Nopcsa Ferenc már az 1920-as évek közepén elindította. Ő bízta meg Sümeghy Józsefet az eddig lemélyített artézi fúrások hőmérsékleti adatainak összegyűjtésével. 1929-ben jelent meg Sümeghy könyve több mint félezer kút adatairól „Die geothermischen Gradienten des Alföld" címen. Sümeghy négy geotermikus mélységzónát különböztetett meg az Alföldön: 100 m alatt; 100—200 m-ig; 200—400 m között és 400 m alatt. A gradiens szerinte a sekély zónában a legkisebb, vagyis a hőmérséklet-növekedés lefelé a leggyorsabb, a másodikban a növekedés gyengül, a harmadikban még gyengébb. A negyedik zóna felső szakaszán újra gyors a hőmérséklet növekedése, aztán fordul és csökkenésbe megy át. Sümeghy a meleg-anomália okát a tektonizmusban kereste, s ezért könyve térképmellékletében Pávai Vajna F. szerkezeti vonalait szerepeltette. Térképe azonban nagyon vázlatos tájékoztatást adott. Két fő irányban talált a mélységgel erősen emelkedő hőmérséklet-



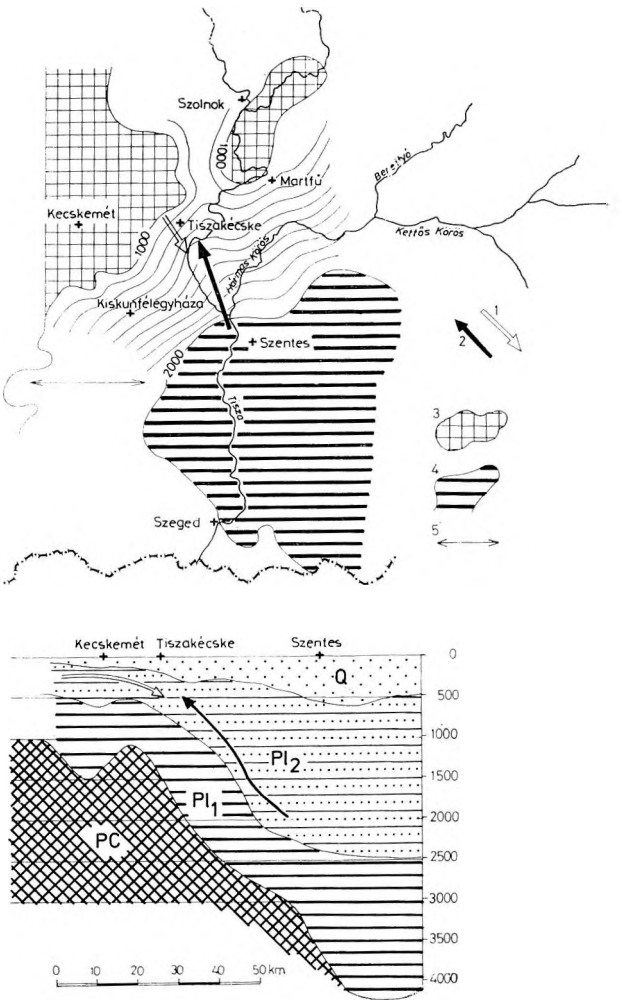
139. ábra. Az alföldi negyedkori vízadók hőmérséklete. Szerkesztette: János E.
Az alföldi átlagos hőmérséklet: 50 m-nél 14 °C, 100 m-nél 16—17 °C, 200 m-nél 21—23 °C, 300 m-nél 26—28 °C, 500 m-nél 36—39 °C

1. Az átlagosnál melegebb, *2.* átlagos, *3.* az átlagosnál hidegebb, *4.* nincs elegendő adat

Fig. 139. Water temperature in the Quaternary water-bearing layers, by E. János
1. Warmer than average, *2.* average temperature, *3.* cooler than average, *4.* no enough data. The average water temperature is in the Great Plain: at 50 m depth 14 °C, at 100 m 16—17 °C, at 200 m 21—23 °C, at 300 m 26—28 °C, at 500 m depth 36—39 °C

értékeket: Hatvan—Szolnok—Kunszentmárton zónájában, majd tovább délre Orosháza—Makó felé és keresztirányban: Baja—Csongrád—Gyoma—Berettyóújfalu—Érvölgy táján. Melegnek jelzi Budapest és Baja között a Duna vonalát is. Egyébként a kép kis foltokban nagyon összetöredező, egymás mellett igen különböző geotermikus viszonyszámok találhatók. A későbbi vizsgálatok ezt a tarkaságot megerősítették.

1936—1940 között SCHMIDT E. R. gyűjtötte össze az artézi kutak adatait, de összefoglaló tanulmányt csak később írt hozzájuk a Magyarország Vízföldtani Atlasza c. munka szöveges kötetében (1961). Később a fúrt kutak kataszterének (URBANCSEK J.) összeállítása során több tanulmány és térképvázlat készült a mélységi vizek hőmérsékletéről. 1971-ben DANK VIKTOR, FACSINAY LÁSZLÓ, GÁLFI JÁNOS és KORIM KÁLMÁN közreműködésével STEGENA LAJOS szerkesztett az országról geotermikus térképeket 1:500 000 méretarányban és mélységszakaszonként külön-külön: 0,5, 1,0, 2, 3 és 4 km mélységekre. Ez a térképsorozat is nagyon szétlagolt képet adott a mélységi hőmérsékleti viszonyokról; a meleg foltokat nehezen lehet akár tektonikus vonalakhoz, akár az alaphegység mélységi elhelyezkedéséhez vagy kőzettani viszonyaihoz kötni. 1965-től kezdve a VITUKI több kötetben kiadta az ország hévízkataszterét „Magyarország hévízkútjai" címmel (1965, 1971, 1977). E kötetekben sokoldalú részletes tanulmányokat találunk a hévízkutak számáról (1976-ban 545, 1981-ben 611), eloszlásáról, mélységéről, nyomás- és hőmérsékleti viszonyairól, a vizek kémiájáról és a kitermelt vízmennyiségről. A szerzők a hőmérsékleti anomália térképszerű ábrázolására is kísérletet tettek, szintén mélységkategóriák szerint. Ezek a térképek sem mutatnak földtanilag értelmezhető összefüggéseket. Hévíz néven a kötetek a 35 °C-nál melegebb vizet szerepeltetik. A kis mélységekben az artézi kutak százaiban mért hőmérsékleti adatok ugyanolyan szórást mutatnak, mint amilyeneket a mélyebb kutak vizében találunk.



140. ábra. Az alsó-pannóniai agyagrétegek lejtője
Az édesvíztartó rétegek talpa

PC = metamorf alaphegység, Pl_1 = alsó-pannóniai agyag—márga, Pl_2 = felső-pannóniai homok—agyag, Q = negyedkori folyóvízi rétegek, iszap—homok

1. A hideg víz leáramlása, *2.* a meleg víz feláramlása, *3.* magas alsó-pannóniai küszöbök, *4.* édesvizű mély medence, *5.* 25 km-es távolságra 1000 m-es lejtő

Fig. 140. Steep slope of Lower Pannonian clay layers
The bottom line of the freshwater-bearing layers

PC = metamorphic basement, Pl_1 = Lower Pannonian clay and marl, Pl_2 = Upper Pannonian sand and clay, Q = Quaternary fluviatile layers, silt, sand

1. Downward moving cold water, *2.* upward moving warm water, *3.* high-situated Lower Pannonian threshold, *4.* deep freshwater reservoir, *5.* 1000 m sunken slope in 25 km distance

Nem könnyű az Alföld geotermikus anomáliáját megmagyarázni. A geofizikusok a földköpeny elvékonyodását mutatták ki a magyar medencében, ez lehet az egyik magyarázata a magas hőmérsékletnek. Nem magyarázza meg ez a tény azokat a nagy különbségeket, amelyek általában a meleganomálián belül tájanként jelentkeznek. A másik magyarázat a medencefenék vulkáni kőzeteinek hatásában látja az anomália magyarázatát. Annyira részletesen azonban nem ismerjük még az alaphegység szerkezetét és kőzettani viszonyait, hogy ezt igazolva lássuk. Bizonyos, hogy a helyi eltérésekben szerepet játszik a medence kőzettani felépítése, a medencét kitöltő üledékek különböző hővezető képessége. Így a mélyből jövő hőfluxust a homokrétegek kevésbé vezetik, mint az agyagok és márgák. Ezért nem növekszik a hőmérséklet a mélység felé olyan gyorsan a Csongrád—Szeged öblözetben, ahol a homokrétegek aránya nagy. Az Alföld közepén viszont, ahol túlnyomó a kőzetliszt- és agyagréteg, a hőmérséklet lefelé gyorsan nő. Egyes helyek igen magas hőmérsékleti gradiensét csak a mélységi vizek felfelé áramlásával magyarázhatjuk. Nem az általános szivárgással, hanem tektonikus vonalak

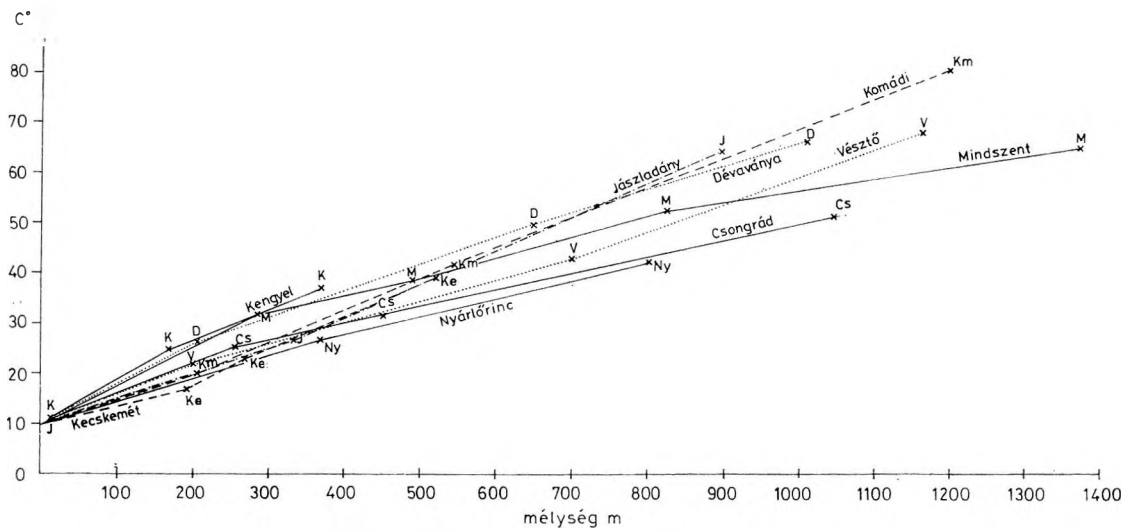
mentén, zavart zónákban történő erőteljes feláramlással. Így magyarázható Tiszakécske magas hőmérsékleti anomáliája, ahol 7—10 méterenként növekszik a hőmérséklet 1-1 °C-kal. Minthogy e hely közelében viszont sokkal kisebb hőmérsékleti gradienseket is találtak, helyi mélységbeli „körforgással" magyarázták a jelenséget. Ez így nehezen képzelhető el. Tiszakécske mellett nem egy pontszerű rendkívüli anomália jelentkezik, hanem egy feláramlási zóna legaktívabb sávja ez. A Duna—Tisza köze leáramló hideg vize e vonal mentén ütközik a Tiszántúl mélyéről feláramló meleg vízzel.

Az édesvizű rétegek talpát képező alsó-pannóniai agyagos—márgás rétegcsoport Nyárlőrinc és Csongrád között meredek lejtővel esik délkeleti irányban. 20—25 km-es távon ezer métert lejt ez a konszolidált felület, amelynek vízválasztó szerepét mutatja az, hogy pórusai sós vizet rejtenek, míg a felette sorakozó felső-pannóniai rétegekben édesvíz van. Az édesvíz a Szentes—Szeged mély medencében nagy nyomás alatt áll, hiszen több mint kétezer méter vastag üledékanyag fekszik fölötte. Kecskemét táján az édesvízi rétegösszletre mindössze 500—600 m üledék települ. A nagy nyomás alól a meleg édesvíz az alsó-pannóniai rétegek tetején a kis nyomású terület felé áramlik, viszont vele szemben lefelé áramlik hidrosztatikus nyomás alatt a hátsági hideg édesvíz. Az alsó-pannóniai rétegek tetején Kecskemét alatt 44 °C-os víz van, Csongrád alatt az alsó-pannóniai rétegek tetején 80—100 °C a víz és ez a kétféle hőmérsékletű víz az alsó-pannóniai lejtőre települt homokos felső-pannóniai rétegeken át érintkezhet egymással. Az érintkezést elősegíti a nagy nyomás- és hőmérsékletkülönbség. Kecskemétnél az alsó-pannóniai tető 600 m mélyen van, Csongrádon 2000 m-en. A lejtőn le- és felfelé mozogva a kétféle hőmérsékletű víz keveredik is, helyenként — ahol a rétegek áteresztőképessége kedvező — a lefelé vonuló nehezebb hideg víz tetejére ráfut az alulról jövő könnyebb meleg víz és a felszín közelében helyi rendkívüli anomáliát okoz (Tiszakécske környéke).

Ha a meleg-anomáliát térképen akarjuk ábrázolni, azt csak mélységkategóriák szerint tehetjük, különben teljesen hibás képet kapunk. Ahhoz, hogy valamennyire megközelítsük a tényleges hőmérsékleti viszonyokat, legalább 100 méterenként kell külön-külön térképeket szerkeszteni. Egyes MÁFI kutak vizének hőmérséklete 300 m mélységben 10 °C különbséget mutat és pl. 30 °C hőmérsékletet egyik helyen 180 m, másik helyen 530 m mélységben kapunk.

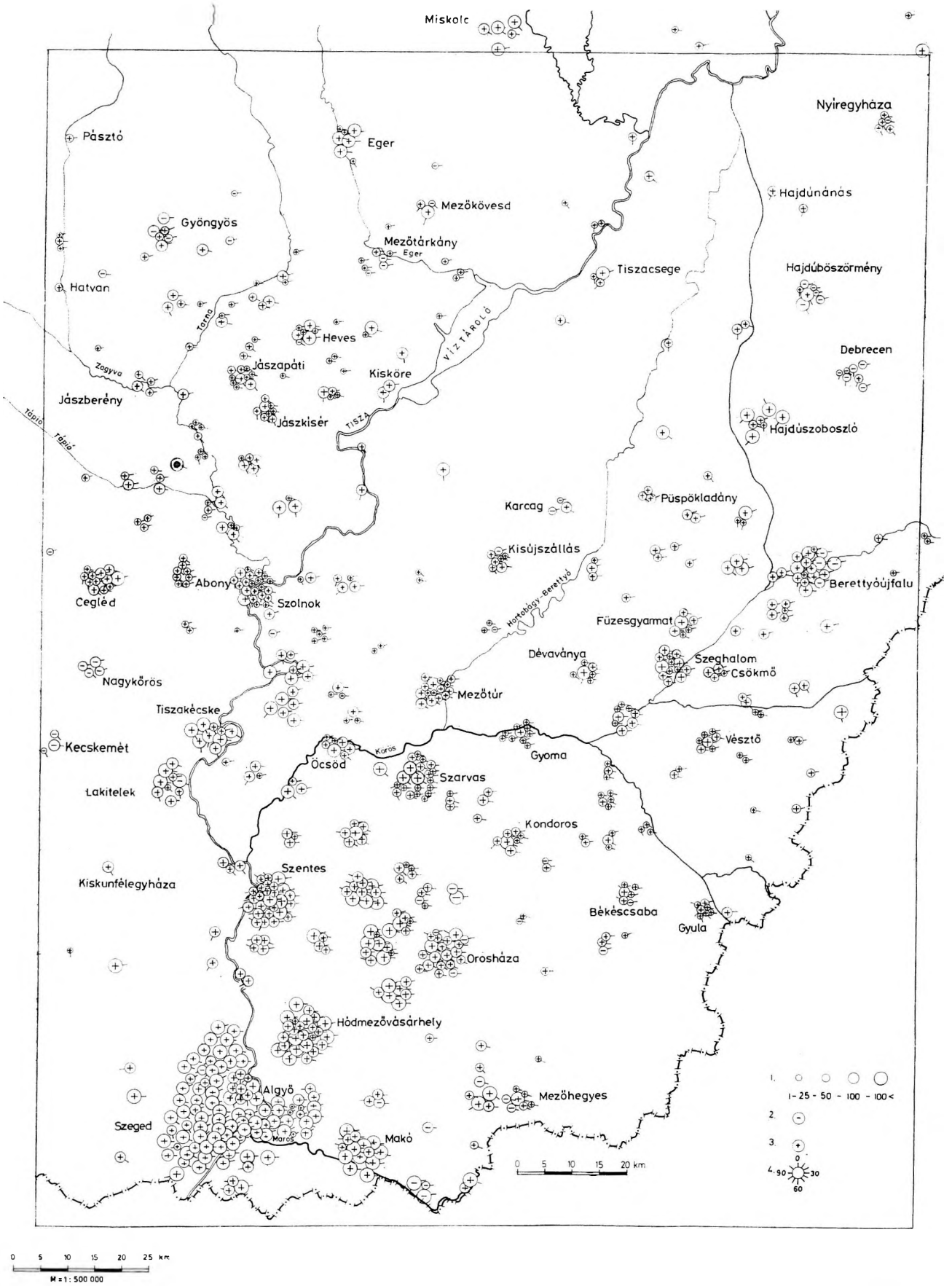
Az Alföld mélységi vizeinek átlagos hőmérsékleti gradiensét 18 m/°C-nak számították. Ez azt jelenti, hogy 100 m-ben 16—17 °C; 200 m-ben 21—23 °C; 300 m-ben 26—28 °C; 500 m-ben 36—39 °C hőmérsékletű vizet várhatunk. Ha azoknak a községeknek kútjaiból, ahol átlagszámításra elegendő fúrt kút van, száz méteres mélységszakaszokban 500 m mélységig hőmérsékleti átlagokat számítunk, igen változatos térképet kapunk, amelynek értelmezése éppoly nehéz, mint a mélyebb geotermikus térképeké. A MÁFI kutak alapján szerkesztett É—D-i és Ny—K-i földtani szelvények viszont a hőmérsékletnek a földtani szerkezettel és kőzetviszonyokkal való kapcsolatát megvilágítják. A Ny—K-i szelvény érthetővé teszi a tiszakécskei maximum kialakulására adott magyarázatunkat.

Általánosan elmondható, hogy 300—500 m mélységig az átlagos alföldi meleg-anomálián felüli hőmérsékletű meleg vizeket kapunk a Hortobágy déli felén: Abádszalók, Kunhegyes, Kunmadaras, Kengyel táján. Kisebb foltokban nagy a meleg-anomália Tiszakécske körül, a Nyírség északi csúcsán,



141. ábra. A MÁFI vízfigyelő kutak talphőmérséklete

Fig. 141. The bottom temperature in the check-wells of the Geological Institute

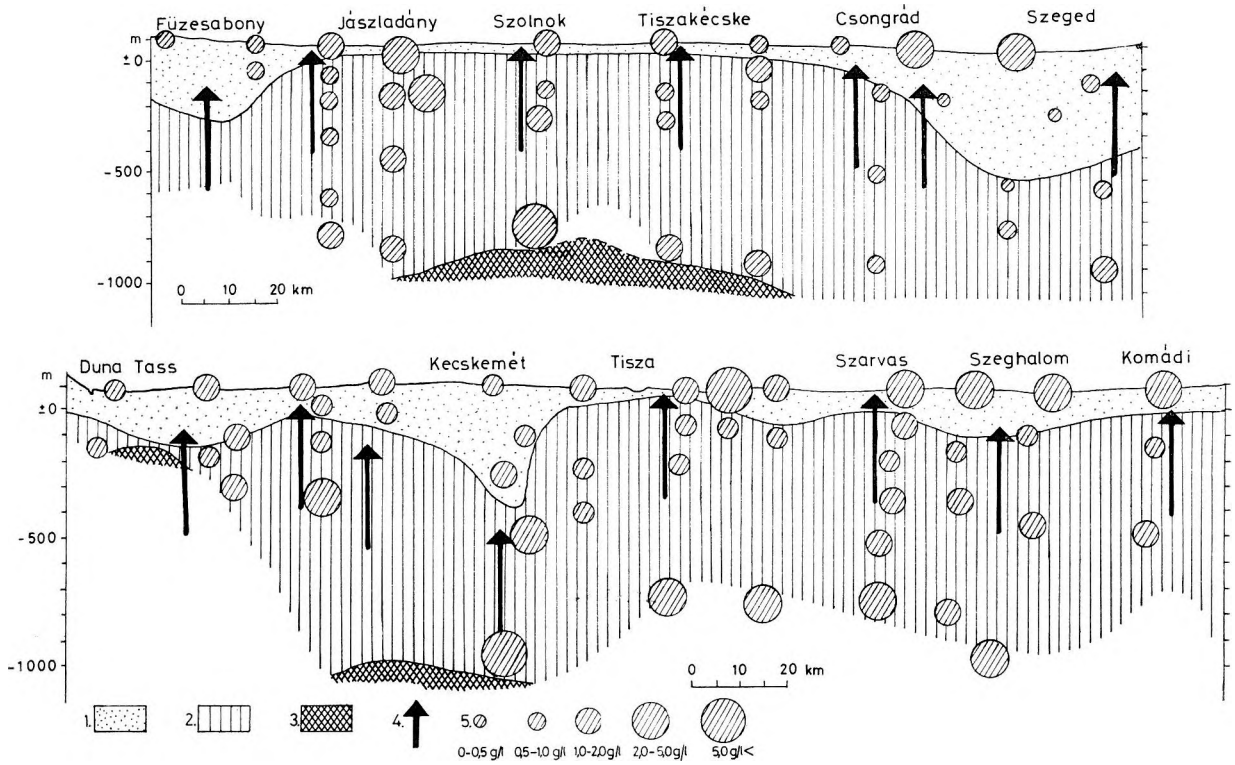


142. ábra. Kivágat az Alföld hévízkútjainak térképéből

1. Fajlagos vízhozam (l/p/m), *2.* nyugalmi vízszint a terepszint alatt, *3.* nyugalmi vízszint a terepszint fölött, *4.* a kifolyó víz hőfoka (°C)

Fig. 142. A portion of the map of the thermal wells in the Great Plain

1. Specific yield of the wells l/min/m, slope sinking to 1000 m in a distance of 25 km, *2—3.* piezometric level below and above the surface, *4.* temperature of the outflowing water °C

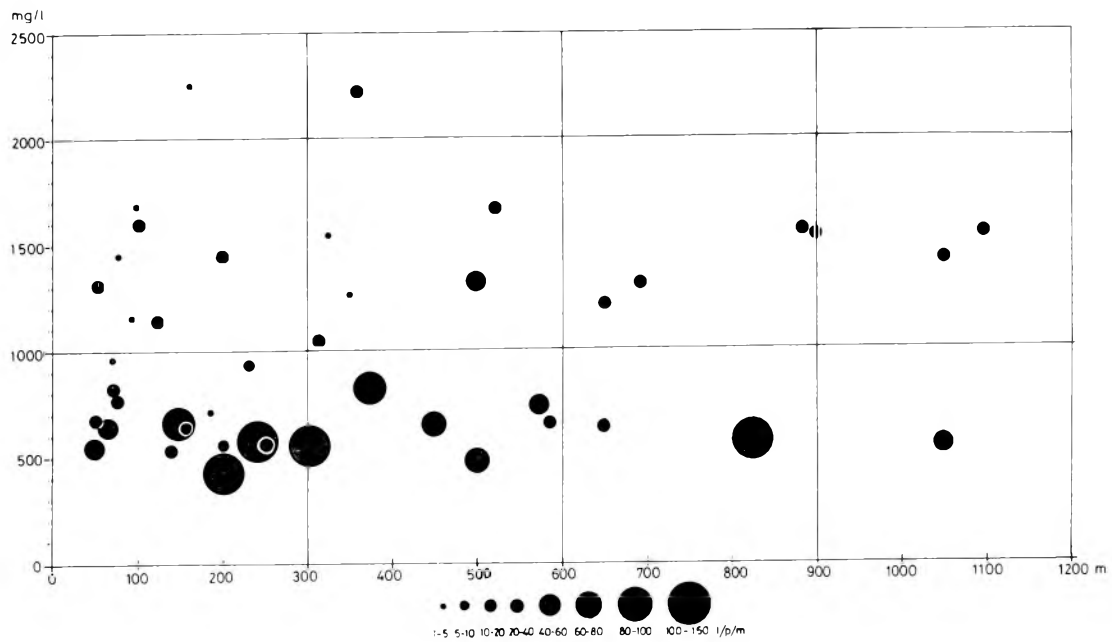


143. ábra. Felszín alatti vízáramlás és vízkémia az Alföldön

1. Beáramló felszíni eredetű víz durva üledékben; Ca^{++}, Mg^{++}: HCO_3^- típusú, *2.* stagnáló, ill. felfelé szivárgó víz finom üledékben; Na^+: HCO_3^- típusú, *3.* fosszilis víz; Na^+: Cl^- típusú, *4.* a pozitív nyomásgradiens jelentkezési mélysége, *5.* a vízben oldott só mennyisége

Fig. 143. Water flow under the ground surface and the ground-water chemistry

1. Infiltrating surface water in coarse-grained sediment; type Ca^{++}, Mg^{++} and HCO_3^-, *2.* stagnant resp. upward moving water in fine-grained sediment; type Na^+ and HCO_3^-, *3.* fossile water; type Na^+ and Cl^-, *4.* entry of the positive pressure gradient, *5.* weight of the dissolved solids in the water g/l



144. ábra. Az artézi vizek sótartalma a mélység és a vízhozam kapcsolatában

Fig. 144. Dissolved solids of the ground water in relation to depth and to the water yield

a Hajdúság déli szélén, Mezőhegyes környékén, a Duna mellett néhány területfolton, a Pesti-öböl déli részén és Hatvan körül. Feltűnő nagy területen hidegebbek az artézi vizek az átlagosnál a Körös—Tisza—Maros között, Szarvas—Szentestől Szegedig. Több kisebb hideg területfolt van a Nagykunság keleti felén, az erdélyi határ mentén többfelé, a Nyírségben és a Duna—Tisza közi homokhátságon.

A hőmérsékletnek a mélységgel való egyenetlen növekedése jelentősebb különbségeket csak 400—500 m-től lefelé okoz. A MÁFI kutak vizében 800—900 m mélységben már 20 °C-ot is elér a vizek hőmérsékletében mutatkozó különbség. A felszín alatti vizek hőmérsékletének hasznosítása, a termálvíz hasznosítás, geotermikus energia hasznosítása az utóbbi években előrehaladt. Hasznosítják épületek, sőt városrészek fűtésére, de legnagyobb arányban a mezőgazdaságban növényházak, üvegházak, istállók, csirkekeltetők hőmérsékletének szabályozására. A geotermikus energia hasznosításának előfeltétele a rétegekben tárolt nagy vízmennyiség, mert a hőenergiát a víz szállítja fel és a felszállított hőenergia mennyisége függ a víz mennyiségétől. A nagy vízmennyiség egyrészt nagy melegmennyiséget jelent, másrészt a feláramló nagy tömegű víz a felszínig érve kevésbé hűl le, mintha vékony csőben kevés víz lassan tenne meg — mondjuk — 2000 m utat felfelé hidegebb rétegeken át.

Az Alföldön ma Szeged—Szentes környékén találjuk a termálvíz energia legsokoldalúbb és legelterjedtebb hasznosítását. Nem itt van a legnagyobb meleg-anomália, de itt vannak 1500—2500 m mélységben a legnagyobb vízhozamú homokrétegek. Az ország 545 termálkútjából az 1977. év eleji állapot szerint 437 volt az Alföldön (80%), további 22 Budapesten. A hévízkutak túlnyomó része tehát az Alföldön működik, ami azt jelenti, hogy a 456 000 m^3/p vízhozam túlnyomó részét is (kb. 360 000 m^3/p) az Alföld víztartóiból nyerjük. Az alföldi kutak általában mélyebbek is, mint a domb- és hegyvidékiek. 500 m-nél mélyebb kút 1980-ban 707 volt az országban, ebből 534 az Alföldön és 11 Budapesten. A 300—500 m mély 2516 kútból az Alföldre 1387 esett. A mély kutak számában (500 m-en felül) Békés, Csongrád és Szolnok megye 136, 128, ill. 108 kúttal áll az élen. A hévízkutak zöme az Alföldön pleisztocén és felső-pannóniai rétegekből kapja vizét. Az összes alföldi fúrt kút (43 000) közül 97% pleisztocén réteget csapol meg.

A meleg-anomália felhasználásáról szólva ki kell emelni azt az újabb törekvést, amely a víz hőmérsékletében jelentkező kis energiákat is nagy haszonnal értékesíti. A budapesti Kertészeti Egyetem soroksári kísérleti telepén létrehozták a kettősfalú fóliasátrak fűtését egyszerű talajvízzel. (Somos András professzor újítása.) A 10—12 °C-os talajvizet a fóliasátor kettős fala közé permetezik be folyamatosan. Ez az állandóan adagolt kis víz melegmennyisége —20 °C-os hidegben is fagypont fölött tudja tartani a sátor levegőjét és talaját. Ehhez a módszerhez is elég nagy mennyiségű víz kell, tehát nagyobb területen jól csak ott alkalmazható, ahol elegendő vastag kavics- vagy durva homokrétegben áll a víz és egy-egy normál szivattyúval legalább 800—1000 l/p víz vehető ki.

A mélységi vizek oldott sói

Az a tarka változatos kép, amit a talajvizek sóösszetételében és az oldott sók mennyiségében az Alföldön találunk, hamarosan megszűnik, ha mélyebbre fúrunk. 50—100 m mélységben már megszűnik a tarkaság és mindössze kétféle víztípust találunk 1500—2000 m mélységig, helyenként még mélyebben is. E kétféle víztípus a kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos víz és a nátrium-hidrogén-karbonátos víz. Az elsőt a peremvidékeken és a homokhátságokon találjuk, tehát a beszivárgó területek közelében, kivételesen azonban a Csongrád—Szeged medence kavicsos homok víztartóiban. Mindhárom területen ez a víztípus csak néhány száz méter mélységig található, alább átveszi helyét a nátrium-hidrogén-karbonátos víz. Ez utóbbi víz a mély Alföld agyagos területein már a felszín közelében megjelenik és tart végig lefelé, amíg el nem érjük az alsó-pannóniai rétegek nátrium-kloridos vizét. Ennek az a magyarázata, hogy a lefelé szivárgó csapadékvíz — különösen a durva szemcséjű víztartó rétegekben — hosszabb útvonalon is megtartja eredeti, a felszínről hozott kemizmusát; míg nagyobb mélységben, hosszabb úton át finomabb szemcséjű rétegekbe érve, kalcium-magnézium-ionjait kicseréli a rétegek nátrium-ionjaival. Ugyanezt a finomszemű agyagos, kőzetlisztes rétegekben már kis mélységekben is megteszi. Ezért a mély Alföld területén már kis mélységben is nátrium-hidrogén-karbonátos vizeket találunk.

A mélységi vizek sótartalma a mélység felé enyhén nő. 100—500 m mélységben csak ritkán haladja meg az 1 grammot literenként. A nagyon finomszemű plisztocén rétegekben és ott, ahol az alsó-pannóniai rétegek aránylag közel vannak a felszínhez, illetve a pleisztocén víztartó rétegekhez, csak ott emelkedik a sótartalom 400—500 m mélységben 1—2 g/l fölé. Így például Kunadacson és Kecskeméten 100 és 500 m közötti mélységközben meredeken emelkedik a sótartalom, tekintettel arra, hogy az alsó-pannóniai sós vizes rétegek 300—500 m mélységben vannak.

Néhány kunadacsi és kecskeméti kút oldott anyag tartalma

	Összes oldott anyag (mg/l)	A réteg kora
Kunadacs		
53 m	540	felső-pannóniai
147 m	642	felső-pannóniai
366 m	2149	alsó-pannóniai
Kecskemét		
192 m	431	kvarter
316 m	1032	felső-pannóniai
525 m	2678	alsó-pannóniai

Ugyanakkor a mély negyedidőszaki medencékben durvaszemű üledéksorban a mélységgel alig növekedik a sótartalom (l. a csongrádi és mindszenti adatokat).

Néhány csongrádi és mindszenti kút oldott anyag tartalma

	Összes oldott anyag (mg/l)	A réteg kora
Csongrád		
241 m	567	kvarter
445 m	651	kvarter
655 m	641	kvarter
1056 m	576	felső-pannóniai
Mindszent		
210 m	509	kvarter
308 m	517	kvarter
490 m	493	kvarter
823 m	599	kvarter
1153 m	915	felső-pannóniai
1319 m	909	felső-pannóniai

Finomszemű üledékkel telt mély negyedidőszaki medencékben szintén nincs erőteljes növekedés a mélység felé, de az oldott sótartalom jelentősen nagyobb, mint a durva üledékkel telt medencékben (l. Dévaványa és Vésztő adatait).

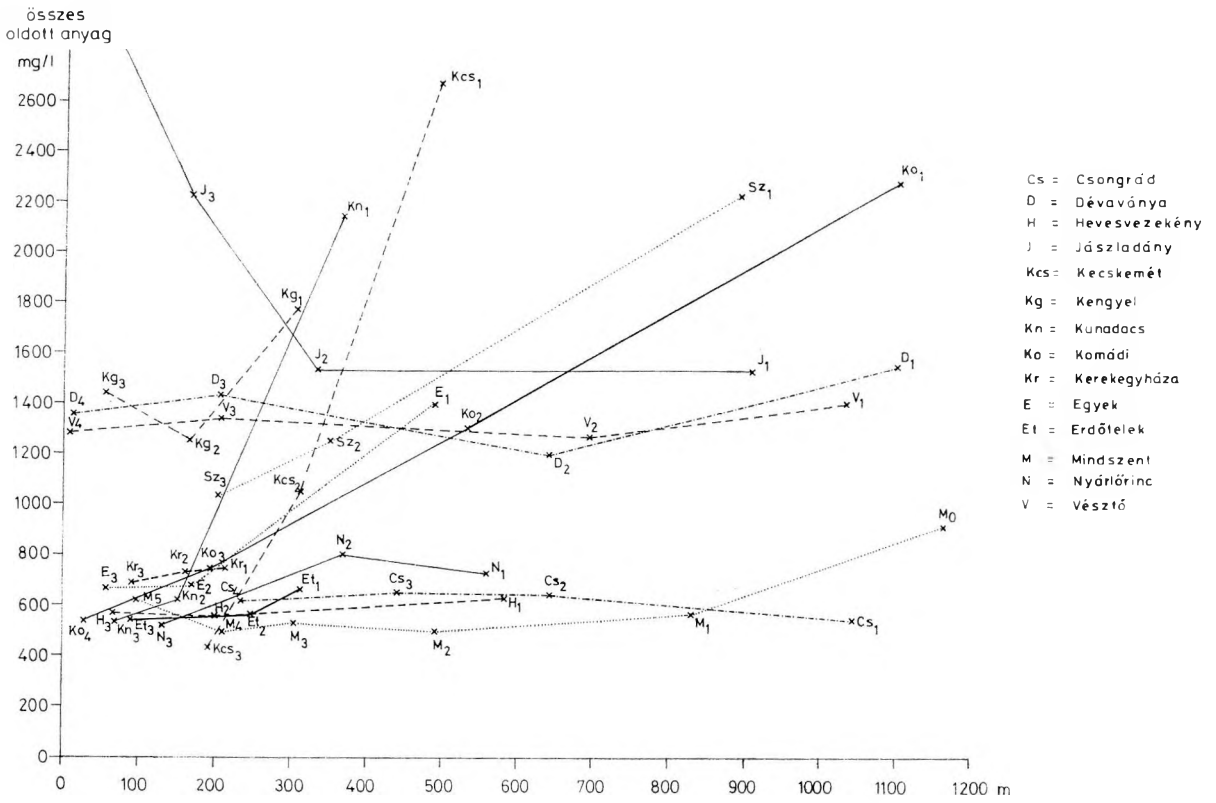
Néhány dévaványai és vésztői kút oldott anyag tartalma

	Összes oldott anyag (mg/l)	A réteg kora
Dévaványa		
27 m	1354	kvarter
205 m	1458	kvarter
657 m	1208	levantei
1100 m	1561	levantei
Vésztő		
16 m	1301	kvarter
205 m	1353	kvarter
693 m	1319	levantei
1089 m	1401	levantei

Ahhoz, hogy az alföldi vízkémia változatosságáról a mélységgel haladóan teljesebb legyen a kép, ide iktathatjuk Jászladány példáját, ahol a nagyon agyagos rétegsorban felülről lefelé nem növekedik, hanem csökken a sótartalom.

Jászladány	A mélységi vizek sótartalma (mg/l)	A réteg kora
12 m	5060	kvarter
168 m	2239	kvarter
331 m	1526	kvarter
907 m	1524	felső-pannóniai

Az első minta talajvíz minta. Ennek igen nagy sótartalma az Alföldön nem ritkaság. De ritkaság az, hogy 168 m-től 907 m mélységig jó 500 m vastag rétegsoron keresztül, a sótartalom nem növekedik, hanem fogy.



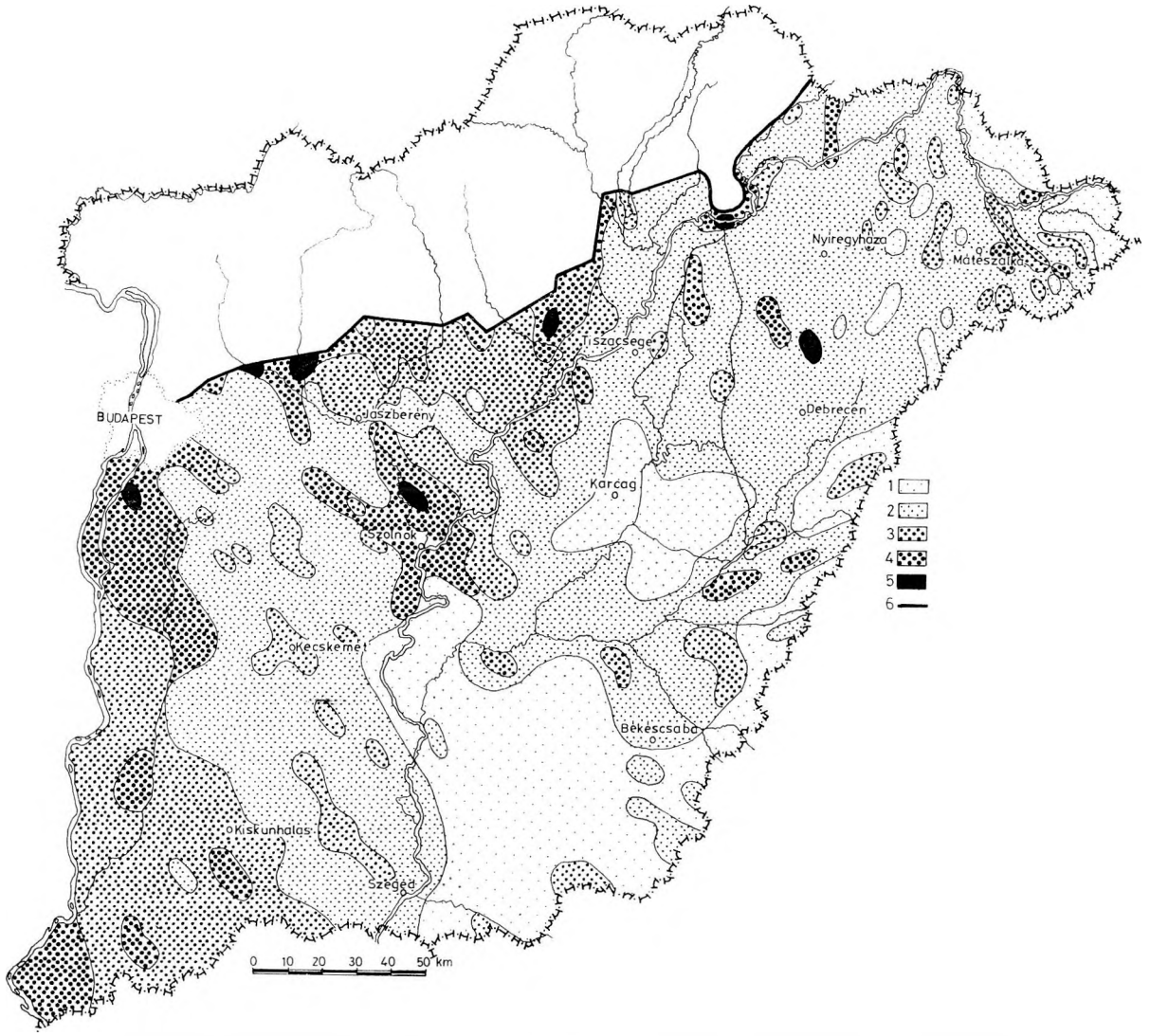
145. ábra. Az oldott sótartalom változása a mélységgel

Fig. 145. The configuration of the salt content and the depth

A víz kémiai jellege

A vízminőség jellemzésére legegyszerűbben a víz keménységét és lúgosságát szoktuk használni. A víz összkeménységét német fokokban szoktuk megadni, a lúgosságot lúgossági fokokban. A jó ivóvíz keménysége 5—15 német keménységi fok körül jár, lúgossága 5—8 fok körül. A MÁFI 70 figyelő kútjában, amelyek É—D és Ny—K irányban átszelik az Alföldet és mélységben helyenként 1200 m-ig elérnek, a legnagyobb előforduló vízkeménység 28 német keménységi fok, a legkisebb 0,5 fok. Lúgosság terén 26 fok a maximum és 2 a minimum. E számok mutatják, hogy mennyivel tisztábbak a mélységi vizek, kevesebb bennük az oldott só, mint a talajvízben. Az alföldi talajvíz mintákban sűrűn fordul elő 100 fokon felüli keménység és 30 fokon felüli lúgosság. Nem ritkaság azonban a 200 fokos keménység és szélsőséges esetben 300 fokon felüli is. A lúgosság terén a talajvízben előfordulnak 40—50 fokon felüli értékek is. Ezekhez viszonyítva a mélyebb rétegek vize keménység és lúgosság szempontjából kifogástalannak bizonyul. Mutatja ezt a mélységi vizekben talált só összmennyisége is, amely a MÁFI kutakban csak 7 esetben több 2000 mg-nál literenként és 34 esetben kevesebb 1000 mg/l-nél. A talajvizekben viszont 2000—3000 mg/l a leggyakoribb sótartalom és nem ritkaság az 5000 mg/l-en felüli sem.

A negyedidőszaki vizek keménységéről Urbancsek J. készített térképeket. Külön az alsó-pleisztocén és külön a felső-pleisztocén vizekről. Mindkét térkép egyértelműen az Alföld-perem vizeit mu-

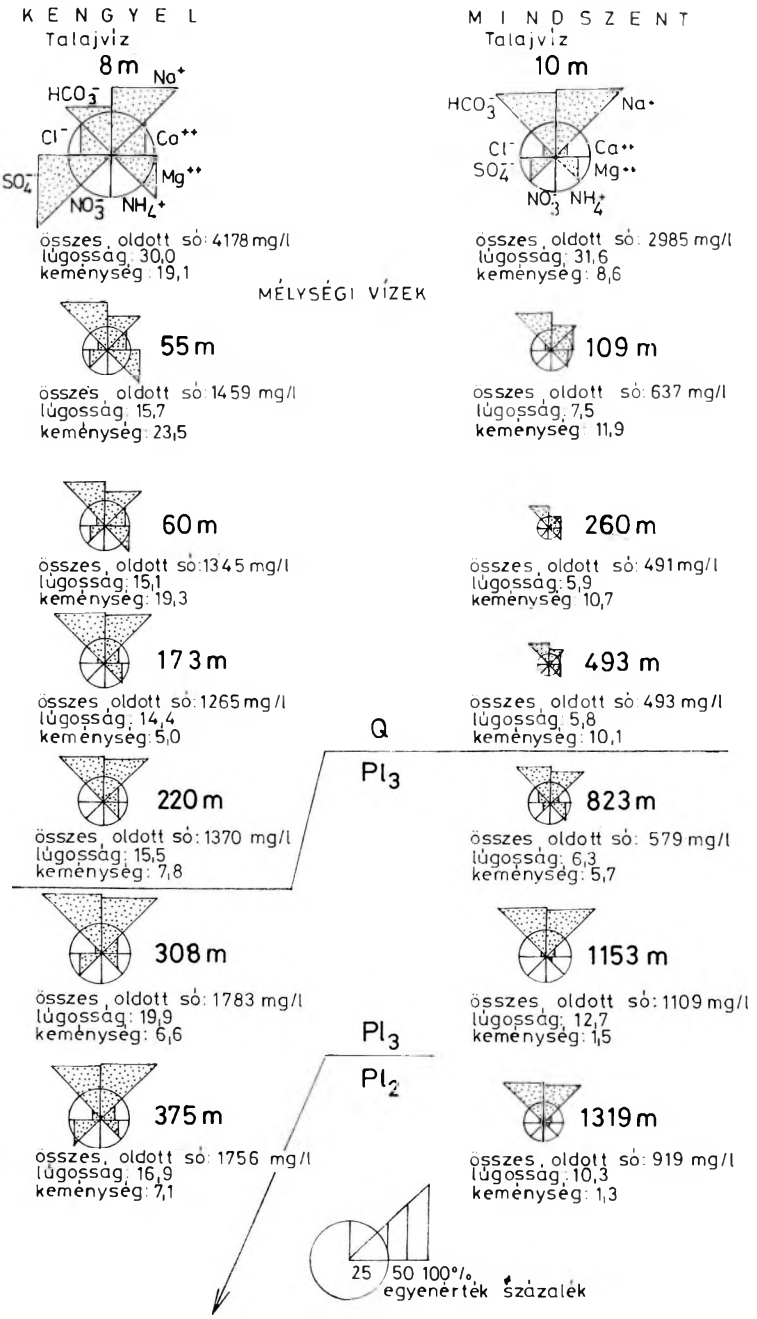


146. ábra. Felső-pleisztocén rétegvizek keménysége. Szerkesztette: URBANCSEK J. 1978
Kifogástalan: *1.* 0—10, *2.* 11—15; elfogadható: *3.* 16—20, *4.* 21—30; tűrhető: *5.* 31—45, N°, 6. az Alföld É-i pereme

Fig. 146. Hardness of the Upper Pleistocene underground waters, by J. URBANCSEK
1—2. Very good, *3—4.* acceptable, *5.* tolerable, *6.* northern frontier of the Great Plain

tatja keménynek, a keménység mértéke az Alföld közepe felé csökken: legkisebb a dél-tiszai medencerészben. Az is kiviláglik e térképekből, hogy a keménység a mélység felé csökken, a felső-pleisztocén vizek keményebbek az alsó-pleisztocén vizeknél. Egyedül a dél-tiszai medencerészben nincs a mélységgel haladó változás. Az itteni vizek a felszíntől lefelé 500—600 m mélységig végig lágyak. URBANCSEK kútkataszterének 10. kötete igen sok vízkémiai elemzés ábráit is közli megyénként, az újabb kötetek az egyes kutak részletes kémiai adatait is táblázatokba foglalták.

A lefelé szivárgó Ca-Mg-hidrogén-karbonátos és a felfelé szivárgó Na-hidrogén-karbonátos víz határa a homokvidékeken 200—400 m mélységben van, a mély fekvésű agyagos tájakon közvetlenül a felszín közelében. Kivétel ez alól a Csongrád—Szeged medence, ahol a nagy mélységig található homok- és kavicsrétegekben 500—600 m mélységig kis oldott só tartalmú Ca-Mg-hidrogén-karbonátos vizeket találunk, tehát olyanokat, mint a beszivárgási homokterületeken. Csak 700—800 m mélységben változik meg a vízminőség nátrium-hidrogén-karbonátosra. Pedig itt a nyomásviszonyok felfelé irányuló vízmozgásra mutatnak, hiszen a nyomásgradiens pozitív. Csongrádon 241 m-től lefelé 1056 m mélységig +6,2 m-ről +16,0 m-ig növekszik a víznívó a terepszint felett, Mindszenten 210 m-től 823 m mélységig +1,9 m-től +10,0 m-ig. Itt a víz természetes viszonyok között csak felfelé szivá-



147. ábra. Különböző mélységből fakasztott vizek kémiai jellege a kengyeli és a mindszenti kutakban

Fig. 147. Chemical type of the waters tapped in different depths of the Kengyel and Mindszent boreholes

17. táblázat — Table 17

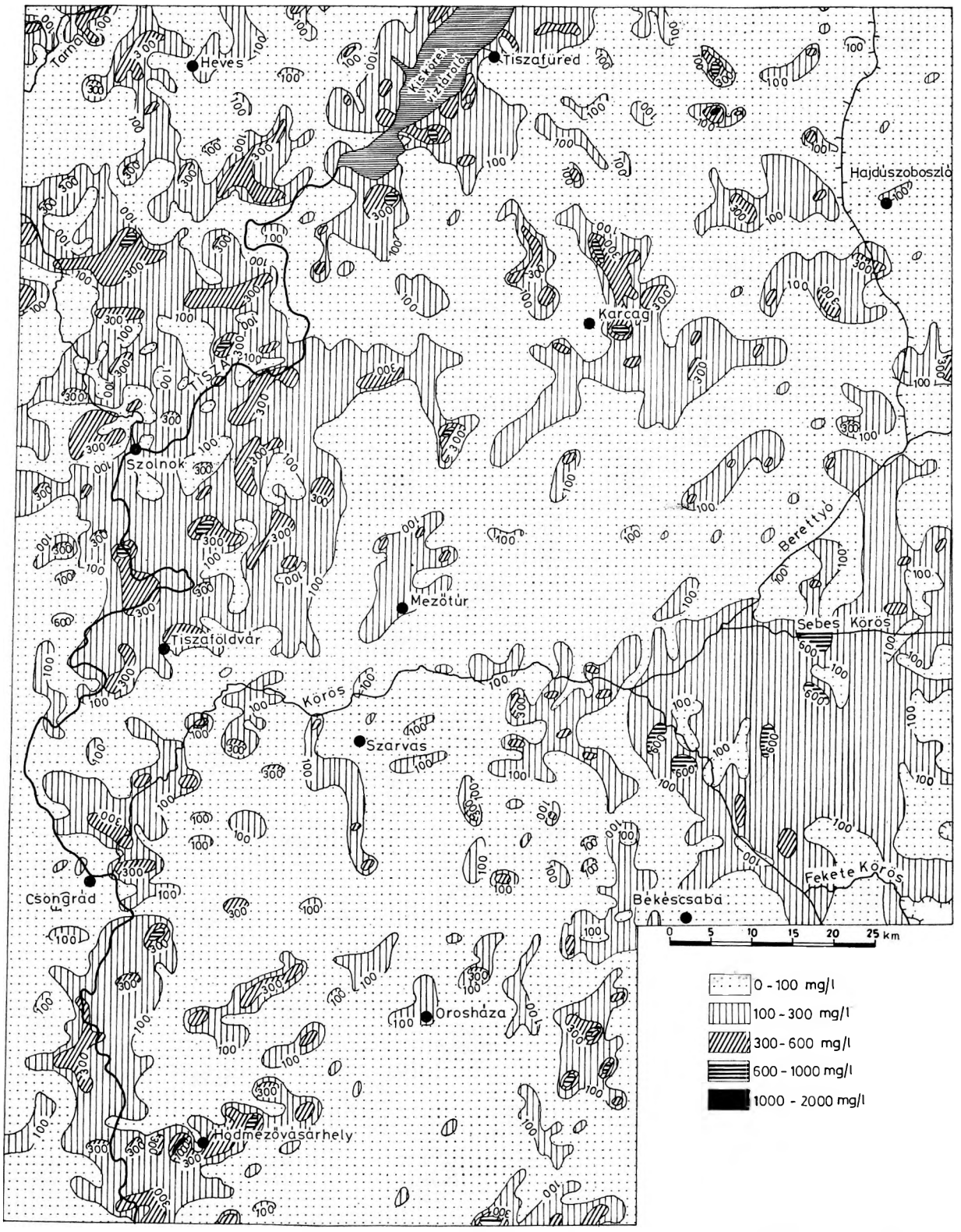
Jellegzetes kémiai különbségek az alföldi kutak vizében 1981-ben
Characteristic differences in the chemical composition of water in wells of the Great Plain in 1981

Kút helye		Mélység (m)	Na^+	Cl^-	SO_4^{--}	Összes só
			(mg/l)			
Jászladány	4.	6,0 – 12,0	753	305	1763	3586
	3.	160,7 – 167,8	432	42	437	1539
	2.	320,0 – 331,0	398	26	11	1444
	1.	891,0 – 906,0	378	12	ny	1187
Kunadacs	3.	43,0 – 53,0	33	10	4	333
	2.	134,0 – 146,8	66	14	ny	642
	1.	359,0 – 366,0	660	562	ny	2150
Kecskemét	(1975) 3.	172,2 – 191,4	73	15	13	198
	2.	303,4 – 316,3	425	31	ny	425
	1.	512,0 – 525,0	601	478	ny	1492
Nyárlőrinc	4.	3,0 – 8,0	70	47	390	1237
	3.	221,0 – 235,0	63	11	23	239
	2.	351,0 – 370,0	151	25	30	402
	1.	562,0 – 578,0	104	26	18	400
Kengyel	4.	11,3 – 16,3	60	40	ny	440
	3.	75,0 – 85,0	153	52	64	471
	2.	172,0 – 177,0	303	14	ny	1208
	1.	305,5 – 311,5	106	12	55	495
Szarvas	3.	193,0 – 210,0	285	34	ny	1105
	2.	351,6 – 358,1	307	35	ny	980
	1.	870,0 – 884,0	605	47	ny	2259
Dévaványa	4.	23,0 – 27,0	220	37	ny	1002
	3.	199,0 – 205,0	369	25	ny	1286
	2.	648,9 – 657,0	329	13	ny	1179
	1.	1085,0 – 1110,0	435	120	ny	1548
Vésztő	4.	12,0 – 16,0	72	3	ny	1086
	3.	194,0 – 197,0 204,0 – 205,0	321	20	ny	1103
	2.	654,0 – 693,0	355	8	ny	1209
	1.	1051,0 – 1059,2	386	8	ny	987
Csongrád	4.	233,0 – 241,0	52	5	3	487
	3.	428,0 – 445,0	64	4	ny	639
	2.	642,0 – 655,0	125	10	5	558
	1.	1029,0 – 1056,0	152	12	4	598
Mindszent	4.	189,4 – 209,5	53	3	ny	357
	3.	294,9 – 308,3	46	2	ny	439
	2.	478,0 – 490,0	48	3	ny	433
	1.	799,0 – 823,0	160	5	4	541

roghat, viszont oldalirányból folyamatosan jelentős utánpótlást kaphat a hidrosztatikusan magasabb helyzetű, kis oldott sótartalmú víztartókból (17. táblázat).

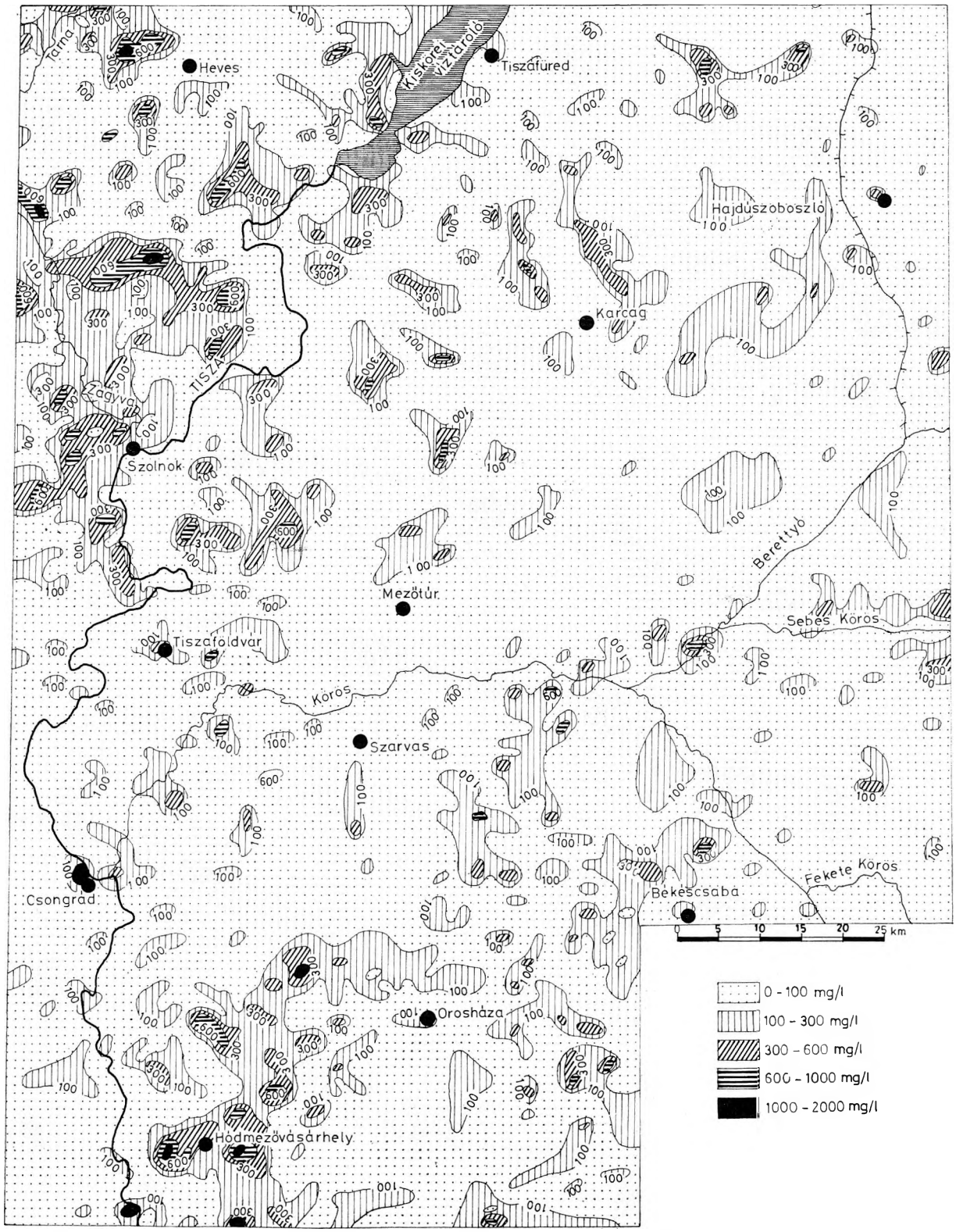
A mélységi víznek mint oldatnak, lefelé való töményedése általában a Na és HCO_3 növekedésének számlájára írható. Ugyanakkor a Ca- és Mg-ionok fogyását figyelhetjük meg a mélység felé. Ez a változás összefüggésben van azzal az úthosszal, amelyet a felszínről származó víz a rétegekben szivárogva megtesz, valamint az időtartammal. Mindez a jelenség a negyedidőszaki rétegekben bonyolódik le. A felső-pannóniai rétegekben már egységesen nátrium-hidrokarbonátos a víz, az alsó-pannóniai rétegekben pedig nátrium-kloridos.

A Na- és Cl-ionok megjelenését a negyedidőszaki vizekben gyakran nagyobb mélységről való felfelé szivárgás jelének tartjuk és tektonikus törészónákkal próbáljuk egyeztetni. Előfordul viszont, hogy a



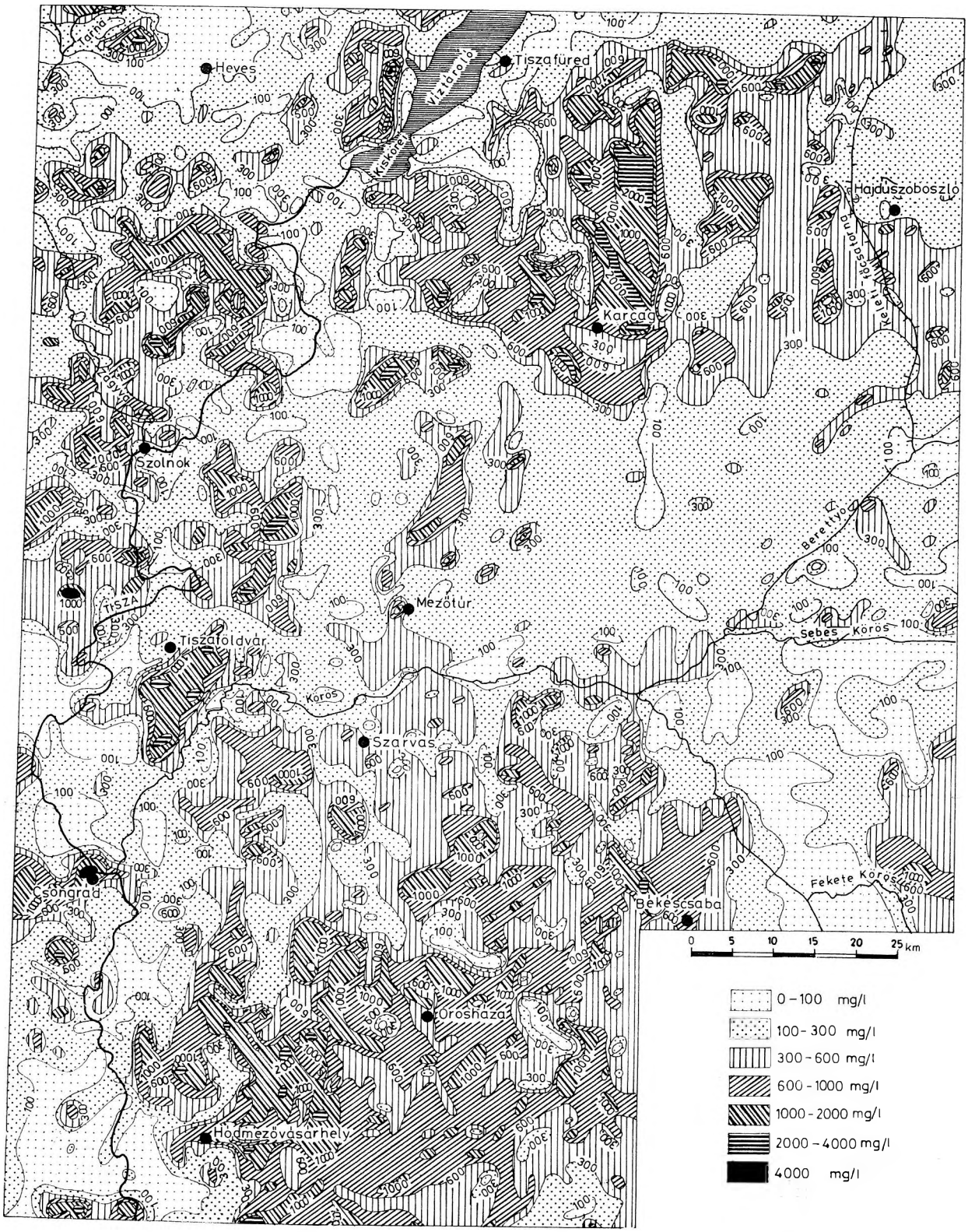
148. ábra. A kalcium-ion mennyisége a Közép-Tiszántúl talajvizében. Szerkesztette: KUCHEN Z. 1982

Fig. 148. Calcium ion content of ground-water in the middle part of the Trans-Tisza region. Plotted by Z. KUCHEN



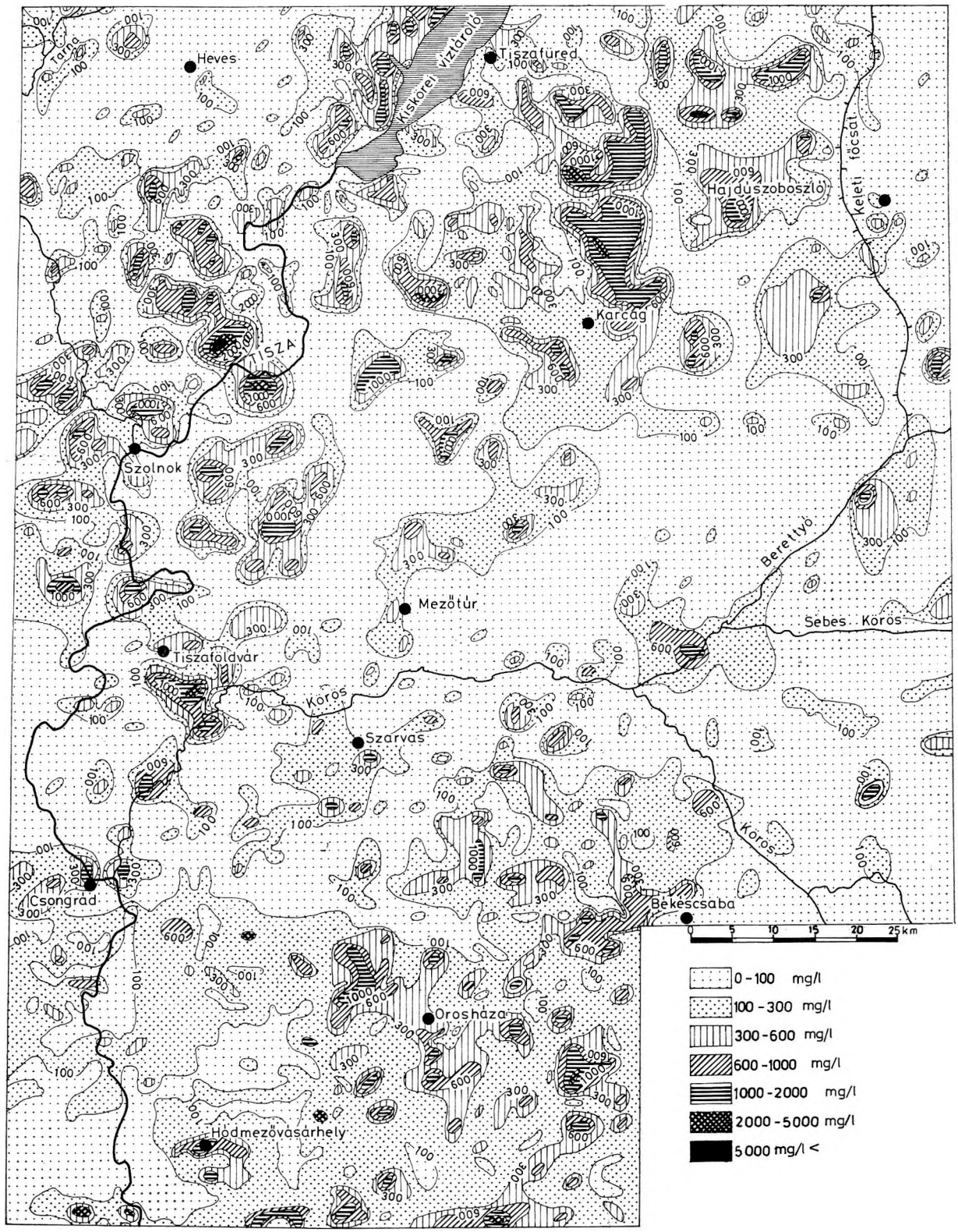
149. ábra. A magnézium-ion mennyisége a Közép-Tiszántúl talajvizében. Szerkesztette: Kuchen Z. 1982

Fig. 149. Magnesium ion content of ground-water in the middle part of the Trans-Tisza region. Plotted by Z. Kuchen



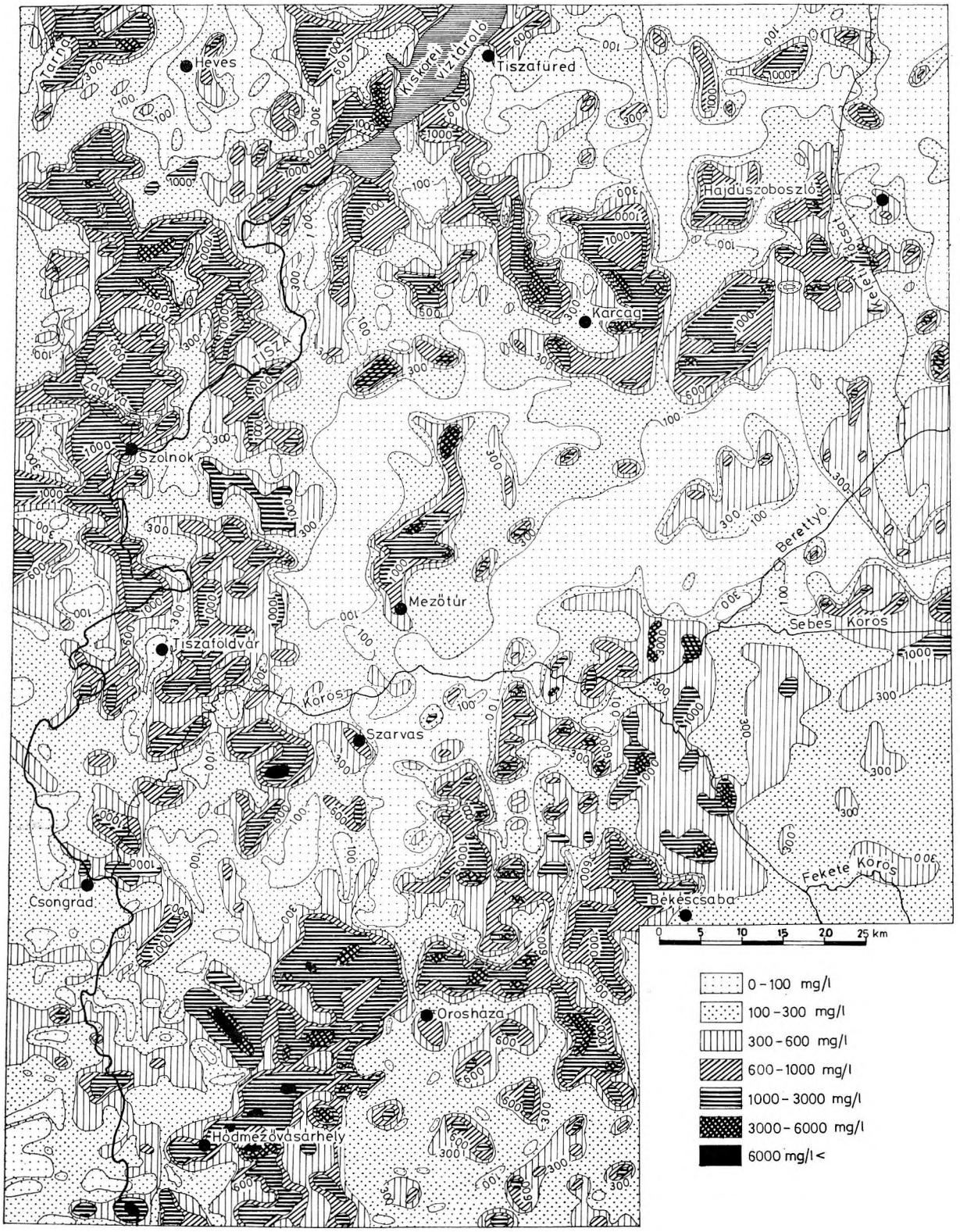
150. ábra. A nátrium-ion mennyisége a Közép-Tiszántúl talajvizében. Szerkesztette: KUCHEN Z. 1982

Fig. 150. Sodium ion content of ground-water in the middle part of the Trans-Tisza region. Plotted by Z. KUCHEN



151. ábra. A klorid-ion mennyisége a Közép-Tiszántúl talajvizében. Szerkesztette: KUCHEN Z. 1982

Fig. 151. Cloride ion content of ground-water in the middle part of the Trans-Tisza region. Plotted by Z. KUCHEN



152. ábra. A szulfát-ion mennyisége a Közép-Tiszántúl talajvizében. Szerkesztette: KUCHEN Z. 1982

Fig. 152. Sulphate ion content of the ground-water in the medium part of the Trans-Tisza region. Plotted by Z. KUCHEN

talajvíz túlságosan tömény oldatai lefelé felhígulnak és a Na- és Cl-ionok súlya nem növekszik, hanem fogy a mélység felé haladva. Ugyanakkor fogy a többi ion is. Jó példa erre Jászladány területe. Jászladányban a talajvízben 5060 mg/l oldott anyagot találtak, s ebből 802 mg/l volt nátrium-ion, ugyanakkor 171 mg/l volt a kalcium- és 371 mg/l a magnézium-ion. Lefelé haladva a kalcium-magnézium jelentéktelenné vált, de a nátrium sem növekedett jelentősen, bár — agyagos üledéksorban lévén — végig uralkodó kation maradt.

Jászladány vízminősége

Mélység (m)	Na	Ca	Mg	Összes só
		(mg/l)		
12	802	171	371	5060
168	446	88	66	2239
331	378	15	13	1526
906	386	9	4	1525

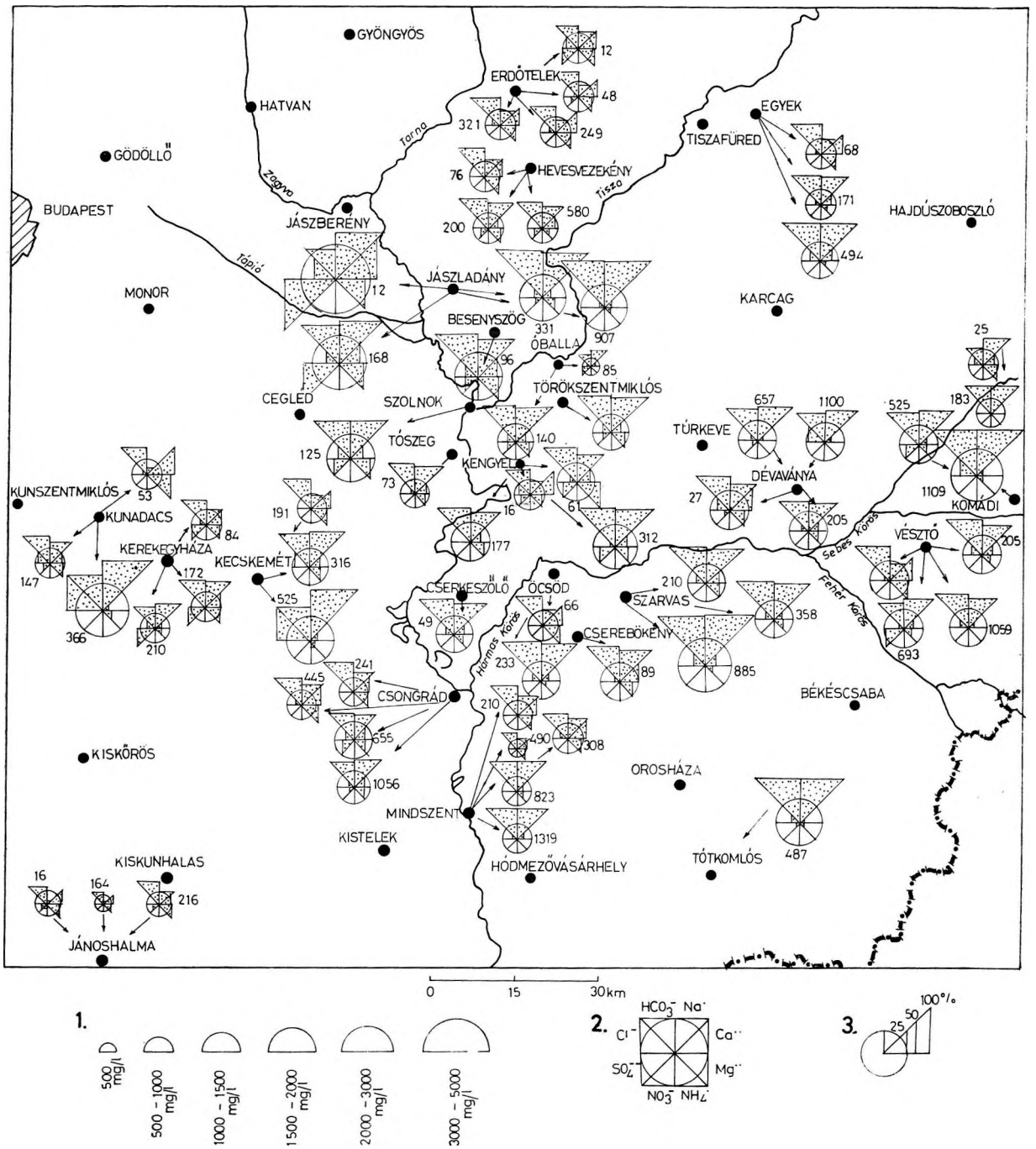
A negyedidőszaki vizekben klorid-iont csak jelentéktelen mennyiségben találunk. A talajvízben többfelé kimutatott nagy kloridtartalom tehát felülről való szennyezésből és az ingadozási zónában való kilúgozásból származhat, nem mindig mélységi vízből. A klorid-ion lefelé való csökkenésének legjobb példája Tószeg, ahol a 73 m mély kút vizében 126 mg/l klorid-iont mértek, a 222 m mély kútban 10 mg/l-t. Jászladányban is ez volt a helyzet. A talajvízkútban 197 mg/l volt a klorid-ion súlya, a 168 m mélységűben 32, a 331 m mélységűben 19, a 906 m mélységűben 5 mg/l. Lefelé növekvő kloridtartalmat a Duna—Tisza közi homokhátság nyugati felének kútjaiban találunk. Itt az alsópannóniai konyhasós vizű rétegek nincsenek nagy mélységben (500—600 m) és — úgy látszik — beleszűrődnek a fölöttük elhelyezkedő durva szemcsejű víztartó rétegek vizébe.

Néhány Duna — Tisza közi kút kloridtartalma

Helység	Mélység (m)	Klorid-ion tartalom (mg/l)	Kor
Kunadacs	53	7	kvarter
Kunadacs	147	44	felső-pannóniai
Kunadacs	366	552	alsó-pannóniai
Kecskemét — Méntelek	28	3	kvarter
	191	23	kvarter
Kecskemét — Méntelek	316	82	felső-pannóniai
Kecskemét — Méntelek	525	720	alsó-pannóniai
Óballa	85	43	kvarter
Óballa	138	110	kvarter

A Tisza mellett Tiszapüspöki—Óballa kútjaiban is alulról felfelé szivárgás mutatható ki. A Tisza mentén Gyulaháza körül Scherf Emil kutatott a mélységből felfelé szivárgó sós vizek után (Scherf 1948). Több fúrás lemélyítésével kimutatta, hogy a kloridtartalom határozott irányokhoz kötött. Saját vizsgálataink 1953-ban a területen ezeket a megállapításokat nem erősítették meg. A nagyobb Na-Cl-ionok súlya és aránya pontszerűen jelentkezett egymástól távol és inkább a felszíni szennyezéssel volt magyarázható (gulyaállások területe).

Szulfát az alföldi mélységi vizekben 1000 m körüli mélységig nagyobb arányban csak kivételesen fordul elő. A MÁFI kutakban az előfordulások mind a mély Alföldön, a Tisza tengelyében vannak.



153. ábra. A MÁFI észlelő kutak vízkémiája

1. Összes oldott só, *2.* az ionok elhelyezése az ábrán, *3.* az ionok egyenértékszázaléka

Fig. 153. Chemical analyses of the waters from the check-wells of the Geological Institute

1. Weight of the dissolved solids mg/l, *2.* location of the ions, *3.* the equivalent percentage of the ions

Alföldi kutak szulfáttartalma

Helység	Mélység (m)	Szulfát-ion tartalom (mg/l)
Óballa	85	108
Óballa	183	656
Szolnok	15	103 (talajvíz)
Szolnok	42	53
Szolnok	94	81
Szolnok	125	73
Tószeg	73	216
Jászladány	12	2489 (talajvíz)
Jászladány	168	620
Jászladány	331	28
Jászladány	906	—

Ivóvíz szempontjából nagyon fontos a víz vastartalma. E téren az alföldi mélységi vizek általában kifogástalanok. URBANCSEK J. elkészítette az alsó- és felső-pleisztocén vizek vasasságának térképét is. Ezekből az tűnik ki, hogy az alsó-pleisztocén vizek csak az Alföld északkeleti szegélyén tartalmaznak kifogásolható mennyiségben vasat. A felső-pleisztocén vizek is ezen a tájon, de jóval nagyobb területen vastartalmúak. A 0,4 mg/l-nél magasabb Fe-ion tartalmat tartják ivóvíz szempontjából kifogásolhatónak.

Kérdés azonban, hogy a vastartalom tényleg a víz eredeti eleme vagy másodlagos szerzeménye. A lágy vizek és nagy szabad szénsavtartalmú vizek ugyanis agresszívek és megtámadják a szűrőcső, a béléscsövek és a kútfej vasanyagát. A vas tehát innen kerülhet a vízbe. A kavicsban tározódó vizek rendszerint lágyak és nagy szabad széndioxid-tartalmuk van. A Nyírség északi részén, a Szatmár—Beregi síkságon és a Bodrogközben levő vizek vasassága részben ezzel magyarázható. Az Alföld más helyén csak elvétve és pontszerűen találunk kifogásolható mennyiségben vasat a negyedidőszaki vizekben. A MÁFI egyetlen kútjában sem találtak a fúrás után történt elemzéseknél mérhető Fe-iont a vízben. A fúrás idején vett vízmintákban viszont kompresszorozás közben előfordult vas-ion, mert a lágy és szénsavban dús vizek agresszívek és a szerszámok vasrészeit megtámadják. A mindszenti legmélyebb kútban (823 m) a fúráskor (1970) 0,4 mg/l Fe-iont mértek, 1976 és 1978-ban a megismételt vízmintavételekben nem volt nyoma a vasnak. A három sekélyebb kút vizében a fúráskor sem találtak vasat. Csongrád legmélyebb kútjában (1056 m) a fúrás idején (1970) vett mintában 0,4 mg/l Fe-iont mértek. Az 1974-ben, 1976-ban és 1978-ban megismételt vízmintavételnél nyomot sem találtak. Csongrád másik három kútjában a fúráskor sem volt vas. További 4 kút vizében találtak még a fúráskor 0,1—0,2 mg/l vasat, de egyikben sem az utánméréseknél. További 60 kút vize teljesen vastalan volt.

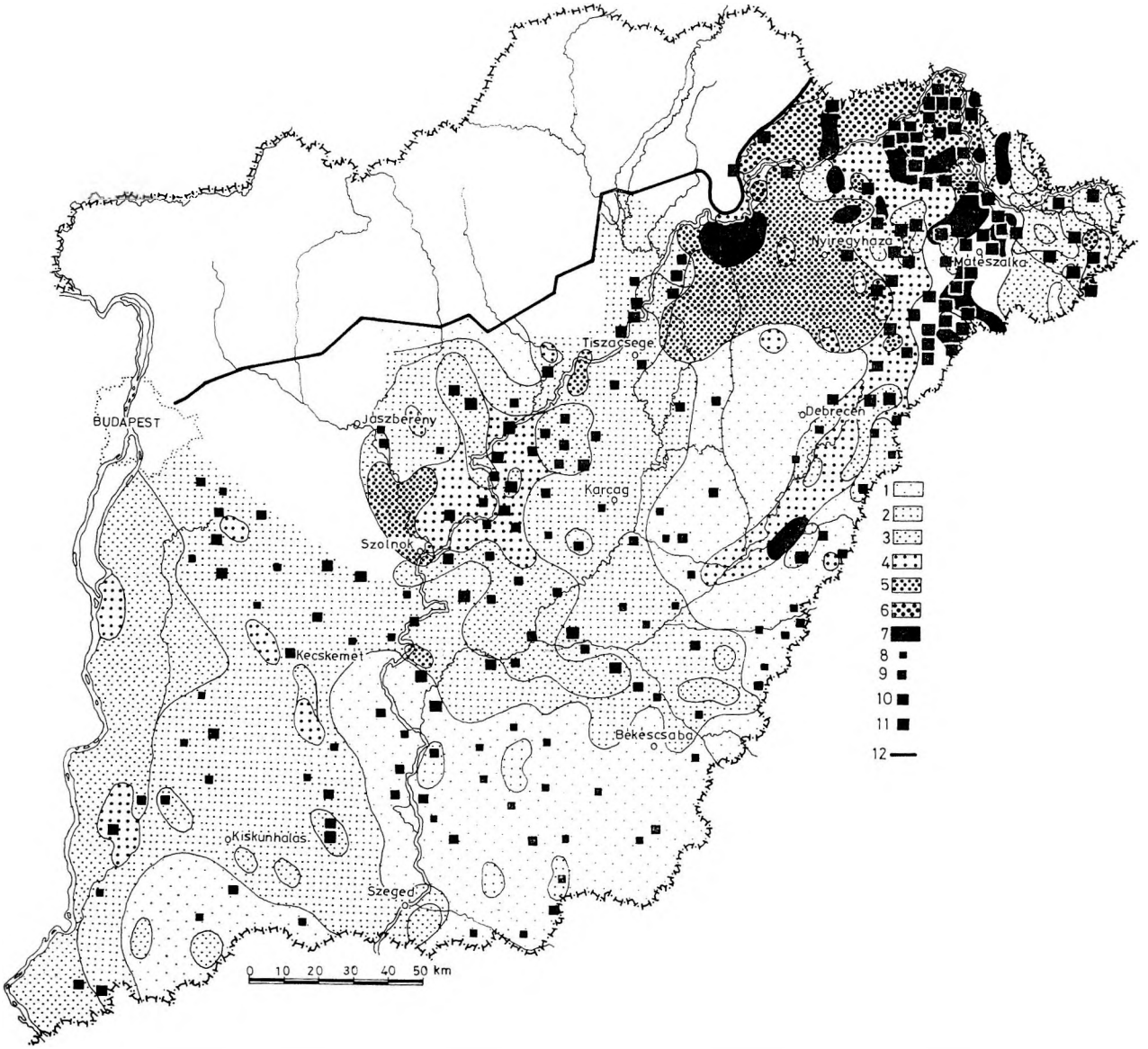
A kútvizek kemizmusa időben meglepően változó. Ott is, ahol nincs vízkitermelés, mint a MÁFI észlelő kútjaiban. A változás mértéke nagyon különböző, de különböző az iránya is. Idővel növekvő sótartalom éppúgy előfordul, mint időben fogyó. A tendencia változhat is. Egy ideig fogyás, majd emelkedés mutatkozhat vagy fordítva. A legváltozékonyabb a HCO_3-tartalom és ezzel az összes só súlya, de nem jelentéktelen változásokat mutat a többi ion is (18., 19. táblázat).

A kalcium- és magnézium-ion súly az alföldi vizek többségében nem kiemelkedő. Így időbeli változásai sem számottevőek, de változások vannak. Az eltérésekre néhány példát a következő táblázat mutat:

Alföldi kutak kalcium- és magnéziumtartalma

	Mélység (m)	Szélső értékek Ca (mg/l)	Mg (mg/l)
Erdőtelek	320	80—4	26—7
	249	73—4	23—14
	48	76—2	21—7
Kerekegyháza	210	15—2	9—3
	172	36—6	19—10
	34	62—10	25—8
Óballa	138	25—2	27—2
	85	88—2	38—8

Hasonlóan kis mértékűek a klorid-ion súly eltérések, de csak abszolút mennyiségben, mert a változás arányai nagyok (20. táblázat).



154. ábra. Felső-pleisztocén rétegvizek vasassága. Szerkesztette: URBANCSEK J. 1978

Helységenként átlagolt adatok szerint: *1.* 0,0—0,4 (0,1 = kifogástalan, 0,3 = elfogadható, 0,4 = tűrhető), *2.* 0,5—0,9, *3.* 1,0—1,4, *4.* 1,5—1,9, *5.* 2,0—2,4, *6.* 2,5—2,9, *7.* 3,0—4,0 mg/l vastartalom. Helységenként kiemelkedő értékek: *8.* 1,0—1,9, *9.* 2,0—2,9, *10.* 3,0—3,9, *11.* 4,0 mg/l felett, *12.* az Alföld északi pereme

Fig. 154. Iron content of the Upper Pleistocene artesian waters. Plotted by J. URBANCSEK

0.0—0.1 = excellent, 0.2—0.3 = acceptable, 0.4 = tolerable, 0.5—4.0 = reprehensible, *12.* northern margin of the Great Hungarian Plain

Az anionok között a HCO_3 messze a legnagyobb súlyértéket képviseli minden negyedidőszaki és felső-pannóniai melységi vízben. Az összes sótartalom nagy változásai elsősorban a hidrogén-karbonát súlyváltozásaiból adódnak. A változás szelső értékei Erdőteleken 399—63 mg/l, 400—133 mg/l, 474—37 mg/l lefelé haladva. Egyek 494 m mély kútjában 871 és 559 mg/l között változott a hidrogénkarbonát 1971 és 1981 között. Abszolút súlyra kisebbek, a változás arányait véve nagyok a szulfát-ion időbeli változásai a melységi vizekben (21. táblázat). Hangsúlyozni kell, hogy az itt ismertetett változások mind a melységi víztartókban jelentkeztek. A talajvízben jóval nagyobb változásokat tapasztalhatunk, minthogy maga az oldott anyag tartalom is messze magasabb. Meg kell jegyezni, hogy a kutak nagy többségében a szulfáttartalomban nincs változás vagy csak igen csekély.

E vízminőségi változások gyakorisága és mérete láttán felmerül a kérdés, mennyire szabad hitelt adni általános vízminőségi összehasonlításoknak olyan esetekben, amikor az adatok nem egyazon időre vonatkoznak. A különböző kémiai laboratóriumok vizsgálati módszereiben és pontosságában is eltérések vannak, ezért különböző

18. táblázat — Table 18

Az összes sótartalom időbeli változása a mélységi vizekben
Timely variation of the total salt content in the artesian waters

Helység	Mélység (m)	Év	Sótartalom (mg/l)
Erdőtelek	48	1972	566
		1974	245
		1976	158
		1978	136
		1981	236
Erdőtelek	249	1972	570
		1974	198
		1976	325
		1978	394
		1981	433
Erdőtelek	320	1972	672
		1974	355
		1976	237
		1978	187
		1981	440
Kecskemét—Méntelek	192	1973	528
		1976	198
Nyárlőrinc	135	1975	551
		1976	222
		1978	219
		1981	239
Hevesvezekény	581	1971	613
		1974	478
		1976	374
		1978	565
		1981	583
Óballa	85	1968	415
		1971	1299
		1974	710
		1976	737
		1978	781
		1981	768
Tószeg	73	1965	701
		1974	1065
		1976	1494
		1978	2252
		1981	3282
Kerekegyháza	172	1974	713
		1976	299
		1978	565
		1981	565
Mindszent	308	1973	509
		1976	218
		1978	238
		1981	739

19. táblázat — Table 19

A Na-ion-tartalom időbeli változása mélységi vizekben
Timely variation of the Na-ion content in the artesian waters

Helység	Mélység (m)	Év	Na-ion tartalom (mg/l)
Egyek	494	1971	207
		1974	347
		1976	315
		1978	348
		1981	341
Törökszentmiklós	87	1968	256
		1971	276
		1974	120
		1976	117
		1978	127
		1981	110
Kecskemét—Méntelek	316	1973	267
		1976	102
Kecskemét—Méntelek	191	1973	31
		1976	73
Kerekegyháza	172	1974	125
		1976	64
		1978	128
		1981	121
Kerekegyháza	84	1974	24
		1976	121
		1978	75
		1981	72
Nyárlőrinc	370	1975	70
		1976	158
		1978	156
		1981	151
Tószeg	73	1965	243
		1974	190
		1976	308
		1978	565
		1981	824

laborok adatainak összehasonlítása mindig csak a pontosság és megbízhatóság korlátozottságával jár. Az egyazon labor különböző időben végzett elemzéseinek különbségei, vagyis a víz kemizmusának időbeli és nem jelentéktelen változása nagy óvatosságra intenek az összehasonlításoknál és a változások adataihoz fűzött értelmezésnél és következtetéseknél. Hangsúlyozottan figyelembe kell venni az időbeli változásokat akkor, ha nagyobb területről áttekintő kémiai térképeket szerkesztünk. A térképek jelkulcsában az egyes ionok vagy ionpárok súly szerinti osztályozásánál nagy lépcsőket kell alkalmazni ahhoz, hogy túl sok hibát ne kövessünk el.

20. táblázat — Table 20

A klorid-ion súlyváltozásai
Variations of the weight of the Cl-ion content

Helység	Mélység (m)	Év	Ion súly (mg/l)
Tószeg	73	1965	126
		1974	50
		1976	123
		1978	388
		1981	395
Óballa	138	1966	110
		1969	46
		1974	33
		1976	33
		1978	36
		1981	38
Mindszent	823	1970	28
		1976	12
		1978	8
		1981	5
Mindszent	490	1969	3
		1976	7
		1978	6
		1981	3
Mindszent	308	1973	2
		1976	3
		1978	5
		1981	2

21. táblázat — Table 21

Szulfát-ion súlyváltozások mélységi vizekben
Variations of the weight of the SO_4-ion content in the artesian waters

Helység	Mélység (m)	Év	Ion súly (mg/l)
Óballa	138	1966	16
		1969	656
		1974	548
		1976	421
		1978	293
		1981	204
Óballa	85	1968	108
		1971	nyom
		1974	7
		1976	5
		1978	nyom
		1981	nyom
Tószeg	73	1965	216
		1974	24
		1976	241
		1978	563
		1981	1160
Jászladány	168	1977	620
		1978	495
		1981	437

Földtanilag értelmezhető összefüggésre mutat rá a külföldi irodalom, amikor a felszín alatti vizek sótartalmát a vízhozammal hozza fordított irányú kapcsolatba. Minél kisebb a vízhozam, annál nagyobb a sótartalom. Ennek magyarázata az, hogy kis vízhozamot finom szemcséjű réteg ad, abban pedig több az oldódó anyag. A MÁFI kutak adataiból ez az összefüggés valósnak mutatkozik, de csak nagy vonalakban. Nem érvényesül ez a szabály a durva szemcséjű víztartókban. Így pl. Kecskemét, Nyárlőrinc és Csongrád kútjaiban fordított jelenségeket találunk. A felszín alatti vizeknek a mélységgel kapcsolatos kémiai változására két helyről van 7-7 egymás alatti rétegről megbízható és összehasonlítható adatunk: Kengyelen a Nagykunság agyagos rétegsorában és Mindszenten egy jobbára homokos rétegsorban.

Összefoglalva a mélységi vizek kémiájáról szóló adatokat megállapíthatjuk, hogy az alföldi medence felszín alatti vizei — a talajvíz kivételével — a negyedidőszaki és felső-pannóniai rétegekben ivóvíz minőségű vizek. Akár a kalcium-hidrokarbonátos, akár a nátrium-hidrogén-karbonátos víztípus háztartási célokra megfelelő. Öntözésre viszont a nátrium-hidrogén-karbonátos víz nem jó, mert elősegítheti a szikesedést. Igaz, hogy ez a víztípus felszínhez közel, főleg a finomszemű víztartókban van, ezek pedig nem olyan bővizűek, hogy az öntözési szükségletet kielégíthetnék. A kavicsban és durva homokban tárolt víz pedig — amelynek hozama öntözéshez elegendő — a felszín közelében nem nátriumtartalmú.

Közepes mélységű vízadó rétegeink gázossága

Ismert jelenség volt az Alföldön a lidércfény, ingoványos vidékeken a felszín alól felszüremkedő mocsárgáz (metán) lángrobbanása és pislákoló, libegő fénye. Kellemetlenebb jelenség lett később az, amikor a kifolyó vizű artézi kutaknak vizét a vízpazarlás ellen lezárva előfordult, hogy a vízben felgyűlő gáz a zárószerkezetet szétvetette, a kút felrobbant. Oldott gáz a felszín alatti vizekben úgyszólván mindenhol van, de nem mindenütt és nem minden mélységben azonos arányban. Az Alföld vezet a gázos vizek arányában, különösen gazdag a Tiszántúl területe, s ott is a Köröstől délre eső rész. Az alföldi kutak gázosságára régen felfigyeltek. Az egyik első artézi kút, az 1879-ben fúrt püspökladányi MÁV kút erősen gázos vizet szolgáltatott. Sümeghy J. az Alföld geotermikus viszonyairól írt

könyvében beszél a gázosságról és azt a mélységgel növekedőnek mondja. Részletesebben foglalkozott az artézi kutak gázosságával SCHMIDT E. R., aki a Kreybig-féle talajtérképezés idején összeírásokat készített az artézi kutakról. Ő térképen is jelölte a gázos kutak elterjedését. Térképe felöleli az egész Tiszántúlt a Nyírség és a Szatmári-síkság kivételével. A legújabb időkig végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy vízben oldott gázok az Alföld minden felszín alatti vizében vannak. A gázosságnak a mélységgel való folyamatos emelkedése nem bizonyított. A gáznak alulról felfelé való szüremkedésére ugyanúgy van megfigyelés, mint helyben keletkezésére mocsaras, szerves anyagot tartalmazó rétegekben. A gáz legtöbbször metán, csak kisebb mértékben N_2, CO_2 és elenyésző mértékben etán, propán, bután.

Igen részletes összeírást végeztetett URBANCSEK J. a gázos kutakról és az eredményeket megjelentette a fúrt kutakról kiadott nagy anyaggyűjtemény X. kötetében 1981-ben. A kötet mellékletei közt térkép található „A felszín alatti vizek gáztartalma 1978—1979" címen (Szerkesztő: HUTTER ERIKA, LÁSZLÓ ERZSÉBET, PÉK PÉTERNÉ). A térkép a gázosság általános elterjedését mutatja az ország nem hegyvidéki területein. Az Alföld területén azonban a gázosság szembetűnően nagyobb, mint az ország más területén és különösen nagy a Körösöktől délre. Itt a kutak 75—100%-ban gázosak.

Az 1980-as évek elején kiterjedt vizsgálatot végeztek az artézi kutak gázosságára vonatkozólag, s ezeknek eredményeit HUTTER E. és KARÁCSONYI SÁNDOR foglalta össze a Hidrológiai Közlöny 1982/3. számában. E tanulmányból az derül ki, hogy a legfelső rétegekben a gyenge gázosság általános. Lefelé haladva a gázos kutak területe csökken, de a gázosság foka emelkedik. Az általános kép tehát összetöredezik. A mélyebb kutak (300—500 m) gázossága összefüggést mutat a szénhidrogén lelőhelyekkel. A sekélyebb gázos kutak elterjedése ilyen kapcsolatot nem mutat (202. ábra).

Az alföldi víztartalékban jelentkező gázok egy része helyben képződik agyagokból, mocsarakból, másik része a mélyből szivárog felfelé. A helyben képződés 0—130 m mélységig valószínű. Ez alatt egy kevésbé gázos rétegsor következik (130—230 m), majd 300 m alatt kisebb foltokban erős gázosság, amely már szoros kapcsolatot mutat a szénhidrogén mezőkkel. A kétféle eredetű gázok természetesen keverednek is, ami külön megfigyelésüket megnehezíti. A kétféle eredetet a középmélységekben (130—230 m) jelentkező kisebb gázosság elárulja.

Az alföldi mélységi vizek eredete és kora

Az a kérdés, hogy milyen úton és módon jut le a víz az alföldi medencében több száz, vagy éppen több ezer méter mélységbe, hosszú ideje foglalkoztatja a szakembereket és ma sem mondható, hogy mind egy véleményen vannak. Az első és legegyszerűbb magyarázat az, hogy ez a víz a rétegekkel együtt került a mélybe. Ezt a magyarázatot az alsó-pannóniai rétegek sós vizére elfogadhatjuk, kevés az ellentmondás. Az édesvizek azonban kapcsolatban lehetnek a felszíni csapadékvízzel és erre a kapcsolatra sok bizonyító erejű példa van a hegyvidékeken, karsztos és repedéses kőzetekből álló területeken. A talajvíznek a felszíni csapadékból való táplálkozását senki sem tagadja, sőt vannak, akik csak a helyszínen lehulló csapadékot hajlandók a talajvíz táplálójául elfogadni és tagadják, hogy az egyik helyen lehullott csapadék egy másik helyen, jóval távolabb jelenhet meg talajvíz gyanánt.

Minthogy az Alföldön a talajvíz, vagyis a legfelső felszín alatti réteg vize sok helyen nem választható el a következő egy vagy több víztartó réteg vizétől, el lehet fogadni azt, hogy a felszíni csapadék nem csak a legfelső talajvizet, hanem több felszín közeli víztartó réteg vizét táplálja. De milyen mélységig? A nagyobb mélységre való leszivárgás lehetőségét sokan tagadják azon az alapon, hogy az egy atmoszféra nyomás alatt álló csapadékvíz nem hatolhat le a rétegekbe 5—10, vagy éppen 50—100 atmoszféra nyomás alá. Igaz, hogy a hegyvidékek repedezett kőzeteibe, vagy a magasan fekvő kavicsteraszokba beszivárgó víznek egy atmoszféránál nagyobb gravitációs energiája van a közlekedő edényként szereplő, mélybe vezető porózus rétegekbe való lehatolásra, de ez is csak bizonyos mélységig lehetséges. Egy másik probléma, hogy egy mélyen fekvő vízzel telt rétegbe csak úgy hatolhat be újabb vízmennyiség, ha valahova a már tárolt víz eltávozhat. Vagyis, valahol fogyásnak is kell lennie ahhoz, hogy a rendszeres táplálás létrejöjjön. Amióta nagy mennyiségű vizet termelünk ki a kutakkal mesterségesen megnyitott mélységi rétegekből, ilyen fogyasztás fennáll. De a betáplálás folyt ezelőtt is, míg ezek a rétegek nem voltak megnyitva és ma is vannak területek, ahol jelentős mesterséges fogyasztás nincs.

Azt, hogy a csapadékvíz lejuthat több száz méter mély rétegekbe, egyfelől valószínűsíti az, hogy ilyen mélységekben is találunk olyan kémiai típusú vizet, amilyen a felszíni víztartókban, patakokban, tavakban van. Másrészt a mélységi kutak évtizedeken át ontják vizüket és vízszintjük — ha a kitermelés nem túlságosan nagy — lényegesen nem csökken. Egy harmadik jelenség az, hogy a mélységi víztartók vizében lefelé haladva 1000 m mélységig megtaláljuk ugyanazt az évi vízszintjátékot, amit a talajvíznél megfigyeltünk, és ahol azt a beszivárgással és párolgással magyaráztuk. Van itt is évszakos vízszintemelkedés és -süllyedés, kell lennie táplálódásnak és fogyasztásnak is. Jól megfigyelhető az évszakos vízjárás olyan kutakban is, mint a Földtani Intézet mélységi vízfigyelő kútjai.

amelyekből vízkitermelés nincs. Egyetlen magyarázat marad és ez az, hogy az alföldi laza üledékkel nagy vastagságban feltöltött medence több elkülönülő részre tagolt, de egészében egyetlen nagy víztároló rendszer, amelyben a víz horizontális és vertikális irányban a víztartó és ún. vízzáró rétegeken át különböző sebességgel, de állandó körforgásban, szivárgó mozgásban van. Az évszakos szintingadozások nagy mélységben nem ennek a szivárgó mozgásnak tudhatók be, hanem a peremek felől jövő és a mélybe hatoló nyomáshullámoknak. Ősszel és télen a beszivárgási területek (hasadékok, kavics- és homokrétegek) megtelnek vízzel. A karsztos járatokban és kőzethasadékokban többször 10 m-es vízoszlop növekedést figyelhetünk meg. E magas helyzetű víztárolókból az Alföld belsejébe vezető vízvezető rétegeken át nyomáshullám indul lefelé és befelé a medence közepe felé. A nyomáshullám mellett megindul a szivárgás is ugyanazon az úton a rétegben, de összehasonlíthatatlanul kisebb sebességgel. A szivárgó víznek évezredekre van szüksége ahhoz, hogy a peremektől 40—50 km távolságra és 100 m mélységbe eljusson. A nyomáshullámnak ehhez elég 5—6 nap.

A szivárgó mozgás egy lassú körforgás része. A hegyperemeken, s a kiemelt homokterületeken beszivárgó víz a vízvezető rétegek segítségével a mélybe nyomul és a mélyből nagy nyomás hatására a vízvezető és vízzáró rétegeken át lépcsőről lépcsőre haladva, felfelé szivárog és a talajvizen át visszajut az atmoszférába. A felfelé mozgás vezérlője egyfelől a párolgás, másfelől a mélység felé emelkedő nyomás. A talajból és talajvízből történő párolgás pótlására indul meg alulról a felfelé szivárgás a következő rétegből és abba láncreakciószerűen az alatta levőből.

Igazolja ezt a feltevést a nyomásviszonyok alakulása. A beszivárgó területeken a mélység felé haladva negatív nyomásgradienst találunk, vagyis a mélyebb rétegek nyugalmi vízszintje alacsonyabb, mint a magasabban elhelyezkedő rétegeké. Az Alföld mély területein viszont pozitív nyomásgradienst találunk, vagyis a mélyebb víztartók vizének nyugalmi szintje magasabban alakul ki, mint a felette levőké. A negatív nyomásgradiens helyén csak lefelé irányuló vízmozgás lehetséges, a pozitív nyomásgradiens felfelé irányuló mozgást kényszerít ki. További igazolója a felszín alatti vízkörzésnek az, hogy a negatív nyomásgradiensű beszivárgó területeken 200—300 m mélységig a felszíni vizekhez hasonló kemizmusú vizet találunk, a pozitív nyomásgradiensű helyeken pedig a nagy mélységek vizéhez hasonló víztípust. Kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos vizek vannak a beszivárgó területeken, nátrium-hidrogén-karbonátos vizek azokban a rétegekben, ahol a víz felfelé mozog.

Mindeddig a mélységi vizek származása tekintetében a véleményeltéréseket teljes érvényű bizonyítékkal nem lehetett kiküszöbölni. A mért tényadatok is csak valószínűséget igazoltak, a mozgást magát megfigyelni, mennyiségileg meghatározni, matematikailag leírni nem lehetett. Az utóbbi években kísérleteznek egy meggyőző bizonyítékkal, a C^{14} izotóppal és egyéb izotóp vizsgálatokkal, amelyek segítségével a felszín alatti rétegek vizének abszolút korát meg lehet állapítani. Ezek a vizsgálatok most vannak folyamatban, de már az első évek eredményei kimutatták a beszivárgó területeken a csapadékvíz lefelé irányuló mozgását, lefelé haladva a rétegekben a vizek mind idősebbek. Az is kiderült, hogy az Alföld középső részein, egyes helyeken nagyobb mélységben fiatalabb vizek vannak, mint kisebb mélységben, tehát itt a víz alulról felfelé szüremkedik. A vizsgálati eredmények az Alföld északi peremétől befelé és lefelé haladva az Alföld központi tájai felé a vizeket mind idősebbeknek mutatják a lefelé szivárgásnak megfelelően. E vizsgálatok a VITUKI laboratóriumában készülnek és azokat Deák József ismertette a VITUKI kiadványaiban.

Az Alföld északi peremével legközelebb eső erdőtelki MÁFI kútban 237—249 m mélységben 6700±1100 évet mértek.* Ugyanott a mélyebb kútban (311—321 m) 8600±800 év adódott abszolút kornak. Hevesvezekény kútjai 15 km-rel délebbre vannak az erdőtelkiektől, itt a 195—200 m mély kútban a víz 23 800±1500 éves volt, az 575—580 m mély kútban 28 900±5000 éves. A VITUKI által vizsgált szomszédos kutakban a következő táblázatban közölt koradatokat mérték:

	Mélység (m)	Év
Gyöngyös	191—279	8 500±600
Nagyfüged	282—352	14 500±600
Boconád	446—467	26 800±1000
Heves	674—772	26 400±3000

Az Alföld déli részén, a mindszenti 189—209 m mély kútban 21 000±6200 évet mértek, a 473—490 m mély kútban 22 800±3000 évet, a csongrádi 1029—1056 m mély kútban 31 900±5700 év adódott a víz korának.

* A vizsgálatokat a VITUKI-tól a MÁFI rendelte meg.

Összehasonlításul a VITUKI laboratóriumaiban Szeged artézi kútjaiból a következő eredményeket kapták:

Mélység (m)	Év
268—273	17 000 ± 600
523—528	15 600 ± 800
920—991	15 200 ± 3600
1727—1914	25 700 ± 5700

Újabb vizsgálatok készültek később a jászladányi és dévaványai kutakból is (l. a következő táblázatot).

Néhány alföldi kút vizének abszolút kora

	Mélység (m)	Év
Jászladány Tsz kút (MÁFI kút helyett)	400	30 000*
Jászladány Vízmű 1. sz. kút (MÁFI kút helyett)	900	25 300
Dévaványa MÁFI kút	649—657	16 800
Dévaványa MÁFI kút	1085—1100	29 400
Kunadacs MÁFI kút	359—366	12 500

A szénizotópos kormeghatározó méréseket** mélységi vizeinken csak az utóbbi években indították meg és a laboratórium elhelyezése sem volt zavartalan. Az ellenőrző mérésekre és az elmélet és gyakorlat további csiszolására a jövőben kerül sor.

A mélységi vizek utánpótlódása. Vízjáték a mélységi víztartókban

Az alföldi mélységi vizek eredetéről szóló fejezetben már ismertettük azokat a bizonytalanságokat, amelyek a mélységi vízadókban található víz eredetére és e vizek utánpótlódására nézve fennállnak. Bizonyosnak látszik az alsó-pannóniai rétegekben tárolt víz fosszilis víz jellege, melynek tehát a felszínről utánpótlódása nincs. Bizonyosnak látszik a felszínközeli rétegekben levő édesvíz felszíni utánpótlódása is. Bizonytalanság van még abban a tekintetben, hogy ez az utánpótlás milyen mélységig juthat le, milyen mennyiségben, milyen sebességgel?

A felszín alatti mélységi vizek korára vonatkozó izotópos vizsgálatok csak az utóbbi időben indultak meg, egyelőre a módszer alkalmazhatóságának és megbízhatóságának is vannak kritikusai. Addig, amíg e vizsgálatokkal előbbre nem jutunk, a felszín alatti vizek horizontális mozgására nagy távolságokra kihatóan csak a nyomáskülönbségek rendszeres és hosszú időn át tartó méréséből következtethetünk. A nyomáskülönbségek időbeli alakulását a figyelt kutak vizének nyugalmi szintváltozásain tudjuk lemérni. Elméleti kérdés, hogy a szabad tükrű víztartókban, tehát a típusos talajvíznél, a szintingadozásokból hogyan lehet az utánpótlódó vízmennyiséget számítani. A nyomás alatt levő víztartókban ez az összefüggés még komplikáltabb. Mégis ez az egyetlen út, amelyen az utánpótlódás mennyiségi vizsgálatában elindulhatunk.

A talajvízjátékot az országban 1700 talajvízfigyelő kútban mérik 3 naponként. Az Alföldön 850 kútban folyik a háromnaponkénti mérés, több kísérleti és tanulmányi kútban folyamatosan (VITUKI kutak). A mélységi vizek szintváltozásait eddig csak nagy vízkitermelő helyeken mérték, ahol a helyi leszívási tölcsérek méreteire és a mesterséges leszívásra történő helyi utánáramlásra kívántak adatokat szerezni. A mélységi víztartókban lezajló természetes nyomásingadozások és a horizontális áramlások rendszeres mérésére hosszú időn keresztül csak tervek voltak. Az 1970-es években több terv született egy országos mélységi vízfigyelő kúthálózat kiépítésére, de a megvalósítás elodázódott. 1978-ban az OVH elrendelte a nagyobb vízművek rendszeres adatszolgáltatását. A begyűjtött adatokat 1981-ben a VITUKI feldolgozta és 1850 rétegvíz kút adatai alapján kimutatta az országban a regionális vízszintsüllyedéseket. Az Alföld területén 20 m-nél nagyobb vízszintsüllyedést csak Debrecen környékén mutattak ki. 10 m-nél nagyobbat Debrecen távolabbi (kb. 20 km-es) körzetében és Visonta körül mutattak ki. Az Alföld közepén viszont egy É-ról D-re húzódó 15—20 km széles zónában, amely a

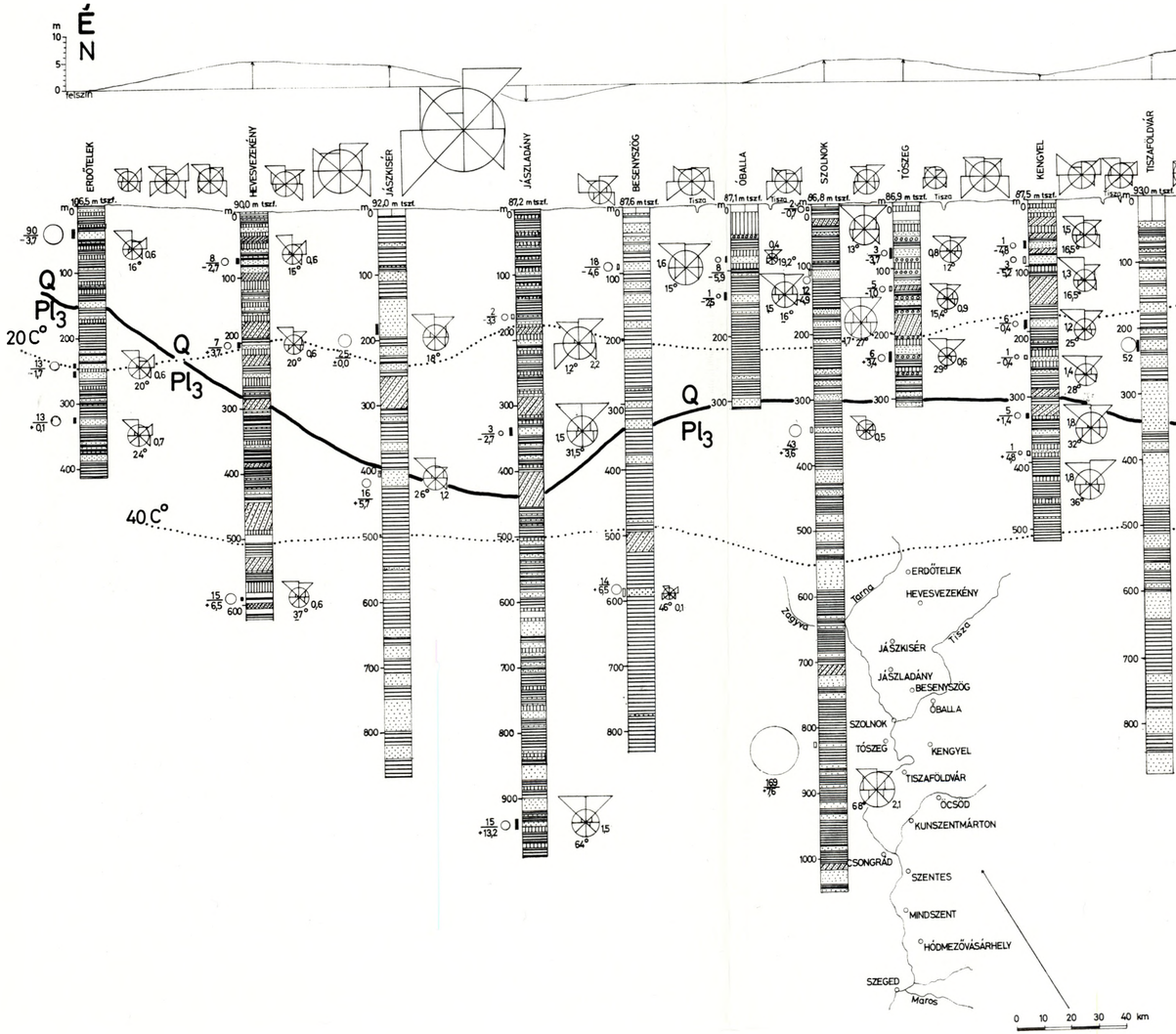
* C^{13} korrekció nélkül.

** Ezek a számítások több becsült adaton épülnek, tehát csak nagyon durva tájékozódásra alkalmasak.

VÍZFÖLDTANI KERESZTSZELVÉNY A FÖLDTANI KULCSFÚRÁSOK ALAPJÁN — HYDROGEOLOGICAL CROSS-SECTION BASED ON GEOLOGICAL KEY BOREHOLES

I. melléklet

Szerkesztette: Rónai András 1983 — Plotted by A. Rónai 1983



Az észlelő kutak mélységi helyzete
Depth of the observation wells

Fajlagos vízhozam (l/p/m) és nyugalmi vízszint a terep alatt (—) és felett (+), m
Specific yield of well below (—) and above (+) the ground surface (m)

A kifolyó víz hőmérséklete °C
Outflowing water temperature °C

A vízben oldott anyag tömege grammban
The amount of the dissolved solids, gram

A víz kémiai típusa
Chemical type of water

Kavics
Gravel

Homok
Sand

Homokliszt
Sandflour

Iszap és agyag megkülönböztetés nélkül
Undifferentiated silt and clay

Agyag
Clay

Homok- és agyagrétegek sűrűn váltakozva
Densely alternating sand and clay beds

< 500
500 - 1000
1000 - 1500
1500 - 2000
2000 - 3000
3000 - 5000
5000 - 10000 mg/l

Az összes oldott anyag (mg/l) és az ionok egyenértékszázaléka. A kör nagysága arányos a vízben oldott anyag súlyával, a háromszögeké az ionok egyenérték-százalékával. A felszín vonala felett elhelyezett kémiai ábrák a talajvíz-elemzési eredményeit mutatják.
The size of the circles and triangles are proportionate to the weight of the dissolved solids and to the ionic per cent equivalent, respectively. Figures put above the surface line show the analytical data of phreatic water.

25 50 100 %

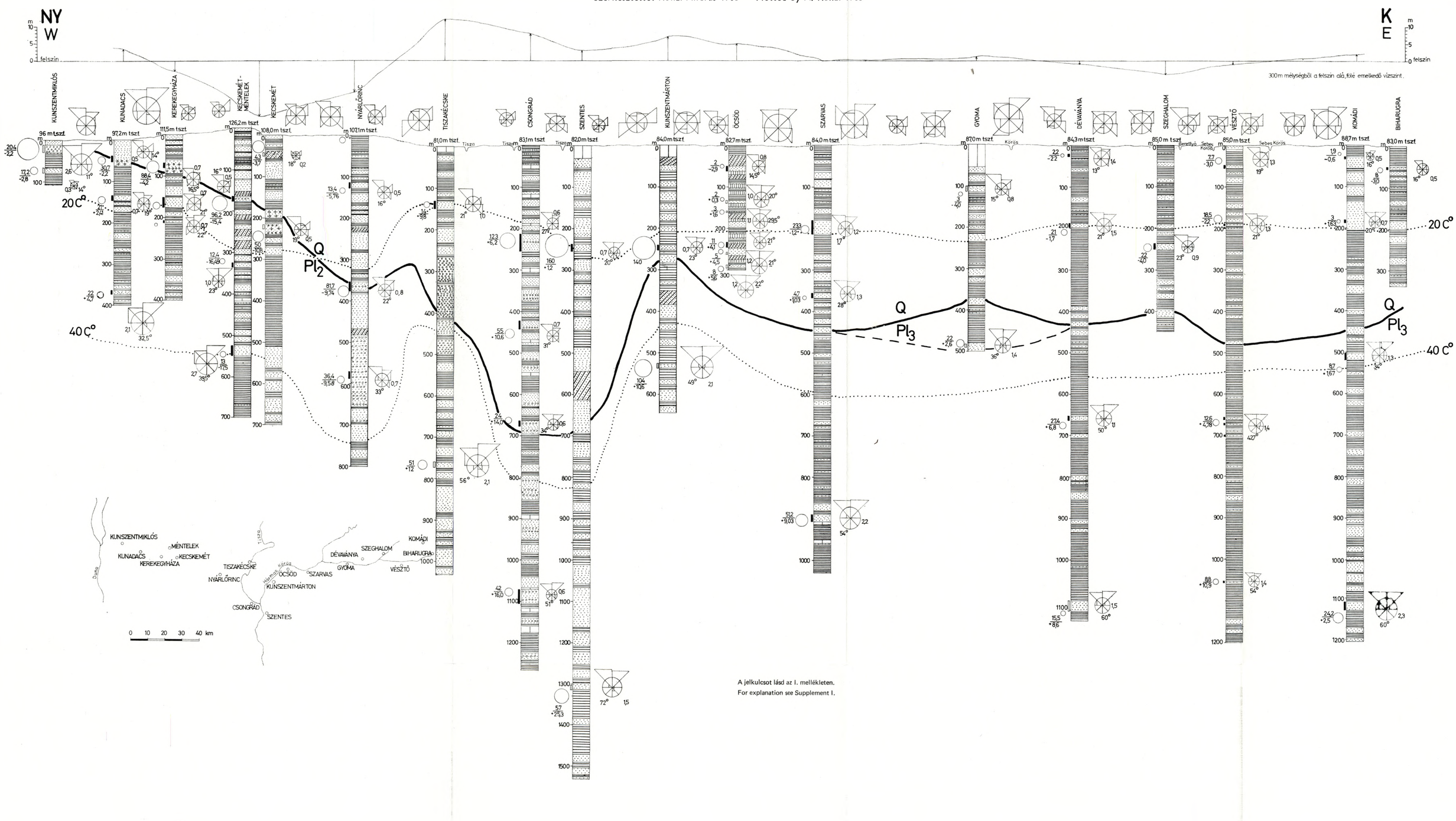
HCO_3^- Na^+ Cl^- Ca^{++} SO_4^{--} Mg^{++} NO_3^- NH_4^+

A vízben oldott főbb ionok elhelyezése az ábrán
Arrangement of the important ions in the figure

VÍZFÖLDTANI KERESZTSZELVÉNY A FÖLDTANI KULCSFÚRÁSOK ALAPJÁN — HYDROGEOLOGICAL CROSS-SECTION BASED ON GEOLOGICAL KEY BOREHOLES

II. melléklet

Szerkesztette: Rónai András 1983 — Plotted by A. Rónai 1983



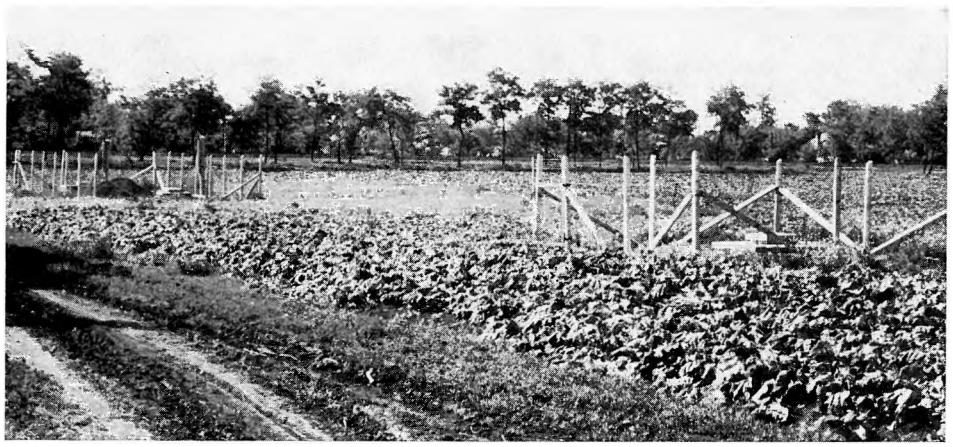
A jelkulcsot lásd az I. mellékleten.
For explanation see Supplement I.

Jászságból indul és Szolnokon, majd a Nagykunságon át a Körös—Tisza szögből délre az országhatárig húzódik, 5 méternél nagyobb a regionális süllyedés. E zóna egyik ága északról benyúlik Kecskemétig.*

A megvalósítás látszólag mellékvágányról indult. A Földtani Intézet 1964-ben megindított Alföld térképezése programba vette a negyedidőszaki rétegek feltárását, s ezzel a legtöbb kutat tápláló pleisztocén vízadó rétegek megismerését. A térképező sekélyfúrások mellett középmélységű földtani alapfúrások mélyültek. Ezek legtöbbjét olyan mélységűre tervezték, hogy azok lehatoljanak a felszínközeli jó vízadó rétegekig, legtöbb helyen a negyedidőszaki rétegek talpáig, sőt a felső-pannóniai rétegekig. E fúrásokat pillérfúrásokként tervezték a meglevő artézi fúrások adatainak ellenőrzésére és vizsgálatokkal való kiegészítésére. Induláskor e pillérfúrásokat a térképezés alá eső térképlapok területén szabályos hálózatban tervezték lemélyíteni és az Alföld területét a térképezés haladása szerinti mélységben feltárni. Az első három év tapasztalata alapján a Földtani Intézet módosította az alföldi alapfúrások tervét és az egész Alföldet átharántoló két fúrássor lemélyítését vette tervbe. A fúrásokat az Intézet felhasználta a földtani viszonyok tisztázására, a jól megvizsgált és megismert rétegsor alapján pedig mélységi vízfigyelő kutak kiépítésére. Mivel az Alföld legfontosabb nyersanyagkincse a mélységi víz, ezzel a földtan gyakorlati, gazdasági célját kívánta szolgálni. E megfontolások alapján született meg az É—D-i fúrás- és kútsor, amely északon a Mátra lábánál Erdőteleknél kezdődik és Hevesen, a Jászságon, a középső Tisza vidékén, a Nagykunságon, a Körös—Tisza közén és a déli Tisza-völgyön áthaladva Mindszent községnél végződik. Azért itt és nem Szegednél, mert Szeged térségében az artézi fúrások és a szénhidrogén-kutató fúrások oly nagyarányú mesterséges beavatkozást jelentettek a felszín alatti víztartókba, hogy ott már „természetes" viszonyokat figyelni nem lehetett. A Földtani Intézet mélységi vízfigyelő kútjainak a mélységi természetes vízmozgás tanulmányozása volt a célja a földtani viszonyok ismerete alapján. A mesterséges behatások tanulmányozása az Országos Vízügyi Hivatal és a Vízügyi Kutató Intézet hatáskörébe tartozott.

Az észak—déli fúrássor és kútsor kiépítése után 1973-tól került sor a nyugat—keleti kútsor kiépítésére. Ez a Duna-völgyben Kunszentmiklós alapfúrásával és kútjaival indult, és a hátság több pontján át a Tisza-völgyet és Körös-medencét keresztezve Komádinál közelítette meg az erdélyi határt. A két fúrássor és az azokra telepített mélységi vízfigyelő kutak az Alföld minden fontos vízföldtani táját feltárták, csak a Duna—Tisza köze déli része és a Nyírség környéke maradt ki a megfigyelésből. Ennek pótlására már 1974-ben egy harmadik fúrássort is tervbe vettünk az Alföld DNy—ÉK-i tengelye mentén. Ezt 1980 után tervezték lemélyíteni Bajától indulva, a déli hátságot átharántolva, a Nagykunság, Hortobágy, Hajdúság, Nyírség és Szatmári-síkság feltárásával közelítve meg a kárpát-aljai határt (a Tisza forrásvidékét). Ennek a szelvénynek 1980 végéig első kútsora épült ki Jánoshalmán. 1975-től kezdve a fontosabb mélységi kúttelepek mellé talajvízkutakat is építettünk, hogy a mélységi vízjáték a talajvízjárással összehasonlítható legyen. A Földtani Intézet mélységi vízfigyelő kútjait lehetőleg városoktól távol és olyan helyeken építette ki, ahol a közelben jelentős termelő kutak nem voltak, a felszín alól nagyobb víztermelés nem folyt. Ezzel azt a célt kívántuk elérni, hogy a mélységi víztartókban lebonyolódó természetes vízmozgást mérje és ne a mesterséges víztermelés hatását.

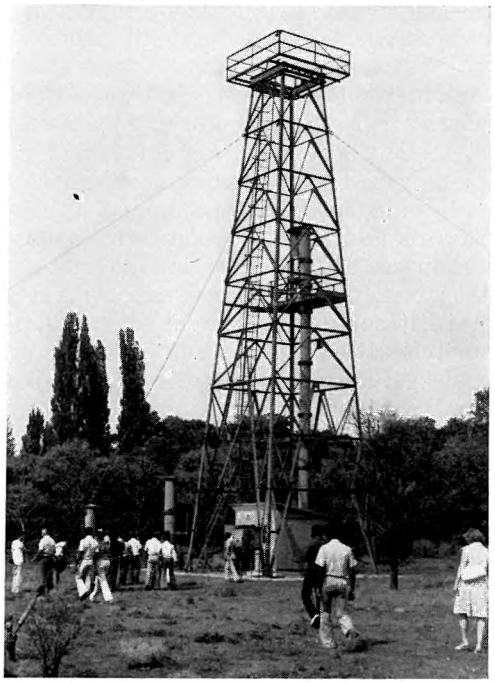
A kiépített kutakon minden szokványos hidrogeológiai és geofizikai mérést elvégeztek. Ezek: nyugalmi vízszint, talphő, a kifolyó víz hőmérséklete, vízmennyiség-mérés különböző leszívás mellett,



155. ábra. Az első MÁFI kúttelep az Alföldön (Kengyel, 1967)

Fig. 155. The first check-well group of the Geological Institute

* Rétegvízészlelés 1971—80. I—II. kötet. VITUKI Vízrajzi Intézet Budapest, 1982.



156. ábra. A szarvasi kúttelep (1976)
Itt szerelték fel az első író-regisztráló műszert

Fig. 156. Check-well plant, Szarvas. Here was installed the first automatic registering instrument. Steremat registering piezometer. The MÁFI wells are equipped with this instrument (1976)

visszatöltődés-mérés, többszöri vízmintavétel kémiai elemzésre. A geofizikai mérések közül porozitás- és ellenállásmérést, gamma szelvényezést végeztek. E vizsgálatok elvégzése után megindult a heti egyszeri vízszintmérés, a levegő hőmérséklet-mérése és a helyszíni légnyomásmérés. A negatív kutak vízszintjének mérése a kútaknában, ill. -csőben történt. Nehézséget okozott azonban a magasra felszökő vizek nyugalmi vízszintváltozásainak mérése akkor, ha a nyugalmi szint 2—3 m-nél magasabban volt a terepszint felett. A manométeres mérések nem váltak be. A pozitív kutakat fel kellett csövezni a vízszint magassága fölé és ott szabadon mérni az ingadozást. A heti kézi mérések eredményei azt mutatták, hogy az éves vízjáték minden kútban jelentkezik különböző amplitúdóval, de a légnyomásváltozásokkal való összefüggés ezekből a mérésekből nem volt kimutatható. 1974-től kezdve fokozatosan áttértünk a folyamatos regisztrálására automata mérőműszerekkel (Steremat és Seba gyártmányok).

1964-től 1980-ig a Síkvidéki osztály 31 földtani alapfúrást és 49 vízfúrást mélyített le az Alföldön és ezekből 74 vízszintészlelő kutat építtetett ki. A fúrások műszaki ellenőre 1965—1968 között Wein György, Ozoray Gy. és Elek Júlia geológusok voltak, 1969-től kezdve Franyó Frigyes. A földtani alapfúrásokat végig magvétellel mélyítették le, a pótlólagos kútfúrásokat teljes szelvényű fúrással.

Az első évek középmélységű térképező fúrásaiból nem mindig képeztek ki figyelő kutat. Csak az É—D-i és Ny—K-i fúrássor elhatározásakor és a vízföldtani szempont fontosságának minden más célt megelőző elismerése után került sor arra, hogy a földtani alapfúrások mindegyikét felhasználják a mélységi vízviszonyok tanulmányozására. Nem épült kút a következő 100 m mély fúrások helyén: Martfű, Mesterszállás, Nagykörű, Szelevény, Tiszapüspöki, Vezseny.

Műszeres mérések a mélységi vizek szintváltozásaiban négy jelentős rendszeres és egy esetleges hatóokot mutattak ki, ezek nagyságrendje különböző. A legkisebb rendszeres vízszintingadozást a földi árapály okozza. 6 óránként megemelkedik, majd süllyed a víz nyugalmi szintje. A mozgás menetgörbéje szabályos szinuszgörbéket ír le. E függőleges mozgás centiméteres nagyságrendű és csak a mélyebb kutakban érvényesül mérhetően, a sekélyebb kutakban nem. 800—1000 méter mélységben tisztán, szabályosan jelentkezik 2 cm körüli amplitúdóval. 300—400 m mélységben alig észrevehető, a talajvízkutakban és a 100—200 m mély kutakban egyáltalán nem észlelhető. Lehetséges, hogy a Nap és a Hold vonzása és a földi gravitációs térerő hullámzása a földgolyó mélyebb, plasztikusabb rétegeire jobban kihat, mint a felszínre, és a víz a sűrűbb közegben nagy nyomás alatt érzékenyebben reagál a nyomásváltozásokra. A mélyebb kutakban sem folyamatos e hullámmozgás jelentkezése. Erőteljesebb más hatások kiküszöbölik érvényesülését, másrészt nyilvánvalóan vannak periódusok, amikor a Nap és a Hold vonzása erősebben, máskor enyhébben érvényesül a földkéregben.

Nagyságrendben a következő vízszintváltozást előidéző ok a légnyomásváltozás. Ez deciméteres nagyságú ingadozást idéz elő a vízszintekben. Ez is jobban érvényesül a mélyebb rétegekben, mint a felszínhez közelebb fekvőkben. E jelenségnek a fent már említetteken kívül a magyarázata az lehet, hogy nagy mélységben a rétegek tömörebbek, a pórustérfogat kisebb, ezért ugyanez az erőhatás a megnyitott rétegben függőleges irányban nagyobb vízjátékot indít. Mindenesetre az a lényomásváltozás, amely közel 16 cm-es ingadozást okoz a 900 m mély kút vízszintjében, 400 m mélységben már csak 10 cm, 200 m mélységben 7 cm, a talajvízben pedig semmi változást nem idéz elő. A légnyomás okozta vízszintkilengés nagysága természetesen nemcsak a mélységtől függ, hanem a földtani helyzettől és a felszínközeli rétegek milyenségétől. Ez a megfigyelés figyelmeztet arra is, hogy különböző időben mért vízszintek esetében 10—20 cm-es különbségekből nem lehet különleges konzekvenciákat levonni, azokat egyszerűen légnyomáskülönbségek is okozhatják.

A harmadik ok, amely a mélységi vizeknek a kutakban feltárt természetes vízszintjét változtatja, a vízjátékban megmutatkozó szezonális hatás. A mélységi vizek természetes vízjátékának megfigyeléséből az első meglepő eredmény az volt, hogy az évi vízjátékgörbe, ami a talajvizeknél volt megfigyelhető, ugyanolyan tendenciával bonyolódik le 200—800—1200 m mélységű rétegek vizét feltáró kutakban is. Ősszel megindul egy emelkedés a vízszintekben és ez folytatódik tavasz végéig. Onnan

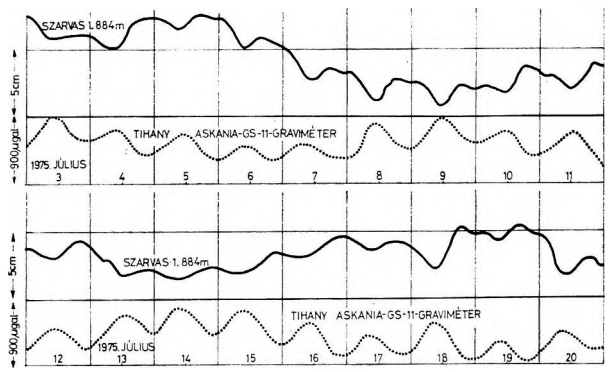
A MÁFI mélységi vízszintészlelő kútjai 1980-ban
The observation wells of the Hungarian Geological Institute in 1980

Kút helye		Szűrőcső mélysége (m)	Nyugalmi vízszint (m)	Maximális vízhozam (l/p)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)	Talp (°C)	Kifolyó víz hőfoka (°C)	A vízben oldott sók (mg/l/súly)
Besenyszög		84,0—96,0	−4,6	128	18	23	15	1595
Cserebökény		74,0—89,0	−2,0	26	1	15	15	1127
Cserkeszőlő		43,0—49,2	−2,5	150	14	16	16	1303
Csongrád	1.	1029,0—1056,0	+16,0	1500	50	51	43	576
Csongrád	2.	642,0—655,3	+14,0	1500	100	34	30	641
Csongrád	3.	427,9—445,2	+10,6	750	42	31	24	651
Csongrád	4.	204,5—241,1	+6,2	1080	123	27	19	567
Dévaványa	1.	1085,0—1110,0	+8,6	360	13	66,5	61	1561
Dévaványa	2.	648,9—657,0	+6,6	700	28	50	42	1208
Dévaványa	3.	199,0—205,0	−1,7	710	25	26	22	1458
Dévaványa	4.	23,0—27,0	−2,3	32	2	15	14	1354
Egyek	1.	479,0—494,0	−0,4	1220	20	42,8	36	1339
Egyek	2.	143,4—171,0	−2,6	490	90	27,4	19	677
Egyek	3.	58,1—67,9	−2,8	300	37	24,4	14	661
Erdőtelek	1.	311,3—320,6	+0,1	320	13	37	24	673
Erdőtelek	2.	237,0—249,0	−1,7	250	13	25	20	571
Erdőtelek	3.	39,7—48,0	−3,7	320	90	17	16	565
Erdőtelek	4.	6,1—12,1	−1,0	35	5	15,0	12	659
Hevesvezekény	1.	575,0—580,5	+6,5	425	15	.	37	633
Hevesvezekény	2.	195,8—200,3	+3,7	220	7	.	20	570
Hevesvezekény	3.	68,1—75,9	−2,7	135	8	.	15	585
Hevesvezekény	4.	6,8—12,1	−1,0	60	17	.	11	.
Jánoshalma	1.	206,20—216,4	−29,7	370	57	26	22	532
Jánoshalma	2.	148,73—164,43	−13,4	530	116	23,5	19	425
Jánoshalma	3.	8,20—15,5	−1,8	171	11	.	18	599
Jászladány	1.	891,7—906,7	+13,2	184	15	64	54	1524
Jászladány	2.	320,0—331,0	+2,7	67	3	31	27	1526
Jászladány	3.	160,7—167,8	−3,3	80	2	.	12	2239
Jászladány	4.	6,0—12,0	−2,4	12	5	.	12	5060
Kecskemét	1.	512,0—525,0	−19,0	240	15	39,5	34	2678
Kecskemét	2.	303,4—316,3	−18,1	215	12	24	23,5	1032
Kecskemét	3.	172,2—191,5	−16,2	250	125	16,5	16	431
Kengyel	1.	305,5—311,5	+1,4	102	5	32	24	1783
Kengyel	2.	171,8—177,2	−0,4	152	6	25	13	1265
Kengyel	3.	52,5—61,0	−4,8	31	1	15,5	12	1459
Kengyel	4.	11,3—16,3	−3,0	50	8	.	11	859
Kerekegyháza	1.	204,9—210,3	−3,9	105	3	36	22	756
Kerekegyháza	2.	152,0—172,3	−4,0	600	25	21	20	713
Kerekegyháza	3.	73,1—84,0	−4,2	710	89	16,5	16	520
Komádi	1.	1098,5—1109,0	+2,5	680	24	78	60	2306
Komádi	2.	513,0—525,0	+1,7	300	9	58	34	1294
Komádi	3.	179,4—183,2	+1,6	100	3	20	18	737
Komádi	4.	21,3—25,2	−0,6	31	2	.	18	575
Kunadacs	1.	359,0—366,0	+4,7	580	18	35	32	2149
Kunadacs	2.	134,0—146,8	+2,4	490	23	22	19	642
Kunadacs	3.	43,0—53,0	−2,8	310	30	17	14	540
Kunszentmiklós	1.	.	.	.	.	.	14	773
Kunszentmiklós	2.	64,0—78,0	−2,8	450	17	.	11	2599
Mindszent	1.	799,0—823,0	+10,0	1000	115	51,7	36	599
Mindszent	2.	478,0—490,0	+7,9	1050	66	38,5	26	493
Mindszent	3.	294,8—308,3	+3,7	720	189	31,5	21	517
Mindszent	4.	189,4—209,5	+1,9	720	86	21	18	509
Nyárlőrinc	1.	562,0—577,9	−9,6	840	36	42	34	732
Nyárlőrinc	2.	350,9—370,2	−9,7	1040	82	26	22	808

22. táblázat — Table 22 (2)

Kút helye	Szűrőcső mélysége (m)	Nyugalmi vízszint (m)	Maximális vízhozam (l/p)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)	Tap (°C)	Kifolyó víz hőfoka (°C)	A vízben oldott sók (mg/l/súly)
Nyárlőrinc 3.	121,1—134,7	—5,7	400	13	19	16	539
Nyárlőrinc 4.	6,0—8,0	—4,0	.	20	.	13	.
Óballa (Tiszapüspök) 1.	132,6—139,7	—2,5	12	1	16	16	1457
Óballa (Tiszapüspök) 2.	75,6—85,0	—5,9	115	8	19,2	18	418
Öcsöd 1.	227,5—232,9	+4,1	170	11	21	21	947
Öcsöd 2.	58,4—66,4	—2,9	66	2	14,5	11	759
Szarvas 1.	870,3—884,5	+9,0	560	77	63	54	2251
Szarvas 2.	351,6—358,1	+1,0	125	5	28,5	25	1265
Szarvas 3.	193,0—210,0	—1,2	200	30	24	21	1158
Szolnok 1.	112,3—125,3	—4,9	200	12	27	18	1755
Szolnok 2.	86,6—99,3	—4,1	15	1	23	14	1679
Szolnok 3.	24,0—30,0	—3,6	.	.	.	.	1251
Szolnok 4.	9,2—13,1	—0,6	10	2	.	.	1735
Tószeg 1.	213,8—222,3	+3,4	170	6	.	15	665
Tószeg 2.	67,0—73,0	—3,7	60	3	12	12	806
Törökszentmiklós	75,0—87,0	—6,2	125	5	.	17	1438
Vésztő 1.	1051,0—1059,0	+6,2	210	14	69,5	57	1401
Vésztő 2.	653,9—692,6	+4,8	420	15	42,7	41	1319
Vésztő 3.	193,8—205,3	—2,2	430	20	33	22	1353
Vésztő 4.	12,0—16,0	—3,0	44	8	.	13	1301

A vízhozamokat, vízhőmérsékletet és vízkémiai elemzést különböző mélységű leszívás mellett többszöri méréssel állapították meg, időben néha elhúzódóan. Ezért a különböző időben mért adatok egymástól — néha jelentősen — eltérhetnek.

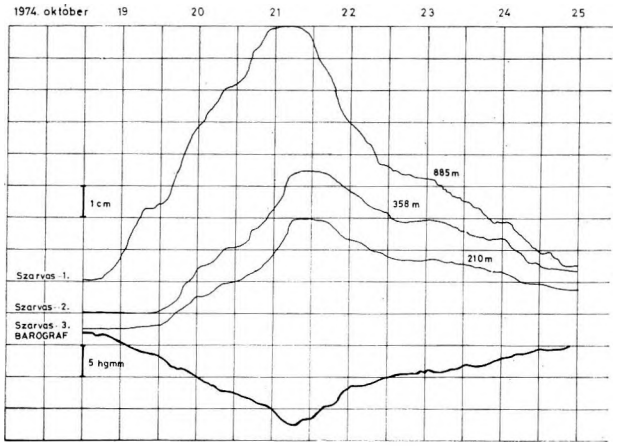


157. ábra. A földi árapály okozta vízszintingadozás a szarvasi kútban összehasonlítva a nehézségi erő változásaival Tihanyban

Fig. 157. Water level fluctuation caused by earth tide in the well of Szarvas as compared to the gravitational changes in Tihany

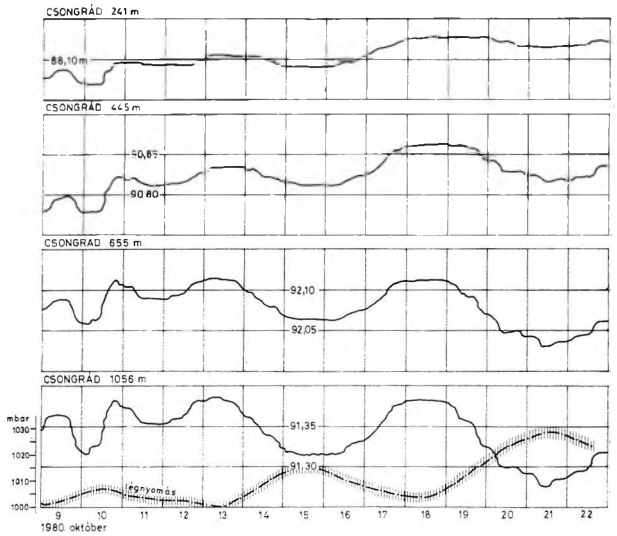
süllyedni kezdenek a víznívók, végig süllyednek a nyár folyamán és ősz közepén—végén érik el legalacsonyabb állásukat. Ezt a mozgást minden talajvízkút vize megmutatja, bárhol legyen az ország vagy az Alföld területén. Ezt a mozgást a talajvíznél azzal magyarázták, hogy az őszi esőzések megindítják a csapadékvíz beszivárgását a talajba, ezt a tavaszi hóolvadás még jobban elősegíti, s ennek tudható be a tavasz végi maximum. Nyár elején megindul az erőteljes párolgás, fokozódik nyáron és ősz elején, ősz közepén vagy végén bekövetkezik a minimum. Ez az okfejtés a talajvíznél elfogadható, de hogyan alkalmazzuk ezt a több száz vagy éppen 1000 m mélyen elhelyezkedő vízadó retegekre, ahová ilyen gyorsan a leszivárgás nem hatolhat el? Márpedig — és ez volt az első észlelések meglepetése — az Alföld minden részén és minden mélységben időben közel egyezően játszódik le ez a vízszintmozgás.

Az első magyarázat, amivel megpróbálkozhatunk az, hogy ősszel minden beszivárgási területen megindul a nagyarányú beszivárgás, azokon a magas fekvésű területeken is, amelyek a rájuk telepedő porózus rétegeken át a csapadékvizet nagy mélységbe vezetik le. A nagy mélységekben nem azért növekszik meg a nyomás és emelkedik a nyugalmi vízszint, mert a beszivárgó csapadékvíz leszivárog



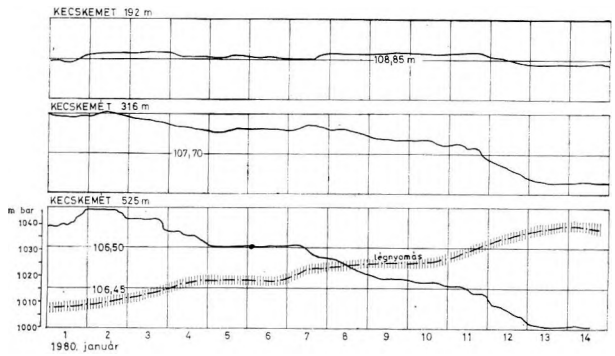
158. ábra. Légnyomás okozta vízszintváltozások a különböző mélységű szarvasi kutakban

Fig. 158. Water level fluctuation caused by atmospheric pressure changes in different depths. Szarvas



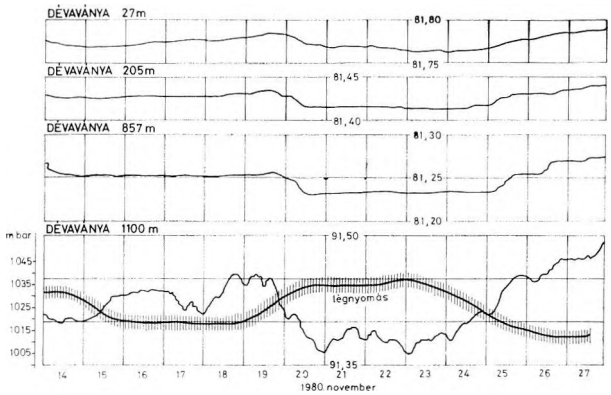
159. ábra. Földi árapály és légnyomás okozta vízszintingadozás a csongrádi MÁFI kutakban

Fig. 159. Water level fluctuation caused by tidal movement and by atmospheric pressure change. Csongrád



160. ábra. Földi árapály és légnyomás okozta vízszintingadozás a kecskeméti MÁFI kutakban

Fig. 160. Ground-water level fluctuation caused by earth-tide and by atmospheric pressure change. Kecskemét



161. ábra. Földi árapály és légnyomás okozta vízszintingadozás a dévaványai MÁFI kutakban

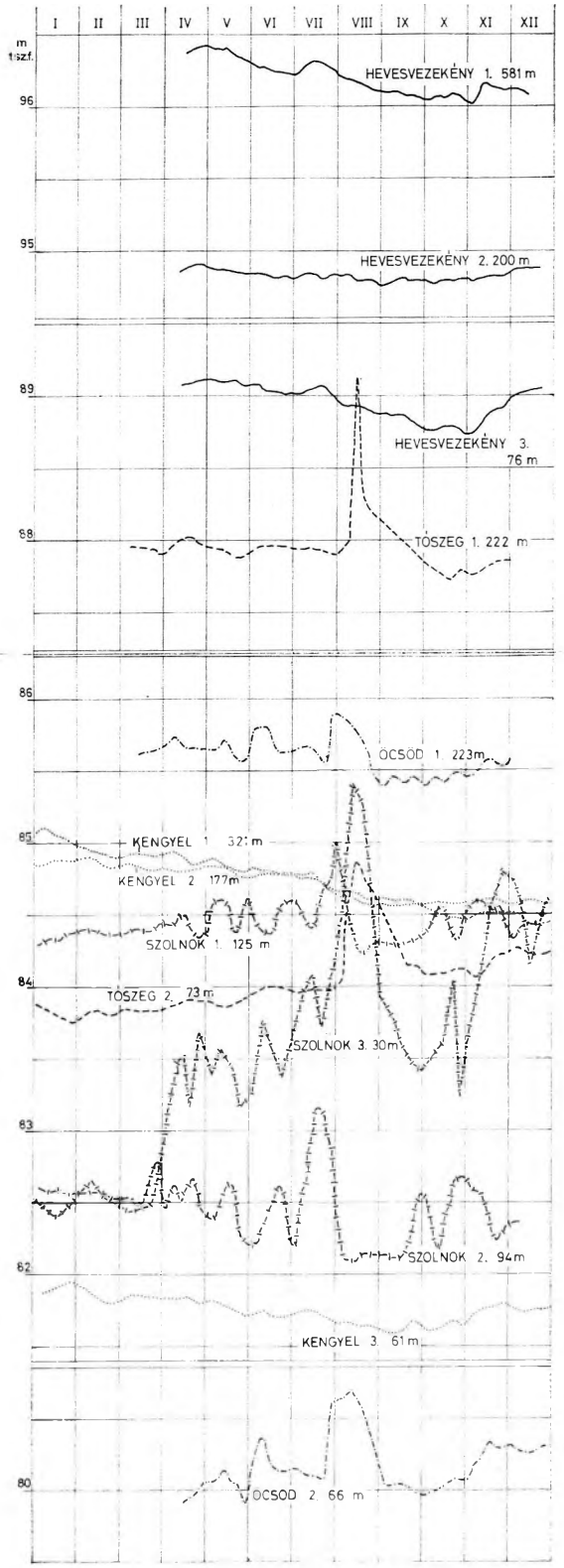
Fig. 161. Ground-water level fluctuation caused by earth tide and by atmospheric pressure change. Dévaványa

ebbe a mélységbe — ehhez évezredek kellenek —, hanem azért, mert a hasadékos és üreges kőzetekben és kavicsteraszokban a megnövekedett vízoszlopok hidrosztatikus nyomása megnő és ez a nyomástöbblet, mint nyomáshullám fut végig a víztartó rétegben és indítja el a szintemelkedést. A nyomáshullám terjedési sebessége az átlagos szemcseösszetételű alföldi víztartókban 100 km-es távolságon néhány nap. Ez magyarázza a vízszintek nagyjából egyszerre induló emelkedését. Közben a szivárgás is folyik ugyanolyan irányban, de sokszorosan kisebb sebességgel. Nyáron az ellenkező folyamat zajlik le. Megindul a felszínről a párolgás és erőteljesen folyik egész nyáron át. Az elpárolgó csapadékvíz helyére megindul alulról felfelé a szivárgás a közvetlenül alatta fekvő rétegből, majd ebbe a lefelé azt követőből. Vagyis, az egész rendszerben felerősödik az alulról felfelé irányuló vízmozgás, amit a lefelé növekvő és felfelé csökkenő nyomásviszonyok lehetővé tesznek és kormányoznak. A felfelé való szivárgás a víztartókban nyomáscsökkenést idéz elő, s ez jelentkezik a vízszintek süllyedésében. Állandó lefelé szivárgás a peremekről nem folyhat le egy ellenirányú mozgás nélkül. Valahol a rétegek vizének meg kell csapolódniuk. A nyomáshullám maga elhalhat a súrlódás következtében, de helyenként fel is erősödhet az ellenállás változása folytán.

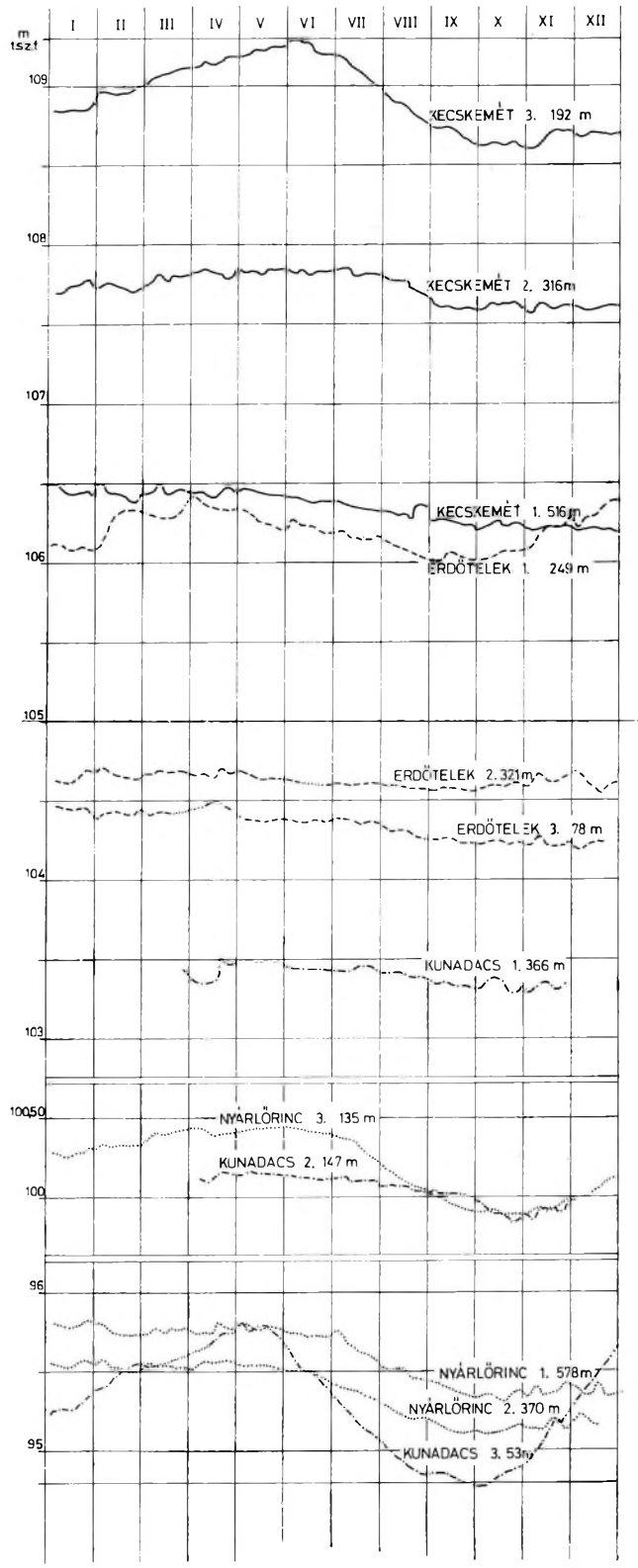
A felszín alatti vízkörzés lehetséges oka mellett más magyarázatok is elképzelhetők. Az egész alföldi medencében 1200 m mélységig megfigyelhető, időben azonosan lebonyolódó, szezonális vízszintingadozás egy bizarrnak látszó magyarázatra indít. A földi árapály és a légnyomás okozta vízszintingadozás mechanizmusa érthetően tereli a gondolkodást egy ilyen okkeresés felé. Tudjuk, hogy a Föld alakja, a szabályos gömbtől jelentősen eltér az egyenlítői részek kidudorodásával és a sarki részek lapultságával. Azt is tudjuk, hogy nemcsak ez a két szabálytalanság található a földgömbön. A földi árapály és a gravitációs változások azt mutatják, hogy a Föld alakja időben is változik. Eddig rövid idejű periodikus apró változásokat figyeltek meg. Nincs kizárva azonban, hogy a Föld éves periódusú rendszeres alakváltozásokat is szenved. Kézenfekvőnek látszik, hogy amikor az északi féltekén nyár van, a földfelszín felmelegedik és a melegedés következtében anyaga kitágul, kiterjed. A Föld kipúposodik a Ráktérítő és a mérsékelt égöv frontján. Ugyanígy elképzelhető, hogy a téli félévben a felszíni és felszínközeli anyagok lehűlnek, kisebb térfogatot vesznek fel, a földgolyó belapul a szubtrópusok északi határán és a mérsékelt égövben. A Nap erőteljesebb vonzása, ill. annak csökkenése is szerepet játszhat ezen féléves alakváltozásokban. Ezek az alakváltozások kiegészítő magyarázatul szolgálhatnak a téli és nyári félév mélységi nyomásviszonyainak rendszeres, szabályos változásaiban. A kiterjeszkedő kőzetanyagban lazulás, nyomáscsökkenés mutatkozik, bennük a víznívók süllyednek, a zsugorodó kőzetanyagban a vízre ható nyomás megnő, a vízszintek emelkednek.

Ez a magyarázat nem zárja ki, sőt magában foglalja azt a tényt, hogy nyáron a fellazult anyagban a lefelé tartó szivárgás megnő, míg télen ez lefékeződik. A Föld alakváltozása tehát nem zárja ki, sőt elősegíti a beszivárgást és annak mélyre való hatolását.

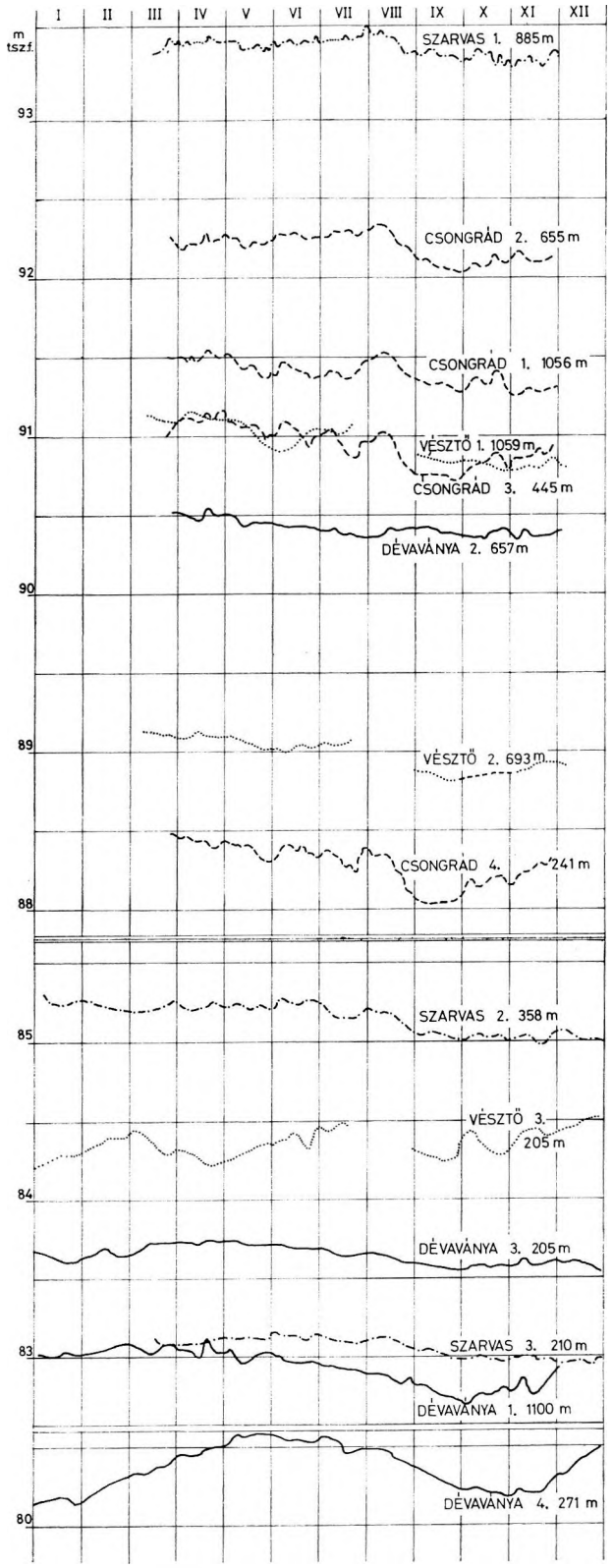
Az évszakos ingadozás amplitúdója tájanként és mélységenként más és más. A talajvízhez hasonlóan a durvább szemcséjű víztartókban kisebb vízszintingadozást találunk, mint a finomszeműekben — azonos mélységben! A mélységgel kapcsolatban kétféle viszonyt figyelhetünk meg. A beszivárgási területeken, ahol negatív nyomásgradiens érvényesül, a mélység felé haladva csökken a szezonális ingadozás mértéke. A pozitív nyomásgradiensű területeken lefelé haladva a vízjáték növekedik. Tudjuk azonban, hogy negatív nyomásgradiens csak néhány száz méter mélységig érvényesül, nagyobb mélységben pozitívra fordul. Ennek megfelelően a vízszintmozgás tágasságában is vannak változások a mélységgel haladóan. Mindkét típusú területen azonban a felszínhez közeli víztartókban, azokban, amelyek a nyári párologtatásban közvetlen szerepet játszanak — és természetesen a talajvízben — legnagyobb a vízjáték.


I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
m
tszf.
96
95
89
88
86
85
84
83
82
80
HEVESVEZEKÉNY 1. 581 m
HEVESVEZEKÉNY 2. 200 m
HEVESVEZEKÉNY 3.
76 m
TÓSZEG 1. 222 m
ÓCSÓD 1. 223m
KENGYEL 1. 32? m
KENGYEL 2. 177m
SZOLNOK 1. 125 m
TÓSZEG 2. 73 m
SZOLNOK 3. 30m
SZOLNOK 2. 94m
KENGYEL 3. 61 m
ÓCSÓD 2. 66 m

162a ábra


m
tszf
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
109
108
107
106
105
104
103
100,50
100
96
95
KECSKEMÉT 3. 192 m
KECSKEMÉT 2. 316m
KECSKEMÉT 1. 516m
ERDÖTELEK 1. 249 m
ERDÖTELEK 2. 321m
ERDÖTELEK 3. 78 m
KUNADACS 1. 366 m
NYÁRLÖRINC 3. 135 m
KUNADACS 2. 147 m
NYÁRLÖRINC 1. 578m
NYÁRLÖRINC 2. 370 m
KUNADACS 3. 53m

162b ábra



162a—c ábra. Az 1980. évi vízszintingadozás a MÁFI kutakban

Fig. 162a—c. Ground-water level fluctuation in the check-wells of the Hungarian Geological Institute in 1980



163. ábra. A csongrádi kúttelep
Négy kút felszálló csöve vezet fel a toronyba az észlelő állomáshoz

Fig. 163. Check-well plant at Csongrád
Four water conduit pipes have been led into the tower where the united observer station was installed

A MÁFI észlelő kútjai között a legnagyobb évi vízszintingadozást a Tisza mellé telepített sekély mélységű kutakban figyelhettük meg. A szolnoki 30 m mély kút vízszintje 1967-ben több mint 4 m-es ingadozást mutatott. Időben ez a nagy szintváltozás egybeesett a Tisza árvizével. Az 1970-es árvizes esztendőben a szolnoki kút vízszintje közel 2 m-es ingadozást mutatott, a tószegi 73 m mély kút több mint 1,5 m-t, az öcsödi 66 m mély kút a Hármas-Körös mellett hasonlóan több mint 1,5 m-t.

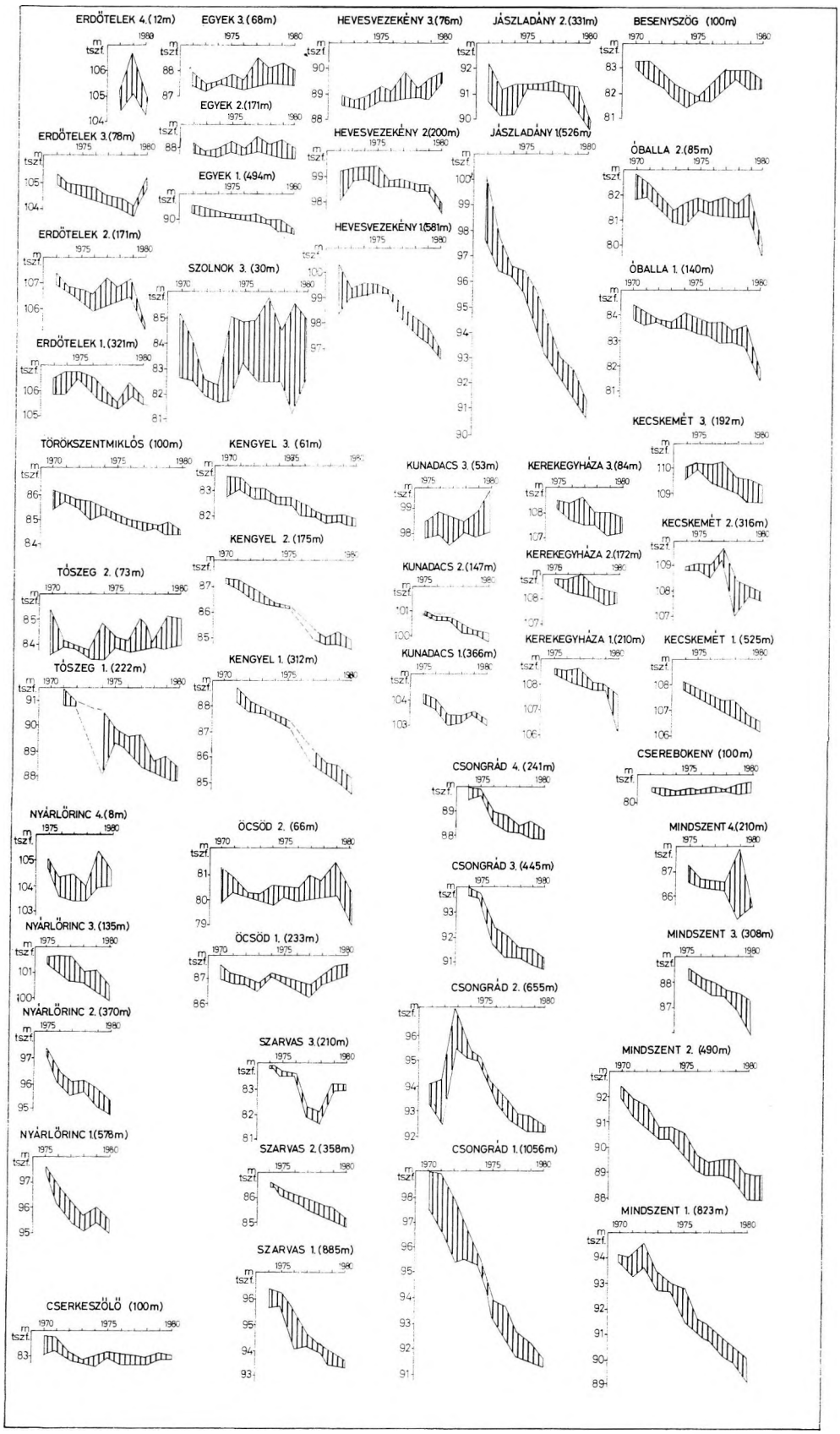
A mélyebb kutak vízszintjének éves járása 0,5—1 m körüli. Kivételt képeznek azok a mély kutak, amelyekben több évre kiható meredek vízszintesést figyelhetünk meg. Ilyen esetben az évi emelkedés és süllyedés vonalát a több éves gyors süllyedés elmossa és egy évente alig késleltetett süllyedő mozgássá „egyenesíti" ki. Ilyen a helyzet Csongrád mély kútjaiban, ahol az 1056 m mély kút vízszintje 1971 és 1980 között közel 8 m-t süllyedt, közben az évi vízjáték tágassága, amely az első három évben még 1—2 m volt, az utolsó években alig haladta meg a fél métert. Hasonló volt a helyzet Csongrád 655 m mély kútjában, Mindszent 823 m és 490 m, Jászladány 906 m mély kútjában, de néhány sekélyebb kútban is, mint Kengyel (312 m), Erdőtelek (321 m) és a kevésbé meredeken, de folyamatosan süllyedő kecskeméti 525 m mély kútban. Ez a téma már átvezet a több éves periódusú vízszintmozgás problémakörébe.

Előbb azonban vizsgáljuk meg a kutak vízjárásának évi tágassága és a mélység közötti összefüggést. Itt is kétféle állapotot figyelhetünk meg. A negatív nyomásgradiens jellemezte vidékeken, ha a felszín közelétől eltekintünk, az évi vízszintmozgás amplitúdója lefelé csökken. A pozitív nyomásgradiensű helyeken a mélyebb rétegekben az évi víszintingadozás lefelé növekszik. Meg kell azonban jegyezni, hogy ezen általános törvényszerűség alól több kivétel akad, hiszen a vízjáték nagyságát a réteg szemcseösszetétele és a betáplálás volumene is befolyásolja.

A mélységi víztartókban megfigyelhető negyedik rendszeres vízszintváltozás a sokévi periodikus emelkedés és süllyedés. Ez a mozgás is követni látszik a talajvízjátékban megfigyelt több éves emelkedő és süllyedő ciklust, de a mélységi vizeknél az eddigi leghosszabb 12 éves megfigyelés arra mutat, hogy a lefelé szálló ágak időbeli hossza és tágassága is meghaladja a visszaemelkedőket, vagyis a víznívó a rövidebb emelkedő évsorokban nem tér vissza az előzően elért legmagasabb szintre. Ennek magyarázata lehet az a körülmény, hogy a mélységi vízadók mesterséges vízkivétellel jobban meg vannak terhelve, mint a talajvíz, viszont vizük utánpótlása lassabb, körülményesebb.

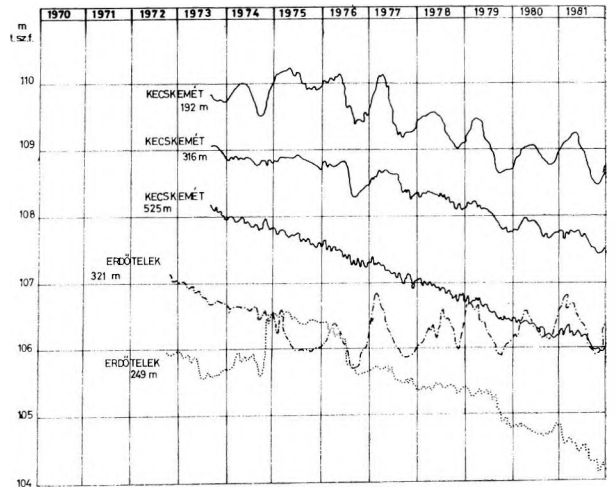
Abban a 9 MÁFI kútban, ahol az észlelés már 1967-ben megkezdődött, a víznívók az évi rendszeres ingadozás mellett lefelé szállni látszottak 1968 végéig. Onnan az évi ingadozás hullámai felfelé tolódtak el és 1970-ben elérték az azóta tapasztalt legmagasabb vízszintet. 1970-től 1973-ig lefelé mozgó tendenciát mutattak a víznívók. 1974-ben új, gyors emelkedés mutatkozott meglepő nagy hullámzásokkal, majd két éven keresztül gyenge süllyedés vagy szinttartás volt megfigyelhető. 1977 újra emelkedő év és egyúttal több kútban 1972-ig visszatekintve a kulmináló esztendő. 1980 végéig az éves ingadozás mellett az irány lefelé tart.

A gyorsan lefelé szálló víznívók aggodalomra adnak okot. Jelzik, hogy a rétegek vízkészlete csökkenőben van. Ennek ellensúlyozására évek óta kísérletek folynak a fel nem használt, vagy felhasznált vizek visszasajtolására a porózus rétegekbe. Még egy indító oka van ennek a kísérletnek. A fű-

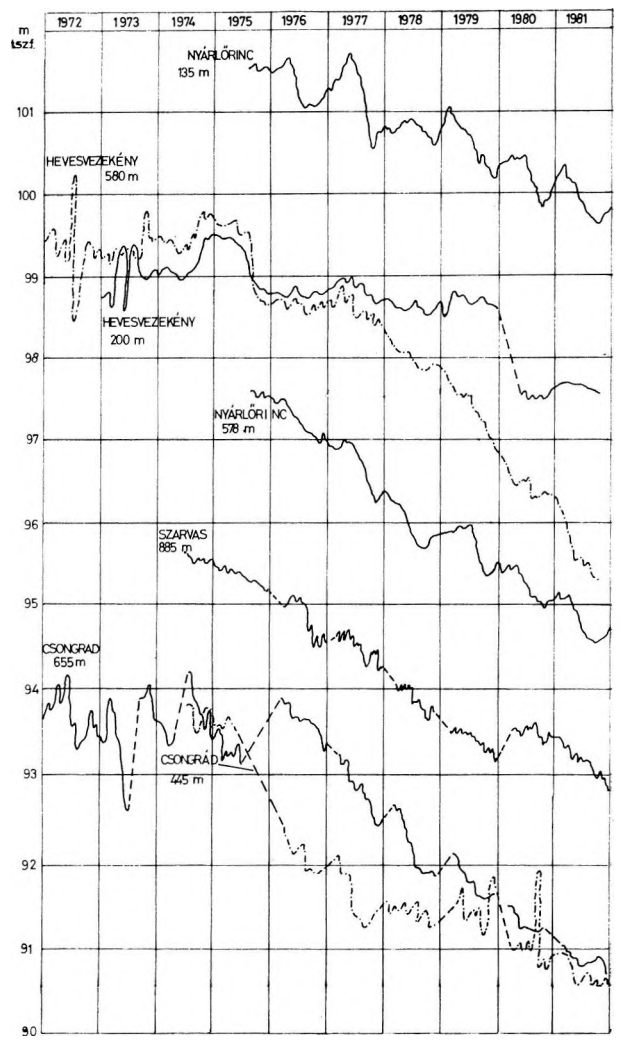


164. ábra. A vízjáték tágasságának évenkénti változása

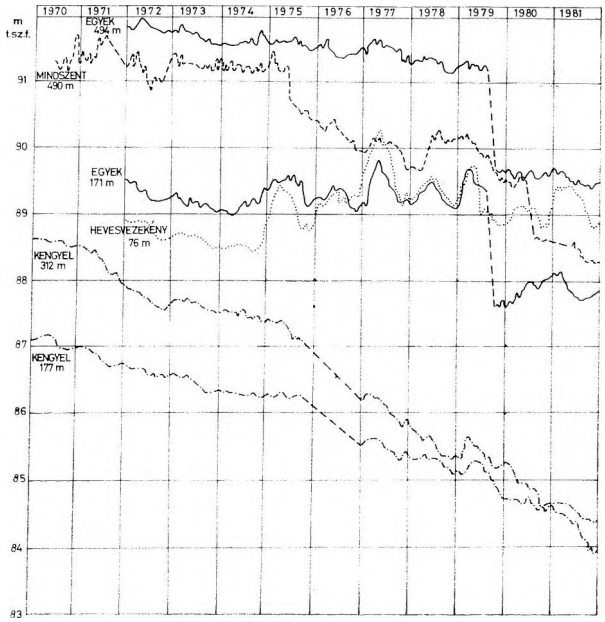
Fig. 164. Yearly change of the amplitudes of the water level fluctuation



165a ábra



165b ábra



165a—c ábra. Többéves vízszintingadozás a MÁFI kutakban

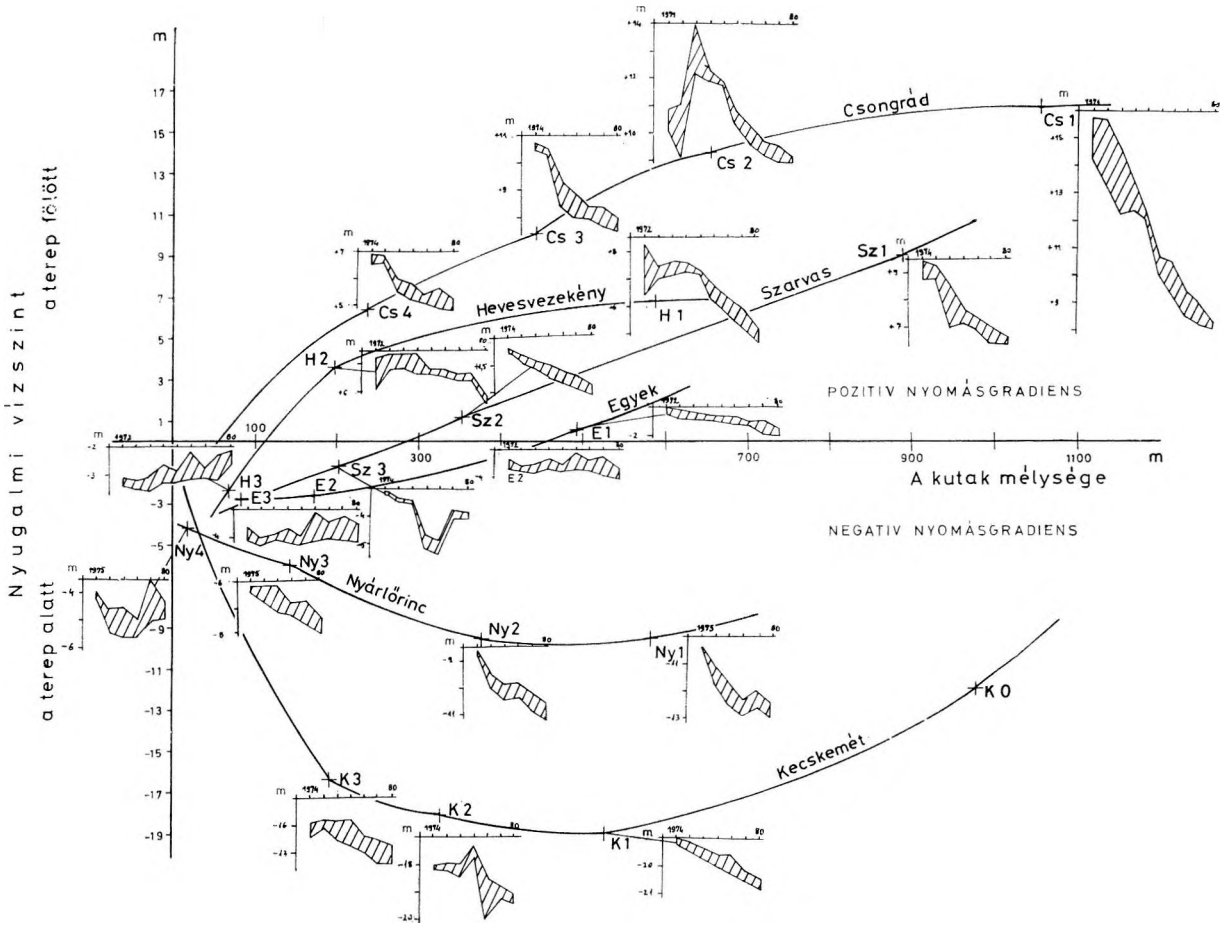
Fig. 165a—c. Multiannual fluctuation of the water level in the wells of the Hungarian Geological Institute

tésre, energianyerésre kitermelt forró vizet, esetleg sós vizet hőenergiájának kihasználása után nem lehet a felszínen elszikkasztani, sem a folyóvízhálózatba bevezetni, mivel kiölné e vizek természetes élővilágát. A visszasajtolás révén e fölösleges és kárt okozó víztől meg lehetne szabadulni. A visszasajtolással más országokban is foglalkoznak ugyanúgy változó sikerrel, mint nálunk. Néhol könnyűszerrel, aránylag kis nyomással bepréselhető a víz a mélyebb rétegekbe, máshol nagy nyomással sem boldogulnak. Gyakori, hogy a kezdeti siker után a befogadó kút elromlik, eltömődik, újabb és újabb tisztításra szorul, ami megemeli az amúgyis magas költségeket.

Említettük már, hogy meglepő nagy változásokat találunk egyes mélyebb kutak több éves vízjátékában. Ezeket később építették, s így ma még mindössze 6—7 év változásait tudjuk áttekinteni. Ez az idő 1972—1974-től kezdve erősen süllyedő tendenciát mutat minden kútnál. Az első év vízszintjének erős süllyedő tendenciáját magyarázhatjuk a kútvíz lehűlésével is. A kút létesítésekor a hosszantartó kompresszorozás és erős víztermelés a mélységből jövő magas hőmérséklettel felmelegíti a cső egész hosszában a vizet, sőt a csövet magát és annak környezetét is. A néhány nap után megejtett első nyugalmi szint mérés a meleg víz szintjét mutatja. Minthogy a MÁFI kutakból később víztermelés nem történik, a csőben álló víz lassan lehűl és kiterjedése csökkenvén, vízszintje alább száll és az évi ingadozást egy lefelé tartó pályán teszi meg. Ez a magyarázat azonban nem használható a harmadik—negyedik év lefelé tartó vízszintmozgására. Itt már tényleges nyomáscsökkenéssel kell számolnunk. A sekély és középmélységű kutakban az utolsó 8—10 év alatt mutatkozott vízszintsüllyedés 2—3 m körül mozgott. A mély kutak vízszintsüllyedése a mért 6—8 év alatt 4—6 m volt (23. táblázat).

Foglalkoznunk kell a vízjáték nagyságának és a réteg szemcseszerkezetének összefüggésével. A talajvíznél láttuk, hogy a durva szemcséjű üledékekben az évi talajvízjárás sokkal kisebb szintváltozásokat hoz létre, mint a finom szemcséjűekben. Szabad tükrű vízadóknál ez a helyzet. Mélyebb és nagy nyomás alatt álló vízadókban ez a jelenség szintén megfigyelhető, de egyrészt a nyomásviszonyok módosíthatják azt, másrészt a nagyobb mélységű víztartók szemcseszerkezete között nincsenek olyan nagy különbségek, mint a talajvíztartók esetében, s végül a vízjáték szempontjából irányadó szemcsenagyság meghatározása is igen körülményes, sőt nehéz, ennél fogva a különböző vízadó rétegek szemcsenagyság szerinti összehasonlítása is az.

A mélységi vízfigyelő kutak vízjáték adatainak felhasználásánál döntő fontosságú az, hogy az éves vízjáték nagysága mutat-e valamilyen összefüggést a felszíni csapadékviszonyokkal. Erre nézve az első megállapítás az, hogy a megfigyelt 6—12 év adatsorában a vízjáték nagyságának változása azonos menetgörbét fed le. Vagyis, általában ugyanazon évben van maximális vízjáték a különböző helyzetű és mélységű kutakban és ugyancsak azonos időben (évben) jelentkeznek a kis amplitúdók. Kevés kútban van ettől eltérés vagy egy-egy éves eltolódás. A vízjáték tágasságának nagyságát és idősorát tehát sok egyéb tényező mellett döntően az időjárás szabályozza. Minthogy egy-egy vízadó réteg tápterülete felszínen nem jelölhető meg, az összehasonlítás alapjául csak az országos évi csapadékviszonyok vehetők. A 10—12 év óta figyelt kutak vízjátéka kivételesen nagy mozgást 1970-ben,



166. ábra. A vízszintingadozás kapcsolata a mélységgel és a nyomásgradienssel

Fig. 166. Correlation of the water level fluctuation with the depth and the pressure gradient

1974-ben, 1977-ben és 1979-ben mutatott a legtöbb kútban. Az 1978-as esztendő viszont majdnem minden kútban igen kicsiny vízjátékkal tűnik ki. Ez a megfigyelés nagyjából egyezik az egyes évek csapadékosságával. A közepes évek szintén egybevágnak. A több éves tendencia is egyező. Így pl. 1974-től 1977-ig majdnem minden kútban a vízjáték lassú emelkedése figyelhető meg. Időjárásunk legcsapadékosabb éve 1970, 1974, 1977 és 1980 volt, az 1978-as pedig a Tisza vízgyűjtő területének északi részén szárazságával tűnt ki.

Még egy összehasonlítást tehetünk. Vizsgálhatjuk a vízjáték amplitúdók nagyságát a víztartó réteg mélységével és az ott uralkodó nyomás nagyságával kapcsolatban. Felvihetjük a pozitív és negatív nyomáshelyzetű kutak mélység szerinti nyomásgörbéire a megfigyelt 6—10 év vízjátékának éves alakulását. Az így szerkesztett grafikon valamelyest kapcsolatot mutat a mélység és vízjáték tágassága között; a pozitív nyomásállapotú kutaknál pozitív irányban (növekvő mélység, növekvő ingadozás); a negatív kutaknál negatív irányban (növekvő mélység, csökkenő nagyságú ingadozás). A 165. ábra azonban azt is elárulja, hogy a kapcsolat nem szoros, és a kimutatott összefüggéssel szembeni adatok is találhatók.

A négyféle rendszeres vízszintingadozás mellett van egy ötödik esetleges ok, amely vízlengést idéz elő a mélységi vizekben: ez a földrengés. A pár száz méter mélységű rétegek vize meglepően nagy távolságban kipattant földrengésekre is jól mérhető vízszintlengéssel reagál. Az órás íróműszerek regisztrálják a lengést, de minthogy az óra által forgatott henger átmérője kicsiny, és egy-egy óra időtartam alatt mindössze 2 mm fordulatot tesz, a földrengést egyetlen függőleges vonallal írja le a tű. A földrengés okozta vízlengés amplitúdója függ a földrengés fészkének mélységétől, a földrengés erejétől, de függ a vízadó réteg mélységétől és a kút földtani helyzetétől is. Általában nagyobb mélységben nagyobb kilengést végez a kutak vízszintje és a felszínhez közeli kutakban, vagy éppen a talajvíz kutakban a messzi földrengések mérhető vízszintingadozást nem idéznek elő. A porózus üledékekkel telt mély medencékben a távoli földrengések hatása a víztartó rétegekben kevésbé jelentkezik mint ott, ahol a medence sekély, s a szilárd kőzetből álló medencealjzat közelebb van a felszínhez.

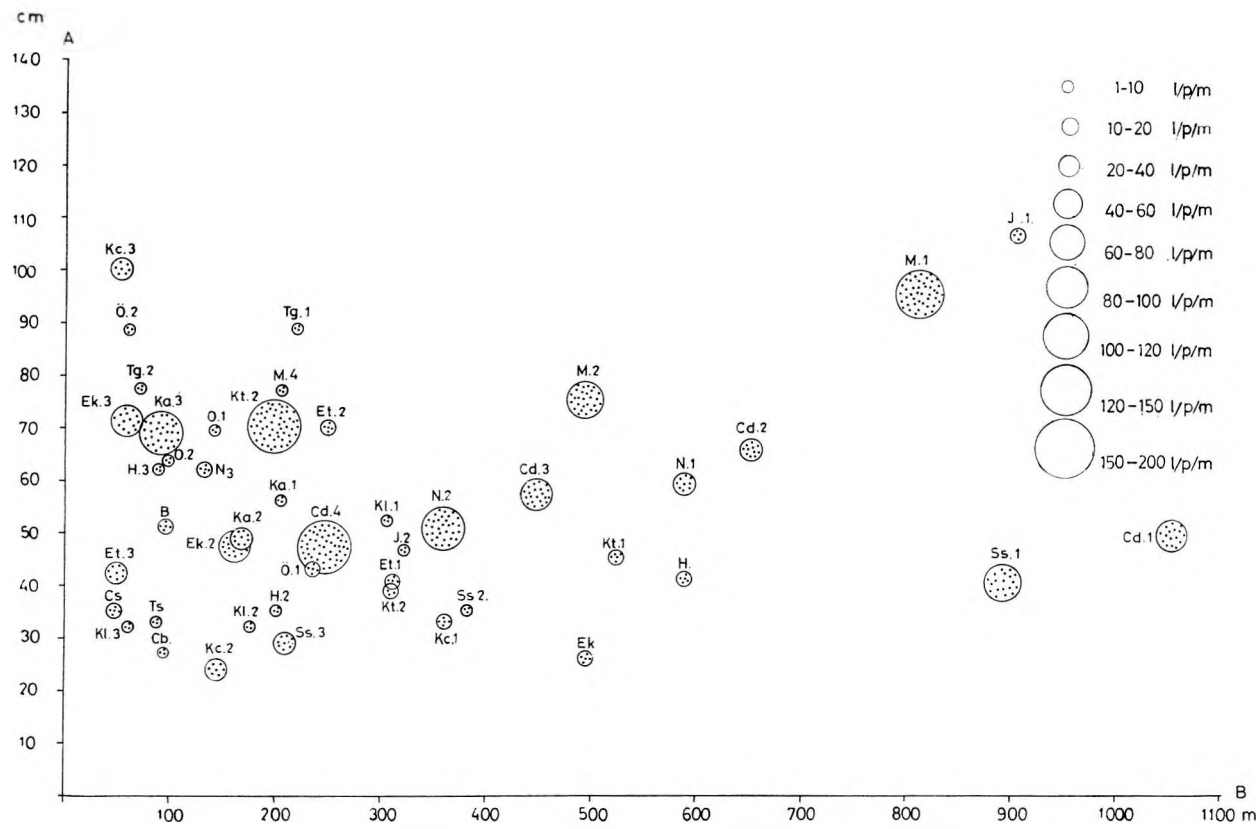
Az éves vízjáték nagysága a mélységi víztartókban
The amplitude of the yearly variation of the water regime in the deep aquifers

Kút helye		Tsz. f. magasság (m)	Kút mélysége (m)	Éves vízjáték 7 éves átl. 1974–1980 (m)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)
			Észak-Alföld		
Erdőtelek	1.	107,3	494	46	14
	2.		171	63	11
	3.		68	39	38
Hevesvezekény	1.	91,3	581	47	15
	2.		200	37	7
	3.		76	60	8
Egyek	1.	90,8	494	25	20
	2.		171	45	90
	3.		368	63	37
			Duna—Tisza közi hátság		
Kunadacs	1.	97,2	366	33*	18
	2.		147	24*	23
	3.		53	100*	30
Kerekegyháza	1.	111,5	210	56*	3
	2.		172	48*	25
	3.		84	68*	89
Kecskemét	1.	126,3	525	42	15
	2.	126,2	316	35	12
	3.	126,1	192	68	125
Nyárlőrinc	1.	107,4	578	56*	36
	2.		370	51*	82
	3.		135	61*	13
			Közép-Tisza-parti kutak		
Óballa	1.	87,1	140	68	1
	2.	87,0	85	66	8
Szolnok	3.	86,8	125	283	.
Tószeg	1.	87,7	222	112	6
	2.	86,9	73	88	3
Öcsöd (Köröspart)	1.	87,2	233	38	11
	2.		66	86	2
			Nagykunság		
Kengyel	1.	87,5	312	40	5
	2.	87,5	177	24	6
	3.	87,8	61	32	1
Törökszentmiklós	1.	86,6	87	31	5
			Dél-Jászság		
Jászladány	1.	87,3	907	96	15
	2.		331	56	3
Besenyszög	1.	87,7	96	53	18

Kút helye		Tsz. f. magasság (m)	Kút mélysége (m)	Éves vízjáték 7 éves átl. 1974—1980 (m)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)
			D-Tisza-völgy		
Csongrád	1.	83,1	1056	51	50
	2.		655	73	24
	3.		445	54	55
	4.		241	49	123
Mindszent	1.	83,7	823	63	115
	2.		490	72	73*
	3.		308	47*	108
	4.		210	65*	7
			Körös-medence		
Szarvas	1.	84,1	885	45	77
	2.		358	34	5
	3.		210	38	30
Dévaványa	1.	84,3	1100	46**	13**
	2.		657	28**	26**
	3.		205	28**	23**

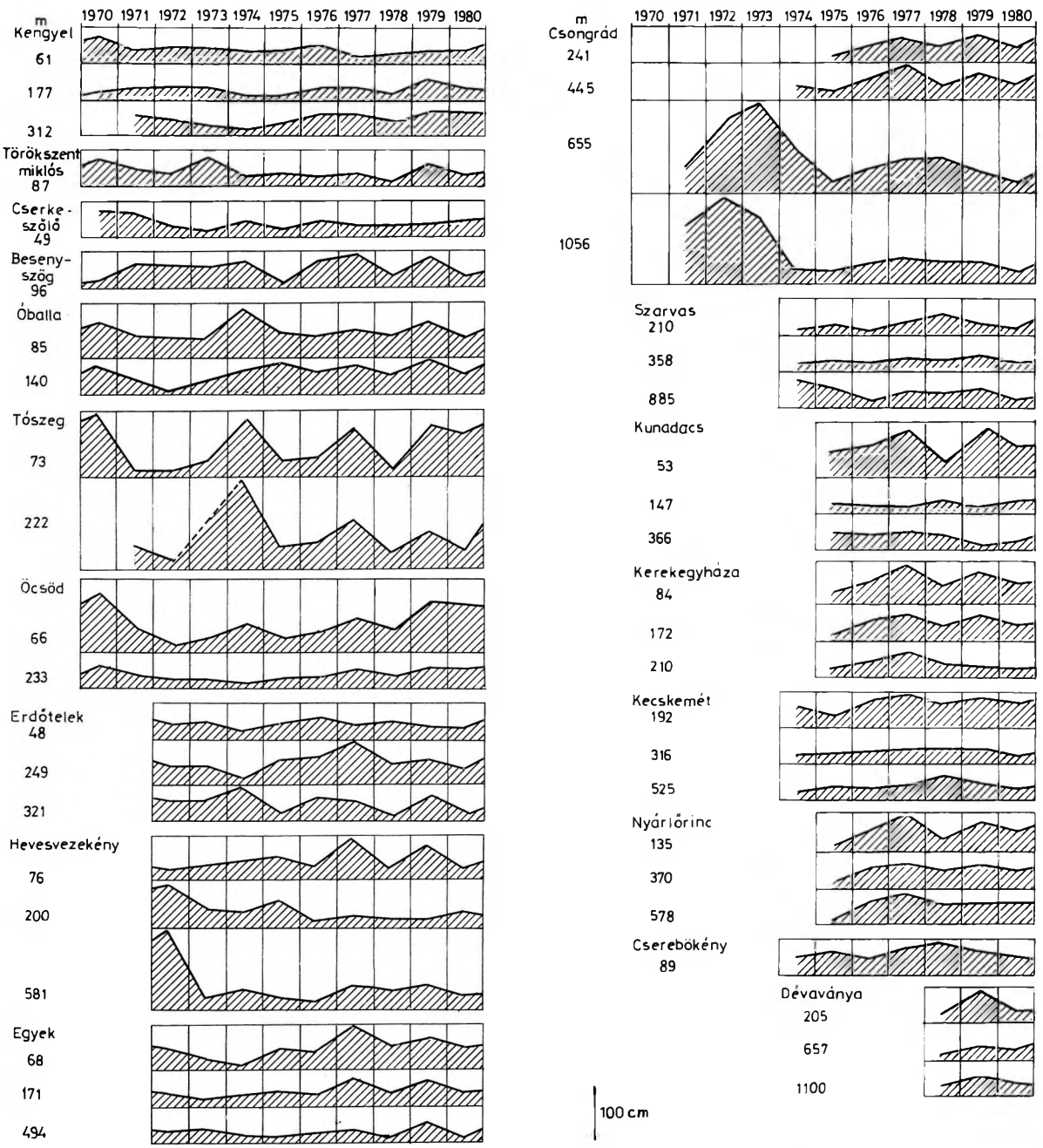
* Hat éves átlag 1975—1980.

** Három éves átlag 1978—1980.



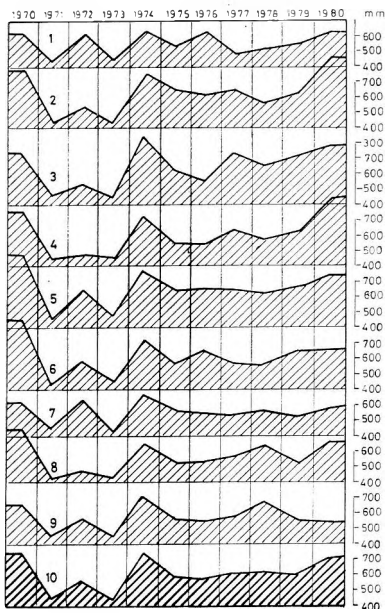
167. ábra. A vízjáték összefüggése a mélységgel és a vízhozammal
A = a vízjáték 1975—1980 átlagában, *B* = kútmélység
B = Besenyszög, Cs = Cserkeszőlő, H = Hevesvezekény, Kl = Kengyel, M = Mindszent, Ss = Szarvas, Cb = Cserebökény, Ek = Egyek, J = Jászladány, Ka = Kerekegyháza, N = Nyárlőrinc, Tg = Tószeg, Cd = Csongrád, Et = Erdőtelek, Kt = Kecskemét, Kc = Kunadacs, Ó = Óballa, Ö = Öcsöd, Ts = Törökszentmiklós

Fig. 167. Correlation between the water level fluctuation, the depth of the aquifer and the yields of wells
A = The yearly average fluctuation 1975—1980, *B* = depth of wells



168. ábra. A vízszintingadozás nagysága az alföldi észlelő kutakban

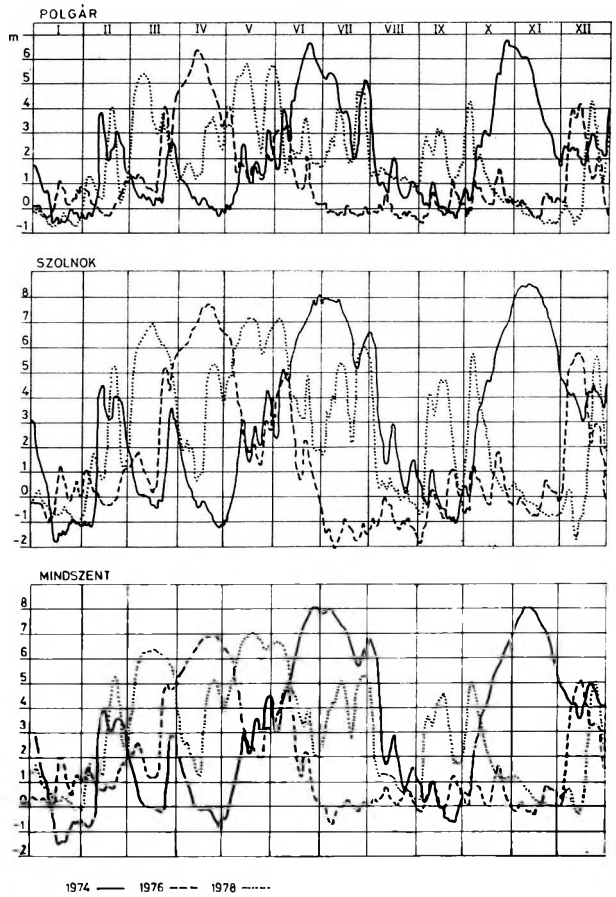
Fig. 168. The size of the water level fluctuation in the check-wells of the Geological Institute



169. ábra. Az Alföld és az Alföld-perem csapadéka

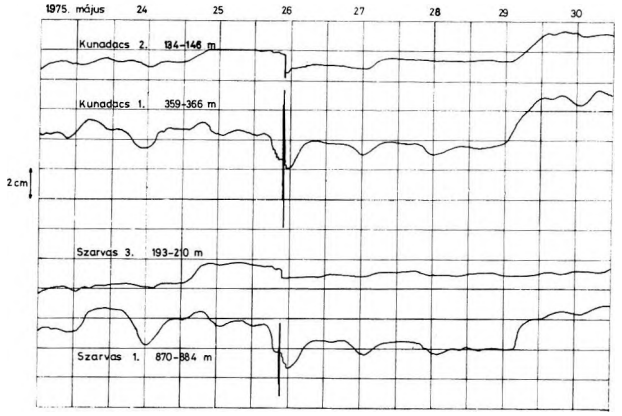
Vízgyűjtő tájak: *1.* A Duna bal partja, Vác—Mohács (81 állomás), *2.* a Tisza jobb partja, Sárospatak—Olaszliszka (24 állomás), *3.* a Tisza bal partja, Fehérgyarmat—Csengerújfalu (14 állomás), *4.* a Tisza bal partja, Mándok—Nyíregyháza—Nagykálló (21 állomás), *5.* a Tisza jobb partja, Edelény—Szerencs (56 állomás), *6.* a Tisza jobb partja, Sirok—Jászkisér (102 állomás), *7.* a Tisza jobb partja, Lajosmizse—Kelebia (35 állomás), *8.* a Tisza bal partja, Tiszalök—Gyula (91 állomás), *9.* a Tisza jobb partja, Ócsöd—Makó (28 állomás), *10.* az egész hazai vízvidék évi átlagos csapadéka (452 állomás)

Fig. 169. The amount of the precipitation around the Great Plain from 1970 to 1980
1—10. The regional distribution of the 452 meteorological observatory stations



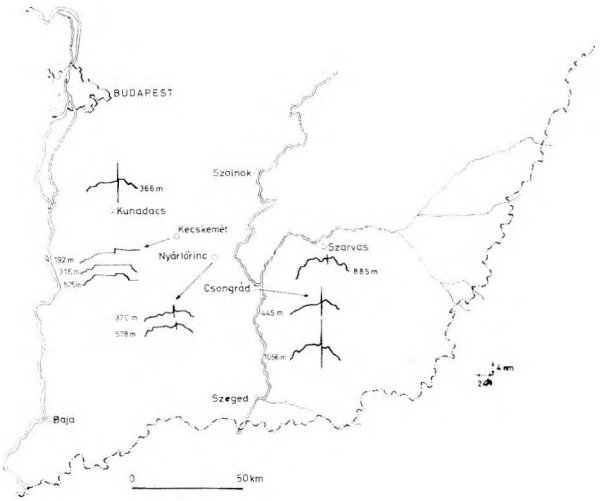
170. ábra. A Tisza vízjárása három vízmérce állomáson 1974-ben, 1976-ban és 1978-ban

Fig. 170. Water regime of the Tisza river in 1974, 1976, 1978 at three water gauges



171. ábra. Az azori földrengés jelentkezése az alföldi rétegvíz-figyelő kutakban

Fig. 171. Water level fluctuation of the check-wells caused by the earthquake in the Azores 1975



172. ábra. Az 1977. március 4-i romániai földrengés hatása az alföldi MÁFI kutak vízjátékára

Fig. 172. The effect of the earthquake in Rumania (1977) on the water level fluctuation of the check-wells in the Great Plain

Az első földrengés megfigyelés 1975-ben történt a kunadacsi és szarvasi kutakon, amelyeken ekkor már folyamatos észlelő műszer működött. Az Azori-szigeteken 1975. május 26-án kipattant földrengést a kunadacsi 366 m mély kút 101 mm-es, a 147 m mély kút 13 mm-es lengéssel jelezte. Ugyanakkor a szarvasi 210 m mély kút szintje 3 mm-es ingást végzett, a 885 m mély kúté 45 mm-est.

Nagy meglepetésünkre 1976. július 27-én az észak-kínai földrengést is észlelték egyes kútjaink. A kunadacsi 366 m mély kút 10 mm-es, a csongrádi 1056 m mély kút 11 mm-es, ugyanott a 445 m mély kút 12 mm-es amplitúdóval.

Az 1977. évi március 4-i romániai földrengést természetesen minden kutunk jelezte. A kunadacsi 366 m mély kút 144 mm-es kilengéssel; a nyárlőrinci 578 m mély kút 31 mm-es, a 370 mély kút 45 mm-es kilengéssel; a csongrádi 1056 m mély kút 131 mm; a 445 m mély 98 mm-es kilengéssel. A szarvasi kutak — bár a legközelebb voltak a rengés epicentrumához — csak 30 mm és 9 mm-es ingadozást mutattak. 1978. június 23-án Békésen volt kisebb földrengés, de ezen a napon csak a kunadacsi mélyebb kút mozdult néhány mm-t. Ezzel szemben június 20-án a kunadacsi és csongrádi kútjaink 6—9 mm-es, 24-én pedig 2—6 mm-es lengéseket mutattak.

Az 1979. év földrengési szenzációja Közép-Európában a jugoszláviai Hercegnoviban április 15-én kipattant földrengés. Erre kútjaink a következőképpen reagáltak.

Helység	Kutak mélysége (m)	Kilengés (mm)
Kunadacs	366	169
	147	33
Kecskemét	525	10
	316	5
	192	15
Nyárlőrinc	578	11
	370	15 (nem kilengés, hanem meredek esés)
	135	2 (esés)
Csongrád	1056	79
	655	51
Csongrád	445	86
	241	77
Erdőtelek (a Mátra lábánál)	321	8
Erdőtelek	249	6 (esés)
	98	7 (esés)
Szarvas	885	6 (esés)
Dévaványa	1110	54 (esés)
	657	119 (esés)
	205	6 (esés)
	27	1 (esés)

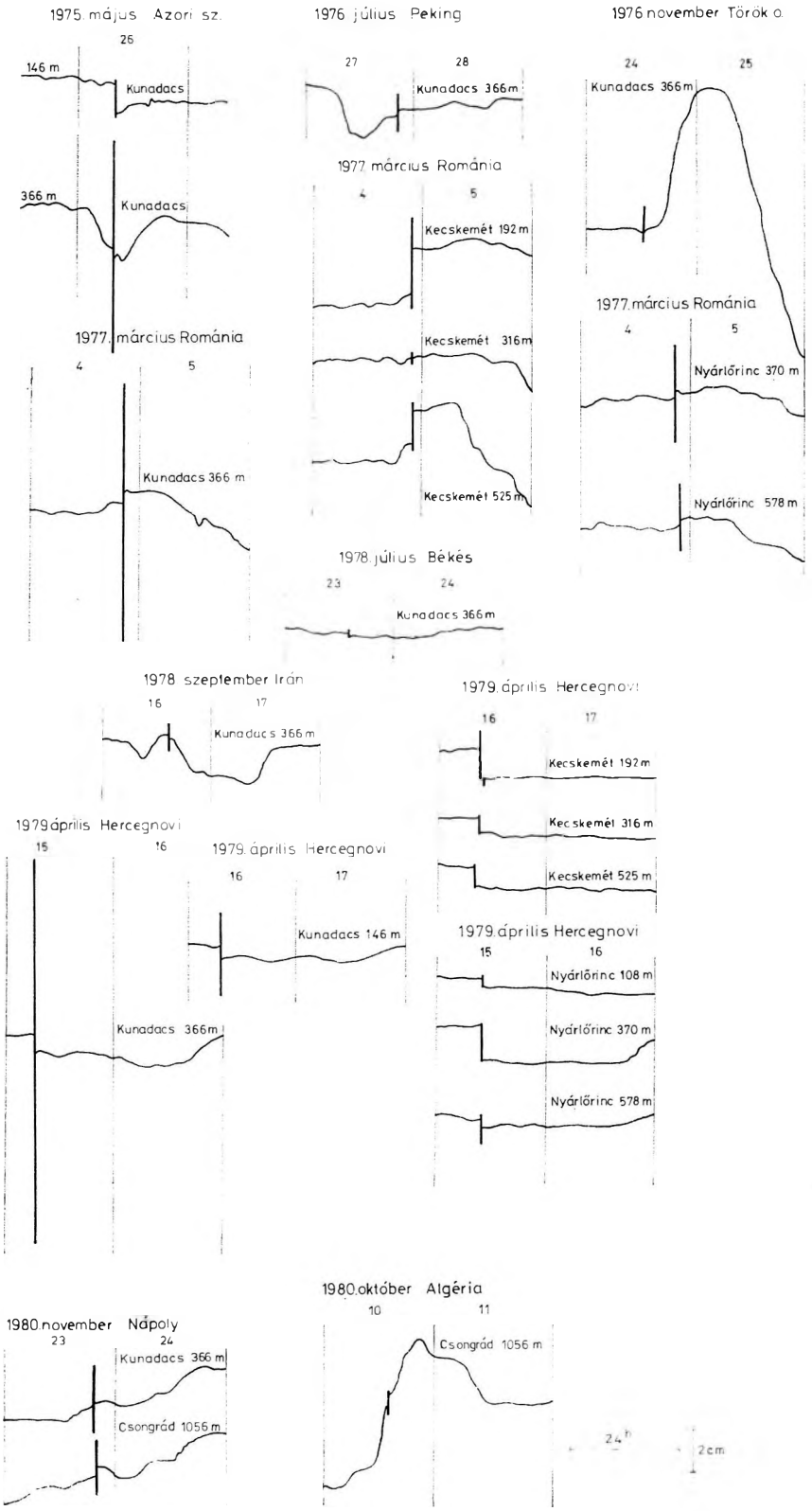
Ez a táblázat bemutatja a nagy törvényszerűségek elemeit: Kunadacs nagyon érzékeny voltát és Szarvas környékének lusta mozgását, továbbá a vízlengésnek a mélységgel való növekedését; de egyúttal kimutatja a törvényszerűségekkel szemben álló kivételeket is.

1980-ban egy május 18-i kisebb jugoszláviai rengést csak a csongrádi kútjaink jelezték 2—6 mm vízlengéssel. Az október 10-i algériai földrengést Kunadacs 366 m mély kútja 14 mm, Csongrád kútjai 12—8—11 mm-es vízlengéssel jelezte. Az 1980. november 23-i nápolyi földrengés a kunadacsi mélyebb kútban 30 mm-es, a csongrádi kutakban alulról felfelé haladva 24, 20, 19, 18 mm-es vízlengést okozott.

Földrengésjelző állomásunk kettő van az országban. Földrengéseink — szerencsére — nem olyan gyakoriak, hogy azokból statisztikusan kijelölhetők lennének a földrengésveszélyes helyek. Ezért a MÁFI kutak földrengés észleléssel kiegészítik ismereteinket az ország területének szeizmikus érzékenysége szempontjából. Érzékeny alföldi terület a Duna mente és a Tisza alsó szakasza, legkevésbé az a Tiszántúl középső része.

Hazánkban a messzi földrengésekre legérzékenyebben, a legnagyobb kilengéssel, Kunadacs 366 m mély kútja reagál a Duna-völgy keleti szélén, Bugyitól délre. Érzéketlenebbek a tiszántúli kutak, pl.: Szarvas kútjai, bármely irányból jöjjön a rengéshullám. Sajnos, a földrengések okozta vízlengéseket csak a folyamatos íróműszerrel ellátott automata kutak jelzik, ilyeneket pedig több kútra csak az utolsó években szereltünk fel.

A MÁFI a mélységi vizek természetes mozgásának megfigyelése terén úttörő munkát végzett. A mesterséges megcsapolások hatását viszont az egyes vízművek, vízügyi igazgatóságok és a VITUKI hosszabb ideje már rendszeresen figyelik. Újabban felhagyott és meddő fúrásokból kiterjesztették a figyelő hálózatot, egyes tanulmányi területeken pedig észlelő kutakat telepítettek későbbi vízigények kielégítési lehetőségének előzetes tanulmányozására. Lassan kibontakozik egy olyan tevékenység, amely az országos mélységi vízfigyelő hálózatot apró lépésenként igyekszik kiépíteni olyan tempóban, amit az érdekelt két főhatóság, az Országos Vízügyi Hivatal és a Központi Földtani Hivatal költségvetése elbír.



173. ábra. Távoli földrengések hatása a MÁFI kutakban

Fig. 173. Effect of remote earthquakes on the water level fluctuation of the MÁFI check-wells

A természetes és az emberkéz alakította táj

A természeti táj az ember tevékenységének, gazdálkodásának színtere. Aszerint ítéljük meg és értékeljük, hogy milyen lehetőséget nyújt a megélhetésre, gazdálkodásra, milyen nyersanyag kincseket vagy energiaforrásokat kínál, hogyan lehet hasznosítani.

Az Alföld gazdaságföldtani tekintetben nem gazdag táj. Ásványi nyersanyag kincsei, energiaforrásai nincsenek, vagy a legutóbbi időkig nem voltak. Építő anyaga majdnem napjainkig a sár, a vályog, felszíni vize kevés, talajvize rossz. Egyetlen kincse a talaj, de az sem mondható mindenütt jónak. Nagy területek voltak természetes állapotukban vizenyős mocsarak, más területek terméketlen szikesek, hatalmas területeket borított állandóan mozgó futóhomok. A területnek alig 1/5-e volt termékeny „áldott jó" föld. A természetes táj kincseit, lehetőségeit az ember nemcsak megismeri és használja, hanem formálja, alakítja, esetleg újjáteremti. Az ember sikeres munkája nyomán a természeti táj helyén kialakult a „mesterséges táj". Az Alföld tájára is rárajzolta a rajta lakó a maga képmását. De minthogy terjedelme nagy, több sajátos gazdasági kistáj vagy középtáj alakult ki rajta. Az emberi tevékenység legszembetűnőbb eredményei az Alföldön a két nagy homokvidék futóhomokjának megkötése, a tiszántúli vizenyős térségek lecsapolása, a Tisza és Körös szabályozása, a szántóföldi gazdálkodás nagy kiterjedésű rétterületekre való kiterjesztése, a szikes puszták különböző módon való hasznosítása (talajjavítás, öntözés), helyenként erdőtelepítések és újabban a nagy kiterjedésű öntözések és ezekkel kapcsolatos építkezések. A ma embere megemlítené még az iparosítást, de igazi iparvidék az Alföldön nem alakult ki, mert ennek feltételei nincsenek meg. Talán az olajipar építkezéseit lehetne megemlíteni, mint olyat, amely a táj arculatára markáns vonásokat rajzol és nagyobb számú lakost foglalkoztat. A többi ipar a helyi jelentőséget alig lépte túl. Kivétel — természetesen — az iparszerűen űzött mezőgazdaság.

Az Alföld egészének jellemzéséhez tartozik jó néhány vonás, amit felszínére az emberi történelem szántott. Így kulturális és gazdasági elmaradottsága a dombvidéki területekkel szemben, aminek oka a hosszú török uralom és pusztítás. Jellemzői az óriásfalvak és a szétszórt tanyai település, a



174. ábra. Homokbuckás térszín egyengetése Kiskőrös táján szőlő- és gyümölcstelepítéshez

Fig. 174. Levelling the uneven surface of the sandhills for vineyards

közegészségügyi viszonyok elmaradottsága. Ugyanakkor a Tisza szabályozása és az alföldi ármentesítés a XIX. sz. második felében Európa legnagyobb szabású vízi munkálata volt, az artézi víz feltárása pedig alapvető változást hozott a lakosság fejlődésében. Legújabban a Tiszántúlon a nagyszabású öntözések, a homokterületeken a talajegyengetés, szőlő és gyümölcsösök telepítése, a Dél-Alföldön a földgáz és olaj feltárása változtatta meg nagy területek természeti képét és gazdasági életét.

A termőföld

A gazdaságföldtan feladata elsősorban az ásványi nyersanyagok feltárása, térképezése, számbavétele. Az Alföld legfontosabb ásványi nyersanyaga a termőföld. Az ország szántóterületenek nagyobb része; a kert, gyümölcsös, szőlő területek jóval több mint fele van az Alföldön. A termésátlagok tekintetében régebben a Dunántúl kiemelkedően vezetett. Ma az Alföld mezőgazdasága a főbb termékek termésátlagai tekintetében gyors fejlődést mutat; a búza, árpa, kukorica termésátlagai megközelítették a dunántúli megyékét. A nagy tagokban való gazdálkodásnak az Alföld ideális területe, a nagy kiterjedésű öntözések is itt valósíthatók meg a legjobban. Mindezeket figyelembe véve, az Alföld mezőgazdaságának további fejlődése várható, különösen akkor, ha megáll az agrárnépesség tömeges elvándorlása a falvakból és — megfelelő arányú visszavándorlással — kialakul egy a modern, intenzív és sokoldalú mezőgazdálkodást biztosító népsűrűség. A magyar alföldi mezőgazdálkodás jövője nem a kanadai, argentin vagy az egyesült államokbeli vonal, ahol a ritka népesség és a nagyfokú gépesítés és extenzív mezőgazdálkodás nagy jövedelmezőségét fejlesztette ki. Itt Európa közepén, sokszínűbb, rugalmasan alkalmazkodó, nagy tagokban, de nem túl nagy üzemekben gondolkodó és gazdálkodó, az állattenyésztéssel és iparral jól kapcsolódó mezőgazdálkodás az életképes. Nem kívánatos helyzet állt elő azzal, hogy a mezőgazdaságban foglalkoztatott aktív keresők száma 1960 és 1980 között 1,8 millióról 0,8 millióra csökkent.

A mezőgazdálkodót a földtan témaköréből a talajviszonyok és talajvízviszonyok érdeklik elsősorban. A talajviszonyok ismerete maximálisan 2—3 m mélységig kíván feltárást. A talajvízviszonyok tisztázása az Alföldön legalább 6—10 m mélységig hatoló kutatást kíván. A földtani kutatásnak ezen rétegek megismertetésére kell törekednie.

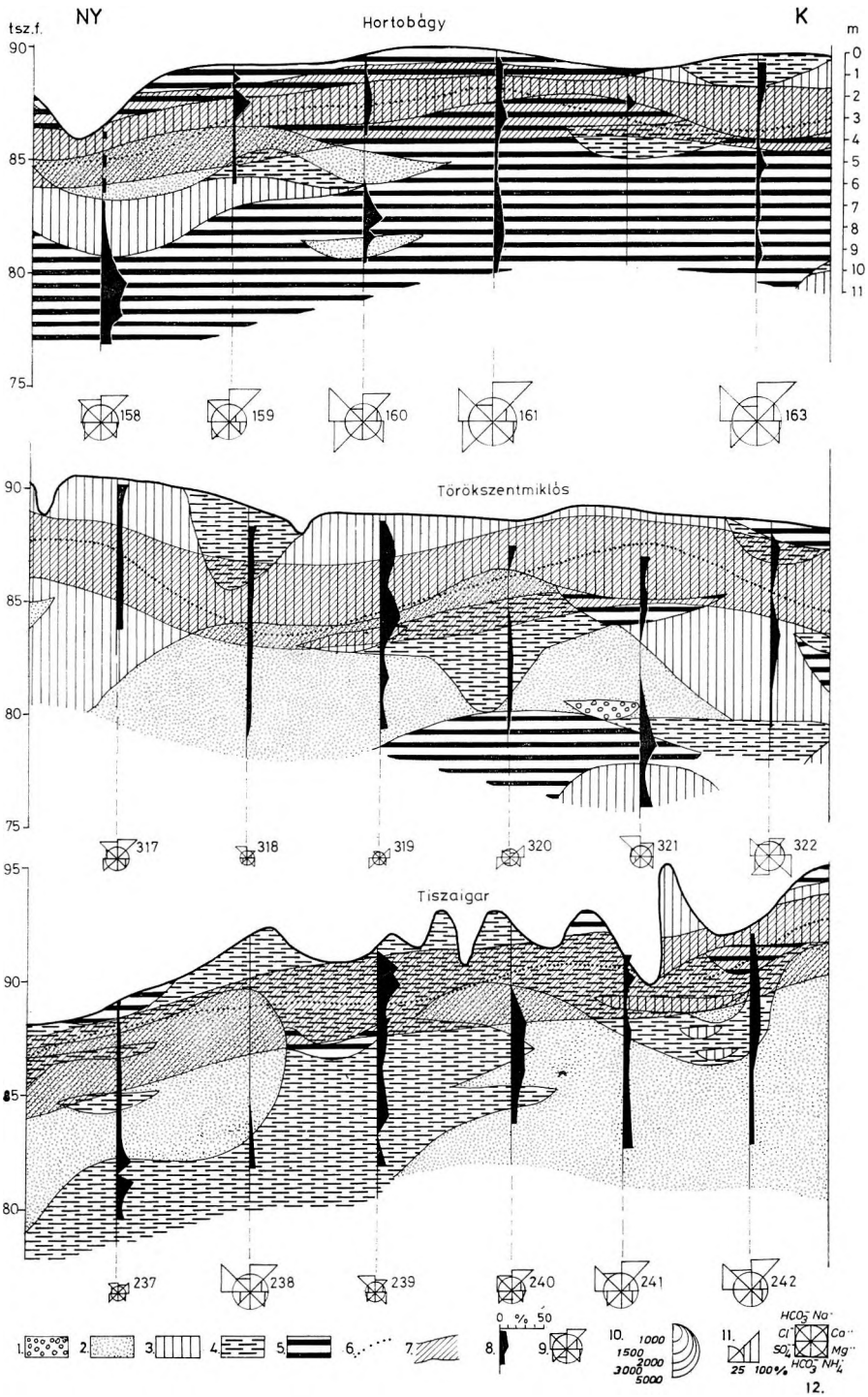
A talajtani kutatás és talajtérképezés 1892—1945-ig a Földtani Intézetben folyt. Az intézet az agrárterületek térképezését 1950-től kezdve síkvidéki térképezés címen folytatta tovább, visszatérve a felszíni földtani képződmények genetikai és kőzettani térképezésére. A térképezés mélységét a MÁFI 10 m-ig terjesztette ki. Ezzel lehetővé vált a talajok anyakőzetének megismerése és feltárult a talajvízjáték lebonyolódásának teljes övezete. Ezzel az alföldi mezőgazdálkodás nagytáji irányításához minden földtani adat — az Alföld területének nagy részére — 1980-ban már rendelkezésre állott. Többfelé megindult a felszínközeli képződmények mikroelemeinek vizsgálata.

Az Alföld mély fekvésű részeire az a jellemző, hogy a felszín alatt gyakorta igen sűrűn rétegzett különböző üledékfajták követik egymást, s ezek tápanyagtartalma is igen különböző lehet, a vízzel szemben való viselkedésük szintén. Mély gyökerű növényfeleségeknél ezért a felszíni talajviszonyok mellett a felszínközeli rétegek viselkedése a termést befolyásoló tényező. Szerepet játszanak az egymás alatti különböző rétegek a művelési módok megválasztásában is, továbbá a műtrágyák és növényvédő szerek hatómélységében és lebontásában is. Még nagyobb a szerepe a felszín alatti sűrű rétegződésnek a talajvízjáték alakulásában és a talajvíz sóoldó és -lerakó tevékenységében, a sószállításban.

A mezőgazdálkodás szempontjából a talajvíz átlagos sótartalma nagy jelentőségű. Az Alföldön egy-egy liter talajvízben gyakorta 2—3 g oldott só van, ami a vizet ivásra használhatatlanná teszi. A mezőgazdasági termelésre a vízben oldott kalciumsók kedvezők, kevésbé kedvező a konyhasó- vagy sziksótartalom. A nyílt csatornákban vezetett öntözővíznél előfordul, hogy a folyókból kivezetett jó minőségű víz az öntözendő területre érve káros sókban gazdagodik, mert a csatorna megcsapolja a sóban gazdag talajvizet.

Az új felfogásban művelt agrárgeológiának a talajos nevezéktan szerinti „C" zónánál kell átvennie a talajtantól a kutatást. Az „A" zóna, a talaj áthumuszosodott kilúgozási szintje, a „B" zóna a kilúgozott anyagot, vagy annak egy részét megkötő akkumulációs szint. E két zóna külön tanulmányozása a talajtan feladata. A „C" zóna, az anyakőzet az a réteg, amelyben a talajtani kutatás határához ér, bár nem hagyhatja figyelmen kívül, hiszen ez a talajképződés kiinduló anyaga. Ugyancsak kiinduló anyaga ez a szint a további földtani kutatásnak is, amely vizsgálódását ettől a szinttől lefelé végzi.

Ha a mezőgazdasági növények gyökérzónájának mélysége közvetlenül nem is indokolja a talaj alatti rétegek nagyobb mélységben való ismeretét, a modern gazdálkodásnak számos más vonatkozásban mégis számolnia kell vele. Így elsősorban a műtrágyák és növényvédőszerek lefelé szivárgásának mélysége, vagy a hatóanyagok akkumulációja függ a talaj alatti rétegek áteresztőképességétől, az anyagokat közömbösítő, lebontó vagy megkötő képességétől. Ugyanúgy szerepet játszik a mélyebb



175. ábra. A talajvíz ingadozási zónája a felszín alatti rétegekben

1. Kavics, *2.* homok, *3.* lösz, *4.* iszap, *5.* agyag, *6.* a talajvíz átlagos mélysége, *7.* a talajvízszint ingadozásának övezete, *8.* a rétegek $CaCO_3$ tartalma, *9.* a talajvíz kémiai jellege, *10.* összes oldott só (mg/l), *11.* Than-féle egyenértékszázalék, *12.* az ionok helye a diagramban

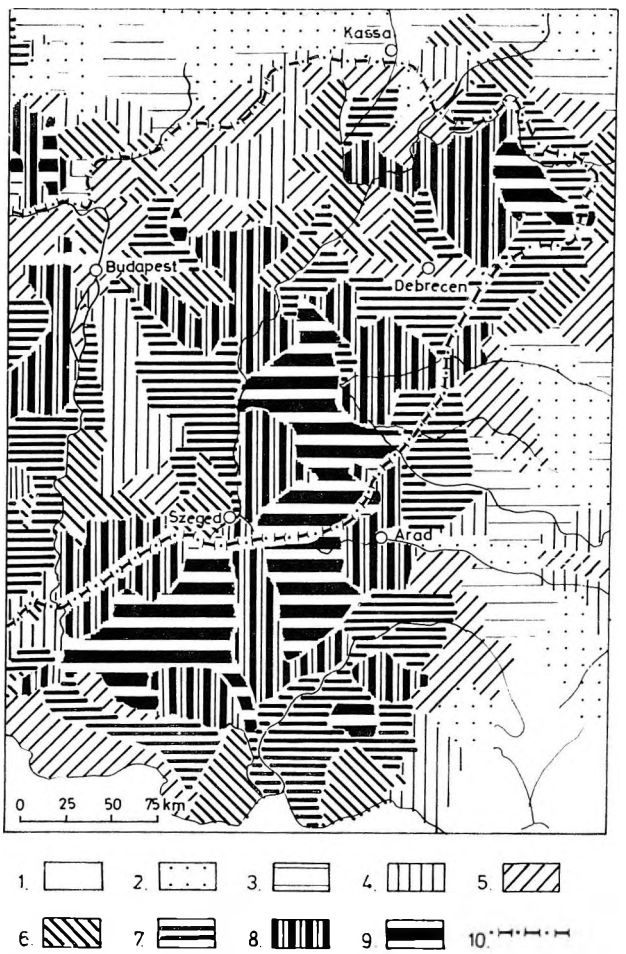
Fig. 175. The zone of fluctuation of the ground-water level in subsurface sedimentary beds

1. Gravel, *2.* sand, *3.* loess, *4.* silt, *5.* clay, *6.* average depth of the ground-water level, *7.* zone with water level fluctuation, *8.* $CaCO_3$ content of the layers, *9.* chemical type of the ground-water, *10.* the quantity of the total dissolved solids mg/l, *11.* Than's chemical equivalent percent, *12.* location of the ions at the diagram

rétegek vízáteresztő, vagy vízzáró képessége az öntözővíz tárolásánál, vagy a túlöntözés veszélyének kivédésénél. A mezőgazdaságot szolgáló építkezések, így a vízlevezető- és öntözőcsatornák építése, a szennyvizek elhelyezése, szikkasztása vagy elvezetése, a drénezés szintén szükségessé teszik a talaj alatti mélyebb rétegek földtani ismeretét.

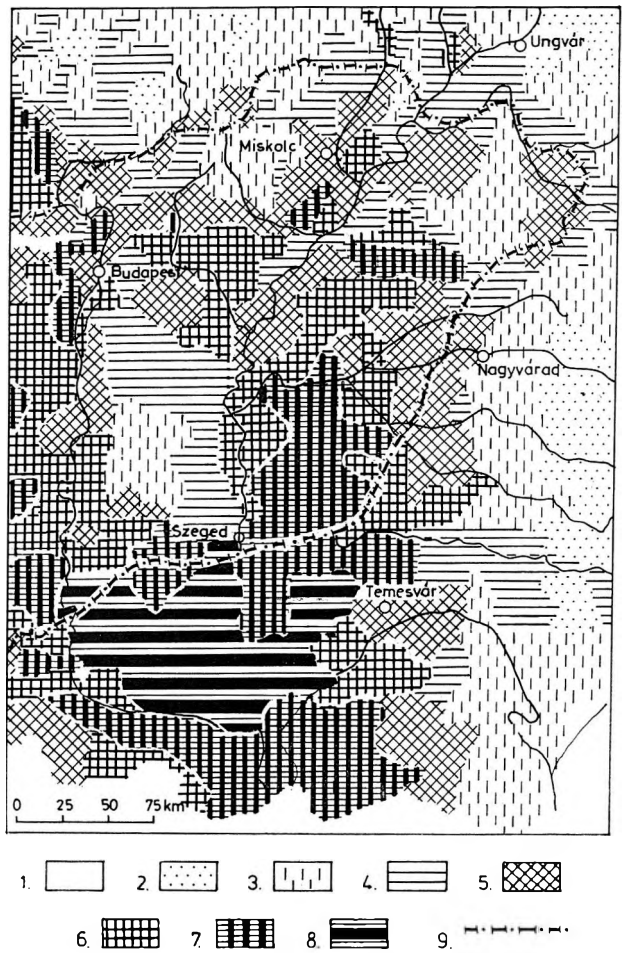
Újabban a mezőgazdálkodók figyelme a talajok mikroelem-tartalma felé fordul. Ez az érdeklődés az altalaj, a talaj anyakőzete és a felszínközeli egyéb rétegek mikroelem vizsgálatát teszi szükségessé. Ez az igény a földtani kutatás, térképezés feladatkörét a mezőgazdálkodás segítése irányában kibővíti. A mikroelem-kutatás azonban helyi részletes vizsgálatokat, sőt a kitűzött cél szerinti irányított kutatást kíván és ez már mezőgazdasági intézmények feladata. Az agrárgeológiának további feladata segítséget nyújtani a mezőgazdasági tájak „értékének" megbecsüléséhez, minősítve a talaj alatti rétegeket a mezőgazdasági használhatóság, értéktermelés szempontjából.

A földvagyon értéke nem állapítható meg könnyen, akkor sem, ha csupán a termőképesség szempontjából vizsgáljuk. Az a termés, amelyet adott talajműveléssel valamely növényfeleségből a termelő produkál és az érték, amit bármely más terményfeleséggel és művelési móddal ki lehet belőle termelni, különböző lehet. Változik a földvagyon értéke a gazdasági konjunktúra szerint is és a művelési vagy talajjavítási módok változásával is. A nemzeti vagyon értékelésénél és az egyes termelési ágak értéktermelésének összehasonlításánál mégis szükség van a földvagyon értékének megállapítására. Éppen ezért, igen sok kísérlet történt már a XVIII. századtól kezdve a földérték hivatalos megállapítására. A múlt század végén az Osztrák—Magyar Monarchia területén hosszan tartó helyszíni bejárásokkal megindították a földvagyon helyenkénti becslését és 1913-ban kiadták a Magyarország földbirtokainak kataszteri tiszta jövedelméről szóló összeállítást. Ez az összeállítás a földbirtokok egy-egy kataszteri holdjára kiszámított tiszta jövedelem értékét aranykoronában állapította meg. Ez az egykori jövedelem-megállapítás — természetesen számtalan módosítással — túlélte a két világháborút és most van revízió alatt. Bármennyire változtak is a helyi földértékek az elmúlt igen vál-



176. ábra. A szántóterület aránya 1914-ben az Alföldön
1. 0—10, *2.* 10—20, *3.* 20—30, *4.* 30—40, *5.* 40—50, *6.* 50—60, *7.* 60—70, *8.* 70—80, *9.* 80—90%, *10.* mai határok

Fig. 176. The ratio of arable lands in the Great Plain 1914



177. ábra. A szántóföldek tiszta jövedelem értéke katasztrális holdanként az Alföldön 1913-ban
1. 0, *2.* 1—3, *3.* 3—6, *4.* 6—9, *5.* 9—12, *6.* 12—15, *7.* 15—20, *8.* 20—30 aranykorona, 9. mai határok

Fig. 177. Registered net income derived from the cultivation of arable land in the Great Plain per codastral yoke

tozatos 70—80 év alatt, az egykor megállapított kataszteri tiszta jövedelem értékek jó alapot adnak a földterület értékének országos összehasonlításához. A szántóterületek tiszta kataszteri jövedelme jelentős különbségeket mutat az Alföld különböző területein. Ezek a különbségek nagy vonásokban valósak. A Dél-Alföld lösztáblái nagyszerű gabonatermő talajukkal messze vezetnek értékben. A homokterületek szegények és kiütköznek a mocsaras, árvízjárta területek is. Szántóink zöme közepes értékű. A századeleji értékmegállapítással szemben a mai relatív értékek lényegesen csak a Duna—Tisza közi homokterületeken változtak; ott, ahol az értékmegállapítás után nagyot fejlődött a szőlő- és gyümölcstermelés és ezzel az eddig értéktelen futóhomok egyszeriben értékessé vált. A szántóterületek aránya és a kataszteri tiszta jövedelem térképe azonnal elárulja, hogy az értékelésben nemcsak a feltalaj minősége, hanem a felszín mélyebb szerkezete és a talajvíz is szerepet játszott. Ez természetes is, hiszen a földeket hozamuk alapján osztályozták és a hozamot nemcsak a talajfeleség határozza meg.

A szántóföldek terület aránya jó összefüggést mutat a felszínt alkotó laza porózus rétegekkel és a nem magas talajvíztükrű területekkel. A Nyírségen aránylag magas a szántó aránya a Duna—Tisza közi homokterületekhez viszonyítva. A kert- és szőlőterületek kisebb aránya és a kevesebb lapos rét emeli meg a szántók arányát a nyírségi homokon. A szántók jövedelmezősége igen alacsony a tiszta jövedelem kimutatás szerint. A Duna—Tisza közi homokhátságon a szántók a keleti térfelen jóval jövedelmezőbbek, mint a nyugatin. Ennek is a mélyebb rétegekben van a magyarázata. A hátság Ny-i felén igen vastag a futóhomok és a felszínközelben nincsenek nagy kiterjedésű löszrétegek. A keleti részen a pásztásan megjelenő néha felszíni, néha elfedett löszrétegek teszik termékennyé a futóhomokot. A Hortobágy déli részén aránylag kevés a szántó, de ami van, az nagy értékű. Itt már lösztalajok vannak. Ahol a talaj elszikesedett, ott meghagyták legelőnek és rétnek, a szántónak feltört nem szikes terület viszont igen termékeny. Az északi Mezőségen kevés és gyenge minőségű szántó van. E magas talajvizű, vékony feltalajú terület inkább rétnek és legelőnek való.

A földnek mint nemzeti vagyonnak értékét a rajta évről évre termelt áruk értéke adja meg. Ez az időjárás és egyéb külső hatások miatt elég jelentős változásokat mutat évről évre, de általában az utolsó évtizedben a termésátlagok ugrásszerűen növekedtek és ezen a téren az Alföld nem marad el a többi országrész mögött.

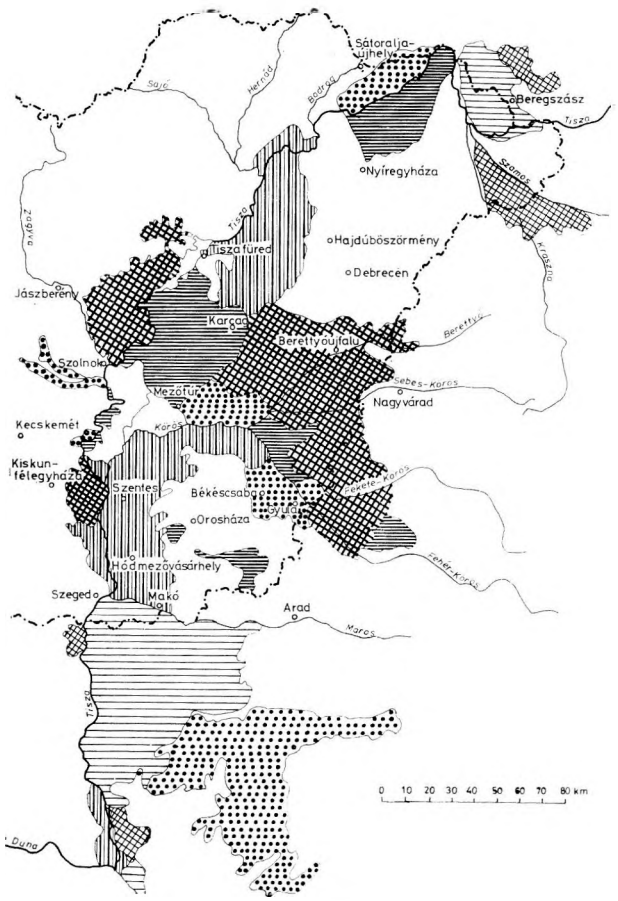
Tájékoztatásul néhány adat:

Az ország területe 93 000 km², a mezőgazdasági terület 1980-ban 66 000 km². A nemzeti jövedelem összegét 1980-ban 581 milliárd forintnak számították, ebből az erdő- és mezőgazdaság 84 milliárd forintot hozott. 1980-ban az ország összes szántóterülete 47 000 km² volt, abból az Alföld részesedése 27 000 km². Gyümölcsös és szőlő együtt országosan 3400 km²-t foglalt el, az Alföldön 2100 km²-t.

1980-ban az ország négy fontos szántóföldi növényének terméséből az Alföld a következőképpen vette ki a részét.*

	Összesen	Ebből az Alföld
	(ezer tonna)	
Búza	6077	3061
Kukorica	6673	3368
Cukorrépa	3941	2653
Burgonya	1392	801

A szántóföldi termelés mennyisége mellett a szőlők hozama jelentős még. Az ország 170 km² szőlőterületéből 1980-ban az Alföld területén volt 120 km².



178. ábra. Ármentesítő társulatok a Tisza mentén 1910-ben

Fig. 178. Dike companies against floods along the Tisza river 1910

* A számításnál az országos statisztika által alföldinek vett 7 megyéhez (Bács-Kiskun, Békés, Csongrád, Hajdú-Bihar, Pest, Szabolcs-Szatmár, Szolnok) hozzáadtuk Heves megye fél területét és Borsod-Abaúj-Zemplén egyharmadát, mint alföldi területeket.

A következő nagy termelési ág, amely döntően a földterület hasznosításából táplálkozik, az állattenyésztés. Az Alföld részesedése az ország állatállományából az 1980. évi állapot szerint a következő volt:

	Országos	Alföldi
	(ezer db)	
Szarvasmarha	1918	940
Sertés	8330	4750
Ló	134	80
Juh	3090	1860

Területarányosan csak a szarvasmarha állományból van hiánya az Alföldnek, a másik három fontos állatcsoport állományának több mint fele az Alföldön tenyészik.

A termőtalaj, mint ásványvagyon, abban különbözik az ércektől és az energiahordozó ásványi nyersanyagoktól, hogy élete van. Fejlődik, romlik, átalakul és megújul. A „talajerő" a legdinamikusabban változó energiaforrás. Az a néhány adat, amelyet fentebb felsoroltunk, valamennyire mutatja az Alföld termőtalajának pillanatnyi energiáit és a terület gazdasági fontosságát országos áttekintésben. Nem mutatja meg azonban a lehetséges fejlődés perspektíváját, amely a természeti és emberi viszonyoktól egyformán függ és amelynek jelentősége állandóan növekszik.

A termőtalaj állandó kezelés és változás alatt áll. Ez legtöbbször javítást, gondozást, talajerő-utánpótlást jelent, nem azonban kiuzsorázást, rontást. A legnagyobb jelentőségű talajjavító művelet a lecsapolás, drénezés, a szikes területek meszezése, az öntözés és a műtrágyázás. Ma előtérben van a műtrágyázás. A termésátlagok meglepő gyors és nagy emelkedését az utóbbi két évtizedben az agronómusok a műtrágyázás javára írják. A szikesek meszezéssel való javítása is jól induló kezdeményezés volt, de nagyobb területeken költséges és abbamaradt. A természetes árterek lecsapolása a Tiszavölgyben a Tisza szabályozásával együtt a múlt század legnagyobb szabású vízi munkálata volt Európában. Hatalmas változást hozott a földek hasznosításában, de a talajok és felszín életében is. 4000 km földgáttal közel 6 millió kat. hold területet ármentesítettek. Rétekből szántókat, mocsarakból réteket és legelőket alakítottak. Megváltoztatták a talajvízjárást, helyenként elősegítették a szikesedést.

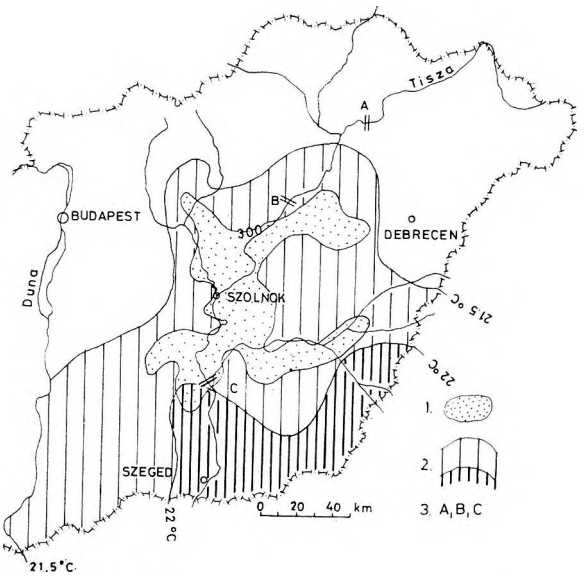
Az öntözés földtani vonatkozásai

A lecsapolások folytatása a vízrendezés során az öntözés. Az Alföld közepének csapadéka 500—550 mm évenként, de nagyon hullámzó és vannak esztendők, amikor egész évben nem hull 400 mm-nél több csapadék. Ez azokon a területeken, amelyek rosszul gazdálkodnak a vízzel, még extenzív gabonatermelés esetén is kevés. Ezért az alföldi földterület termőképességének növeléséhez az öntözés nélkülözhetetlen. Nagy terület öntözését talajvízből nem lehet megoldani. Különösen az Alföldön nem, ahol a talajvíztartó rétegek igen szegényesek és vizük a legtöbb helyen minőségileg sem alkalmas öntözésre, mert nagy sótartalmú. Az öntözést tehát felszíni vízből kell megoldani, ebben viszont az Alföld határozottan szegény. A Tisza, Körös és Maros átlagos vízszállítása a jelentősebb vízkivételt lehetővé tenné, ha kisvizük nem esnék arra az időre, amikor az öntözési vízszükséglet nagy. Egyetlen lehetőség a rendszeresen levonuló árvizek tározása és felhasználása az öntözési idényben.

A folyókon való víztározás legjobb helye a folyók felső szakaszán van, ahol mélyre vágott völgyekben aránylag rövid gáttal el lehet reteszelni a folyót és nagy mennyiségű vizet lehet visszaduzzasztani a gát fölött. A Tisza felső szakaszán a Visó és Iza mellékfolyók mélyre vágott egyenes völgye alkalmas elsősorban vízduzzasztásra. Itt terveztek az első világháború idején, majd 1940-ben azokat a vízlépcsőket, amelyek alkalmasak lettek volna öntözővízzel ellátni a Tisza középső folyásának száraz vidékét. Az első világháború utáni területrendezés meghiúsította a felső-tiszai vízduzzasztást és tárolást. A Tisza alföldi szakaszán kellett megoldani a víztározást. A feladat igen nehéz és költséges. Vízlépcsőt és duzzasztógátat építeni olyan folyóra, amelynek partja nincs, csak medre, tározót építeni olyan sík területen, ahol nincs természetes medence, szintkülönbséget és vízesést teremteni az áramfejlesztő generátorok számára olyan mederben, amelynek esése több száz kilométeren keresztül 3—4 cm kilométerenként, rendkívüli feladat. Minden nehézség ellenére 1954-ben megépült az első tiszai vízlépcső Tiszalöknél, 1976-ban a második Kisköréné l és tervezés alatt áll a következő Csongrádnál.

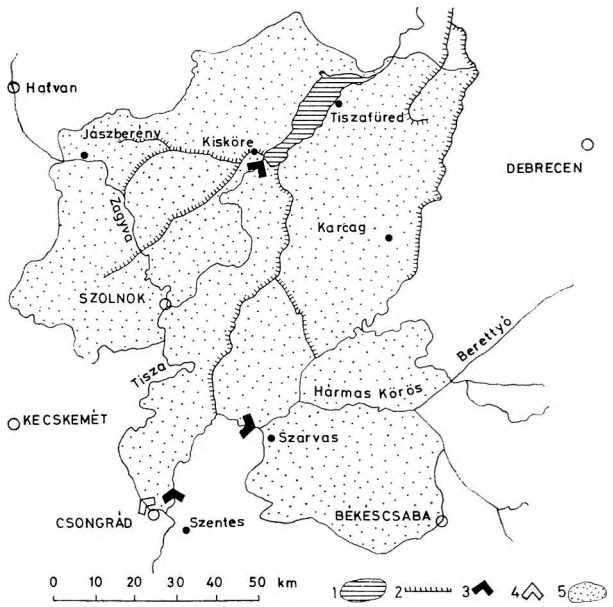
A lapos Alföldön a tároló a gátakkal körülvett ártér. Az árvízvédelmi gátak megerősítésével és magasításával alakították ki Kisköréné l a duzzasztott tófelületet, amely így nagyon sekély és víztömegéhez képest hatalmas a párolgási felülete. Ismerve a Tisza nagy lebegő anyag hordalékát, számolni kell a tároló gyors feltöltődésével is.

A vízlépcsőkkel párhuzamosan épül az öntözőcsatorna-rendszer is. Északon a Keleti- és Nyugati-főcsatorna a Tisza vízrendszerét a Körösökkel köti össze. A Közép-Tisza vidéken a nagykunsági és jászsági főcsatornák Szolnok—Tiszafüred környékét hálózzák be. A csongrádi vízlépcső már a terve-



179. ábra. A nyári félév (április—szeptember) átlagos csapadéka és a júliusi középhőmérséklet
1. Hathavi nyári csapadék 300 mm alatt, *2.* júliusi középhőmérséklet, *3.* a tiszai vízlépcsők helye (Tiszalök, Kisköre és a tervezett Csongrád)

Fig. 179. Average summer rainfall and mean July temperature
1. Summer rainfall (April—September) below 300 mm, *2.* mean July temperature 21.5—22.0 °C, *3.* location of the river dams (Tiszalök, Kisköre and the projected one at Csongrád)



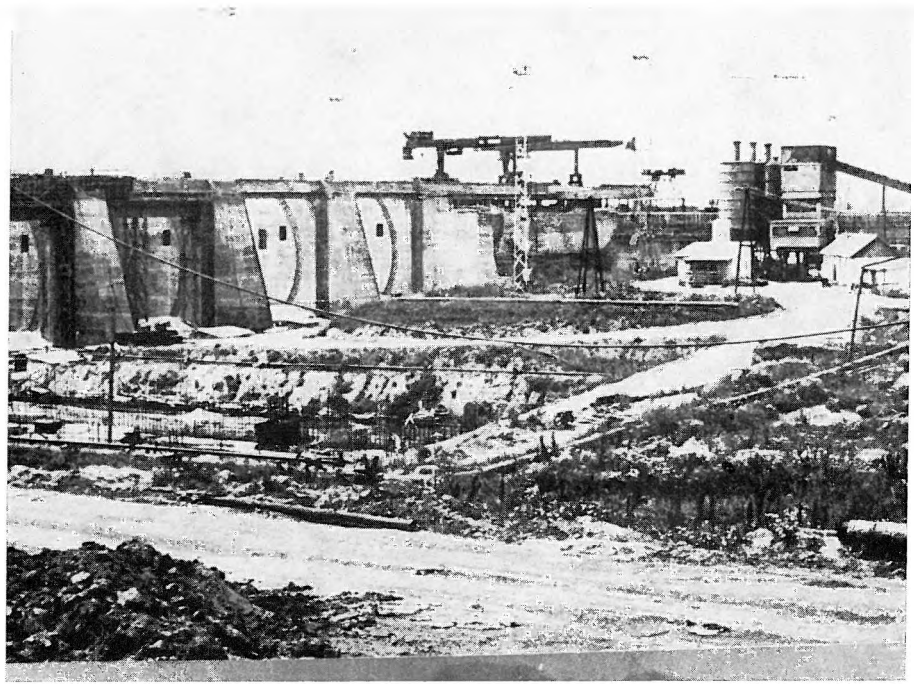
180. ábra. A kiskörei vízlépcső hatásterülete
1. Víztároló medence, *2.* öntöző főcsatorna (részben hajózható), *3.* meglevő duzzasztó művek, *4.* tervezett duzzasztó mű, *5.* öntözhető terület

Fig. 180. The river dam at Kisköre and its sphere of influence
1. Water reservoir, *2.* main irrigation canal (partly navigable), *3.* existing barrages, *4.* projected barrages, *5.* irrigable area

zett Duna—Tisza csatorna fogadását készíti elő. A vízlépcsők és a csatornarendszer eljuttatja a vizet a Hortobágy és a Nagykunság tájára, másfelől a Dél-Jászságba. E három nagy táj földtani felépítése azonban nagyon változatos mozaikképet mutat, az öntözésnek pedig igazodnia kell a felszíni és felszín alatti rétegekhez. Más az öntözővíz felhasználása egy-egy nagy vastagságú homokterületen, más ha a homok csak vékony lepel egy agyagos rétegsorozat felett, más ha lösz építi fel a felszínt kisebb vagy nagyobb vastagságban és más, ha agyag. Az agyag is lehet vékony felszíni képződmény, amely homo-



181. ábra. Vízlépcső-építés agyagos homokban. (Kisköre 1968)
Fig. 181. Construction of river dam in clayey sand. Kisköre 1968



182. ábra. A Tisza II. vízlépcső építése, 1971
Fig. 182. Construction of the second Tisza dam at Kisköre 1971

kon vagy homokliszten települ és lehet nagy vastagságú vízzáró, képlékeny réteg, amely nagyon határozottan befolyásolja a talajvíz kemizmusát és mozgását is.

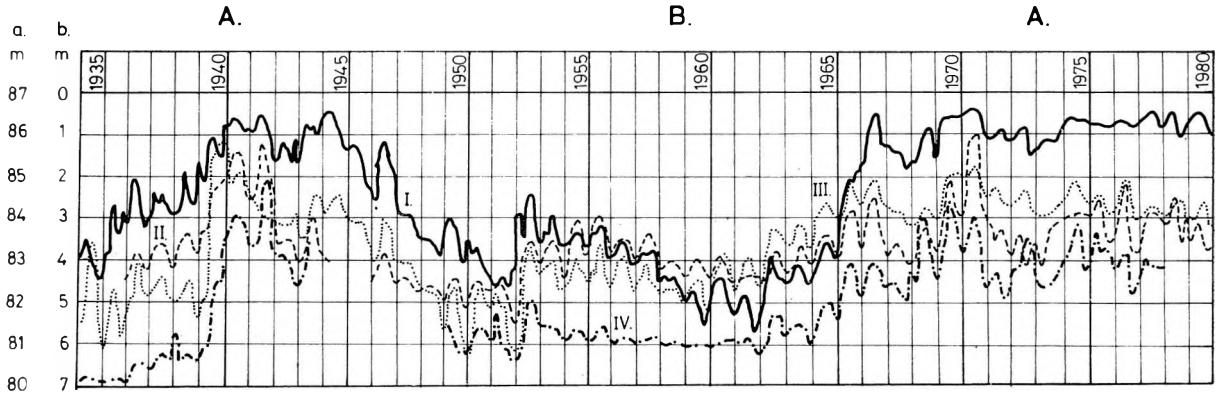
A Hortobágy-patak mai medre mentén hatalmas vizenyős térség terült el a folyószabályozások előtt. A pleisztocén és holocén folyamán hosszú ideig állandó víz borította e területet és a vízben agyagrétegek települtek. Az agyagrétegek nagy területeken 10 m-nél vastagabbak, de ez az agyagos teknő, amelyben ma a Hortobágy-patak folyik, nem szabályos teknő vagy folyosó, hanem kicsipkézett, foltokból álló mozaik, a kacskaringós folyók futása mentén kialakult mély árterek nem mindig összefüggő sokasága.

Az öntözött területek kialakításánál a megfelelő növénykultúrák megválogatásánál, a parcellák kialakításánál, az öntözővíz adagolásánál sajnos nem mindig követhető ez a változatos felszínfelépítés, pedig az erre való törekvés a víz helyes hasznosítását elősegíti.

A tiszai öntözőrendszer kiépítése hatalmas összegeket emésztett fel. A tervezés és kivitelezés éveken át munkások százait, mérnökök és más szakemberek jelentős csoportjait foglalkoztatta. Még be sem fejeződött a teljes kiépítés, máris nem várt nehézségek ütköztek ki. A termelőszövetkezetek egy része drágának találta az öntözővizet, az öntözés haszna — számításaik szerint — nem fedezte a ráfordított költséget, így nem kívánták igénybe venni a nagy költséggel és rengeteg munkával biztosított szolgáltatást. Ezen kívül a Kisköre és Tiszafüred között duzzasztott tó káros mértékben megemelte a szomszédos területek talajvízszintjét. Így a nagy kiterjedésű víztározó olyan területeket zárt ki a termelésből, amelyek eddig, mint rét, legelő sőt szántó, jelentős terméseredményt hoztak. Minden nagyszabású építkezésnél a használat során számolni kell a kritikával, sőt esetleges hibákkal is. Az Alföld öntözése azonban olyan nagyfontosságú ügy és olyan mértékben kíván tovább folytatást, hogy a kritikával, annak jogosságával komolyan foglalkozni kell. Súlyos károkat okozhat, ha a mezőgazdálkodás fejlesztésére irányuló terveket és tevékenységet megalapozatlan vádak hátráltatják. Kétségtelen, hogy a tiszai öntözőrendszer kiépítése igen nagy költséggel járt és fog járni a jövőben is. Ezek nagyobb részét indokolják a nem kedvező természeti viszonyok, azok a rendkívüli nehézségek, amelyekről szóltunk és amelyeket le kellett győzni. Az is ismeretes, hogy drágán és lassan építünk, de ez általános jelenség és nem szenvedheti meg a fontos országos gazdasági cél. Egy-egy nagy beruházás amortizációja hosszabb időre tervezhető csak és vannak közérdekű beruházások, amelyeknél a gyors megtérülés nem elsőrendű cél. Az öntözésnek azonban kifizetődőnek kell lennie. Ez el is érhető, de feltétele az, hogy az öntözés hasznosítását elő kell készíteni; az öntöző kultúrát — amely különleges gazdálkodási forma — meg kell teremteni. A megfelelő előkészítés terén sokkal nagyobbnak látszanak a hiányok, mint a költségek okozta hátrányok. Az öntöző kultúrák nemzedékek hosszú során át alakulnak ki. A modern öntözéseknél ezt a fejlődést előzetes szervezéssel és oktatással segítik elő. Az öntöző gazdaságokat az előkészítésbe és építésbe is be kell vonni, hogy magukénak érezzék a művet, pénzük és munkájuk feküdjön benne. Az öntözés az egész termékszerkezet átalakításával jár és megköveteli a rugalmas és gyors átállást egyik művelési módról a másikra, egyik termékről a másikra. Az öntözés sikeres folytatásához megfelelő háttéripar, kereskedelmi és közlekedési szervezet, piackutatás és hírközlés is hozzátartozik.

A tiszai öntözés előkészítésénél a terület tudományos felméréséből kimaradt a részletes földtani feltárás. Az 1930-as években lemélyített fúrások kiértékelése, az újabb alföldi földtani felvételek tanulmányozása nem kapott megfelelő figyelmet. A talajvízhelyzet földtani értékelésére sem került sor. A mai talajvízszint-emelkedésre vonatkozó panasz is csak hosszabb áttekintéssel bírálható el. A talajvízjárásnak az évszakos vízjáték mellett több éves emelkedő és süllyedő ciklusai vannak. Az 1979—81. évekre jellemző, hogy a talajvíztükör az egész országban a sokévi átlagos szint fölé emelkedett.

Ismeretes, hogy vízgazdálkodásunkban is jelentkezik egy több éves váltógazdálkodás. Hat-hét sorozatban egymást követő száraz évben mindenki az öntözést sürgeti és nem drága az öntözővíz. A következő csapadékos évsorban az árvizek okoznak gondot, a gátakat kell erősíteni és fölösleges



183. ábra. Éghajlati ciklusok és vízgazdálkodás
I. Jászladány, *II.* Hódmezővásárhely, *III.* Vezseny, *IV.* Kétpó
a) tengerszint feletti magasság, *b)* terepszint alatti mélység. — A = az árvízvédelem időszaka, B = az öntözés időszaka

Fig. 183. Climate cycles and water management
A = Flood prevention in rainy years, B = irrigation in dry years; *a)* height a.s.l., *b)* depth below the ground surface

a „drága" öntözővíz. Öntözni azonban kell. Az Alföld mezőgazdasága öntözés nélkül nem tudja teljesíteni a növekvő és sokasodó szükségletek és a változó külföldi piacok igényelte árukat. A nagyüzemi öntözés kiterjesztését a Duna—Tisza közére a csongrádi vízlépcső és a mélyítendő Duna—Tisza csatorna fogja majd biztosítani.

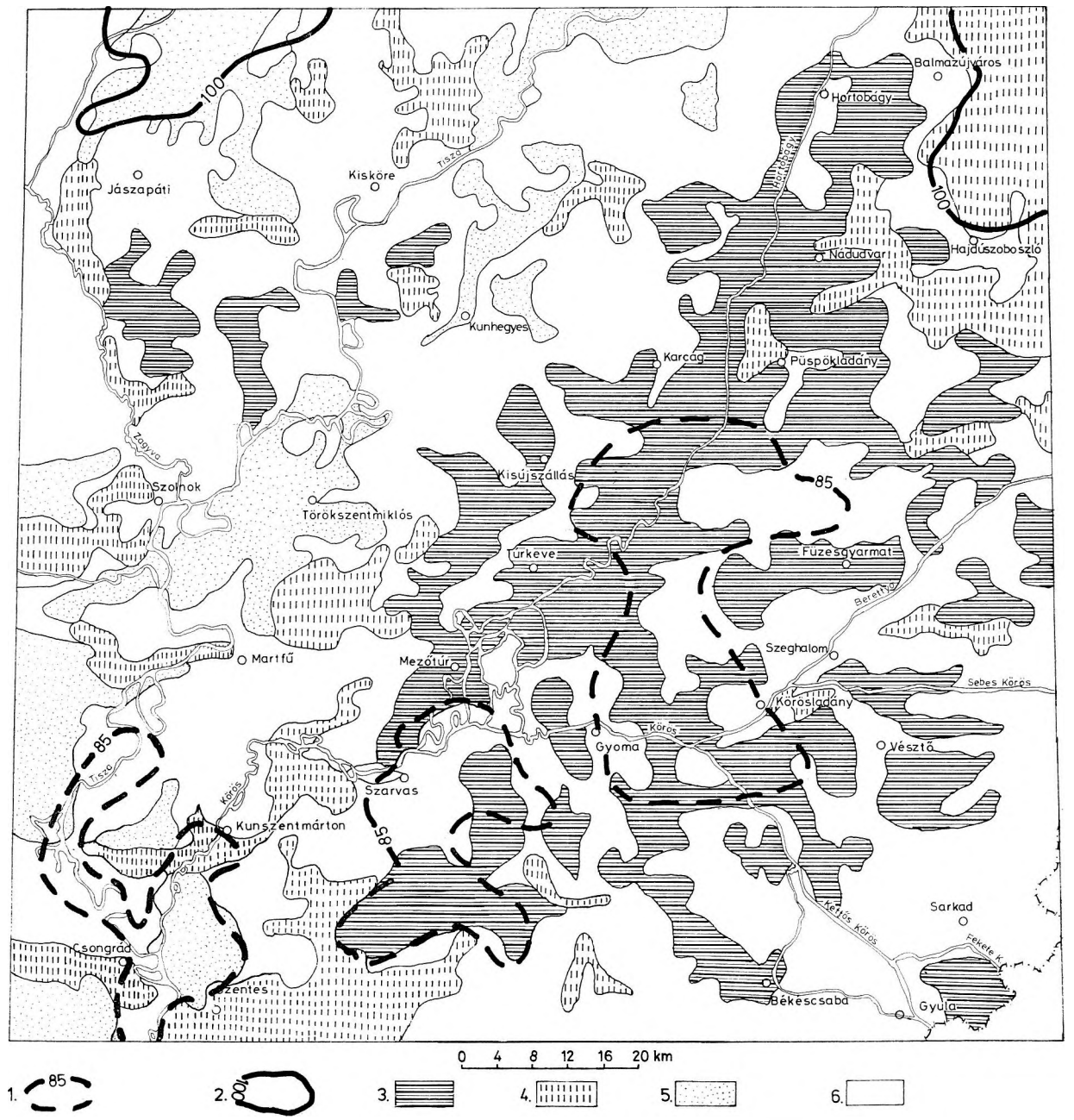
A Duna—Tisza csatorna terve nyomban a törökök kiűzése után, az Alföld újonnan való betelepítésével, a mocsaras területek lecsapolásával, a termelés és közlekedés megszervezésével kapcsolatban felmerült. Amilyen határozott igény jelentkezett arra, hogy a Tisza-vidék áruit rövid vízi úton lehessen szállítani Budapest és Nyugat-Európa felé, olyan szétszórtak voltak a vélemények és érdekek abban a tekintetben, hogy honnan hová és merre haladjon a csatorna. Minthogy a Tisza—Duna torkolaton keresztül való hajózás Szolnok és Budapest között a folyószabályozások előtt közel 2000 km hosszú hajóutat jelentett, a csatornát minél inkább a torkolattól távol, északra volt célszerű helyezni.



184. ábra. A Sió torkolata az 1956. áprilisi nagy árvíz után
Fig. 184. The mouth of the Sió after the flood of 1956



185. ábra. A Zagyva torkolat előtti szakasza Szolnoknál
Fig. 185. The mouth of the Zagyva river in dry season

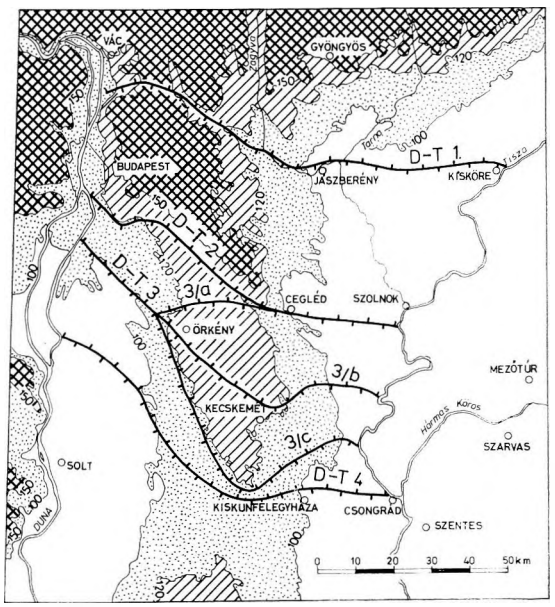


186. ábra. A tiszántúli öntözési terület földtani vázlata

1. 85 m-nél mélyebben fekvő terület, *2.* 100 m-nél magasabban fekvő terület, *3.* túlnyomóan agyagrétegek, *4.* túlnyomóan löszrétegek, *5.* túlnyomóan homokrétegek, *6.* változatos rétegsorok iszap, agyag, homok, lösz váltakozással

Fig. 186. Geological sketch of the irrigated area of the Trans-Tisza region

1. Deep-situated territory below 85 m a.s.l. *2.* surface level higher than 100 m a.s.l. *3.* predominantly clayey layers, *4.* almost loess layers, *5.* predominantly sand layers, *6.* alternating strata of clay, silt and loess



187. ábra. A Duna—Tisza csatorna tervezett nyomvonalai

Fig. 187. The projected trace-lines of the Danube—Tisza canal

Budapest alatt a Duna—Tisza közötti távolság légvonalban 100 km. Egy itt északon épített csatorna tehát közel tízszeresen csökkentette volna az Alföld közepe és Budapest közötti hajózó távolságot.*

A csatornaépítésnek egy domborzati és egy földtani akadályt kell leküzdenie sok más nehézség mellett. A Duna és Tisza között a hátság északon és délen 180—200 m-re emelkedik ki a két folyó völgyéből. A Dunából a csatornába kivezetett vizet tehát ilyen magasra kell felemelni, hogy átjusson a Tisza völgyébe. Ez a hátság Fülöpszállás és Kiskunfélegyháza között lealacsonyodik. Az északi magas rész keskeny nyereggel megy át a déli, szintén magas részbe. A két folyó közötti magaslat itt 35—40 m. Ezért a tervezett csatorna nyomvonalak igyekeztek e nyerget kihasználva délre kanyarodni. Ez növelte a csatorna hosszát, miközben csökkentette a leküzdendő magasságot.

Az első tervek még az 1720-as évekből valók, de megvalósításukra nem került sor. Viszont egy merész vállalkozó mérnök, Kiss József, 1793-ban részvénytársaságot alapított egy déli Duna—Tisza csatorna építésére, és az udvari kamarával szerződést kötve Bezdán és Bácsföldvár (régebbi nevén Tiszaföldvár) között 9 év alatt megépítette a 108 km hosszú Ferenc csatornát. Mélysége 2 m volt, szélessége 18,6 m. 1802-ben a csatorna megnyílt. Ez a csatorna a Duna—Tisza közi hátság magas részét délről kerülte meg kb. a 100 m tsz. f. magassági szinten haladva, 5 zsilip közbeiktatásával. E csatorna közlekedési csatornának épült, de a komoly hajóforgalmat sekély voltánál fogva nem oldotta meg. Továbbra is aktuális maradt egy északi csatorna építése. A két háború között újra az érdeklődés előterébe került a csatorna, 1947-ben pedig Dunaharasztinál meg is kezdték az ásását, de egy rövid táv megépítése után a munkálat abbamaradt.

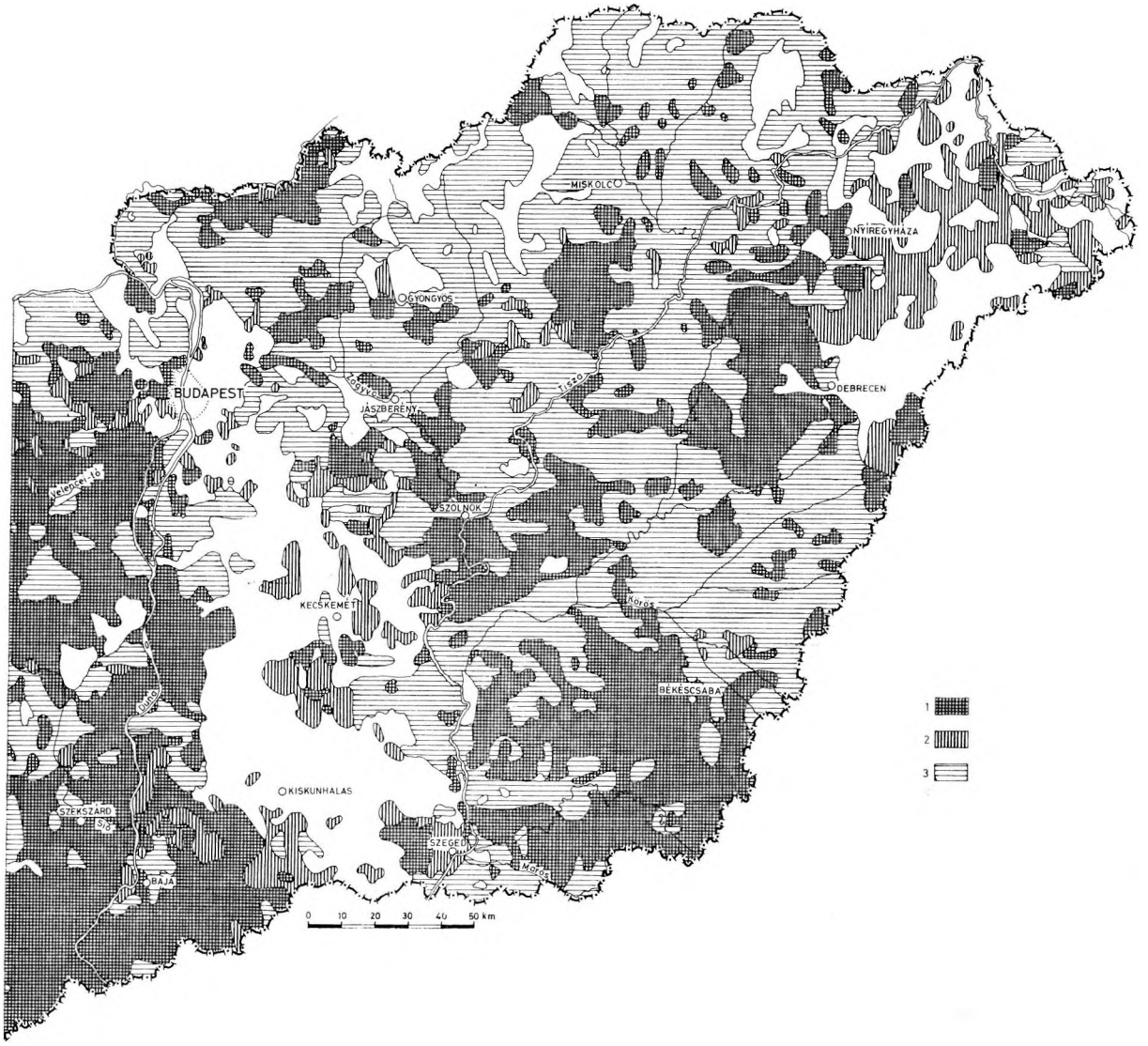
A domborzati akadály mellett földtani nehézség az, hogy a hosszszelvény nagy részét futóhomokban kell megépíteni. Ez a futóhomok csak nagyon lapos rézsűben áll meg, ami a földmunkát nagyon megnöveli. Emellett a homok jó vízvezető, a csatorna vizét elnyeli mielőtt feladatát — akár az öntözés, akár a hajózás biztosításával — teljesítené. A permeábilis csatornafalakat vízhatlan béléssel borítani igen nagy költség volna. A legkevésbé költséges nyomvonal kiválasztásánál tehát figyelembe kell venni a futóhomok vastagságát, a futóhomokba ágyazott löszpásztákat és a talajvíz helyzetét is, minthogy a csatorna leszívhatja a környék talajvízszintjét. A Duna—Tisza csatorna kettős célt szolgálna: a hajózást és az öntözést. Ez meghatározza méreteit és azt a vízmennyiséget is, amelyet le kellene vezetnie.

A harmadik tiszai vízlépcső megépülése után vagy azzal egyidőben a Duna—Tisza csatorna megépítése újra aktuálissá válik. A nyomvonal lehetséges vezetésének száma megnövekedett, hiányzik azonban még egy legrövidebb és legkisebb magasságot áthidaló vonalvezetés terve Solt és Csongrád között. A hátság itt a legkeskenyebb, legalacsonyabb, a Duna és Tisza árterülete széles, a csatorna felerészben kedvező mederképződményekben haladna. A tiszai vízlépcsőknek nemcsak öntözési céljuk van, elősegítik a hajózást is, állandó minimális vízmélységet biztosítva. Elektromos energia termelést a kis esésviszonyok miatt csak közvetlen lokális célokra biztosítanak a vízlépcsők.

Az öntözés — ha nagy területen szervezetten történik — nemcsak egyfajta termékenységnövelő tevékenység, hanem különleges mezőgazdasági kultúra kialakítása, ahol a kultúra szó anyagi és szellemi kultúrát jelent. A jól szervezett öntöző gazdaságokban a talaj vízgazdálkodásának minden körülményét ismerni kell, és ismerni kell a növények vízigényét is mennyiségi és időbeli eloszlásban. Különleges oktatás, munkaszervezés, munkamegosztás, hírközlés, háttéripar, hitelszervezet, raktározás, értékesítés, a megfelelő építkezések, a vízi- és szárazföldi közlekedés célszerű fejlesztése, mind-mind hozzátartozik a nagytáji öntözés sikeres megvalósításához. Járulékosan szerepet játszhatnak a terület fejlesztésében a duzzasztott tavakhoz kapcsolódó sport- és üdülési lehetőségek.

A három tiszai vízlépcső nemcsak a felszíni vízrajzban hozott és hoz létre nagy változásokat, befolyásolja a talajvíz mélységi elhelyezkedését és a talajvízjárást is. Huzamosabb idő után bizonyára a talajvíz minősége is megérzi majd a tárolókban és csatornákban hosszú időn át álló, ill. mozgó egészen más kémiai típusú folyóvíz hatását.

* A Titelen keresztül való kerülés távolsága, Szolnok és Budapest között, még a folyószabályozások után is 750 km volt, tehát több mint hétszerese a két folyó közötti légvonalbeli távolságnak.



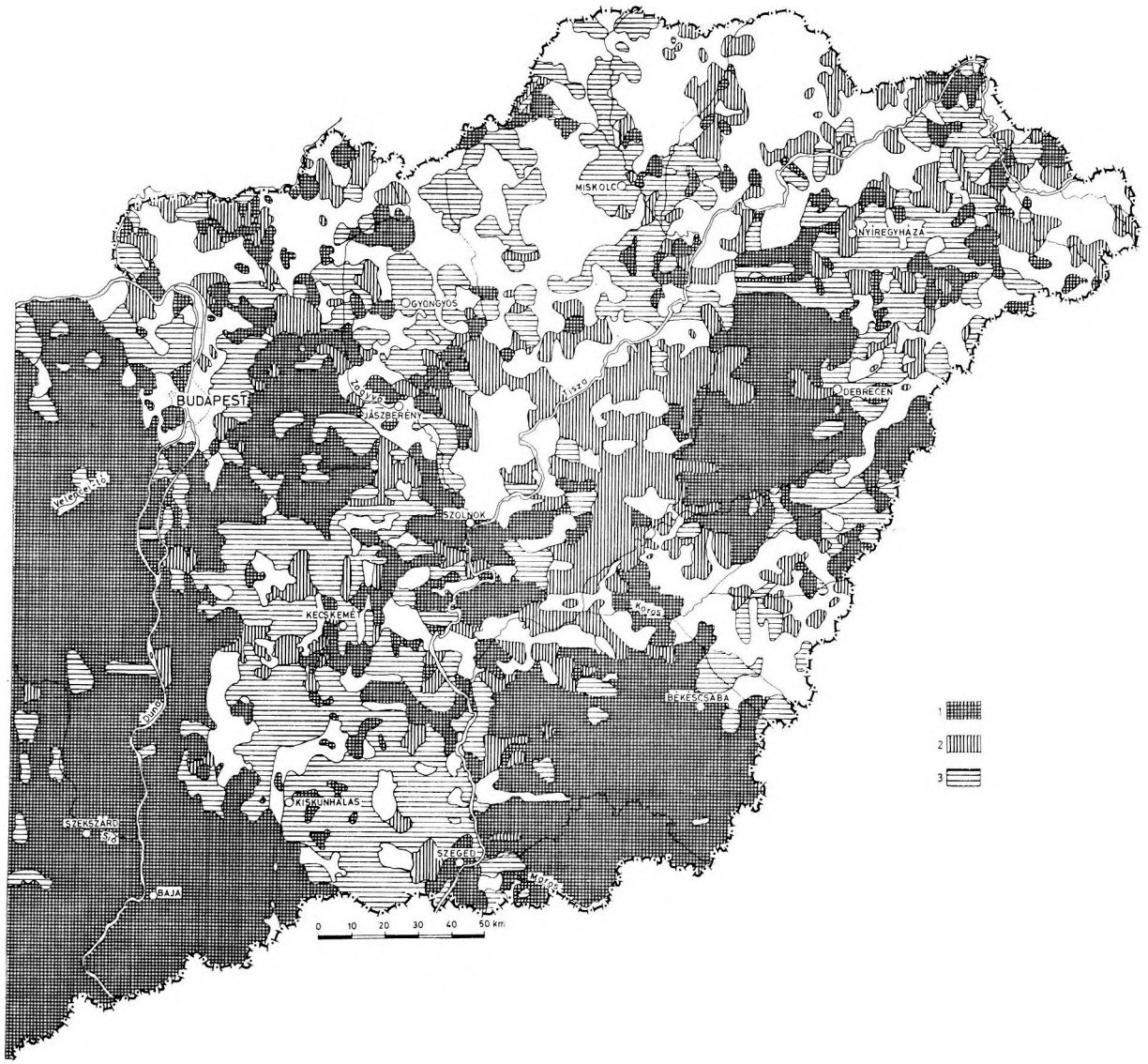
188. ábra. Fő búzatermő területek az Alföldön* 1968—1970

1. Termésátlag: 24 q/ha felett, összes szántóterület 25% felett, *2.* termésátlag: 24 q/ha felett, összes szántóterület 25% alatt, *3.* termésátlag: 24 q/ha alatt, összes szántóterület 25% felett

Fig. 188. Wheat-producing areas in the Great Plain with yearly productions between 1968 and 1970 (q/ha = metric center per hectare)

1. Mean production: above 24 q/ha over 25% of the total arable land, *2.* mean production: above 24 q/ha representing less than 25% of the total arable land, *3.* mean production: below 24 q/ha representing less than 25% of the total arable land

* 188—191. ábra: Magyarország tervezési—gazdasági körzetei. Orsz. Földmérési és Térképészeti Hivatal, Budapest, 1974. adatainak felhasználásával.

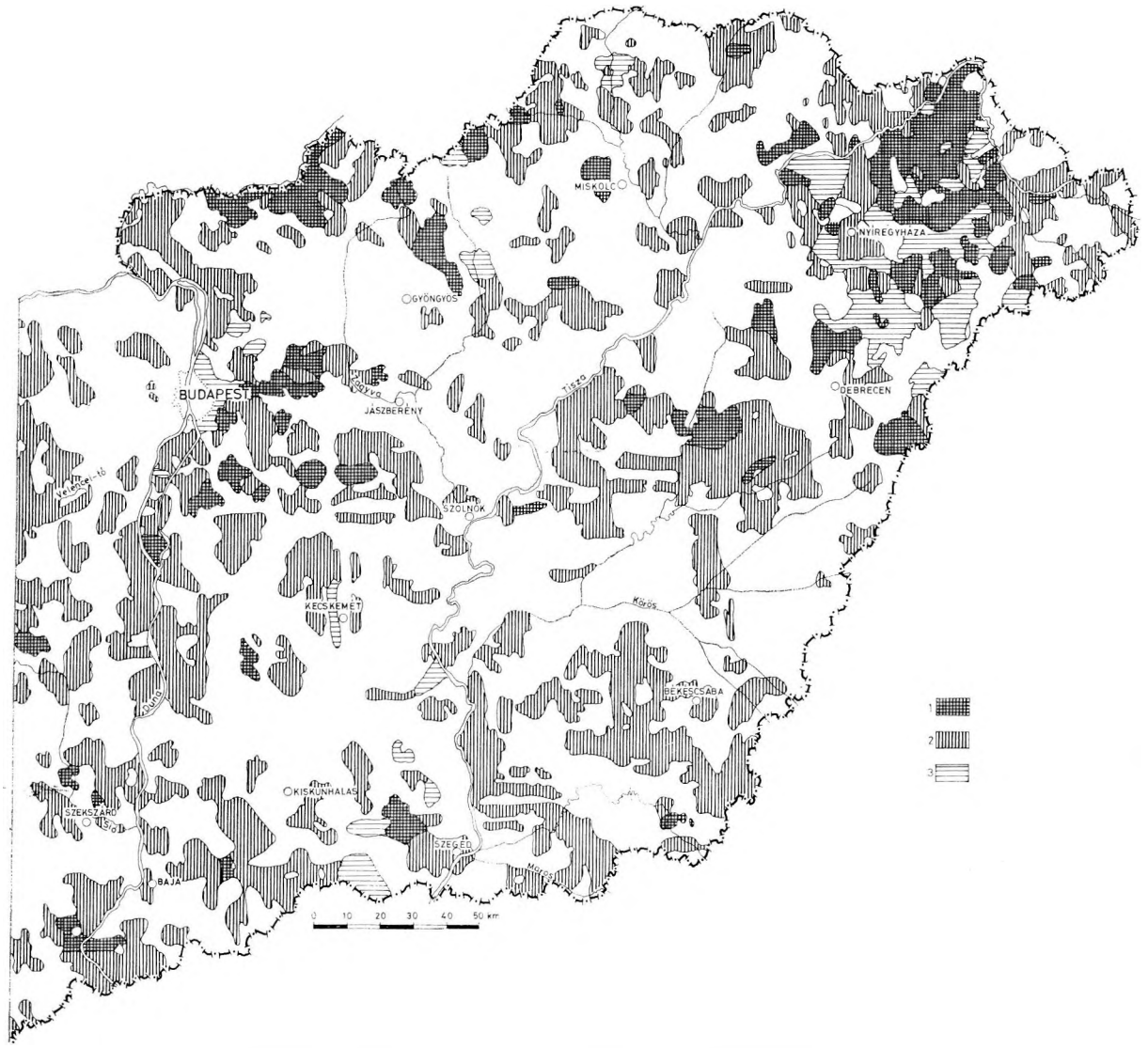


189. ábra. Fő kukoricatermő területek az Alföldön 1968—1970

1. Termésátlag: 30 q/ha felett, összes szántóterület 10% felett, *2.* termésátlag: 30 q/ha felett, összes szántóterület 10% alatt, *3.* termésátlag: 30 q/ha alatt, összes szántóterület 10% felett

Fig. 189. Main maize-producing area of the Great Plain

For explanation see the first map

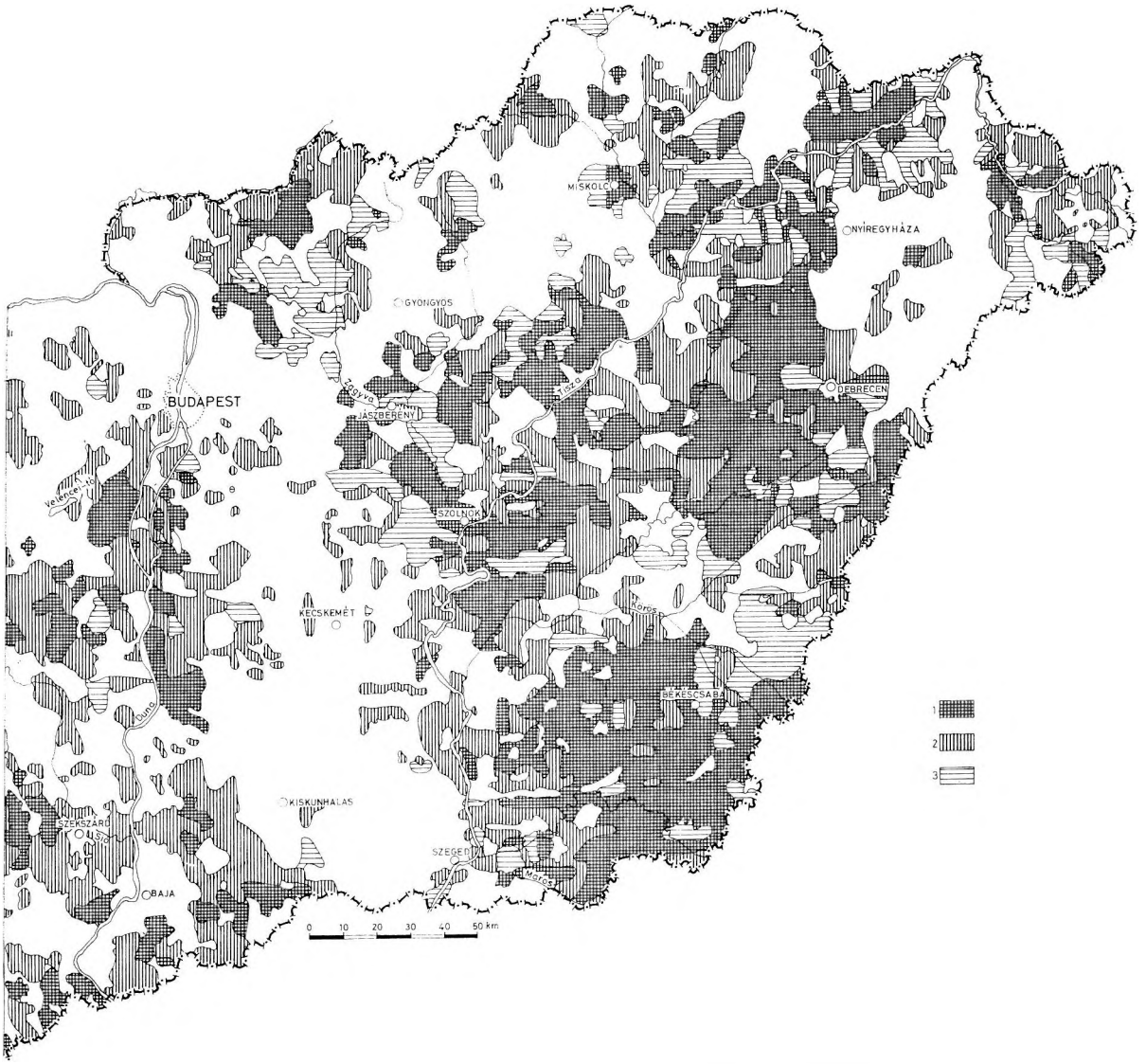


190. ábra. Fő burgonyatermő területek az Alföldön 1968—1970

1. Termésátlag: 100 q/ha felett, összes szántóterület 5% felett, *2.* termésátlag: 100 q/ha felett, összes szántóterület 5% alatt, *3.* termésátlag: 100 q/ha alatt, összes szántóterület 5% felett

Fig. 190. Main potato-producing area of the Great Plain

For explanation see the first map



191. ábra. Fő cukorrépatermő területek az Alföldön 1968—1970

1. Termésátlag: 300 q/ha felett, összes szántóterület 3% felett, *2.* termésátlag: 300 q/ha felett, összes szántóterület 3% alatt, *3.* termésátlag: 300 q/ha alatt, összes szántóterület 3% felett

Fig. 191. Main sugar beet-producing area of the Great Plain

For explanation see the first map

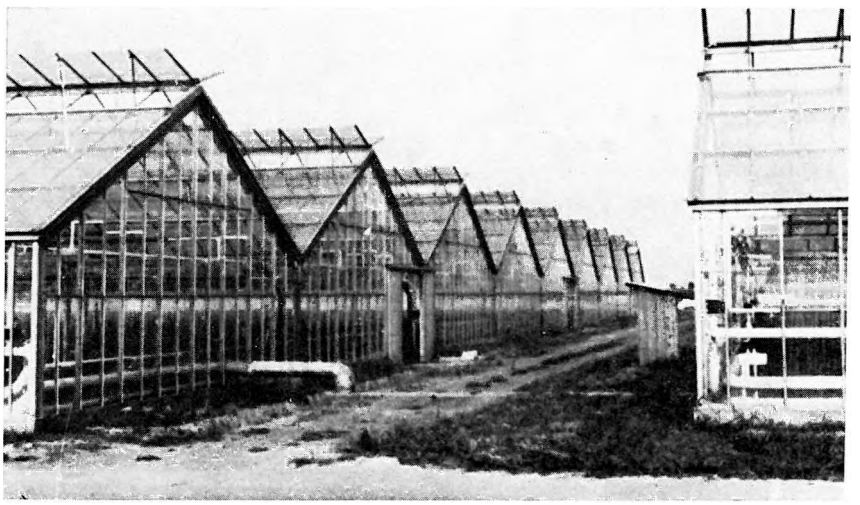
A talajtani és földtani térképek nyújtotta ismeretek mellett az egyes alföldi tájak mezőgazdasági termelő energiájáról, kapacitásáról a tényleges termelési adatok, a terméseredmények adnak felvilágosítást. A terméseredményeket ábrázoló térképek egybevetése a talajismereti és földtani adatokkal csak korlátozott pontosságú értékelésre ad alkalmat, mivel az agrárstatisztikák a terméseredményeket közigazgatási területegységenként (megye, járás) közlik, nem pedig talajfajták és földtani tájak szerint. Mégis helyesnek látszik a tájak agrárgeológiai megismeréséhez a termelési eredmények adatait is megismerni. A 188—191. ábra a négy fő szántóföldi terményről közli a legnagyobb vetésterületi arány és legnagyobb termésátlag kombinált területi adatait. Kétségtelen, hogy az egyes térképek sraffozott területei a legjobb búza-, kukorica-, cukorrépa- és burgonyatermő tájak. A térképek egyöntetűen kiemelik a löszfelszínek termékenységét, a burgonyának pedig a hűvös és savanyú homokterületekre való húzódását. A vetésterület nagysága a tájak egy részénél nem szükségképpen arányos a talajviszonyok alkalmasságával a kiemelt növény számára. Jelentheti egyszerűen az extenzív és egyoldalú szemtermelő gazdálkodást is. A termésátlagok magassága nem minden esetben jelent területi természeti alkalmasságot a bemutatott növény számára, hanem jelenthet gondos talajművelést, megfelelő műtrágyázást. Mégis ezek a térképek nagy vonalakban a természeti feltételek kedvező vagy kedvezőtlen voltát a kiemelt növényféleség termelésére vonatkozóan bemutatják.

A víz

A termőföld mellett kétségtelenül az Alföld legfontosabb kincse a felszín alatti víz, mint ivó-, háztartási, öntöző-, ipari és termálvíz. A felszín alatti vizeket két csoportra osztjuk, talajvízre és mélységi vízre. Mindkettő a földtani képződmények szemcséi között helyezkedik el; mozgását, egyensúlyi állapotát, minőségét, hőmérsékletét a vizet tartó kőzetek anyaga és helyzete határozza meg. A víznek az atmoszférában lejátszódó körforgása kiegészül a felszínen beszivárgó víz felszín alatti körmozgásával. Ennek a mozgásnak, szivárgásnak mélységét, sebességét, volumenét a földtani viszonyok szabják meg.

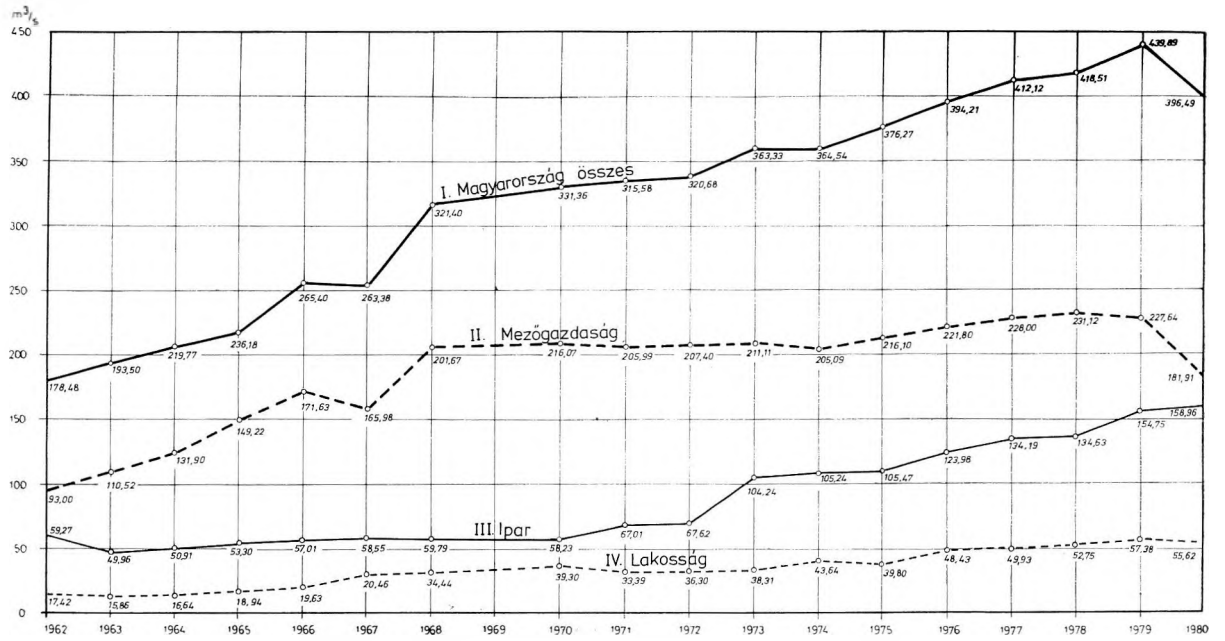
Az ország évi vízigénye 1960—1980 között kétszeresére, 4,5 milliárd m^3-re emelkedett. Ennek az igénynek legnagyobb része (65%) az ipar szükséglete, amely az említett idő alatt háromszorosára nőtt. A mezőgazdasági öntözővíz és halgazdasági szükséglet az ország összes vízfelhasználásának 1/5 részét teszi ki, a lakosságé pedig alig egytizedét. Az összes vízfelhasználás 80%-át fedezzük felszíni vizekből, 20%-át felszín alatti vízforrásokból. Az ivóvízszükségletnek és -felhasználásnak azonban 80%-a származik felszín alatti vízből.

A számítások — amelyek pontossága a hidrogeológiai számítások karakterének megfelelően igen bizonytalan — 1980-ban a felszín alatti vízadókból kitermelt vízmennyiséget az Alföldön napi 1 040 000 m^3-nek mutatják. A lakosság lélekszámára számítva ez napi 200 liter víztermelést jelent. A kitermelhető vízkészletet az Alföldön e mennyiség négyszeresének számították. Amennyiben az utánpótlódás lépést tart a kitermeléssel, a jelenlegi fogyasztás a kapacitás határáig még emelhető, de az utánpótlódásról eddig megbízható számításunk nincsen és a helyenként erősen csökkenő nyugalmi szintek a készletek fogyására utalnak.



192. ábra. Termálvízzel fűtött üvegházak Szentesen

Fig. 192. Greenhouses heated with thermal water at Szentes



193. ábra. Vízhasználati igények alakulása 1962—1980 között*

Fig. 193. Demand of water supply in Hungary, 1962—1980
I. Total of Hungary, *II.* agriculture, *III.* industry, *IV.* population

* Forrás: Vízkészletgazdálkodási Évkönyv, OVH 1980.

Építőipari ásványi nyersanyagok

Az építőipari nyersanyagok nagyobb része ásványi eredetű. A legnagyobb hiány építőkőben és kavicsban van. A felszínközelben építőkő nincs, kavics csak a peremeken aránylag kis területfoltokon található. Budapesttől D-re a Budapest—Baja közötti Duna-völgyben, az északi hegységek lábainál és egy kevés a keleti határszélen. Ezek kiterjedése a Duna-völgyet kivéve néhány km² csupán. Az Alföld túlnyomó része nélkülözi ezt az útépítéshez és betongyártáshoz szükséges nyersanyagot. Jelenleg működő nagyobb kavicsbányáink az Alföldön — ahol a készlet millió m³-nél több — a következők: Delegyháza, Kiskunlacháza, Ócsa, Bugyi, Makád, Nyékládháza, Ártánd, Kevermes. A bányászkodás néhány korszerű nagyüzemben folyik, de számtalan a rendetlenül termelt kavicsgödör, a felhagyott és elhanyagolt gödrök sokasága, amely hasznosítatlanná, értéktelenné teszi a tájat.

A homokbányák száma nagyobb, de a bányahelyek készlete általában kisebb. Hatalmas homokterületeink vannak, a futóhomok azonban építési nyersanyagnak alkalmatlan. A homokbányák élesszemű, folyóvízi homokot tárnak fel. Ilyent a Tisza, Körösök és Maros árterein találnak, a futóhomok hátságokon csak egy-két kivételes helyen. Alföldi homokbányáink a következők (100 000 m³-en felüli készlet): Berekböszörmény, Cegléd, Cserkeszőlő, Debrecen, Délegyháza, Egyek, Elek, Hódmezővásárhely, Hunya, Kondoros, Körösszakál, Orosháza, Szolnok, Tótkomlós.

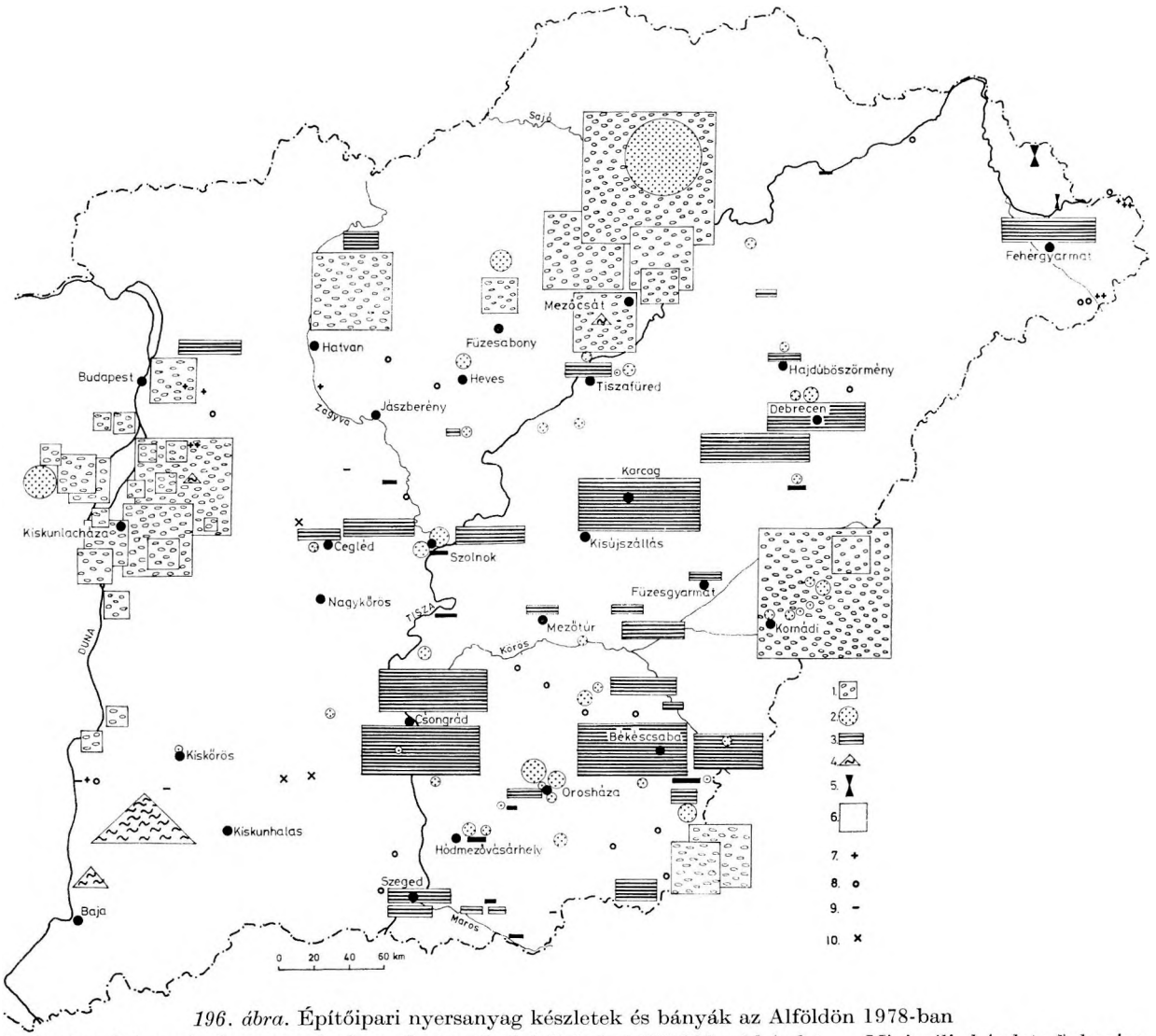
Tégla- és cserépgyáraink az Alföldön folyóvízi, ártéri agyagokat és agyagos löszféleségeket dolgoznak fel. A típusos lösz nem jó téglagyári nyersanyag, nem elég plasztikus és mésztartalma is magas, keverni kell finomabb szemű üledékkel. A tiszántúli téglagyári agyagbányák egyik legjellemzőbbje a karcagi. Itt a bányászhatóság 8 m-es mélységéig olyan üledéksor van, amely szinte milliméterenként más és más szemcseösszetételű, de végig finomszemű. A keverést a természet itt részben már maga elvégezte. Van néhány területe az Alföldnek, ahol jó minőségű kerámia agyagot, fazekas agyagot fejtenek, de ezek kis termelő gödrök, nem érnek el ipari méreteket. A kerámia agyag mai jelentősége nem olyan nagy, mint volt a primitív kultúrák idején, egészen az ipari forradalomig. Ma már az alföldi agyag-, fazekas- és cserépiparnak (Debrecen, Mezőtúr) inkább mint népművészetnek van jelentősége. Az Alföldön nyilvántartott agyagbányáink a következők (millió m³-en felüli készlettel): Abony, Békéscsaba, Debrecen, Erdőkertes, Fehérgyarmat, Hajdúszoboszló, Karcag, Körösladány, Kunszentmárton, Mezőberény, Szeged, Szentes, Törökszentmiklós. Löszfele anyagot termelő alföldi agyagbányáink egyik hibája, hogy a tégla- és cserépanyagnak alkalmas rétegek néhány méter vastagok csupán és homokrétegekkel tagoltak. Előnyük viszont, hogy a talajvíz a löszrétegekben általában mélyen áll. A mély árterek képlékeny agyagjait fejtő téglagyárak viszont sokat bajlódnak a talajvízzel, amely sokszor 1—2 m-re van a felszín alatt. Víz alól csak néhány méteres mélységből gazdaságos a kitermelés. Ezért legjobb alföldi agyagbányáink munkagödrei legfeljebb 6—8 m mélyek. Az agyagrétegek sem egységes minőségűek, hanem rétegesek, a jó anyagot össze kell válogatni belőlük.



194. ábra. Folyóvízi homokbánya (Jászkisér, 1958)
É-nak dőlő rétegek
Fig. 194. Fluvial sand pit, Jászkisér
The layers are dipping towards North



195. ábra. Alföldi „járható" út (Dévaványa, 1977)
Fig. 195. "Passable" road in the Great Plain



196. ábra. Építőipari nyersanyag készletek és bányák az Alföldön 1978-ban

1. Kavics, *2.* homok, *3.* agyag, *4.* tőzeg, *5.* eruptív építőkő, *6.* 1 000 000 m³ készlet. — Minimális készlet: *7.* kavics, *8.* homok, *9.* agyag, *10.* tőzeg

Fig. 196. Mines and resources of building materials in 1978

1. Gravel, *2.* sand, *3.* clay, *4.* peat, *5.* eruptive rock, *6.* reserves amounting to 1 million m³. — Small reserves: *7.* gravel, *8.* sand, *9.* clay, *10.* peat



197. ábra. Felül rétegzetlen, alul rétegzett infúziós lösz (Hódmezővásárhely téglagyár, 1962)

Fig. 197. Unstratified loess above stratified loess (Brickyard, Hódmezővásárhely)

Építésföldtan

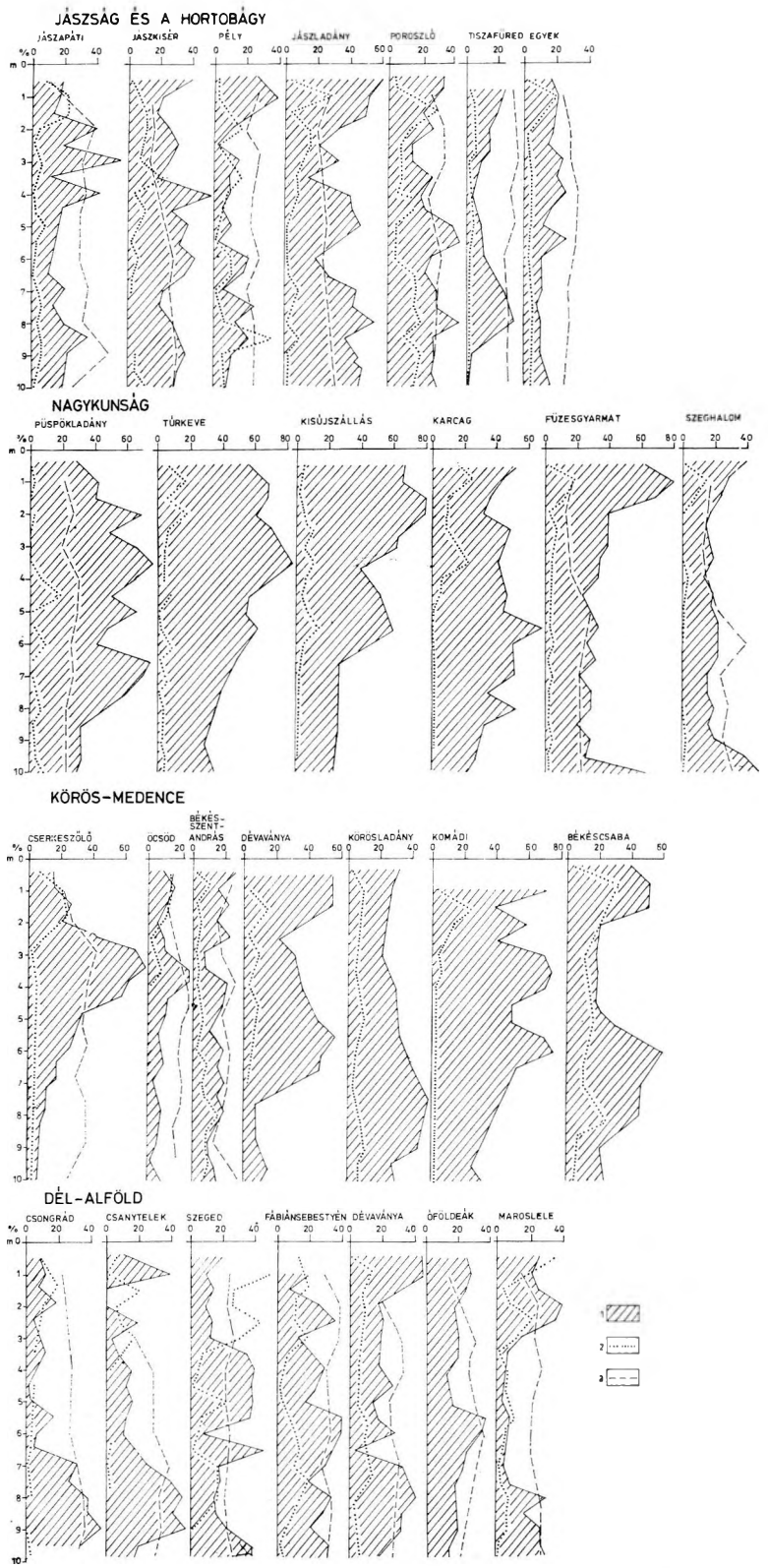
A földtani ismeretek egyik gyakorlati hasznosítója az építőmérnök. A földtani és műszaki ismeretek legszorosabban a bányászatban fonódtak össze. Ott egészségesen szét sem választhatók egymástól. De a külszíni építés is a talajra alapoz, és minél nagyobb szabású az építmény, annál mélyebben érdekelt a mérnök a felszín alatti rétegek minőségében, magatartásában is. Még inkább ez a helyzet a felszín alatti vezetékek, csatornák építésénél és már a bányászathoz hasonló együttműködésre van szükség alagutak, föld alatti vasutak építésénél. A két tudomány kapcsolata az építésföldtan. Tárgyuk nagyjából ugyanaz, de más célból, más eszközökkel, más perspektívában kezelik a közös tárgyat, a földkéreg anyagait, azok felépítését, szerkezetét, helyzetét, állapotát. E tudomány elsősorban a hegyvidékeken fejlődött ki, első és legáltalánosabb témája a csuszamlások, suvadások, roskadások értelmezése, magyarázata és ezek kivédése.

A geológia természettudomány-jellegét a bányászkodás és építés feladatainak segítése során is megtartja, ami azt jelenti, hogy a földfelszínt felépítő képződményekről olyan minősítő meghatározásokat ad, amelyek a képződmények korára, keletkezésük módjára, kőzettani osztályozására, anyagi összetételükre, szerkezetükre vonatkozik. A mérnök ezzel szemben arra kíváncsi, hogy a kőzet mekkora terhet bír el; hőre, fagyra, ütésre, rázásra hogyan viselkedik. A viselkedést adott nagyságú súlyra, hőmérsékletre, mérhető ütésre, rázásra kívánja tudni. Nemcsak a tényre, a jelenségre, hanem annak mértékére is kíváncsi. Érdeklődésének egy másik tere a víz jelenléte az építkezés által érintett kőzetekben, rétegekben, és a kőzet, az anyag, a réteg viselkedése a vízzel szemben. E téren is csak mérhető és mért adatokkal tud kezdeni valamit.

A geológiának nem feladata ilyen részletességig foglalkozni a kőzetekkel és rétegekkel, különösen nem azért, mert ezek a mért tulajdonságok és reakciók nagyon sok nem-földtani körülménytől is függenek és helyről helyre méreteikben nagyon változhatnak. A mérnöki szükségletek kielégítésére született meg a talajmechanika, ez a tisztán mérnöki tudomány, amely kísérletezésen, méréseken, megfigyeléseken alapszik és az építkezőt érdeklő minden olyan kérdésre számszerű feleletet kíván adni, ami az építkezést érintő rétegekre, kőzetekre, a rétegekben tárolt vagy mozgó vízre, továbbá az építési anyagokra vonatkozik. A talajmechanika vezette be a kőzetek földtani osztályozása és jellemzése mellé a következő fogalmakat: fajsúly, térfogatsúly, szemeloszlás, természetes víztartalom, hézagtérfogat, hézagtényező, relatív tömörség, vízzel telítettség, folyási határ, sodrási határ, plasztikus index, zsugorodási határ, roskadási tényező, kohézió, maximális molekuláris vízkapacitás, tömöríthetőség, összenyomhatóság, terhelhetőség, vízáteresztő képesség, kapilláris emelkedés, nyomószilárdság, nyírószilárdság. Ezeket a tényezőket nem lehet nagy területekre általánosítani. A méréseket előkészítő feltárásokat az építkezés helyén kell elvégezni.

A földtan és talajmechanika feladatkörét lényegében az választja el egymástól, hogy az egyik általános és minőségi megfigyelést végez és ilyen eredményt közöl; a másik speciális és helyi mennyiségi vizsgálatokat, méréseket végez és ezekre támaszkodik. Mindkét vizsgálatnál figyelemmel kell lenni a kőzetek, rétegek állapotára és azokra a folyamatokra, melyek időbeli változásokat okozhatnak a szerkezeti vagy talajfizikai tulajdonságokban, a rétegek stabilitásában, viselkedésében. A földtan és talajmechanika is hajlamos a kőzetek és rétegek megfigyelt tulajdonságait stabilnak venni. Hosszú időre tervezett építkezéseknél azonban a földfelszínt és annak anyagait dinamikusan kell látni belső átalakulásukban, az őket és környezetüket érő hatások változásaiban. Ebben a vonatkozásban a változások és külső behatások egyik leggyakoribb tényezője a víz, a másik a hőmérsékletváltozások és maga az idő. Különleges hatás a terület szeizmicitása.

Az Alföld peremén gyakoriak a csúszások, suvadások. Klasszikus csuszamlásos terület Ercsi és Paks között a Duna jobb partja, a pannóniai agyagrétegeken települt 30—40 m vastag lösztakaró. A talajvíz a löszköteg alján gyűlik meg, eláztatja a pannóniai felszín agyagrétegeit, vagy a homokrétegek közé betelepült vékony agyagsávokat. Közben a jobb part felé oldalazó Duna alámossa a magas partot és a löszfedő kisebb-nagyobb darabjai lesuvadnak a folyó partjára. Síkvidéki területeken az egyes kőzetféleségek — vagy a talajmechanikai nevezetéktan szerint egyes „talajféleségek" — teherbírása, a szemcsés kőzetek kohéziója, plaszticitása, tömörödése, duzzadó vagy zsugorodó képessége a talajmechanika tárgya. Legfőképp az a talajvíz helyzete, mozgásai és a kőzeteknek a vízzel szemben való viselkedése. Hegyvidéki területen megfigyelendő tulajdonságok a kőzetek kopásállósága, a hasadási tulajdonságok, a tektonikai igénybevétel folytán fellazult szerkezet, telérjáratok, fagyállóság. Az Alföldön az építkezések során felmerült földtani eredetű problémák az építmények megsüllyedése, a talajvíz nem várt megemelkedése vagy süllyedése, a talajvíz korrodáló hatása az építőanyagokra, a csatornák rézsűbeomlása. A talajmechanikai feltárások és vizsgálatok néha nem derítik kellően fel az eltemetett fosszilis talajrétegek, szerves anyagok, tőzeges részek várható viselkedését, a felszín alatti eltemetett szikes rétegek vagy mésziszapos zónák időjárástól függő állapotváltozását. Gondot okoz az alapozásoknál a folyós homok, ez az osztályozott szemnagyságú, apró és gömbölyített szemű homok, amely nyomás alatt álló vízzel a legmozgékonyabb anyag. Igen sok tervezési hibára és későbbi károsodásra vezet a talajvízszint mélységének nem kielégítő megismerése. A talajvíz-

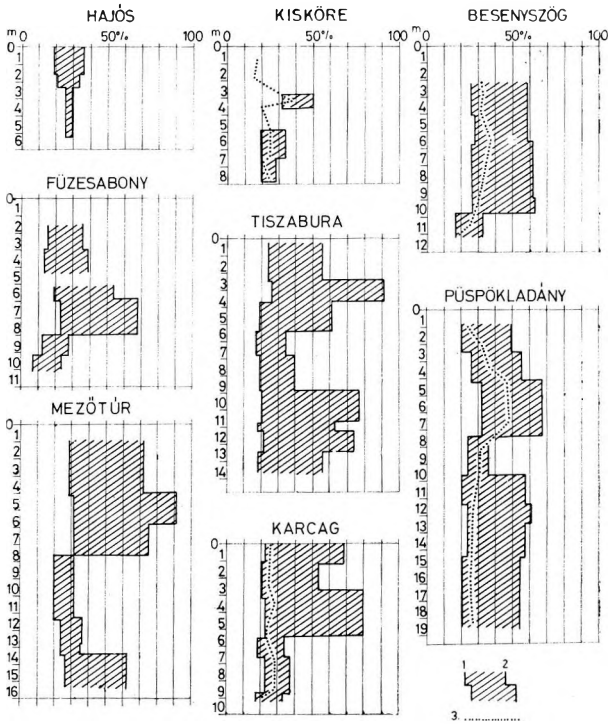


198. ábra. Agyagos üledékek típusai az Alföld különböző tájain

1. A szemcseszerkezet agyagfrakciója 0,005 mm ∅ alatt, *2.* $CaCO_3$ tartalom (%), *3.* természetes víztartalom (%)

Fig. 198. Types of clayey deposits in different parts of the Great Plain

1. Per cent clay fraction, below 0.005 mm grain size, *2.* $CaCO_3$%, *3.* natural water content in %



199. ábra. Plasztikus vizsgálatok alföldi agyagokon
1. Plasztikus határ, *2.* folyási határ, *3.* természetes víztartalom

Fig. 199. Some examples of plasticity tests, made on clay of the Great Plain
1. Plasticity boundary, *2.* flow boundary, *3.* natural water content



200. ábra. Lignit külfejtés pannóniai rétegekben az Alföld peremén (Gyöngyösvisonta). MTI fotó, 1977

Fig. 200. Open cast lignite production from Pannonian beds. Gyöngyösvisonta, at the border of the Great Plain

szint helyenként évszakosan és több évesen is csak 1—2 m-t mozog le- és felfelé. Viszont vannak helyek az Alföldön, ahol a talajvízingadozás 3—4 m-t, sőt — kivételes esetekben — többet is elér. A talajvíz nem várt megjelenése pincevizekre, épületkárokra, korrózióra vezet, viszont nem várt mértékű süllyedése az építmény megsüllyedését okozhatja. Különleges, de az Alföldön nem jelentéktelen tényező a talajvíz magas helyzete agyagos felszín közelében és ugyanakkor a talajvíz nagy sótartalma. Ez a körülmény igen káros hatással van a magasfeszültségű elektromos áramvezetékekre, mert megnöveli a szökőáramok mennyiségét.

Az 1964-ben megindított földtani térképező munka az Alföldön abban segíti elő az építéstervezést és -vezetést, hogy tíz méter mélységig megnevezi a felszíni és felszín alatti képződményeket, azokról pontos szemcseösszetételi vizsgálati adatot közöl. A földtani adatok azonban mindig nagy területre szóló általános vonatkozásúak, a helyi részletes talajmechanikai vizsgálatokat nem helyettesítik, de azoknak kontrollját és az építési tervnél nagyobb környezetbe való beillesztését szolgálják.

Az időjárás és a földtani viszonyok a vízi építkezések szervezésében bizonyos időbeli előrelátást igényelnek. A vízföldtani fejezetben tárgyaltuk, hogy az éghajlati több éves ciklusok a talajvízjárásban is jelentkeznek. 6—7 évenként magasan áll a felszín közelében a talajvíz, másik 6—7 évben mélyen. A folyók vízjárása is igazodik ezekhez az éghajlati ciklusokhoz és a magas talajvizű esztendők egyúttal árvizes esztendők is.

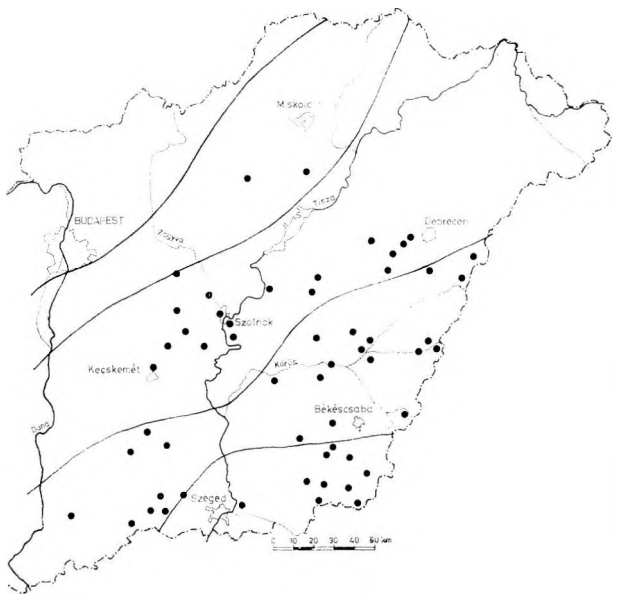
Az építésföldtan fontos témája az építési területek szeizmicitása. Különösen a vízlépcsők, duzzasztóművek, védőgátak építésénél kell gondolni a földrengések várható hatására, de ugyanúgy a föld alatti vezetékek, alagutak és vasutak építésénél is. Alföldi területen a nagyobb földművek és a vízlépcsők tervezésénél kívánjuk meg a földrengésveszély vizsgálatát. Szerencsére hazánk területe a nagyon gyengén veszélyeztetett területekhez tartozik és különösen az a Tisza völgye és a Tiszántúl területe.

Földgáz, kőolaj

Nagy jelentőségű nyersanyagkincse az Alföldnek a földgáz és a kőolaj. Kutatása már a két háború között megkezdődött, de nem kielégítő eredménnyel.

A kutatásokat ez időben a Pénzügyi, illetve Iparügyi Minisztérium végeztette, de magánvállalatok is kaptak koncessziót, így 1921-ben a Hungarian Oil Syndicat, 1933-ban az European Gas and Electric Company. 1935-ben a Standard Oil tulajdonában levő Magyar—Amerikai Olajipari Rt. (MAORT) kapott koncessziót a délzalai területre.

A kincstári fúrások 1918-tól 1938-ig folytak a Hortobágyon, Nagykunságon, Szatmári-síkságon, a Mátra lábai előtt és Budapest körül*, jelentősebb eredmény nélkül. Közben Dunántúlon a MAORT feltárta a lispei, majd nagylengyeli mezőket és a figyelem elterelődött az Alföldről. 1947-ben az olajipart államosították. Előbb a Maszolaj, majd 1955-től az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt a kutatások és termelés gazdája és irányítója.



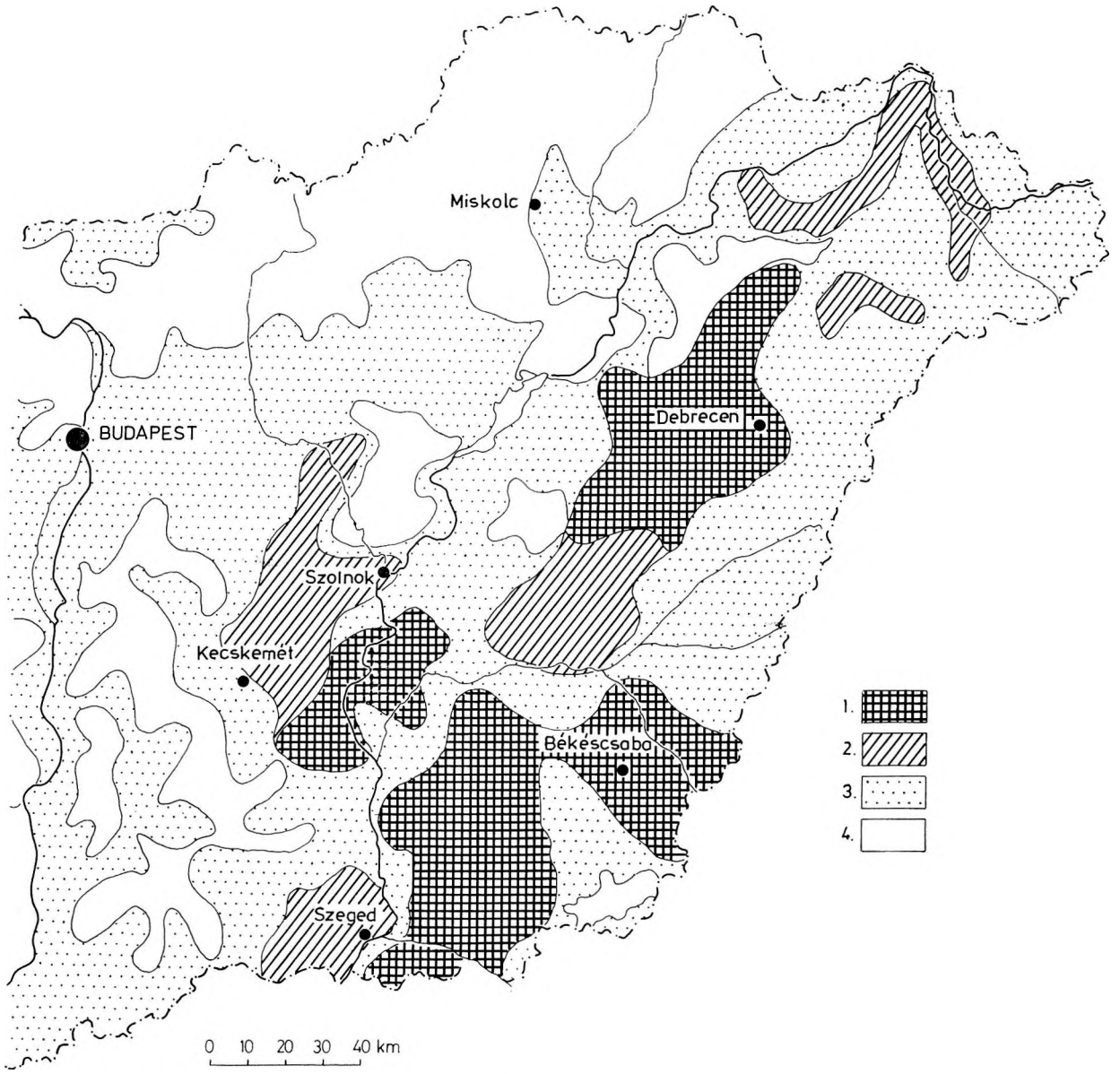
201. ábra. Főbb szerkezeti vonalak és szénhidrogén lelőhelyek az Alföldön*

Fig. 201. Main tectonic lines and the known sites of CH reserves

A kutatás az Alföldön a kezdeti gyenge eredmények után is tovább folyt, de az eredmény 1964-ig csak gázból volt számottevő, olajból nem. 1947-ben Biharnagybajomban tártak fel kevés kőolajat és földgázt, 1950-ben Mezőkeresztesen indult kutatás. 1953-ban Szolnokon találtak kevés kőolajat, Szandaszőlősön földgázt; 1958-ban Pusztaföldváron és Hajdúszoboszlón tártak fel nagy földgázmezőket, 1959-ben Battonyán, 1960-ban Pusztaszőlősön kőolajat és gázt. Közben folyt a kutatás Nagykőrös, Kecskemét, Kunmadaras környékén, Szankon, Üllésen, Törtelen, Püspökladányban, Tótkomlóson, Rémen, Tompán, Körösszegapátin, Nádudvaron és még több helyen. Jelentős nagy eredményre 1964-ben Algyőn jutottak, ahol az Alföld azóta is leggazdagabb kőolaj és földgáz mezőjét tárták fel. Ezzel a mezővel az

* Az OKGT közleményei alapján. MTA X. Oszt. Közl. 1982.

* Lásd leírásukat Schmidt Eligius R.: A kincstár csonkamagyarországi szénhidrogénkutató magfúrásai c. kiadványban. Budapest, 1939.



202. ábra. Gáztartalom a felszín alatti vizekben

1. Sok, erősen gázos kút, *2.* elterjedt közepes gázosság, *3.* általános gyenge gázosság, *4.* nincs nyilvántartott gázos kút

Fig. 202. Gas content in underground waters

1. Several wells with strong gas content, *2.* middle-rate gas content spread over large territories, *3.* slightly gaseous wells, *4.* no well registered as containing gas

Alföld átvette a Dunántúltól az ország szénhidrogén-termelésében a vezető szerepet. Az ellátásban nem, mert abban ma is nagyrészt behozatalra vagyunk utalva.

A gazdasági eredmények mellett a szénhidrogén-kutatásnak kimagasló eredményei vannak az országterület mélyszerkezetének tudományos megismerése terén és egy a mélyföldtan témakörében nemzetközi szintű geológus és geofizikus kutatógárda kinevelésében. Ugyancsak a szénhidrogén-kutatásnak köszönhető, hogy az országterület gravitációs és földmágneses anomália térképe elkészült és a terület jelentős részéről sűrű szeizmikus felvételeink is vannak. A kutatásokból kirajzolódott az Alföld és Kisalföld pannóniai rétegeinek vastagsága, a neogén medence aljzatának domborzata és az aljzat kőzettani és szerkezeti felépítése. A mély rétegekben mutatkozó hőmérsékleti és nyomás anomáliákat szintén a szénhidrogén-kutatás tárta fel.

Sajátos kőolajkutatási eredmény a litológiai és sztratigráfiai csapdatípusok megismerése, a migrációs zónák megállapítása és nagy jelentőségű az az információanyag, amit a termálvizek helyzetére, bőségére, mozgásviszonyaira nézve a kőolajkutatás szolgáltatott. A termálvíz gyakorlati hasznosítása

terén a meddő szénhidrogén-kutató fúrásoknak melegvíz-szolgáltatásra átadott kútjai jelentenek nagy gazdasági értéket.

Általános földtani szempontból megállapítható, hogy az Alföld szénhidrogén-telepei főleg miocén és pliocén rétegekben vannak, kisebb részben paleogén és mezozóos képződményekben. A telepek másik jellemzője, hogy területileg szétszórt, tektonikailag széttagolt szerkezetekben fordulnak elő, ami kutatásukat és bányászatukat körülményessé és költségessé teszi.

A szénhidrogén-kutatás szempontjából ma az ország medenceterületét 11 kutatási tájegységre osztották, ebből négy van a Dunántúlon és 7 az Alföld területén. A leggazdagabb mezők a Dél-Alföldön vannak, de az eddig megismert szénhidrogénvagyon 88%-a földgáz és csak 12%-a kőolaj. A legígéretesebb gázterületek a Tiszántúl közepén helyezkednek el. A feltáró és termelő fúrások leggyakoribb mélysége 1500—2000 m, de a legmélyebb fúrás Hódmezővásárhelyen megközelítette a 6000 m-t. A VI. ötéves tervben 4000 m-nél mélyebb fúrásokat is tervbe vettek. 1960 és 1980 között a hazai kőolajtermelés évi mennyisége 1,2 millió tonnáról 2,2 millió tonnára emelkedett, s ennek nagy részét az Alföld adta. A földgázkitermelés mennyisége az 1960. évi 342 millió m^3-ről 6,6 milliárd m^3-re emelkedett, ugyancsak döntően az alföldi kutakból. A hazai energiamérlegben az Alföld kőolaja és gáza 1980-ben 1/5 részt jelent (8,3 millió tonna behozatal, 2 millió tonna termelés). A gázos kutak elterjedését az Alföldön a vízföldtani fejezetben tárgyaltuk.

Az energiahordozó bányatermékek közé sorolható a tőzeg is, amelyet azonban más célokra is használnak. Az Alföldön jelentős nagyságú tőzegterületeink vannak. A tőzeg pleisztocén és óholocén lápokban keletkezett, árterek elzárt nyugodt vizű öbleiben, ahol a vízi növényzet gazdagon tenyészett, időnként szárazra került, majd újra víz alá. Hol levegősen korhadó, hol víz alatt rothadó, de mindig buja növényzet több méter vastag rétegben halmozódott fel, néha vékony iszap- vagy homokborítást kapott és így több réteget alkot. A tőzegrétegek alján gyakran 1—2 dm vastag mésziszap települ, ami tulajdonképpen a tőzegtalaj akkumulációs „B" szintje. Ez a mésziszapréteg akadályozza meg a felszíni víz mélyebbre szivárgását és így a terület folyamatosan víz alatt áll. Fűtőértéke alacsony, de használják talajjavításra, trágyázásra, alomnak, építőanyagként hő- és hangszigetelőnek, kiszárítva gáz- és nedvességszívó szerepe van, a papírgyártásnál is felhasználják.

Az Alföldön többfelé folyt jelentős tőzegképződés. Így a Duna-völgyben az óholocén régi Duna meder mentén Ócsa környékén és délen a Vörös-mocsár területén (Császártöltés, Sükösd). Néhány kisebb folt van a hátsági homokvidék szikes laposaiban Kiskőrös, Kecel környékén. Nagyobb elterjedésben, de kisebb vastagságban találunk tőzeget a Bodrogközben és Rétközben, még nagyobb területen az Ecsedi lápban. Ezeket a tőzeges területeket a lecsapolások kiszárították ugyanúgy, mint a tiszántúli nagy tőzeges mocsarakat a Nagy-Sárrétet és Kis-Sárrétet. Rendszeres tőzegkitermelés ma a következő helyeken folyik: Császártöltés, Sükösd, Ócsa.

A geotermikus energia

Energiaforrásként használjuk egyes helyeken a termálvizet. Szegeden új városnegyedet fűtenek vele, Szentesen, Szegeden, Szarvason, Hajdúszoboszlón, Debrecenben a fürdők és kórházak mellett a mezőgazdaság hasznosítja melegházak fűtésére. A nyilvántartott termálkutak száma 1977-ig az alföldi megyékben a következő volt:

Bács-Kiskun	28
Békés	96
Csongrád	80
Hajdú-Bihar	43
Szabolcs-Szatmár	20
Szolnok	95
Vegyes megyék alföldi része	62
Összesen:	424 db

1981-ben 620 termálkutat tartottak nyilván az országban, ezek közül azonban csak 520 működött. A működő kutak zöme az Alföld területén volt. A magyar hivatalos vízügyi statisztikák a 35 °C-nál melegebb vizet veszik termálvíznek. A termálvizet adó kutak zöme egészségügyi érdekeket szolgált, fürdőket, kórházakat táplált. Az Alföld felszíni vizekben szegény, fürdőkultúrában különösen elmaradt vidékein a mélyfúrásokkal feltárt meleg víz aranyat ért s bár hasznosítása lassan és akadozva haladt, mégis 1950 és 1980 között alig 50-ről 500-ra szaporodott a számuk. Jelentős volt ebben a szerepe a szénhidrogén-kutatásnak, amely ismertté tette a meleg vizet adó mélységi rétegeket és jó néhány olaj- és gáztermelésre meddő, de forró vizet szolgáltató kutat adott át a községi tanácsoknak vagy termelőszövetkezeteknek hasznosításra. A mezőgazdasági üzemek, hajtató házak, kertészetek, állattenyésztő telepek fűtésére a meleg vizet adó kutaknak több mint egynegyed részét használják.



203. ábra. Termálvízzel fűtött üvegházak (Törökszentmiklós)

Fig. 203. Greenhouses heated with thermal water at Törökszentmiklós

A melegvíz hasznosításának elterjedésével igény született a 80 °C-nál melegebb vizek felkutatására és feltárására, amelyek hőcserélő berendezések közbeiktatásával lakások és egész lakónegyedek fűtésére is felhasználhatók, tehát komoly fűtőenergiát szolgáltatnak. Az energiaszegény Alföldön ennek a jelentősége igen nagy s ez magyarázza azt a heves törekvést, amely időnként a geotermikus energiaforrások nagymértékű kihasználása felé fordult. A meg-megújuló és el-ellanyhuló érdeklődésnek, a kihasználás hullámzó divatjának földtani magyarázata van.

A mélységi víztartók hőenergia-felhasználásának a következő földtani viszonyok kedveznek, ill. szabnak határokat. Kedvező az, hogy az Alföld medencéjében a mélység felé haladva rendkívüli mértékben növekszik a hőmérséklet. A Kárpát-medencén kívül a mélység felé haladva 30—35 méterenként növekszik a hőmérséklet 1 °C-kal. Az Alföldön átlagosan 18 méterenként következik be ekkora hőmérsékletnövekedés. Ez azt jelenti, hogy 100 °C hőmérsékletű vizet az Alföldön már 1600—1700 m mélységből várhatunk, míg ilyen meleg vízért a Kárpátok medencéjén kívül kb. 3000 m mélységre kell fúrni. Ez a hőmérséklet a fúrás talpának hőmérséklete, a 1,5—3 km mélységből feljövő víz természetesen útja során valamennyire lehűl és pedig annál jobban, minél kisebb a vízhozam.

Kedvező helyzet az Alföldön az, hogy 1500—2500 m mélységben a felső-pannóniai tavi rétegsor alján többfelé tetemes vastagságú, jó vízadó rétegek vannak, tehát van, ami a hőt felszállítsa. Kedvező az is, hogy a jó vízadó rétegek felett 300—500 m vastag agyagos rétegsor helyezkedik el (levantei tarkaagyagok). Ezek a felső-pannóniai rétegek vizét nagy nyomás alatt tartják s ennek következtében 1500—2000 m mélységből a meleg víz 15—30 méterre a felszín fölé emelkedik, tehát nincs szükség kiemelő erőre. További kedvezése a földtani viszonyoknak, hogy 1000—2000 m mélységig az Alföld felszíne alatt nagyon kis oldott anyag-tartalmú édesvizet találunk, a kutak nem tömődnek el a lehűlő vízből kicsapódó sók lerakódása folytán, amint az hegyvidéki mélységi vizeinknél gyakorta megtörténik.

E sok kedvezés mellett a melegvíz hasznosításának határt szabnak a következő földtani tényezők. Az a meleganomália, amely Alföldünk sajátja, nem terjedt el egyenletesen a medencében, hanem helyenként nagy különbségeket mutat. Az átlagos geotermikus gradiens, amely 18 m/°C, megnőhet 24—28 m/°C-ra, azaz ilyen mértékben csökken a hőmérsékletnövekedés. Ugyanakkor vannak helyek, ahol az 1 °C-os mélységlépcső már 10 méterenként belép. A melegenergia kinyerésének tehát tájanként igen különböző lehetőségei vannak s ennek megfelelően költsége is különböző. A másik korlátozó tényező az, hogy a jó vízadó homokrétegek sem fejlődtek ki mindenütt megfelelő mélységben és vastagságban, tehát különbözők a vízhozamok s az visszahat a meleg kihasználására. A nyomásviszonyok sem azonosak azonos mélységben az Alföld minden táján, ami a kihasználást újra korlátozza. Még leginkább a vízminőség állandóságával számolhatunk. A felső-pannóniai rétegekben, ahonnan meleg vizeink legnagyobb részét kapjuk az Alföldön, általában azonos típusú, nátrium-hidrogén-karbonátos víz van kevés oldott sóval. Viszont ezek a lágy vizek a kutak acélcsöveire agresszívek, a csövezést a korrózió ellen védelmezni kell.

A legnagyobb veszedelem abban van, hogy a mély porózus rétegekben a meleg vizek nagyon lassan pótlódnak; egy kiterjedt és nagy mennyiségű víztermelés e forrásokat kiapaszthatja. A meleg víz elfogyasztásán kívül még sokkal nagyobb horderejű kártétel származhat a nagymértékű vízkitermelésből azáltal, hogy az ivóvízadó rétegekben káros nyomáscsökkenés állhat be, ami az Alföld ivóvízellátására katasztrofális hatással lehet. Az ivóvízadó artézi rétegek az Alföldön 200—600 m mélységben vannak. A termálvízadó rétegek 1500—2500 m mélységben. A közbeékelődő levantei agyagos rétegek valamennyire védik az artézi rétegeket az alulról jelentkező nyomáscsökkenéssel szemben, de ez a védelem időben csökkenő erejű. Ott pedig, ahol a termálvizes és az artézi ivóvizes rétegek között hiányzik a több száz méter vastag tarkaagyagos rétegsor — és ez a helyzet éppen a legnagyobb fontosságú dél-tiszai medencerészben —, a rétegek egymásra hatása közvetlenebb és az ivóvizet fenyegető veszély fennáll. E veszélyt az elhasznált víz visszapréselésével igyekeznek elhárítani, egyelőre kevés sikerrel.

A geotermikus energia felhasználásának következő korlátozója a melegét leadott víz további kezelése. A felszíni vízfolyásokba a még mindig meleg vizet bevezetni nem lehet, legalábbis addig, míg hőmérséklete a befogadó folyók hőmérsékletére nem csökken. Ezt tárolással lehet elérni. További kezelésnek kínálkozik a komplex hasznosítás. A fűtőértékének egy részét leadott vizet balneológiai célokra tovább lehet használni, vagy mosó-öblítő vízként felhasználni. A mezőgazdaságban és háztartásokban a langyos víznek is többféle hasznosítása adódik. Nagy mennyiségű forró vizet csak úgy szabad a felszín alól kitermelni, ha annak többféle hasznosítással minden energiáját kihasználjuk. Lakónegyedek fűtésére igen nagy tömegű forró vizet kell kitermelni. A kifolyó víz hőmérsékletének 80 °C fölött kell lennie. Ilyen víz a kedvező helyeken 2000—2500 m körüli mélységből várható és egy-egy kútnak percenként legalább 1—2 m^3 vizet kell szolgáltatnia. Jelenleg az Alföldön alig 30 kút teljesíti ezt a feltételt, viszont a 60—80 °C hőmérsékletű vizet adó kutak száma megközelíti a százat. A 80 °C-t meghaladó hőmérsékletű kutakból országosan percenként kb. 90 m^3 vizet vesznek ki, a 60—80 °C hőmérsékletűekből 130 m^3-t. A két kategóriából az Alföldre kb. 180 m^3/p vízkivétel esik, bár a jelenlegi statisztikák nem teljesek. Ez a vízmennyiség évente kb. 95 millió m^3. A termálvizet adó kutak száma jelenleg töredéke az ivóvizet adó artézi kutakénak és az általuk szolgáltatott vízmennyiség is kicsi a kitermelt vízmennyiséghez képest (142. ábra). Mégis a mélységi hőenergiát kihasználni törekvő fejlesztési terveknél az ivóvíz biztosítás szempontját előtérbe kell helyezni.

A földtani viszonyok szerepe az alföldi közlekedéshálózat kiépítésében

A vasúti és közúti hálózat kiépítése igen nagy mennyiségben követel olyan ásványi nyersanyagokat, amelyekkel az Alföldön nem rendelkezünk. Ez komoly akadálya a sűrű úthálózat kiépítésének. A másik akadálya a sok vizenyős, mocsaras terület, ahol az útalapozás nehéz és költséges. Jelentős nagyságú gyéren lakott területek is vannak, az ezeken átvezetett utak, vasutak nem kifizetődőek. A magas talajvíz is ellensége az útnak, mert a felfagyás itt gyakoribb. Ennek következménye, hogy az útsűrűség az Alföldön kisebb az átlagosnál.

A 100 km^2-re jutó pormentes utak hossza 1978-ban

Dunántúl	36,0 km
Alföld	
Bács-Kiskun megye	24,1 km
Békés megye	24,5 km
Csongrád megye	29,9 km
Hajdú-Bihar megye	23,2 km
Pest megye	35,9 km
Szabolcs-Szatmár megye	34,5 km
Szolnok megye	22,0 km
Országos átlag	31,2 km

Az Alföld közlekedésében, főleg a tömegáru szállításában jóval nagyobb szerepet kellene játszania a vízi szállításnak. Ennek fő akadálya, hogy a Tiszán és a Körösön is a nagy szállítási idényben, ősszel, alacsony a vízállás és sok a sekély mélységű mederrész, a gázló. A vasútvonalak kiépítése előtt volt hajóforgalom a Tiszán és a Körösön is, de utána is megmaradt egy gyenge forgalom. A közúti szállítás elterjedése és gyorsasága szorította vissza a vízi közlekedést a két alföldi folyón. A nagyobb hajóforgalomhoz ugyanis ki kellett volna építeni a kikötőket, rakodókat, összekötni őket a vasúti és közúti hálózattal. Megszüntetni a gázlókat, vagy csökkenteni akadályozó szerepüket minél hosszabb

időre. Ezeket a költségeket nem bírta volna el az a gyenge forgalom, amely a vízlépcsők kiépítése előtt várható volt a két folyón.

A tiszalöki és kiskörei vízlépcsők a Tisza felső szakaszán a hajózást Tokajig biztosíthatják. Teljes megoldást a csongrádi vízlépcső fog hozni, különösen, ha vele párhuzamosan megépül a Duna—Tisza csatorna, amely a Dunából komoly vízmennyiséget fog átszállítani a Tiszába. Jugoszláviában megépült a törökbecsei (Novi Bečej) vízlépcső, Orsovánál pedig a nagy dunai vízlépcső. Ezzel a Tisza 500 km hosszban hajózható lesz és bekapcsolódik az európai nagy víziút rendszerbe.

A Körösökön a vízlépcsőzés elsőként indult meg. Itt épült a két háború között a békésszentandrási duzzasztó. Jelentős vízimunkálatokat végeztek itt az árvizek megfékezésére. Ezek keretében épült meg a gyulavári és békési vízlépcső, a Körös torkolatánál pedig a bőkényi tározó és vízlépcső. A Hármas-Körös így teljes hosszában hajózható.

A legveszedelmesebb árvizek kapcsolódnak a talajvíz magas állásával. Az árvizek elleni védekezés megszervezésénél tekintetbe kell venni a talajvízjárást is. Az alföldi vízrendezés igen sokoldalú művelet: az árvízvédelem, a vízlevezetés, a tározók, vízlépcsők, öntöző csatornák, talajvízfigyelés és a talajvíz-szabályozás komplex áttekintése a helyes beavatkozáshoz. Árterületeken a közutak és vasút vezetése az árvízvédelmet is szolgálja.

A táj mesterséges átalakítása. Környezetvédelem

A természetes tájon a legjelentősebb emberi hatás az erdők kiirtása vagy helyenként telepítése, a természetes növénytakaró felcserélése gazdasági növényekkel, a folyók szabályozása, árterek lecsapolása, félsivatagos területek meghódítása, öntözőrendszerek elterjesztése, halastavak létesítése, település- és úthálózat építés, városépítés, ipari üzemek telepítése, külszíni bányászat, parkok, üdülőterületek létesítése. Mindaddig, amíg ez a tevékenység jó irányban halad és nagyobb károkat nem okoz, „haladás"-nak nevezzük. Az iparilag nagyon fejlett területeken azonban a táj mesterséges átalakítása már régen túllépte azt a határt, amit üdvös haladásnak lehet nevezni. Sajnos az utóbbi években már a mezőgazdasági terület elszennyeződése is megindult, elsősorban a nagyarányú műtrágya használat következtében és a nagy állattenyésztő telepek szennyvizeinek elszikkasztása miatt.

A környezetvédelem témájából a földtant az Alföldön a felszínközeli rétegek állapota, a talajvízszennyezés és a mélységi vizek védelme érinti.

A korszerű mezőgazdaság nagy mennyiségű műtrágyát használ fel évente, ez ronthatja a talajok szerkezetét és nemkívánatos kémiai reakciókat is előidézhet. Az öntözővíz túlzott használata mocsarasodásra, talajromlásra vezethet; megemelheti a talajvíz szintjét és szikesedést okozhat. A műtrágya és növényvédőszerek hatóanyagai a talajvízbe jutva széles körben szennyezhetik azt. A mélységi vizek túlzott kitermelése a víznívók kellemetlen süllyedését vonhatja maga után, sőt felszín süllyedésre is vezethet. A nagy mélységből jövő sós vizek nem kellő szigetelése a szénhidrogén-fúrások mentén elronthatja az artézi kutak vizét és a talajvizet. A termálvizek nagy tömegű kitermelése felveti e vizek használat utáni elvezetésének problémáját. Sem a felszín nem áraszthető el vele, sem a folyókba nem vezethető be hőmérséklete és oldott anyagai miatt. Gond a városi szemét és mindinkább a falusi szemét elhelyezése és megsemmisítése. Az egészségügy, ipar és mezőgazdaság mind nagyobb mértékben használ fel radioaktív izotópokat. Ezek elföldelése vagy megsemmisítése növekvő gond. Terjed a felszín alatti vezetékek, víz, gáz, olaj, elektromosság építése, s egyúttal föld alatti tározók létesítése. Ezek hibái is okozhatnak ártalmas szennyezéseket. E szennyezések terjedésének veszedelme különösen az alföldi laza üledékekben nagy.

A környezetvédelem gondolatköréhez tartozik a tájvédelmi körzetek, nemzeti parkok létesítése és gondozása. Érthető, hogy a nemzeti parkok, tájvédelmi körzetek a városi ember, a technikai kultúra emberének vágyódásaiból születtek. Legtöbb van belőlük az Amerikai Egyesült Államokban, ahol a legnagyobb szükség is van rájuk. Nálunk a legutóbbi időben születtek, amióta városainkban és falvainkban kiirtottunk magunk körül mindent, ami a természetes tájra utalna. Az Alföldön két nemzeti parkot létesítettek, a Hortobágyot és a Kiskunsági Nemzeti Parkot. A Kiskunsági Nemzeti Park részei: a Tőserdő, Kiskunsági szikes puszták, Fülöpházi homokbuckák, az izsáki Kolon-tó és Bugac.

Valamelyest hasonló feladatuk van az arborétumoknak is, ahol ugyan nem egy táj eredeti természetes növénytakaróját védjük és ápoljuk, hanem éppen ellenkezőleg, ott eredetileg nem honos növényekből, fákból gyűjtünk össze minél változatosabb együttest, ezáltal nem egy táj, hanem sokféle táj hangulatát idézve. Az Alföldön több arborétum van. Egyik leggazdagabb a szarvasi Pepi Kert a Körös árterén. Ezen kívül Tiszaugaron, Erdőtelken, Orosházán, Tiszakürtön találunk arborétumokat. Hasonló célokat szolgálnak kisebb méretben Debrecen, Szeged, Kecskemét botanikus kertjei. A Nyírségben jó hírre tett szert a bátorligeti ősláp jégkorszaki növény- és állat rezervátummal.

Az ember tájalakító tevékenysége igen sokféle. Legnagyobb szabású a növényzet és a vízhálózat átalakítása. Van azonban példa arra is, hogy nagy területen a domborzat is átalakul. A Duna—Tisza

közi futóhomok területen a homok megkötése valamennyire az eredeti domborzat átalakításával is járt. A gyümölcsössel, szőlővel beültetett homokbuckák a homok további mozgását megakadályozták és lassan a műveléssel a nagyon hepehupás felszín kisimult. A legújabb időkben a domborzatátalakítást ezen a területen nagyon céltudatosan és komoly eredménnyel folytatják. A még ma is kötetlen futóhomok-dombokat úgy fogják művelés alá, hogy először felszínét bulldózerekkel elegyengetik, s így teszik alkalmassá a gépi művelésre. Ezt a talajegyengetést ott is végzik, ahol régebbi, kevésbé jövedelmező termelésről intenzív kultúrára állnak át. Főleg szőlő- és gyümölcsös telepítéseknél járnak el így.

A természet okos átalakítása és a környezet védelme a tudományos megfigyelő állomások és intézmények egész sorának felállítását és működtetését kívánja meg. Tudományos és gyakorlati gazdasági célokat követő tudományos intézetek és megfigyelő helyek többfelé működnek az Alföldön. A felszín alatti viszonyokat figyelő észlelőhálózat tekintetében a legfontosabb a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ által létesített, fenntartott és rendszeresen mért közel kétezer talajvízfigyelő kút. Ezeket három naponként észlelik. Több helyen helyi viszonyok mérésére külön kútsorokat tartanak fenn. Egyes állomásokon komplex meteorológiai és felszíni lefolyás-figyelés történik a talajvízmozgás észlelése mellett (Kecskemét, Szarvas, Mirhó-Gyolcs, Fehér-tó—Kiskunmajsa).

A MÁFI 74 mélységi vízfigyelő kutat tart fenn és észlel, egyeseket 1967 óta (1980. évi állapot). E kutak egy része egy-egy helyen több mélységi szint vízmozgását figyeli. A kutak mélysége 30 és 1200 m között váltakozik. A kézi észlelés hetenként történik, de a kutak egy jelentős része öníró észlelőműszerrel van felszerelve, tehát az észlelés folyamatos. Mélységi vízészlelés folyik egyrészt a VITUKI, másrészt városi vízművek kezelésében Debrecenben, Szegeden és Kecskeméten a városi vízművek kútjai által előidézett vízszintsüllyedések figyelésére. Az utóbbi években a VITUKI több felhagyott szénhidrogén-fúrást és üzemen kívüli kutat vett át észlelés céljából. 1980-ban a VITUKI mélységi vízfigyelő hálózatához 217 kút tartozott.

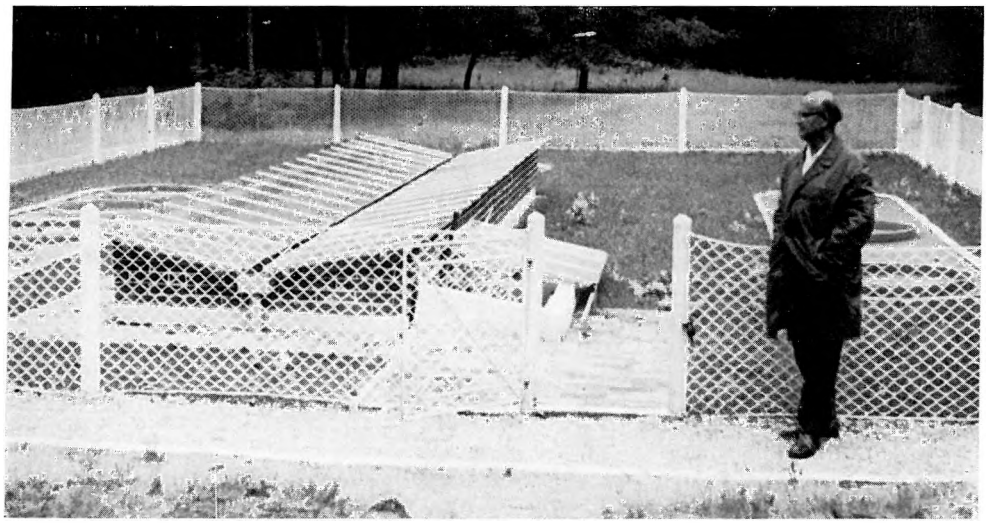
Az Országos Minőségvizsgáló Intézet talajtani laboratóriuma több helyi kirendeltséget tartott fenn az Alföldön a helyi talajtérképezések végzésére. Ezek jelenleg a MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Kutató Központ irányítása alatt állnak. A MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete esetenként speciális talajtani térképezést folytat az Alföldön.

A MTA Földrajztudományi Kutató Intézete és annak békéscsabai Alföld-kutató intézete geomorfológiai tanulmányokkal és térképekkel kapcsolódik a földtani kutatásokhoz. Külön tudományos intézet foglalkozott a szikesedés tanulmányozásával Karcagon és Püspökladányban. Öntözési kutató intézet működik Szarvason. Több más egyetemi tanszék és intézet végez még talajtani és talajvíz-megfigyelő munkát. Rendszeres szeizmikus és egyéb geofizikai megfigyeléseket végez az Alföldön az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet és az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt geofizikai csoportja.



204. ábra. A szarvasi arborétum

Fig. 204. Pictures from arboretum of Szarvas



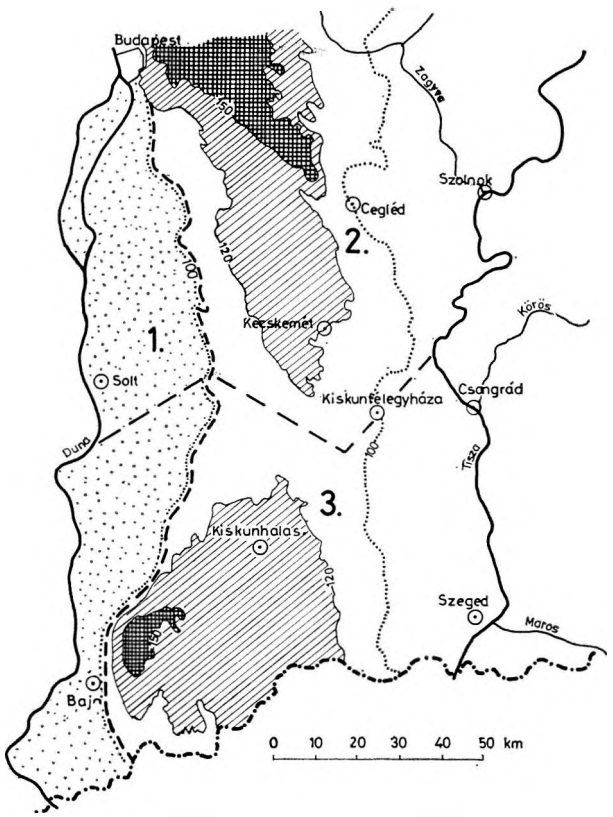
205. ábra. Részlet a VITUKI hidrológiai észlelő állomásáról (Kecskemét—Méntelek)
Fig. 205. Part of the hydrological experimental station of VITUKI. Kecskemét

Földtani szempontból legnagyobb fontossága a MÁFI Alföldi Területi Szolgálatainak van. Szegeden és Debrecenben működik ilyen és a Budapesti Területi Szolgálat is gondozza az Alföld egy részét. Feladatuk egyrészt a működési körükbe tartozó terület földtani viszonyainak nyilvántartása, esetenként pótlólagos vagy tematikus földtani térképezés, kutatás végzése, a területükön folyó bányászkodás ellenőrzése, földtani szakvélemények adása és a földtant érintő környezetvédelem segítése.

A Duna—Tisza köze

Az Alföld általános ismertetésénél többször szóltunk az Alföldnek, mint természeti tájnak egészéről. Most a részletes tájleírásban a jelenlegi országterület alföldi részeiről* lesz szó, a határokon túlról csak ott teszünk említést, ahol a jelenlegi terület ismertetésehez az feltétlenül szükséges.

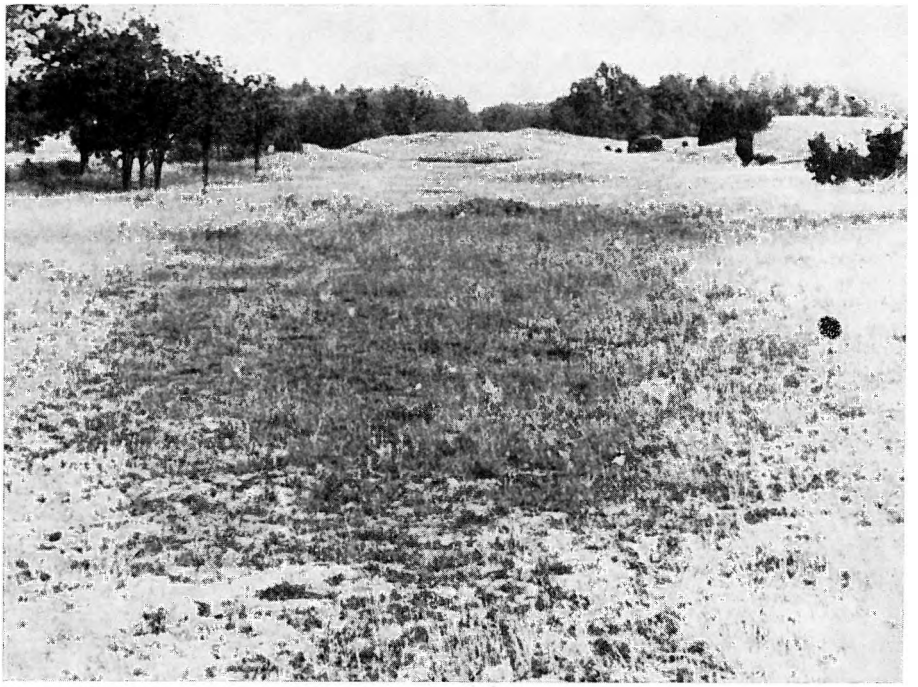
Szerkezeti felépítésében és felszíni viszonyaiban jól megkülönböztethető nagy tája az Alföldnek a Duna—Tisza köze. Első tekintetre nevének megfelelően a két nagy folyó szabja ki határait éspedig nemcsak a mi területünkön, hanem délen a mai országhatáron túl is, ahol a két folyó összezár. A földtani szerkezetben a két folyó jelentősége nagyon különböző. A Duna igazi határfolyó. A Dunántúl pannóniai dombvidékét választja el az Alföld síkjától és itt a Duna mentén az Alföld egy széles sávon tényleg sík. Ercsinél, vagy Dunaföldváron, vagy végig a jobb part magas falán bárhol, ha megállunk, a bal partot egy emelettel mélyebbre lezökkent térszínnek látjuk. A Dunántúlon a folyók bevágódnak



206. ábra. A Duna—Tisza köze részei
1. A Duna-sík, *2.* a hátság É-i része, *3.* a hátság D-i része

Fig. 206. Parts and division of the region between the Danube and the Tisza
1. The alluvied plain of the Danube, *2.* northern part of the sandhill region, *3.* southern part of the sandhill region

* Az előbbiekben kifejtettem a táj elnevezés használatának szükségességét olyan esetben is, amikor nem a földrajz szerinti területegységről van szó (124. old.).



207. ábra. Futóhomokbucka Ladánybene határában

Fig. 207. Wind-hills made of wind-blown sand near Ladánybene

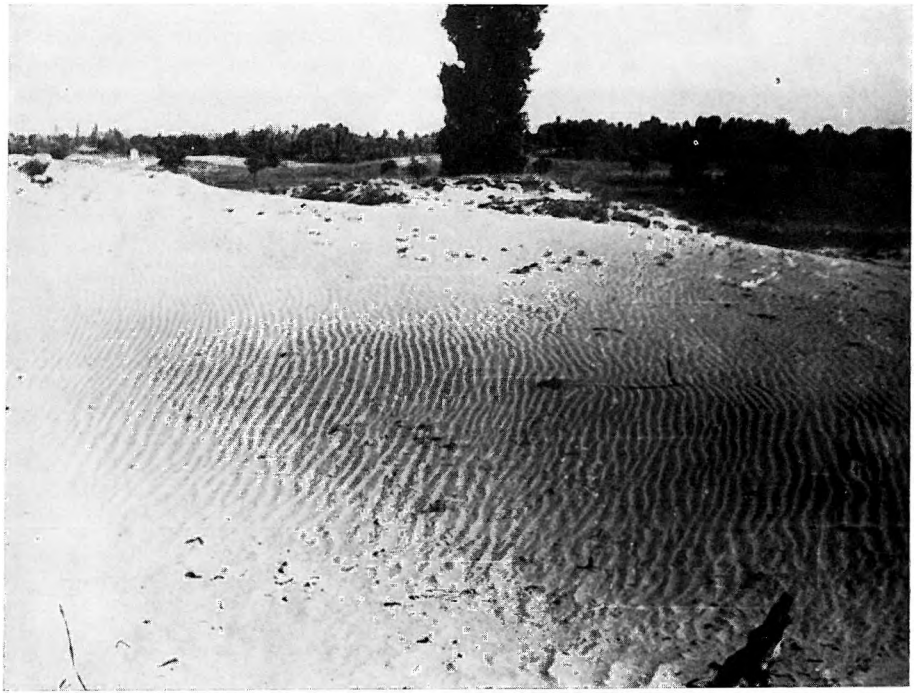
a pannóniai dombokba. A Duna állandóan alámosva pusztítja a jobb partot és építi a balt, növeli az Alföld területét a Dunántúl rovására.

A Duna medre a szigetek nélkül is 400—500 m széles; a sodorvonal árja gyorsabban hömpölyög, mint a siető ember és a mederben átlagos vízállásnál 2400 m^3/s víz folyik le, árvízkor pedig 7000 m^3/s. Érintkezés kevés van a két part között, Budapesttől Bajáig 200 km hosszú szakaszon a Dunán egyetlen híd vezet át Dunaföldvárnál. A községi, járási és megyehatárok a folyó sodorvonalán húzódnak.

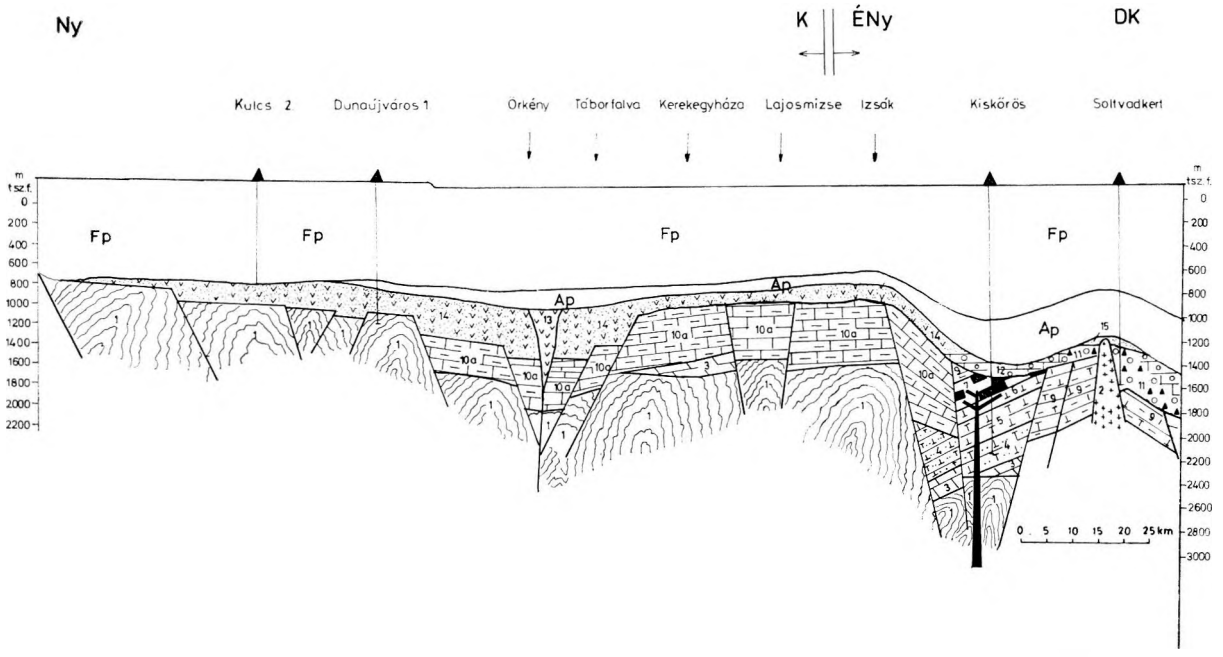
A Tisza korántsem ilyen határfolyó. Mindkét partja síkság. Partján állva folyásirányban lefelé, vagy felfelé nézve egyazon kép tárul szemünk elé mindkét oldalon; a legtöbb helyen nincs magas és lapos part az egyik és a másik oldalon. A Tisza nem határfolyó, hanem tengelyfolyó. Tokajtól kezdve É—D-i irányban összefogja az Alföldet. A megyehatárok, sőt a járáshatárok is át-átnyúlnak rajta, a nagyobb városok mindkét partjára telepednek. A fő vasútvonalak és utak nem párhuzamos irányban futnak vele, hanem keresztezik a folyót. Mégis a két folyó közötti homokhátság olyannyira elkülönül a Tiszántúl agyagos földjétől, hogy jogosan kezeljük külön tájként. Külön tájként olyan értelemben, hogy jól elkülönül a többitől, de nem olyan értelemben, hogy önmagán belül tényleg összetartozó, egy központ felé húzó, azonos tulajdonságokkal rendelkező, szerkezetében és fejlődésében azonos vonalat képviselő lenne, azaz belső szerkezetében nem egységes táj.

Három sajátos része van. Egyik a jelenkori Duna-völgy, a folyó bal partja mentén húzódó széles síkság, melyet a Duna a pleisztocén legvégén vésett ki, majd töltött fel — döntően a holocénben — hordalékaival. Északi része a Kiskunság. 100 km hosszban kíséri a Duna bal partját és szélessége Dunavecse és Kiskörös között eléri a 20 km-t. Kilométerekre szikes puszták követik egymást néhány deciméter magasra kiemelkedő padkákkal. Ősszel—tavasszal a tengersík vidéket víz borítja, s a víz fölé néhány centiméterrel emelkednek ki néhol padlatok s rajtuk a csúszós gyalogösvények. A legtöbb szikes a Duna-völgy derekán Kunszentmiklós—Solt—Fülöpszállás táján található. A déli részen már kedvezőbbek a felszíni viszonyok.

A homokhátság északi fele a következő rész. Ez a Gödöllői-dombságra támaszkodik és onnan DK felé lejt. Egy központi gerinc húzódik Nyáregyháza, Lajosmizse, Kecskemét vonalában 140—150 m magasan, Kecskemétnél 120—140 m-re alacsonyodva. E gerinctől nyugatra és keletre hullámosan lejt a térszín, a Duna felé kissé erőteljesebben, a Tisza irányában igen enyhe lejtéssel. A fő gerinccel párhuzamosan futnak a mind alacsonyabb homokvonulatok. Keleten a Duna-völgy lapos térszínéből elég hirtelen hosszú vonalban homokdombok emelkednek ki északon néhány méteres, D-en 8—10 m-es homlokzattal. A homokdombok ÉNy—DK-i irányban rendeződtek egymás mellett és a Ny-ról K-re utazó, folytonosan fel-le mozogva mászhatja meg őket. A magasságkülönbségek pár méteresek, de a térszín mind magasabb és a Duna-völgytől a homokhátság közepéig a felszín 30—50 m-t emelkedik 15—20 km távon. Tovább keletre a felszín megint lehajlik ugyanilyen enyhe lejtés



208. ábra. Homokfodrok az ágasegyházi buckán. Fotó: FRANYÓ F.
Fig. 208. Eolian ripple marks on the sandhills of Ágasegyháza



209. ábra. Mélyföldtani keresztszelvény az É-i Duna-völgy aljzatáról. Szerkesztette: JUHÁSZ Á. 1966
A jelkulcsot lásd a 212. ábránál
Fig. 209. Geological section across the northern part of the Danube valley. Plotted by Á. JUHÁSZ 1966
For explanation see Fig. 212

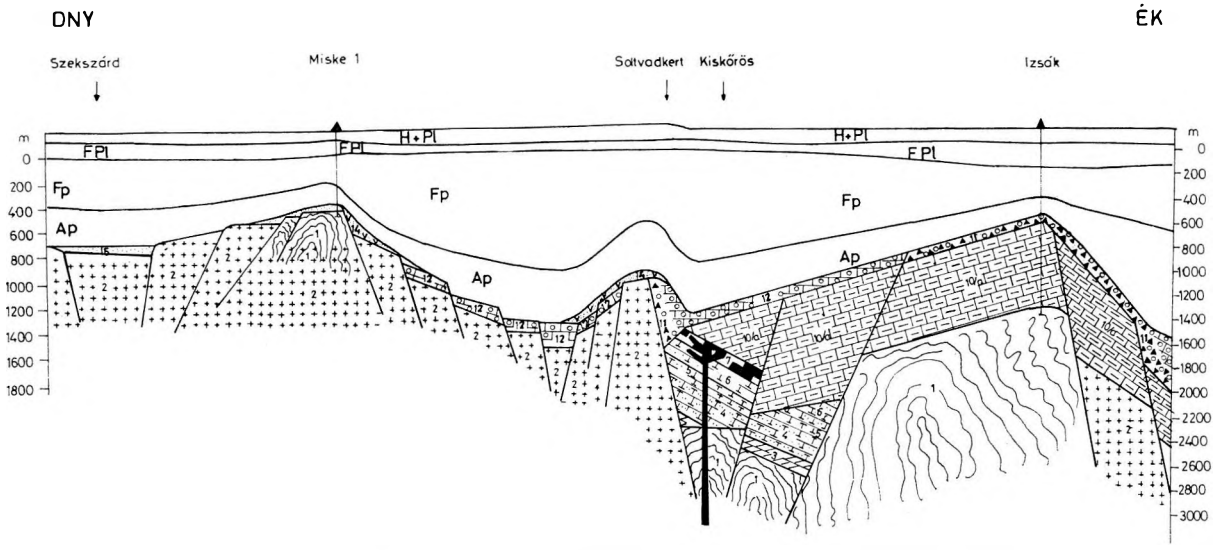
mellett, de valamivel mélyebbre, a Tisza völgyébe. A homokdombok felszíne a nyugtalan mozgás pillanatnyi merevült állapotát mutatja. A hosszirányú dombokat keresztirányú zavart övek szakítgatják meg. A hátság nyugati peremen a szépen fejlett buckák még ma is mozognak. Kelet felé elsimulnak és mindjobban engedelmeskednek az ember megfékező, homokot megkötő erejének. A futóhomok dombok között pásztásan kötöttebb talajokat is találunk. A futóhomokkal rokon, nagyon finom poranyagból álló löszrétegek igen termékeny sávokat varázsolnak a különben szegényes termőerőt jelentő homokbuckák közé. Ez a finom löszanyag a buckák alatt is több helyen megtalálható és ha nem nagyon mélyen, akkor a homokdombok kitűnő termőtalajjá válnak a mély gyökerű növényzet (így szőlő és gyümölcsösök) számára.

Solt és Kiskunfelegyháza között határozott domborzati nyereg választja el a homokhátság déli felét az északitól. E déli fél a Duna-Tisza köze harmadik tája, jól elkülönülő domborzati sziget. Domborzata nem olyan szimmetrikus, mint az északi részé. A Duna-völgynél 160—170 m magasra kiemelt részei Ny-ÉNy felé meredeken, K felé menedékesen lejtenek a Duna (90 m) és a Tisza (80 m) síkja felé. E domborzati sziget északi felén futóhomok dombok vannak, déli fele, amely túlnyomórészt Jugoszláviához tartozik, összefüggő löszhátság (Telecskai dombok). E dombvidék DNy-i határa Baja és Újverbász (Novi Vrbas) között merev tektonikai vonalat követ, s ugyanígy határozott irányú az előbbire közel merőlegesen a DK-i határ Újverbász és Zenta között.

Az alaphegység a hátság alatt 400—2200 m mélységben van, É-ról D-re és Ny-ról K-re lejt. A Duna-Tisza köze szerkezetileg egy hatalmas lépcső a Dunántúl és az Alföld mélye között. Az alaphegység, amely a Dunántúlon jelentős területen a felszínen van, itt 1000—1600 m, a Tiszántúlon viszont 3000—5000 m mélységben található. A Duna—Tisza köze északi felén a Dunántúlról a kristályos palák áthúzódnak 1000—1600 m mélységben a Duna-völgy alatt, s rájuk miocén tufák települnek 100—400 m vastagságban. A hátság közepe alatt a kristályos palán triász és felső-kréta kőzetek települnek, majd Kecskemét körül magasba törő gránit sasbércek jelentkeznek. Tovább keletre a Tisza-völgye felé alsó-kréta vulkanitok, még tovább eocén flis képződmények adják a medencealjzatot és átvezetnek a Tiszán túlra.

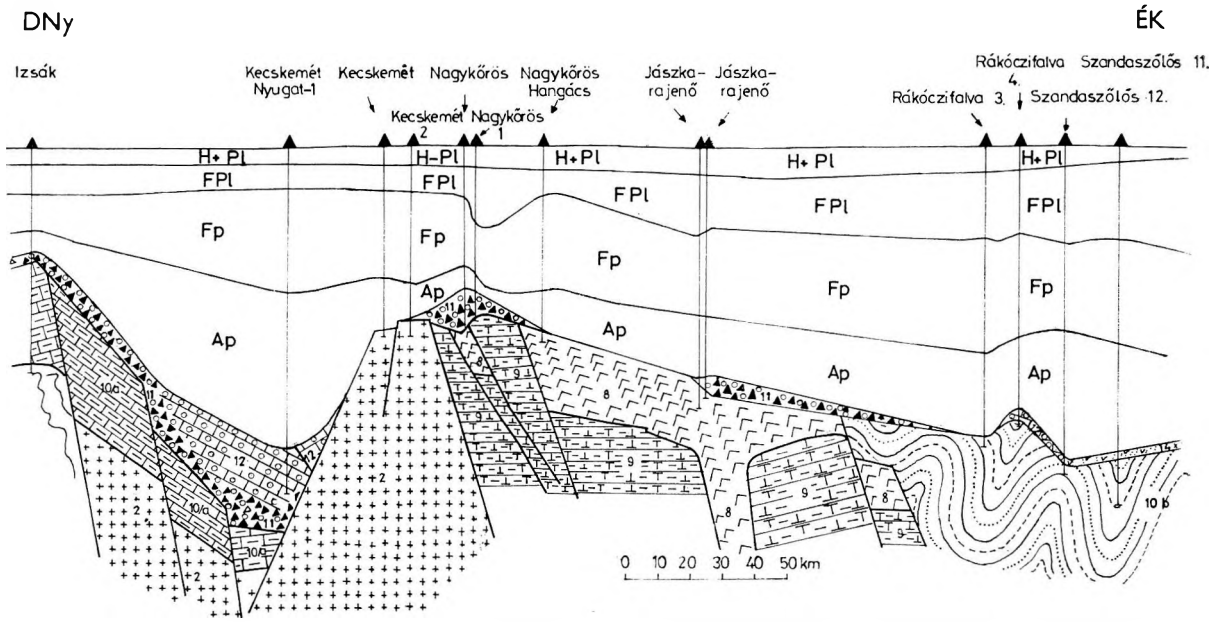
A Duna—Tisza köze déli felén a Dunántúlról a mórágyi gránitöv vonul Soltvadkert környékéig különböző mélységben (400—1200 m) a Duna síkja alatt, s rá közvetlenül az alsó-pannóniai rétegek települnek. A hátság nyugati pereme alatt az alaphegység tektonikailag igen zavart, 1400—1600 m mélységben megjelennek a kristályos palák, s rajtuk különféle mezozóos képződmények, legnagyobb vastagságban felső-kréta mészkövek települnek. Tovább délkeletre a Tisza völgye felé miocén törmelékes képződmények és eocén flis homokkövek fedik a 3000 m-nél mélyebbre süllyedt kristályos aljzatot.

A pannóniai képződmények a sziklafenék fölött 200—2000 m vastagságban települnek. A pannóniai tavi rétegek felett a negyedidőszaki takaró a Duna-völgyben néhányszor tíz méter vastag, a hátságon 50—300 m, a Tisza felé lejtő részen 200—500 m-re kivastagszik. E rétegek alatt a pannóniai felszín magassági helyzete szabja meg a terület felszínközeli viszonyait, a negyedidőszaki vízadó rétegek vastagságát, kiterjedését, kapcsolatait. Ez a pannóniai, nagyrészt agyagos alap nyugatról



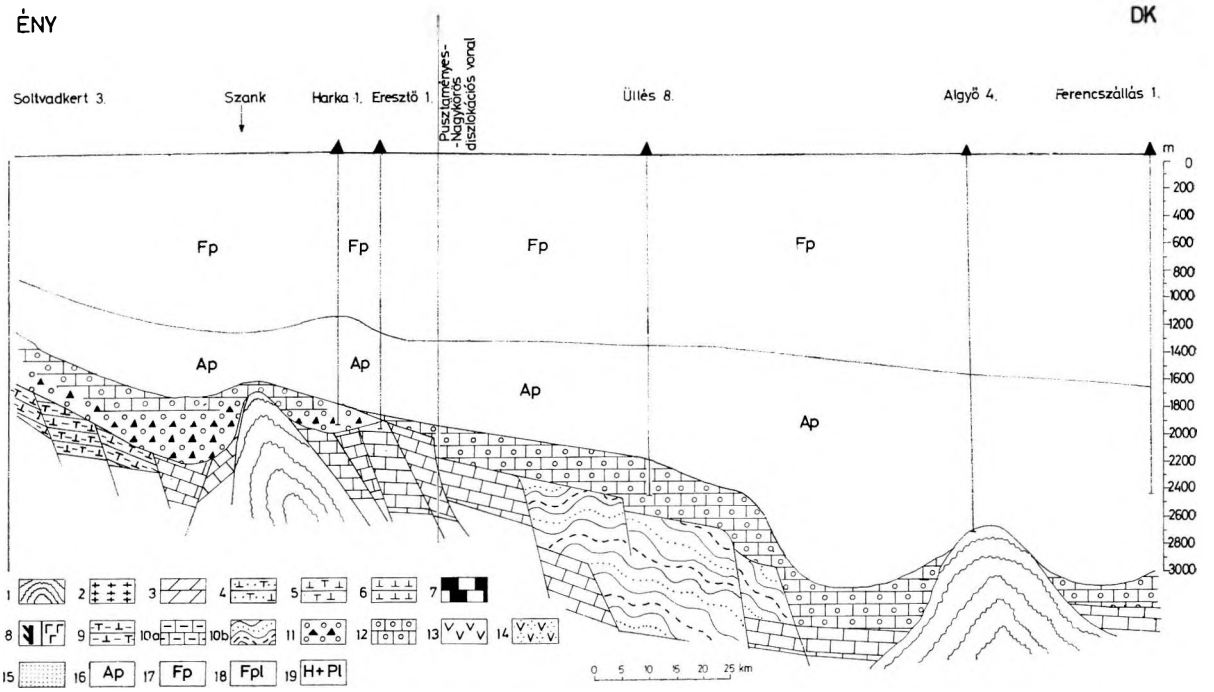
210. ábra. Mélyföldtani szelvény a Duna-völgy D-i részéről. Szerkesztette: Juhász Á. 1966
A jelkulcsot lásd a 212. ábránál

Fig. 210. Geological section of the southern part of the Danube valley. Plotted by Á. Juhász 1966



211. ábra. Mélyföldtani szelvény a Duna—Tisza közi hátság ÉK-i feléről. Szerkesztette: JUHÁSZ Á. 1966
A jelkulcsot lásd a 212. ábránál

Fig. 211. Geological section of the northeastern part of the sandhill region between the Danube and Tisza. Plotted by Á. JUHÁSZ 1966
For explanation see Fig. 212



212. ábra. Mélyföldtani szelvény a Duna—Tisza közi hátság D-i feléről. Szerkesztette: JUHÁSZ Á. 1966
1. Kristályos pala, *2.* gránit, *3.* triász, *4.* alsó-liász, *5.* középső-liász, *6.* felső-liász, *7.* dogger, *8.* alsó-kréta vulkanit, *9.* alsó-kréta, *10a.* epikontinentális felső-kréta, *10b.* flis, felső-kréta és eocén, *11.* középső-miocén törmelékes fácies, *12.* tortonai, *13.* tortonai és szarmata vulkanit, *14.* tortonai és szarmata tufa, tufit, *15.* szarmata, *16.* alsó-pannóniai, *17.* felső-pannóniai, *18.* felső-pliocén, *19.* holocén és pleisztocén

Fig. 212. Geological section of the southern part of the sandhill region between the Danube and Tisza
1. Cristalline shist, *2.* granite, *3.* Triassic, *4.* Lower Liassic, *5.* Middle Liassic, *6.* Upper Liassic, *7.* Dogger, *8.* Lower Cretaceous volcanic rocks, *9.* Lower Cretaceous, *10a* Epicontinental Upper Cretaceous, *10b* Upper Cretaceous and Eocene flysh, *11.* Middle Miocene detrital facies, *12.* Tortonian, *13.* Tortonian and Sarmatian volcanic rocks, *14.* Tortonian and Sarmatian tuff, tuffit, *15.* Sarmatian, *16.* Lower Pannonian, *17.* Upper Pannonian, *18.* Upper Pliocene, *19.* Holocene and Pleistocene

keletre eléggé menedékesen lejt, északról délre pedig lépcsőzetesen. A lépcsőket a negyedidőszaki összlet alján levő kavicsrétegek mélysége jelzi, a felszínen pedig a szegényes vízhálózat keresztben futó vonalai és a futóhomok rétegekben megjelenő, vagy eltűnő löszpászták. A Duna-síkon a lépcsők fokait a holocén térszínben megjelenő pleisztocén szigetek jelzik. Ezek különösen a Duna partján figyelhetők meg jól.

A terület domborzati képét legegyszerűbben a felszín metszeteiről ismerjük meg. Ezek jól mutatják a Hátság északi és déli felének különbségeit és a két folyó közötti területen a vízválasztó egyenlőtlen futását.

A terület legfontosabb felszíni képződményei a negyedidőszaki üledékek. A Duna-völgyben fiatal holocén kavicsrétegek települnek közvetlenül a pannóniai aljzatra, amelyekből nagy mennyiségű víz nyerhető igen kis mélységből. A kavicsrétegeket iszap—agyag vagy homokrétegek borítják és tagolják, ezek is igen kis vastagságúak.

A hátsági homokterület felszínét néhányszor 10 m mélységben futóhomok borítja. Nagyobb mélységben folyóvízi homok és helyenként mederágakban és törmelékkúpok formájában a kavics is megjelenik. A hátság magasán a negyedidőszaki rétegek 100—200 m vastagok, a Tisza völgye felé azonban a pannóniai alapzat erőteljesen mélyül és a folyóvízi üledékek vastagsága északon eléri a 300 m-t, délen a 700 m-t. Mind az északi, mind a déli rész a pleisztocén végén emelkedett ki az általában süllyedő térszínből. Ez a kiemelkedés terelte el a Dunát a hátság területéről. A mai völgyet részben tektonikus mozgás, részben erózió hozta létre.

A jelenkori Duna-völgy, a Duna bal parti síkja

A földtani vagy földrajzi irodalomban Duna-völgyről olyan értelemben is szoktunk beszélni, hogy e név alatt a nagy folyó egész vízgyűjtő területét értjük. Ilyen értelemben beszélünk a Duna-völgyi népekről, országokról, irodalomról vagy éppen a Duna-völgyi löszökről. Ebben a fejezetben a Duna-völgynek Budapest—Mohács közötti, nagyjából sík jelenkori szakaszáról lesz szó. Ez a terület kereken 200 km hosszúságban nyúlik el a Duna bal partján 20—25 km szélességben. A Duna a pleisztocén végén költözött erre a területre, letarolta a pannóniai térszínt és a kivésett völgybe lerakta saját üledékeit, először durva kavicsot, majd homokot, iszapot, helyenként agyagot.

A Duna-völgy előszobája a Pesti-síkság. A visegrádi áttörés után a Duna keskeny negyedidőszaki völgysíkon érkezik el Budapestig, ahol völgye kiszélesedik, majd újra összeszorul. A folyó a Gellérthegy és Kőbánya között egy alig 5 km széles kapun lép ki az Alföldre. A kapu keleti szárnyát miocén mészkövek adják, amelyek körül megjelennek a pannóniai agyagkibúvások, jelezve a pannóniai mélymedence kezdetét.

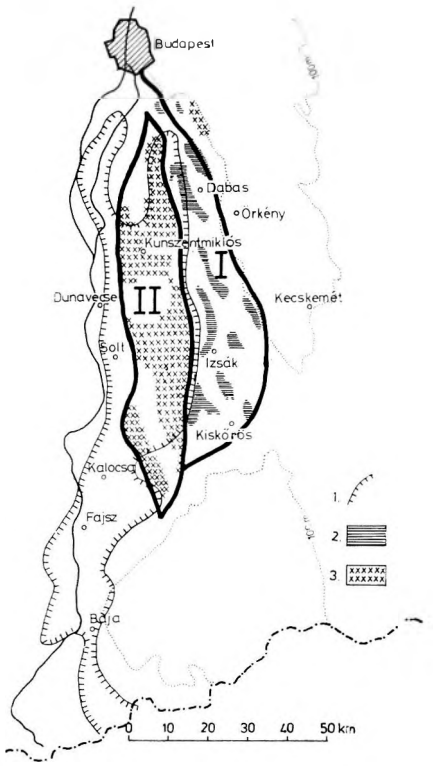
A Duna-kanyartól az Alföldre lépésig paleogén és neogén aljzat a 10—20 m-es dunai törmelékes rétegsor bázisa. A pleisztocén térszíneket holocén kavics- és homokmedrek tagolják patakmedrek csatlakozásával. A gellérthegyi kaputól délre, Érdtől kezdve a pleisztocén kavics pannóniai rétegekre települ.

A Pesti-síkságot településre elsősorban a holocén és pleisztocén kavicsterasz bőséges és könnyen elérhető jó ivóvize tette alkalmassá, másodsorban a jó építőanyagok: a mészkövek és agyagok, később a kavicsok; harmadsorban a Várhegy alatt keskeny mederben összeszorult Duna jó átkelő helye. A jobb part telepítő erejét a melegvíz források is emelték. Az ivóvíz telepítő erejének máig haszonélvezői vagyunk. Budapest vízművei a ma már közel 300 millió m^3 évi víztermelést döntően a Duna-parti kavicsokból szerzik be. A pesti öböl mélységi vízben is gazdag. Többhelyt feltárták a mélyben levő eocén és triász forró karsztvizeket és a város déli részén a pannóniai rétegek vizét.

A Duna fő ága először a hátság nyugati peremén a mai síkság keleti szélén folyt. Itt vastag kavicságyat rakott le helyenként 30—40 m vastagságban. Egyes ágai azonban már ekkor a mai völgy közepén és a mai meder irányába tolódtak el. Éppen, mert több ág folytatta a lepusztítást, közöttük egy-egy térszíndarab szigetszerűen ép maradt. Ezért a pannóniai rétegek felszíne a dunakavicsok alatt változatos domborzatú. Egy-két helyen a pannóniai agyagrétegek, mint tanúhegyek, kimaradtak a lehordásból és agyagsapkájukkal ma is kiemelkednek a dunai ártér hordalékaiból. Ilyen a solti Titel-hegy (Tétel-halom) és délebbre a Meleg-hegy.

A Pesti-síkságtól délre a Duna-völgy felszíne sík, helyenként asztal-sima szikes puszta. Néhány helyen parti homokdombok kísérik a mai vagy régebbi medreket, ezek hoznak változatosságot a sík térszínre. Különösen sok parti homokbucka maradt meg a síkság közepe táján, Solt és Szabadszállás között, ahol a jelenkori süllyedés a legkisebb. Egyébként a Duna a holocén során végig kanyarogta az egész síkságot, de parti homokdombjai közül sokat újabb hordalékaival betemetett. Régi elhagyott kanyarulataiban a felszínen tavakat, mocsarakat találunk, az eltemetett mocsarakban a felszín alatt tőzeget.

A folyóvízi üledékek mellett két lényeges képződmény jellemzi a holocén Duna-völgyet. Mindkettő evaporitnak tekintendő, mert a felszín közelében álló talajvíz erőteljes párolgásának köszön-



217. ábra. Evaporit zónák a Duna-völgyben
I. Mészizapos öv, *II.* szikes öv
1. Vastag kavicsréteg a felszínközelben, *2.* mészizap, tavi kréta, *3.* szikes iszap

Fig. 217. Evaporite zones in the Danube valley
I. Chalk-lime zone, *II.* alkaline soil zone
1. Near-surface thick gravel bed, *2.* chalk loam, meadow-chalk, *3.* alkaline loam

futóhomok pászták környezik a pleisztocén dombok széleit. Délen a hátság határa erőteljesebb. A Duna-völgy átlagosan 90 m magas térszínéből jól felismerhető vonal mentén emelkedik ki a hátság fala, néha valóságos meredek löszfallal, mint pl. Baja és Hajós között. A Duna-sík északi részére jellemző a völgyet kibélelő kavicsréteg magas helyzete (1—10 m) a felszín alatt. A kavicsra néhány méter vastag folyóvízi homok települ, arra pedig iszap, löszíszap, agyag, helyenként tőzeg. A felszíni iszapos rétegek szikesednek, vagy mész válik ki belőlük mészíszap, tavi kréta alakban. A hátság pereme előtti mélyedésben tőzeges lápok helyezkednek el, alattuk mészíszap halmozódott fel. A kavicsfekü felszíne egyenetlen, de itt északon még beteríti az egész területet, vastagsága azonban nem nagy, néhány méter általában.

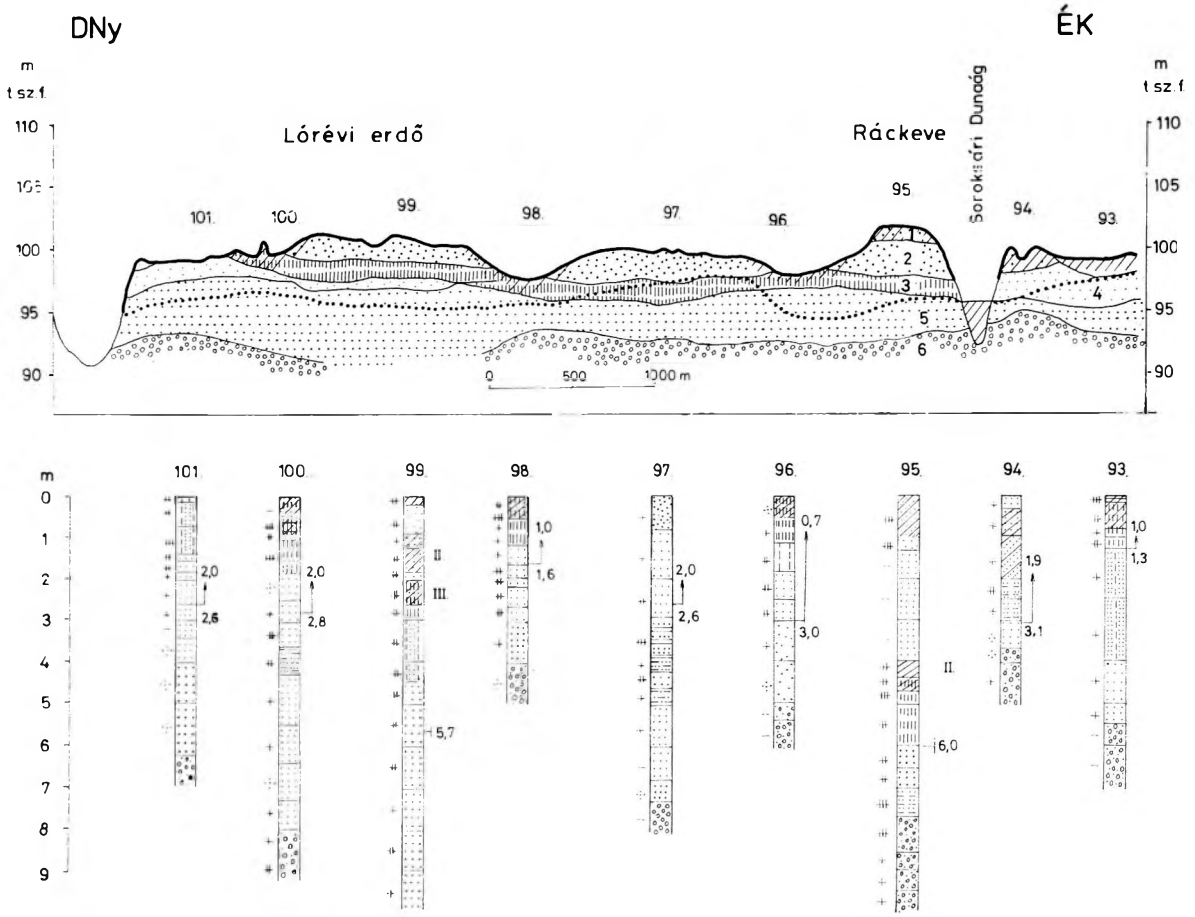
A Duna-sík északi részéhez hozzátartozik a Csepel-sziget is. A kavicsfekü itt is megvan, D felé haladva lassan mélyülve. A Duna-sík déli részére jellemző a völgyet kibélelő kavicsfekü mélyebb helyzete (10—50 m a felszín alatt) és a kavicsmező széttagolódása.

A dunai síkság képződményei a következők:

a) Felső-pannóniai agyag és homok. A felszínen kis szigetekben a Solti-halmon, Tétel-halmon és a Meleg-hegy aljában jelenik meg. A faunás felső-pannóniai agyagra, kőzetlisztre alsó-pleisztocén vörös agyag települ, arra pleisztocén folyóvízi homok, majd lösz. A Duna-sík alatt általában 200—600 m vastag ez az agyag—kőzetliszt—homok sűrűn váltakozó sorozat. Legtöbb helyen aránylag vékony alsó-pannóniai rétegsoron nyugszik, de sokfelé — főleg az északi részen — az alsó-pannóniai rétegek hiányzanak. A felső-pannóniai rétegsor Bugyi környékén a legvékonyabb, itt alig 100 m és közvetlenül a triász mészkőre települ.

b) Ópleisztocén vörös agyag. Kicsiny szigetben jelenik meg a felszínen a Tétel-hegyen a pannóniai rétegek fölött. 1—2 m-es kifejlődése epigén elváltozások nyomán állott, megjelenése repedezett. Lehet idős pleisztocén is.

c) Pleisztocén folyóvízi kavics és homok a pannóniai szigetmaradványok tetején: Taksony, Nagyvarsány, Solt (Meleg-hegy). Megsüllyedve Alsónémedi alatt ismerjük. Itt a község északi szélétől a déliig 12 m-ről 20—40 m-re mélyül a kavics a felszín alatt. Alatta felső-pannóniai rétegek találhatók.



218. ábra. Földtani szelvény a Csepel-sziget D-i végéről

1. Humuszos futóhomok, *2.* futóhomok, *3.* lösz, *4.* folyóvízi finom homok, *5.* középszemű és durva homok, *6.* kavics

I—III. Talajszintek

Fig. 218. Geological section of the southern edge of the Csepel island

1. Humous blown sand, *2.* blown sand, *3.* loess, *4.* fluvial fine sand, *5.* middle grained and coarse grained sand, *6.* gravel

I—III. Fossil soils

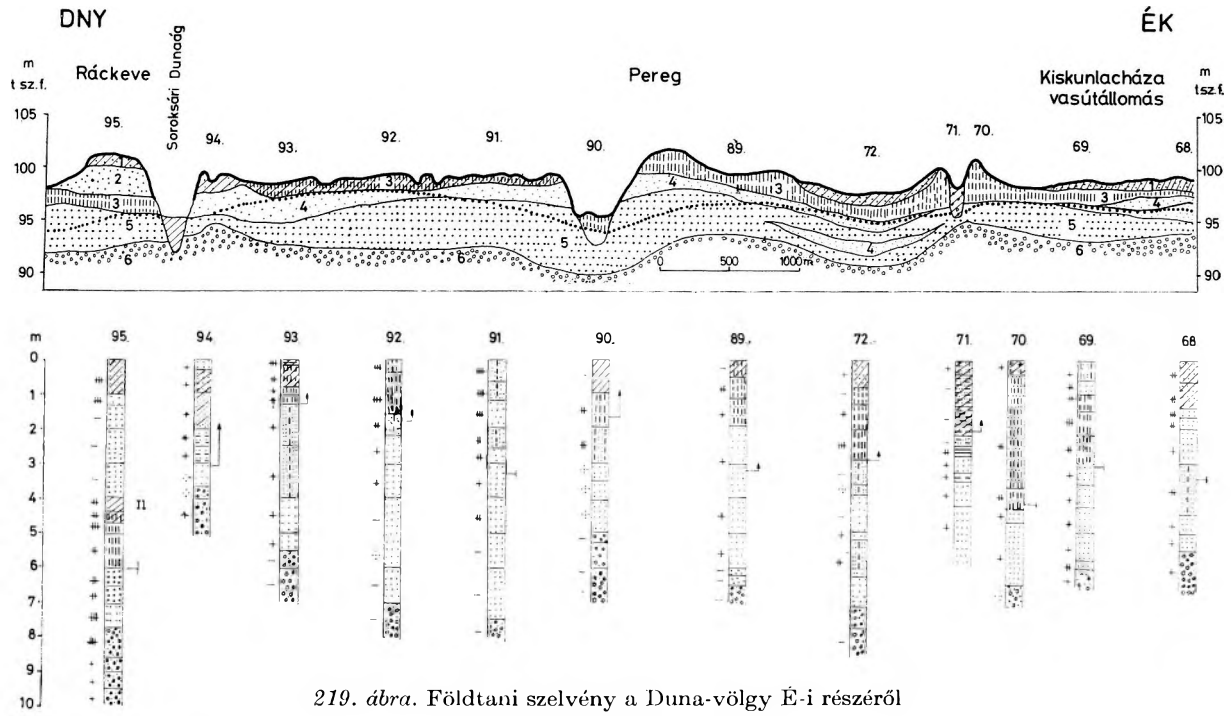
Vastagsága északon néhány méter, délen 10—40 m. A kavics zöme dunai eredetű, de kisebb hordalékkúpokat a dunántúli vízfolyások is építhettek, mielőtt a völgy mai szintjéig feltöltődött. É-ról D felé az elsüllyedt idősebb pleisztocén hordalékkúp-maradványok a később lerakódott fiatalabb kavicsoktól ma már alig választhatók el.

d) Pleisztocén lösz. Néhány pleisztocén terasz szigeten észlelhető Dunavecsénél, Soltnál. Kifejlődése szerint jellege homokos „alföldi" lösz, 1—3 m vastag. A lösz szemcseösszetételéhez nagyon hasonló üledéket találunk az óholocén térszíneken (l. a löszisap cím alatt).

e) Ó- és újholocén durva kavics. A lekoptatott pannóniai rétegek tetején települ 10—30 m vastagságban a mai felszín alatt 1—20 m mélységben. A durva dunakavics északon Délegyháza, Kiskunlacháza, Bugyi táján fekü, bázisképződménye hömpölyöket is tartalmaz.* Nem teríti be az egész Duna-völgyet, mintegyes elnagyolt szelvények ábrázolják, csak északon, ahol közvetlenül a felszín alatt található. Délen mélyebben mederformákban vonul végig a sík felszín alatt. Egyes helyeken itt két kavicsréteget is találunk, egymástól jelentős vastagságú folyóvízi homokrétegekkel vagy iszappal elválasztva. Az idősebb réteg valószínűleg felső-pleisztocén, a felette levő ó- és újholocén.

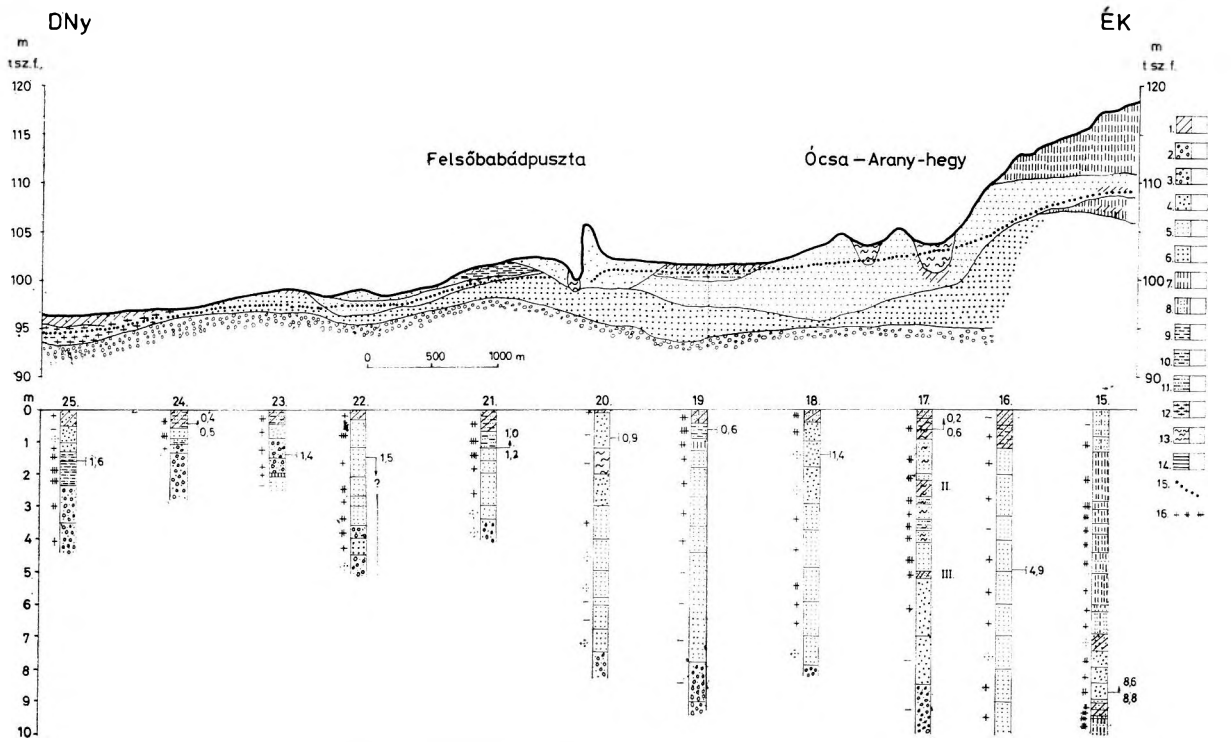
f) Ó- és újholocén folyóvízi homok. A Duna-völgyi kavicsréteg fedőjében különböző vastagságú folyóvízi homokréteg települ. Néhol kijut a felszínre, legtöbb helyen azonban újholocén iszap-, agyagréteg fedi néhány méter vastagságban. Ez a homok döntően durva és közepes szemcsenagyságú éles szemekből áll és kaviccsal, murvával keveredik. Vastagsága helyenként eléri a 15—20 m-t.

* A kavics egy része idősebb is lehet, de a holocén anyagtól nem választható el.



219. ábra. Földtani szelvény a Duna-völgy É-i részéről
A jelkulcsot lásd a 218. ábránál

Fig. 219. Geological section of the northern part of the Danube valley
For explanation see Fig. 218



220. ábra. Földtani szelvény az É-i Duna-völgy és a hátság érintkezéséről

1. Humuszos réteg, feltöltés, *2.* kavics és kavicsos homok, *3.* kavicsos homok, *4.* durva- és középszemű futóhomok, *5.* finom homok, *6.* durva- és középszemű folyami homok, *7.* homokliszt, lösz, *8.* löszös homok, *9.* iszap és iszapos homok, *10.* iszap, *11.* iszapos homok, *12.* mésziszap, *13.* tőzeg, sár, *14.* agyag, *15.* a talajvíz jelentkezési mélysége, *16.* meszes, erősen meszes
II—III. Talajszintek

Fig. 220. Geological section of the contact region of the Danube plain and the sandhills

1. Humic soil, *2.* gravel, *3.* gravelly sand, *4.* coarse and middle-grained blown sand, *5.* fine-grained sand, *6.* coarse and middle-grained fluvial sand, *7.* sand flour, loess, *8.* loessy sand, *9.* silt and silty sand, *10.* silt, *11.* sandy silt, *12.* lime mud, *13.* peat, *14.* clay, *15.* depth of ground water in the borehole, *16.* high lime content
II—III. Fossil soils



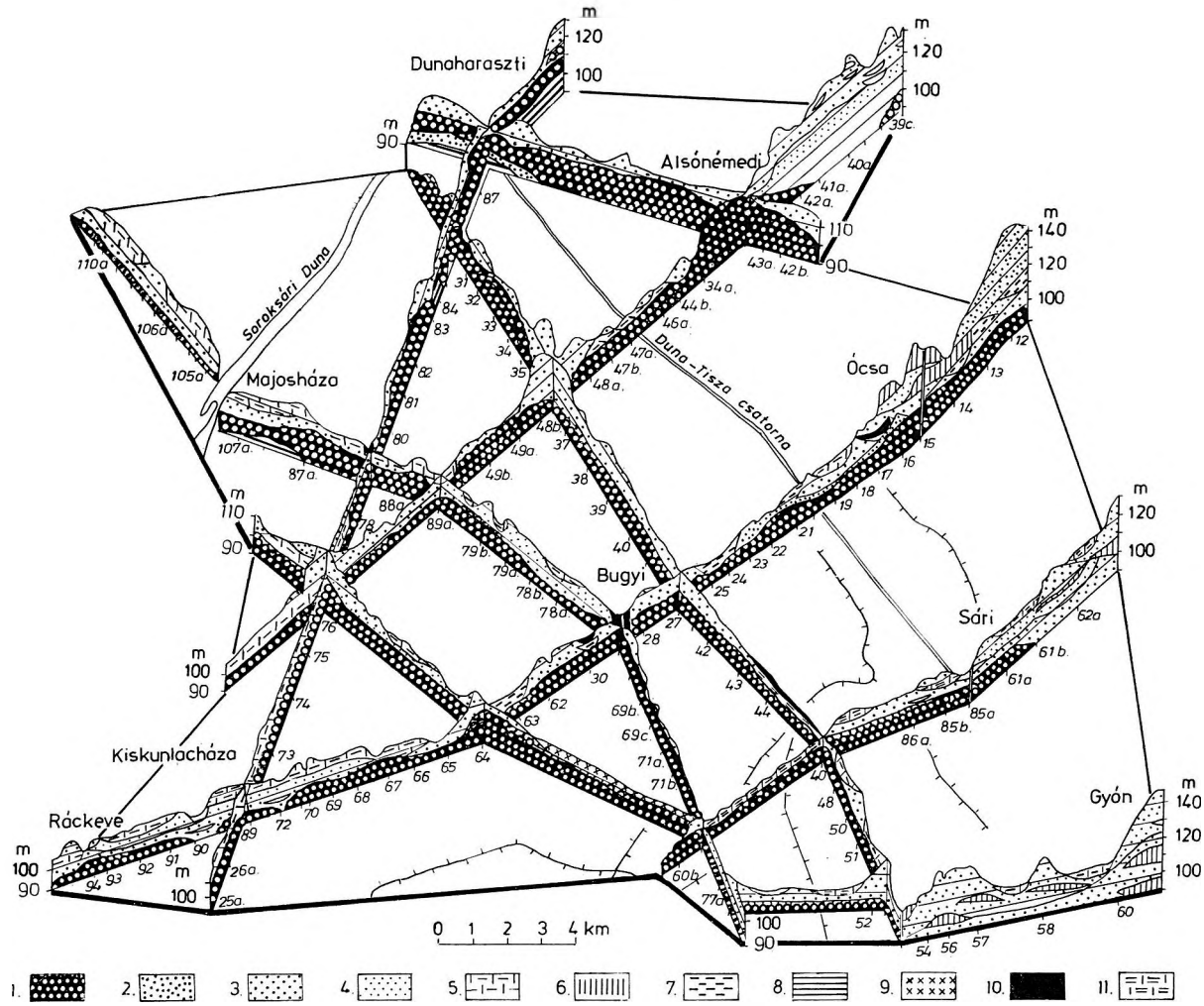
221. ábra. Réteges folyóvízi homok (Áporka)
Fig. 221. Stratified fluvial sand (Áporka)

g) Ó- és újholocén folyóvízi iszap—agyag. Néha régi medreket egyenget el, vagy egykori mély árterek képződménye. Osztályozatlan szemnagyságú kevert üledék. Színe gyakran teljesen fekete, gazdagon növényi rostos, humuszos. A Mohácsi-szigeten nagy elterjedésben találjuk. A völgyben levonuló árvízek utolsó állomása ez a terület. A folyamszabályozás előtt itt állt leghosszabb ideig a víz, itt rakta le finom üledékeit. Jelenkori árvizeknél, gátszakadásoknál figyelhető meg legjobban a különböző szemnagyságú kőzettani kategóriák elhelyezkedése. A mai kiépített gáton, vagy a régi természetes parti dombon áttörő víz, azaz árvíz, a sodorvonal mentén rakja le kavicshordalékát egy darabon egyenes vonalban, majd mindinkább erejét vesztve ide-oda kanyarogva. A sodorvonal mentén helyezkedik el a durva homok frakció és ettől jobbra-balra távolodva a középszemű, majd finomszemű homok. Az iszap- és agyagszemcsék akkor ülepednek le, amikor a kitört árvíz nyugalomba jut, megüli az árteret és állóvízzé válik. Ekkor az ártér legmesszebbi peremére — ahová durva üledék már nem került — települnek a hosszú ideig lebegve maradt iszap- és agyagszemcsék, de rátelepülnek az ártér durva üledékkel fedett részeire is, mint fedő képződmények.

Az újholocén térszínek iszappal borított része szikesedik leginkább a Duna parti síkságán. Legnagyobb elterjedésben a szikeseket a völgy középső részein találjuk; Szabadszállás, Fülöpszállás szikesei hírnevet szereztek maguknak a tudományos kutatások terén.

h) Holocén futóhomok. Az óholocén és újholocén felszíneken egyaránt találunk futóhomok dombsorokat. A Duna-mederből kifújt homokot a szél messze viszi a partoktól. Rendszerint az ÉNy—DK-i szélirányban helyezkednek el. Vastagságuk elérheti a 10 m-t is. A Csepel-szigeten a Soroksári-Dunaág két partján találhatók, itt még pleisztocén futóhomokkal is keverednek. Délebbre Dömsöd, Szalkszentmárton, Dunavecse táján foglalnak el nagyobb területet, még délebbre már csak kisebb foltokban fordulnak elő. A Duna-síkság és a környező területek holocén és pleisztocén korú futóhomokjának szemcseösszetételében jelentkezik egy tendenciózusnak látszó különbség. A pleisztocén korú futóhomok finomabb szemcséjű mint a holocén, amit a hosszabb idejű mozgatással magyarázhatunk. A térképezés során a kétféle korú futóhomok szemcseszerkezeti görbéi elég jól elkülönültek egymástól.

i) Löszíszap. A felszínen legnagyobb elterjedésben egy homokliszt-szerű anyagot találunk, amely sokban hasonlít a löszhöz, de nyilvánvalóan folyóvízi üledék. Az óholocén térszíneket fedi, sárgásbarna színű és a 0,5—1 m vastagságot ritkán haladja meg. Folyóvízi homokon települ legtöbbször, de van úgy is, hogy futóhomokon. Mésztartalma hasonló a löszéhez. Egyes szerzők holocén lösznek térképezték. Részletesebb vizsgálatok a 0,02—0,06 mm-es szemcsekategória túlsúlyát mutatják e képződménynél, ami megfelel a löszének, de helyenként az iszap- és agyagfrakció jelentősen nagyobb, mint a típusos löszben, más helyen viszont a finom homok, sőt aprószemű homok-arány jóval magasabb annál, amit a löszöknél tapasztalunk. Különösen széles elterjedésben követi a Duna bal partját Majosháza, Kiskunlacháza, Dömsöd, Dunavecse táján és délen Dunapataj, Kalocsa, Miske környékén. Jobbra és balra tőle a laposabb, mélyebb fekvésű részeket finom kőzetliszt, iszap fedi. A löszíszap alatt a talajvíz homokban áll, a mély területeken az iszaprétegben. Az erőteljes talajvízmozgás miatt a víz oldott sótartalma általában kicsiny. Ez a pár deciméter vastagságú mészgazdag homok-

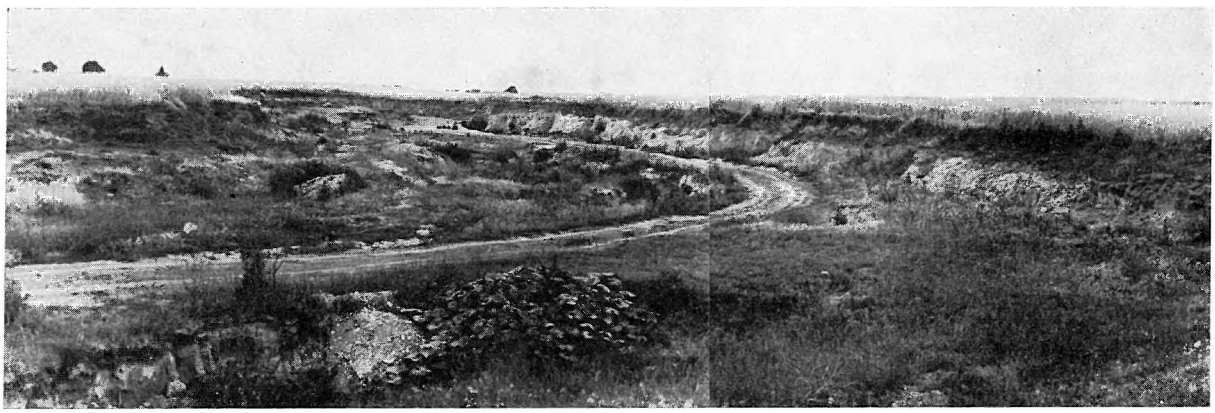


222. ábra. Panel szelvény a Duna-völgy É-i részéről

1. Kavics, *2.* durva homok, *3.* középszemű homok, *4.* finom homok, *5.* löszös homok, *6.* lösz, *7.* iszap, *8.* agyag, *9.* szikes, *10.* tőzeg, *11.* mészsziap

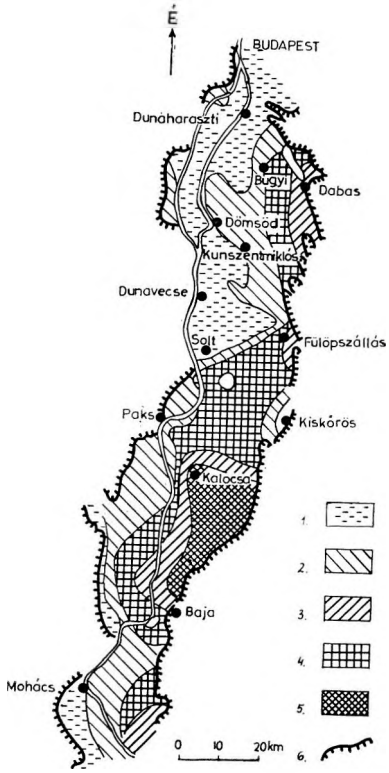
Fig. 222. Panel diagram of the northern part of the Danube valley

1. Gravel, *2.* coarse sand, *3.* middle-grained sand, *4.* fine-grained sand, *5.* loessy sand, *6.* loess, *7.* silt, *8.* clay, *9.* alkaline soil, *10.* peat, *11.* lime-mud



223. ábra. Rendezetlen kavicstermelő hely Vecsés környékén

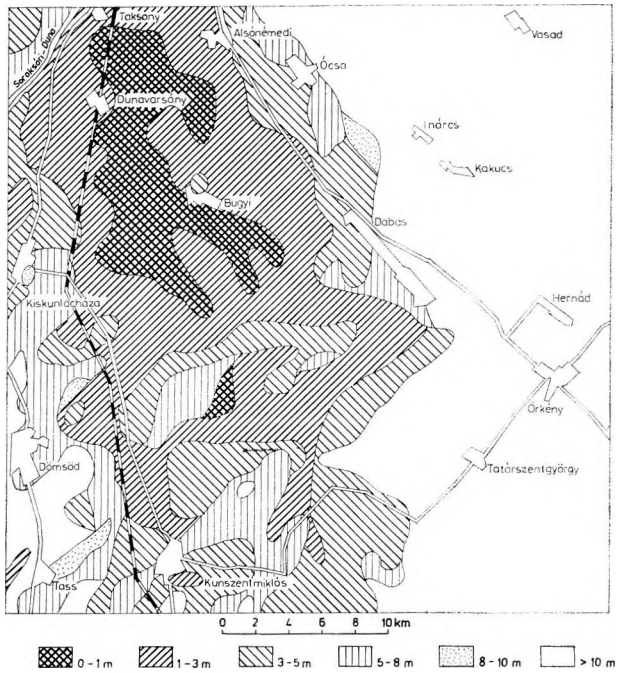
Fig. 223. Disorderly managed gravel pits near Vecsés



224. ábra. A Duna-völgyi kavics vastagsági térképe. Szerkesztette: ERDÉLYI M. 1955

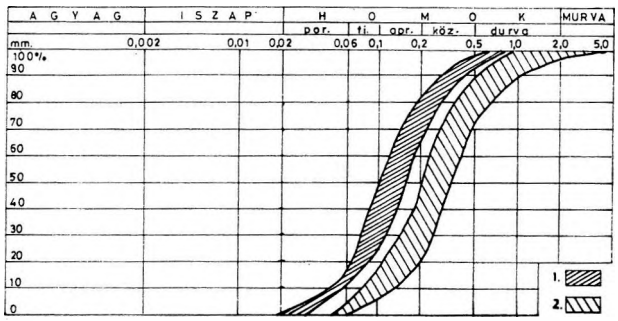
1. 0—10 m, *2.* 10—20 m, *3.* 20—30 m, *4.* 30—40 m, *5.* 40—50 m, *6.* a Duna-völgy morfológiai határa

Fig. 224. The thickness of the gravel in the Danube valley. Plotted by M. ERDÉLYI 1955



225. ábra. A kavics jelentkezési mélysége a felszín alatt Dabas környékén. Szerkesztette: KUTI L. 1972

Fig. 225. The depth of the gravel below the surface in the neighbourhood of Dabas. Plotted by L. KUTI 1972



226. ábra. Holocén és pleisztocén futóhomokok szemcseösszetétele

1. Duna-völgyi pleisztocén futóhomokok leggyakoribb szemcseösszetétele, *2.* Duna-völgyi holocén futóhomokok leggyakoribb szemcseösszetétele

Fig. 226. Granulometry of Holocene *(2)* and Pleistocene *(1)* blown sands in the Danube valley

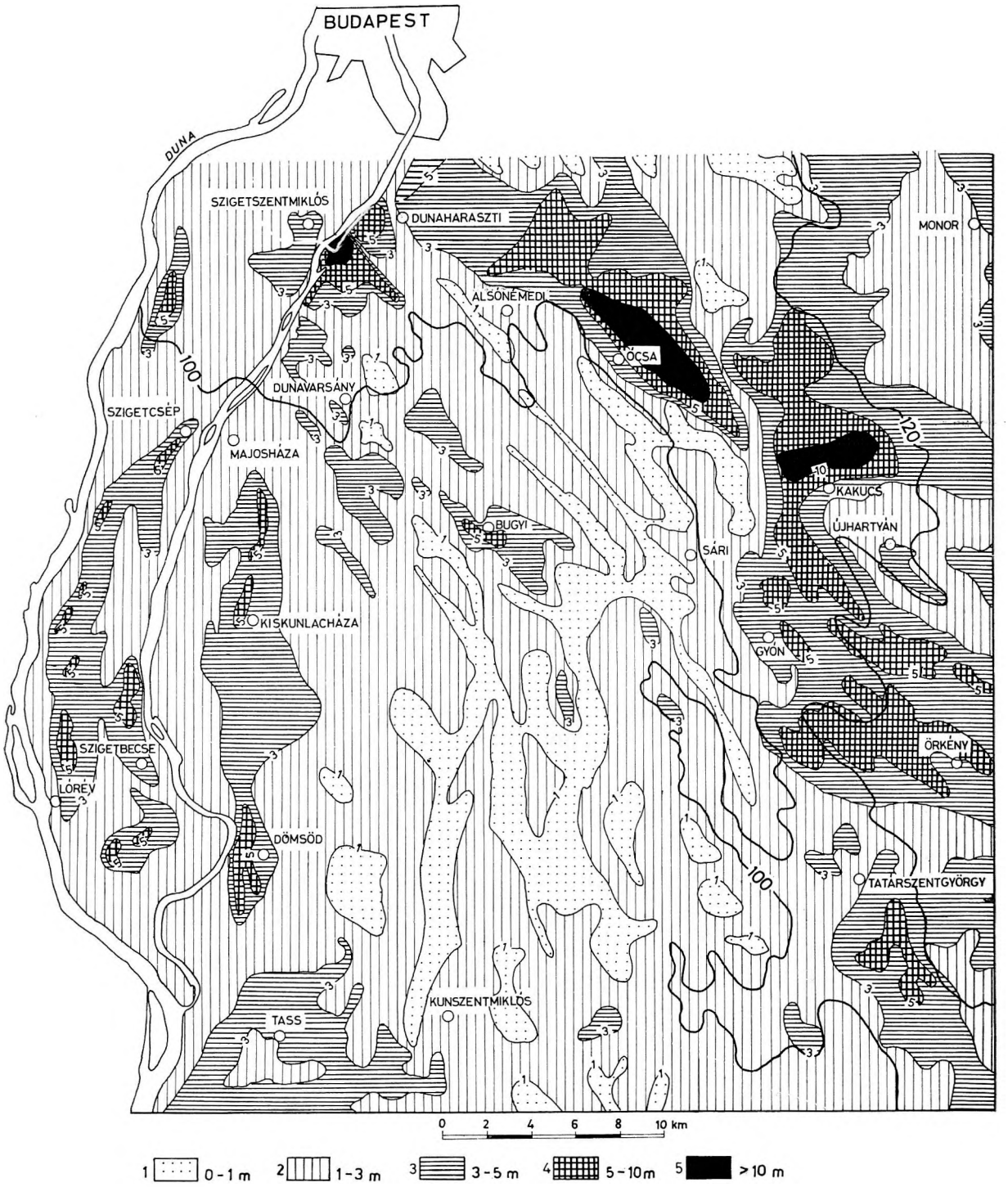
liszt-féleség döntő tényező a Duna-völgy talajainak mezőgazdasági termőképességében. Ezek hordozzák a jól termő mezőségi talajokat. Megtalálhatók a Csepel-szigeten is, rendszerint vékony futóhomok borítás alatt.

j) Mésziszap, tavi kréta, réti mészkő. Az újholocén térszínek mélyedéseiben, vápáiban keletkező evaporit. Néhány centimétertől egy-két deciméterig változik a vastagsága. Helyenként igen finom lisztszerű anyag, puha kréta, máshol göbökben megjelenő mészkonkréció. Főleg a hátság lábainál jelentkezik, nagyobb elterjedésben Kunszentmiklós, Fülöpszállás, Kiskőrös vidékén.

k) Tőzeg. Mocsarak, lápok eltemetett képződménye. Főleg a hátság pereme előtt található a régi medrek kavicsa felett. Vastagsága 1—2 m. Feküjében rendszerint mésziszapot találunk. Ócsa, Izsák, Kiskőrös és Császártöltés környékén bányásszák.

kezdve süllyed a víznívó és legmélyebb helyzetét szeptember—októberben éri el. Valamelyes időbeli eltolódás mutatkozhatik évente, de ez ritkaság. A Duna közvetlen közelében levő kutak vízjátékát a Duna is szabályozhatja. Ezeknél a Duna áradásaival kapcsolatban magas vízállás keletkezhetik a nyári — egyébként mély vízállású — félévben is.

A hosszú idejű talajvízjárás-figyelés a Duna-völgyben éppúgy, mint az Alföld más részein — ott ahol a kutak nem a Duna közvetlen hatása alatt állnak — azonos periódusú hullámzást mutat és ez a periódus az utolsó 45 éves figyelés szerint kb. 28—30 éves hosszúságú. A talajvízszint sokévi maximu-

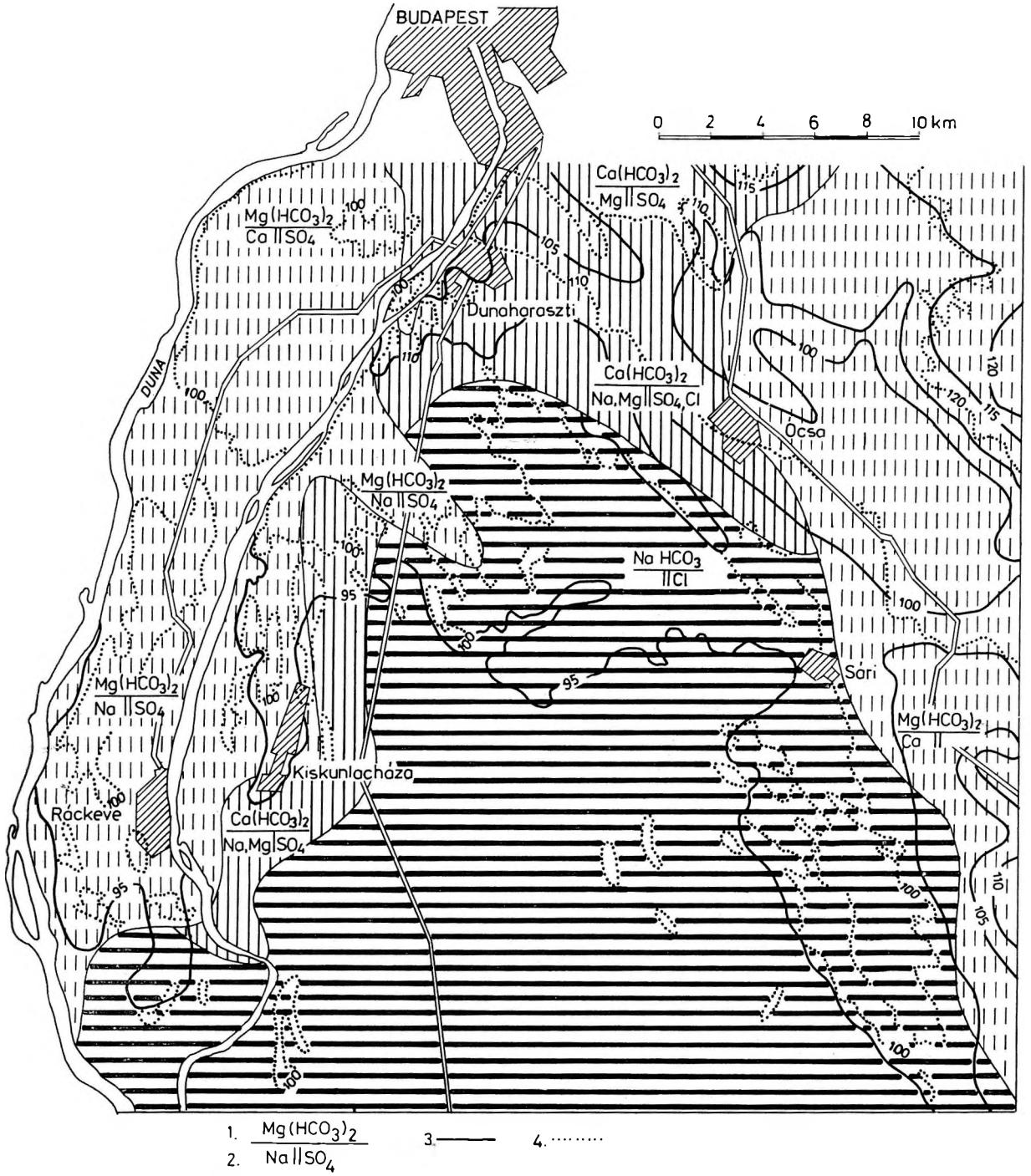


232. ábra. A talajvíztükör átlagos mélysége a felszín alatt

Fig. 232. Average depth of the ground-water below the surface

mai az 1941—42 és 1971—73-as években jelentkeztek. A két nagy hullám között 1956—1958-ig is volt egy enyhébb emelkedés. Emiatt az utolsó évtized észleléséig a 14—15 éves legkisebb periódust tartottuk jellemzőnek, vagyis a jelenleg ismertnek a felét.

A kavicsrétegben, durva homokrétegben álló és mozgó talajvíz általában jó minőségű, kevés oldott sót tartalmaz, de ha a felszín közelében áll, könnyen szennyezhető. Ahol a talajvíztükör ingadozása során finomszemű rétegeket jár át, azokból többféle sót oldhat ki és a felszín közelében bepárló-



233. ábra. A talajvíz vegyi jellege Budapesttől D-re a Duna-völgyben

1. Az uralkodó só vegyjele, *2.* a többi jelentős kation, ill. anion, *3.* a talajvíztükör átlagos magassága a tengerszint felett, *4.* a domborzat vonala

Fig. 233. Chemical components of the ground-water southward from Budapest in the Danube valley

1. The chemical symbol of the dominant salt, *2.* other cations and anions, *3.* the average height of the ground-water level above the sea level, *4.* orographic contours

Talajvízminták kémiai elemzése
Chemical analyses of the ground water samples

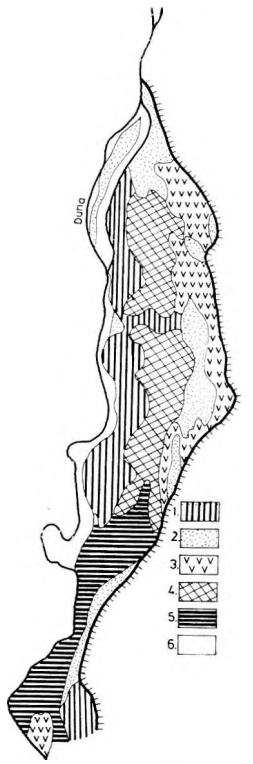
Mintavétel helye	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Fe^{++}	NH_4^+	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	NO_3^-	Összes oldott só
	mg/l										
Vecsés, Vöröshadsereg útja	6	1	88	29	0,0	0,0	11	244	100	48	531
Gyömrő, Sárkány út	16	3	73	34	0,0	0,0	7	348	24	39	543
Dunaharaszti	9	4	81	37	0,0	0,0	8	238	137	35	551
Gyál	21	1	129	23	0,0	0,0	30	195	194	61	661
Szigetszentmiklós	49		58	65	0,0	0,2	29	305	163	74	759
Pécel, Isaszegi út	33	8	99	51	0,0	0,2	27	366	80	139	803
Ecser, Rákóczi u.	80	4	40	68	0,0	0,2	17	460	116	29	814
Mende, téglagyár	125	6	18	51	0,0	0,0	7	567	33	20	833
Dunaharaszti	46		139	83	ny	0,2	79	384	216	171	1123
Üllő	36		212	60	0,0	ny	110	281	239	238	1239
Vecsés	114	4	190	71	0,0	0,4	118	427	261	299	1484
Gyömrő	146		169	74	ny	0,3	88	366	226	479	1555
Felsőpakony	239		115	126	ny	0,0	171	543	215	513	1934
	A Duna-völgy É-i része										
Áporka, Vági tanya	28	—	72	42	—	ny	6	409	65	—	464
Dunanagyvarsány	6	—	80	31	0,1	ny	13	222	82	65	509
Taksony	18	—	111	59	ny	0,2	32	360	170	171	870
Kiskunlacháza	94	—	91	77	—	ny	67	586	151	52	1065
Délegyháza	54	14	105	90	—	—	—	59	340	308	1090
Kunpeszér	40	140	91	73	—	ny	52	594	134	433	1310
Dunavarsány	39	—	163	91	—	ny	73	348	332	27	1405
Dömsöd	190	73	68	74	—	—	91	741	160	479	1682
Bugyi	60	210	127	88	—	—	106	444	280	103	1784
Bankháza—Kunszentmiklós	428	—	54	46	0,1	0,3	80	1016	243	68	1943
Majosháza	160	150	164	161	—	—	243	553	430	415	2278
Kunszentmiklós	1081	—	89	92	—	0,3	576	1498	507	480	3684
Tass	840	—	143	88	—	—	558	805	372	882	3712
Kunszentmiklós	960	—	206	164	—	—	778	1251	667	570	4644
	A Duna-völgy D-i része										
Solt	9	—	34	21	—	2,6	15	199	14	ny	108
Dunavecse	83	—	79	54	—	ny	67	513	78	8	548
Szabadszállás	28	3	66	52	—	—	20	393	74	116	774
Szabadszállás	69	18	110	57	—	—	68	475	176	195	1029
Fülöpszállás	86	3	89	69	—	—	50	621	79	—	1078
Szalkszentmárton	145	—	139	74	ny	ny	158	614	195	44	1504
Harta	270	6	63	68	—	—	155	961	60	60	1775
Kunadacs	280	58	49	81	—	0,5	98	1047	137	—	1923
Solt—Tételalja	580	5	60	153	—	0,2	573	804	564	210	3223
Akasztó	1150	13	24	56	0,2	0,4	554	2508	16	—	4328
Dunatetétlen	1680	8	57	68	ny	0,3	1429	2364	87	—	5704

dás következtében igen nagy sótartalomra tehet szert. Ilyen helyeken az uralkodó sók a nátriumsók (nátrium-hidrogén-karbonát, nátrium-szulfát). Durvább üledékekben a talajvíz kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos. Itt a bepárlódás folytán mészkonkréciók, esetleg tavi kréta, mésziszap válik ki. Budapest alatt elég nagy területeken érvényesül a főváros talajvízszennyezése. Erre mutat a magas nitrát- és ammóniumtartalom az egyéb szennyező anyagok mellett.

Dunaharasztitól délre széles övben a szikes talajvíz zónája alakult ki. A szikes vizek gondot okoznak, ha a talajvizet öntözésre kívánjuk felhasználni. A Duna-síkság északi részén a felszínközeli kavicsokban bőségesen van víz, így ebből olcsón lehetne kis kutakkal öntözőfürtöket vízzel ellátni. A szikes víz azonban öntözésre nem való. A mélyebb — legtöbbször már pannóniai — rétegek pedig nem bővelkednek vízben. Más a helyzet a Duna-síkság déli felén. Itt a holocén rétegsor jóval vastagabb, a kavicságyak mélyebben helyezkednek el. A talajvíz itt is jelentős területeken szikes, de a mélyebb rétegek (20—30 m) vizében a nátrium nem mindig uralkodó. Így pl. Kiskőrös táján 15—20 m mélységű kutakkal bőséges és minőségileg nem kifogásolható vizet lehet nyerni öntözés céljára. Jelentős kezdeményező kísérletek történtek erre az 1960-as években.

Ha Ny—K irányú metszetben vizsgáljuk a talajvíz minőségét, a Duna-völgy közepén a partmenti dombokon 1000—1500 mg/l sóoldatot tartalmazó talajvizet találunk kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos, vagy nátrium-hidrogén-karbonátos jelleggel. A hátság pereme előtt nagyon kis sótartalmú vizek vannak, rendszerint literenként 1 g alatti sótartalommal. Viszont a síkság közepén a szikes zónában a sótartalom megnő 2—3 g/l-re és a vízben úgyszólván kizárólag nátrium-hidrogénkarbonát ionok vannak oldva. Feltűnő azonban, hogy itt a Duna-völgy közepe táján elég gyakori a klorid előfordulás a talajvízben, gyakran jelentős mennyiségben. A klorid valószínűleg a mélyebb rétegekből származik. Itt néhány száz méter mélységben már konyhasós vizet tartalmazó alsó-pannóniai rétegek vannak, ezekből migrál felfelé a nátrium-kloridos víz. Az a nagy sótartalom, amelyet főleg a szikes területek környékén találunk a talajvízben, rendszerint csak a felszín közelében mutatkozik. Amint mélyebbre fúrunk, 50—100 m mélységre, néhol pedig már 20—30 m-re is, az oldott só mennyisége csökken és sokoldalúan hasznosítható jó vizet kapunk. Egyedül a vasasság teszi ivóvízként nehezen használhatóvá helyenként a kavicsrétegek vizét.

A talajvíz rossz minősége miatt fordul a Duna-völgyben is a lakosság a mélyebb rétegek vizéhez. A 20—50 m-es kutak a holocén és felső-pleisztocén rétegeket csapolják meg, a 150—200 m mélységűek a felső-pannóniai rétegeket. Felszökő vizet egyes kivételes helyeken már 150—200 m mélységből lehet kapni, általában azonban 200—300 m-nél mélyebbre kell fúrni. A pár száz m mélységű vízadók vizének hőmérséklete az alföldi átlaghoz áll közel, ami azt jelenti, hogy 200 m mélységből kb. 20 °C hőmérsékletű víz várható. A hőmérsékleti viszonyok azonban ugyanolyan változatos értékeket mutatnak tájanként, mint a nyomásviszonyok.



234. ábra. Talajtípusok a Duna-völgyben
(Stefanovits P. és Szűcs L. térképe alapján)
1. Mezőségi vályogtalajok, *2.* homoktalajok, *3.* réti talajok, *4.* szikesek, *5.* agyagtalaj, *6.* friss öntéstalaj

Fig. 234. Type of the soils in the Danube valley (by P. Stefanovits and L. Szűcs)
1. Chernozem loam soils, *2.* sand soils, *3.* meadow soils, *4.* alkaline soil, *5.* clay soils, *6.* fresh flood soils

Ásványi nyersanyagok

Ásványi nyersanyag tekintetében a Duna-völgy kavics- és homokbányáinak van jelentősége a mélységi víz mellett. A legnagyobb kavicsbányák Délegyháza és Bugyi környékén vannak. A szénhidrogén-kutatás a Duna síkján eddig nem tárt fel reményteljes területeket. Alföldről lévén szó, a legnagyobb ásványkincse a termőtalaj.

Három fő talajfeleség található a Duna síkján: *1.* mészgazdag, mezőségi vályogtalajok; *2.* savanyú réti talajok és *3.* nátriumsós, szikes talajok. Negyedik csoportként a friss ártéri öntéstalajokat említhetjük, amelyeknek kőzetanyaga, szemcseösszetétele nagyon különböző lehet. Csak a Duna-síkság déli részén találunk nagy területeken egyöntetű agyagos ártereket.

A felszín domborzatának és geológiájának ismertetése nagy vonalakban a talajok kifejlődésére is magyarázatot ad. Mezőségi barna vályogtalajok az óholocén magasabb térszínében alakultak a löszszerű finom homokokon és lösziszapon. A réti talajok a vizenyős mélyedésekben alakultak ki a hátság peremén. Az újholocén mély térszíneken a Dunától és a hátságtól is távol felszínközeli talajvízállás mellett szikesedett el az öntésiszap. Osztályozhatjuk a talajokat a legkülönbözőbb ismérvek és

tulajdonságok szerint, de mindenképpen lényeges tulajdonságuk a termékenységük. Igaz, hogy ugyanazon talaj termékenysége más és más lehet aszerint, hogy milyen növényfeleségeket termelünk rajta, továbbá a különböző megmunkálás és talajerőpótlás szerint is. Mégis, hosszabb megfigyelési idő alatt kialakítható egy általános ítélet, amely együttesen és célirányosan fejezi ki a termelőerőben a kedvező vagy kedvezőtlen természeti viszonyokat.

A szántóterület aránya a Duna-völgyben a század elején 50—70%-os a lösziszapos, barna mezőségi talajú részeken; 20—40%-os a réti talajokon és a szikesek övezetében. A kataszteri tiszta jövedelem a mezőségi talajok zónájában 9—15 arany korona kataszteri holdanként, 3—6 korona a középső szikes és réti talajos övben.

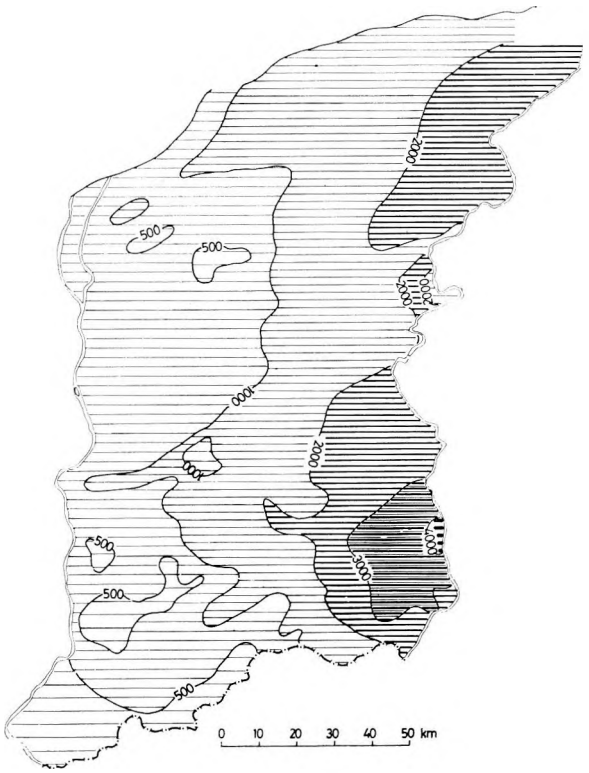
Ha a három szántóföldi fő termény vetésterületi arányát és termésátlagait visszük térképre, ezekből világosan látszik a Duna-parti öv termékenysége és a középső, valamint keleti peremöv kedvezőtlen teljesítőképessége. Az itt jelentkező határok nem esnek pontosan össze a természetes határokkal, hiszen a termelési statisztika járási egységeket közöl, a járáshatárok pedig nem követik a természetes táji határokat.

A Duna—Tisza közi homokhátság

Szerkezet, anyagok és formák

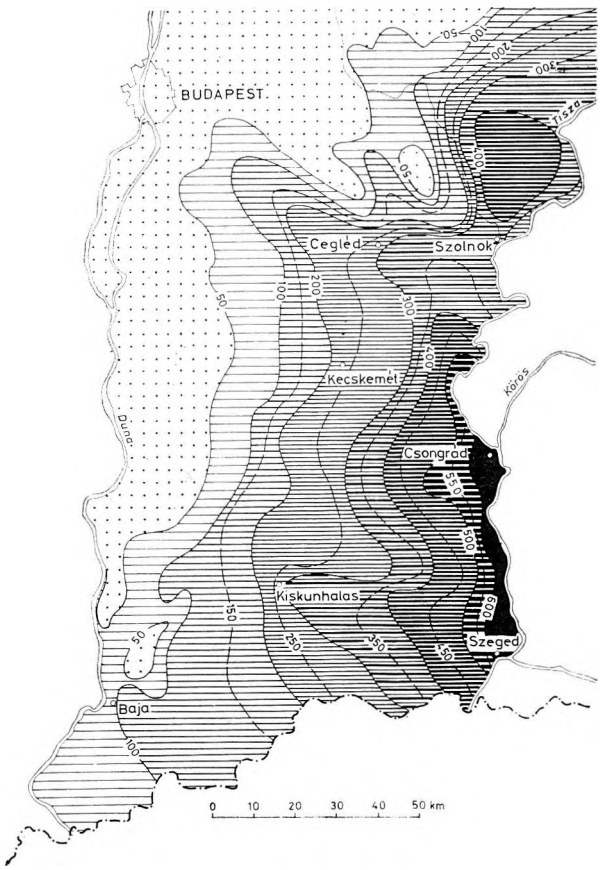
Ha nem nyúlna be az alföldi medence belsejébe, aligha sorolhatnánk az Alföldhöz ezt a homokbuckás, dimbes-dombos, a sík térszínből 30—40 m magasra kiemelkedő vidéket. De hozzátartozik a nagy süllyedékhez, bár ebben a mozgásban a terület nyugati része nagyon mérsékelten vett részt.

A hátságnak két jól megkülönböztethető része van, az északi és a déli. Elkülönülnek egymástól



235. ábra. A pannóniai képződmények vastagsága a Duna—Tisza közén. Szerkesztette: Csiky G.—Erdélyi Á.—Jámbor Á.—Kárpátiné Radó D.—Kőrössy L. 1979

Fig. 235. Thickness of the Pannonian layers between the Danube and Tisza region. Plotted by: G. Csiky, Á. Erdélyi, Á. Jámbor, D. Kárpáti-Radó, L. Kőrössy



236. ábra. A negyedidőszaki rétegek vastagsága a Duna—Tisza közén

Fig. 236. Thickness of the Quaternary layers between the Danube and Tisza region

domborzatilag, szerkezetileg és képződményeik rangsora szerint is. Köztük a határvonal Szabadszállás—Kiskunfelegyháza között húzódik. A medencealjzat szerkezete és mélysége jelentős különbséget teremt a hátság északi és déli része között. Az északi rész alatt 1000—2000 m mélységben találjuk a mezozóos aljzatot, felette kis részben eocén, nagyobb vastagságban oligocén rétegek fejlődtek ki, azokon vékony miocén, vastagabb pannóniai és vékony kvarter kavics—homok takaró van. A hátság középső részén a mezozoikum kiemelkedik. 600 m-re megközelíti a mai felszínt. Kréta rétegekből áll, szemben az északi rész középső-triász aljzatával. A kréta rétegekre vékony miocén kavics s arra pannóniai rétegek, majd 100—200 m vastag kvarter kavics, homok települ. A triász és kréta rétegsorok között Örkény—Táborfalva táján miocén tufák törtek fel s ezek képezik a pannóniai rétegek feküjét. Az a vulkanizmus, amely létrehozta az Alföld-perem hegységeit, a Mátrát, Zempléni-hegységet és Kárpátalja vulkáni koszorúját, a mai Alföld mélyében is működött.

A hátság déli része alatt az alaphegység nyugaton 500—1000, DK-en 3000—4000 m mélyre süllyedt és egyrészt kristályos palákból, másrészt középső-triász rétegekből áll. E rétegeket vékony miocén törmelék takaró fedi, s arra települ a pannóniai rétegsor, amelynek vastagsága a hátság DK-i részén 3000—4000 m-t is elér. E pannóniai rétegek közepe tárolja a dél-alföldi gázokat és kőolajat. Még nagyobb e rétegösszlet jelentősége a felszín alatti termálvíz készletek tekintetében.

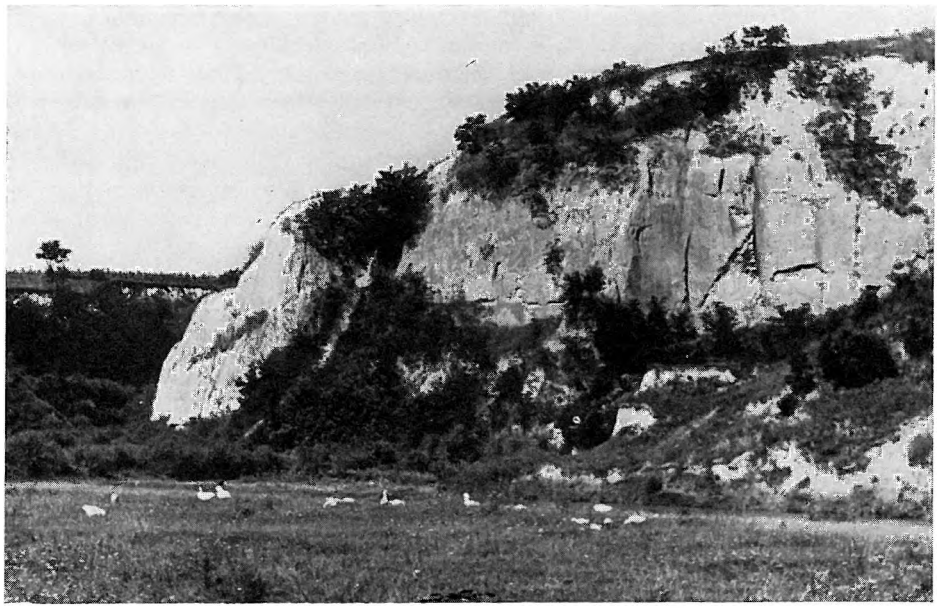
A hátság északi része a pannóniai tófenék hatalmas lejtője. Pest alatt még felszínen vannak a pannóniai rétegek, Ócsánál 30—50 m mélységben, s ugyanilyen mélyen vannak jóval délebbre, de a Duna síkja alatt Kunadacsnál. Kecskemét táján már 200—250 m körüli mélységben találjuk a pannóniai rétegek tetejét, Kiskunfélegyházánál és Csongrádnál pedig 500 m-nél mélyebben. A negyedidőszaki süllyedés eredményeként a Duna völgyétől keletre és Budapesttől délre egy kétirányú lejtő jött létre. É-ról D-re 100 km-en 600 m-t esik a pannóniai térszín; Ny-ról K-re 50 km-en 230 m-t. Albertirsa—Lajosmizse—Kecskemét vonaláig a süllyedés mérsékelt, innen keletre meredeken lejt a pannóniai felszín és hirtelen növekszik a negyedidőszaki üledékek vastagsága. A Ceglédbercel melletti feltárásokban a felső-pannóniai mocsári rétegek jól tanulmányozhatók. A pannóniai üledékek felett folyóvízi kavics található, de csak ÉNy—DK-i irányú széles folyosókban. Ezek között a domborúbb aljzati részeken folyóvízi homok, iszap, agyag jelentkezik a rétegsorokban.

Az Ős-Duna nagy hordalékkúpja ez a terület. A folyó a pleisztocén elején több ágban a pesti öböl felől Kecskemét—Csongrád—Szeged irányába tartott, néhány ága viszont keletre, Cegléd felé, több más délre vette útját (Kiskunhalas, Jánoshalma felé). A pleisztocén 1,5—2 millió éve alatt a folyó ágai Ny-ra vándoroltak, illetve megerősödtek a nyugati ágak. Az Ős-Duna kavicsait ezért különböző mélységben és nem az egész területet elborítóan találjuk meg ezen a területen. Az artézi kút fúrásokból olyan jelek is kiolvashatók, amelyek szerint a pleisztocén első felében és közepe táján a mai Dunántúlról is jelentős folyók léptek a süllyedő Alföldre és részt vettek a térszín feltöltésében. A pleisztocén utolsó harmadában a Duna átvágott a mai Duna-síkság területére, a hátság pedig viszony-



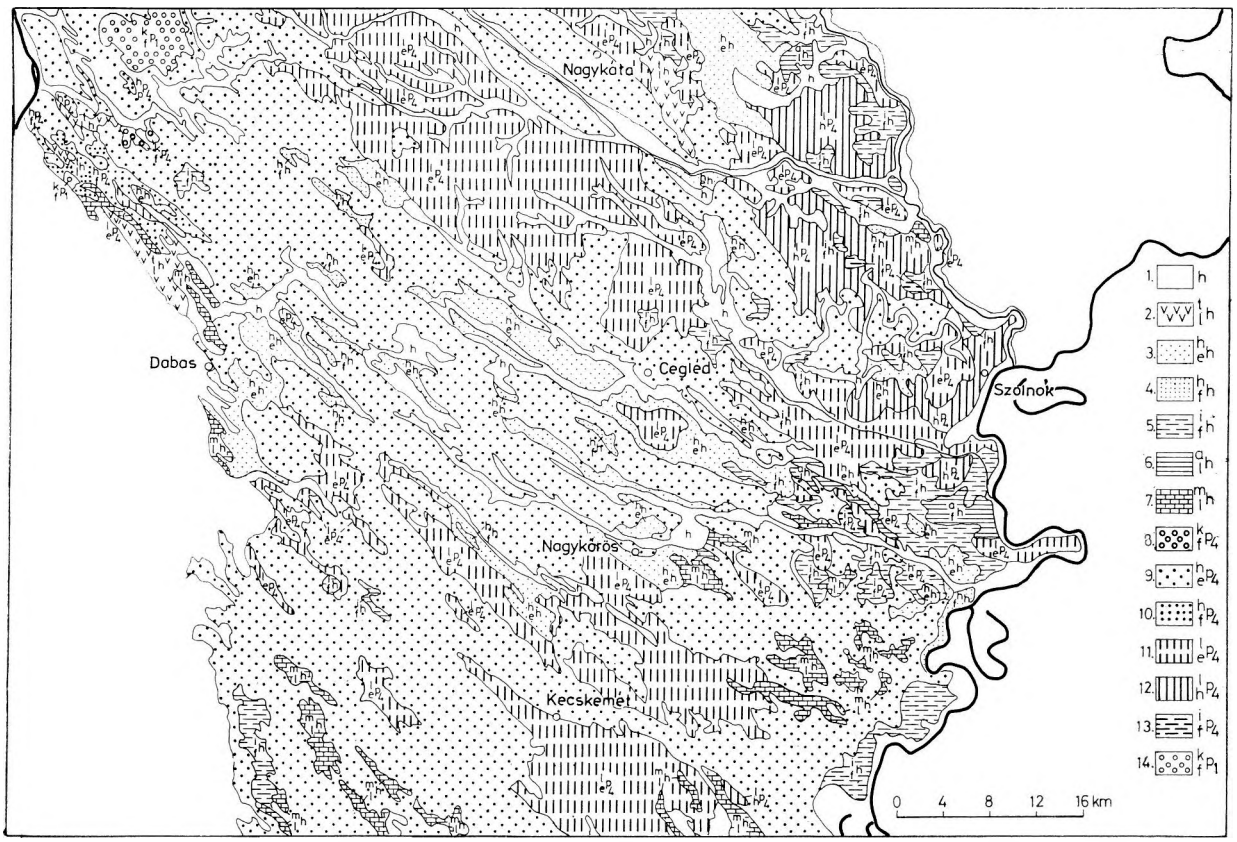
237. ábra. Felszínre jutó felső-pannóniai rétegek mocsári szintekkel (Ceglédbercel)

Fig. 237. Pannonian strata emerging to the surface, with marshy fossil soils. Ceglédbercel



238. ábra. Löszrétegek a Pesti-öböl partján (Pécel)

Fig. 238. Loess exposure on the border of the "Pest-bay". Pécel



239. ábra. Felszíni földtani képződmények a Duna—Tisza közi hátság É-i részén

1. Holocén általában, *2.* tőzeg, *3.* futóhomok, *4.* folyóvízi homok, *5.* lösziszap, *6.* ártéri és mocsári iszap, agyag, *7.* mészíszap. Pleisztocén: *8.* folyóvízi kavics és kavicsos homok, *9.* futóhomok, *10.* folyóvízi homok, *11.* lösz, homokos lösz, *12.* ártéri, infúziós lösz, *13.* ártéri iszap, agyag, *14.* folyóvízi kavics, homok

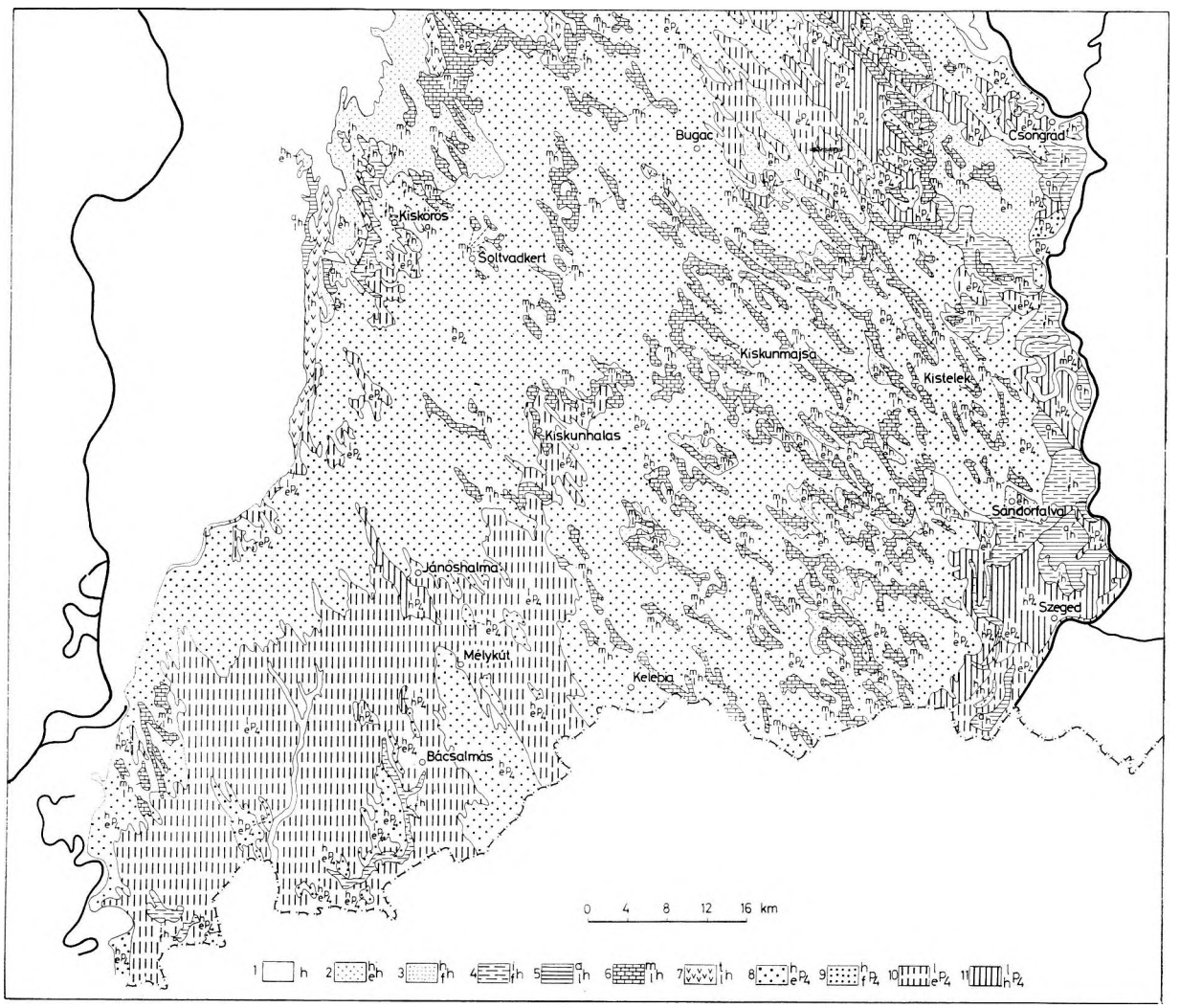
Fig. 239. Superficial geological formations in the northern part of the Danube and Tisza hilly region

1. Holocene in general, *2.* peat, *3.* wind-blown sand, *4.* fluvial sand, *5.* loess mud, *6.* inundation and swamp silt and clay, *7.* lime mud. Pleistocene: *8.* fluvial gravel and gravelly sand, *9.* wind-blown sand, *10.* fluvial sand, *11.* sandy loess, loess, *12.* inundation "infusion" loess, *13.* inundation silt and clay, *14.* fluvial gravel and sand

lag megemelkedett, így a folyóvizek letakarodtak róla. Az utolsó fél millió év alatt csak csapadékvíz csurgások és a szelek alakították ki a felszínt, futóhomokká dolgozva át a folyóvízi homokokat és löszrétegeket rakva a buckasorok árnyékába. A futóhomok képződés tovább folyt a Duna árterére folyamatosan kihordott parti dűne homokokból. A hátság északi felén az eolikus képződmények: a futóhomok és a lösz 20—30 m vastagságot is elérnek.

A hátság északi részén ma folyóvizek nincsenek. Nagyobb esőzések után vizes erek vezetik le a be nem szivárgott csapadékot. Ezekben az erekben többnyire csak időszakosan van víz. A lefolyásirány a terület nagyobb részéről a Tisza felé irányul, keskeny szegély adja le vízfeleslegét a Duna felé. A jelentősebb erek a Duna felé a Halas-patak, az Öv-csatorna menti vízfolyás és a Tatárszentgyörgyi-patak. A Tisza felé a Gerje, Perje, Körös-ér, Csukás-ér vezeti le a csapadékvizet.

A negyedidőszaki süllyedés a hátság északi részén tömbökre töredező és lépcsőzetes volt. A megsüllyedt blokkok egy-egy DNy—ÉK irányú karéjban zökkentek le. E lépcsők törésvonalában futnak ma a Duna felé az időszakos, szegényes vízfolyások. A hátsági homokbuckák között is megfigyelhetők ezek a lezökkenési zónák. A szabályos ÉNy—DK-i irányt követő egyenes homokdombsorok e keresztirányú zónák mentén összezavarodnak, s a felszín gödrök és dombok rendetlen hullámos térszínévé alakul át. A keresztbe futó lépcsőket az is elárulja, hogy a futóhomok dombsorok között e keresztzónák mentén löszpászták jelennek meg, mintegy a lépcsők szélárnyékában.



240. ábra. Felszíni földtani képződmények a Duna—Tisza közi hátság D-i részén

Holocén: *1.* holocén általában, *2.* futóhomok, *3.* folyóvízi homok, *4.* lösziszap, *5.* ártéri és mocsári iszap, agyag, *6.* mésziszap, *7.* tőzeg. Pleisztocén: *8.* futóhomok, *9.* folyóvízi homok, *10.* lösz, homokos lösz, *11.* infúziós lösz

Fig. 240. Superficial geological formation in the southern part of the Danube—Tisza hilly region

Holocene: *1.* holocene in general, *2.* blown sand, *3.* fluvial sand, *4.* loess mud, *5.* alluvial and marshy silt and clay, *6.* lime mud, *7.* peat. Pleistocene: *8.* blown sand, *9.* fluvial sand, *10.* loess sand and sandy loess, *11.* infusion loess

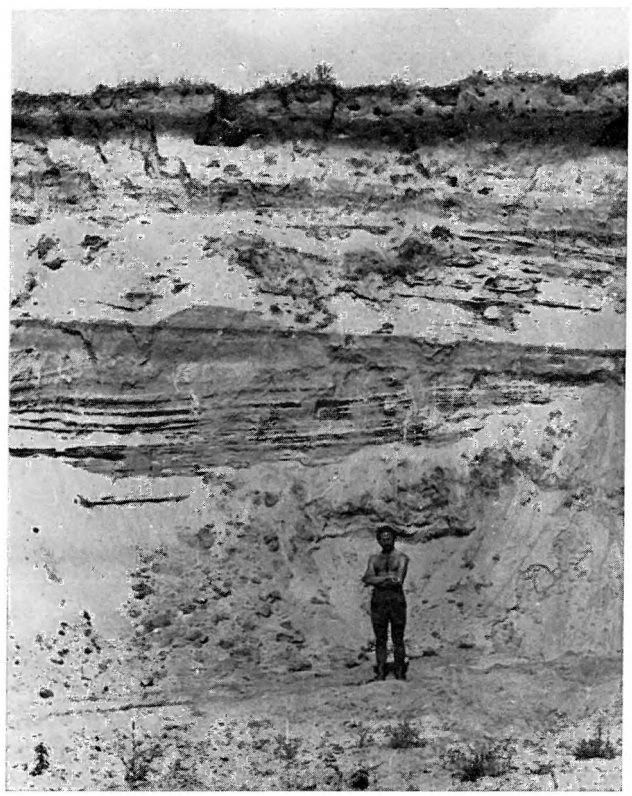
A hátság képződményei között uralkodó a futóhomok. Kora pleisztocén, anyaga, formái a pleisztocénben alakultak ki, de a holocénben felszíne tovább fodrozódott. Szemcsenagysága, szemcseösszetétele eléggé egységes az egész hátságon. Uralkodó szemnagysága a 0,1—0,2 mm átmérőjű kategóriába tartozik. Igen jól osztályozott. Az aprószemű frakció (0,1—0,2 mm ∅) súlyaránya gyakran eléri a 70—80%-ot. A részletesebb vizsgálatok ÉNy-ról DK felé valamelyes finomodást ki tudnak mutatni, de a futóhomokok szemcseösszetétele nagyban függ helyzeti különbségektől is, valamint bizonyos mélységen alul az eredeti folyóvízi homokkal való keveredéstől, így csak igen nagyszámú és gondosan válogatott mintákból lehet megbízható következtetést levonni.

A növényzet ezen a tájon lépésről lépésre változik. A még mozgó homokdombokat törpefenyő, szárazságtűrő cserje üli meg ritkásan. A félsivatagi látkép nagyon festői. A művelés alá vett homokdombokon főként szőlőt találunk. A szétszórt tanyákat és tanyabokrokat gyümölcsösök, kertek veszik körül. A szántók a löszterületekre költöztek, de futóhomokon is folyik gyenge kukorica- és rozstermelés. A vizenyős réteket takarmánynövényekkel hasznosítják, vagy legelőnek hagyják.

A valamikor gyér növényzetű futóhomok dombokat az ember nemcsak meghódította, de gazdaggá és széppé is tette. Az ültetett és gondozott erdők mellett az utas sokfelé érzi magát kedves, dús vegetációjú környezetben, kulturált, sokoldalúan művelt vidéken. A magában élő ember teremtő erejének eredménye egy-egy tanyán és tanya körül megragadja az utast. Az eredeti növénytakarót már csak természetvédelmi területeken őrzik. Kecskemét városa jó kifejezője e homokvidék kultúrájának.

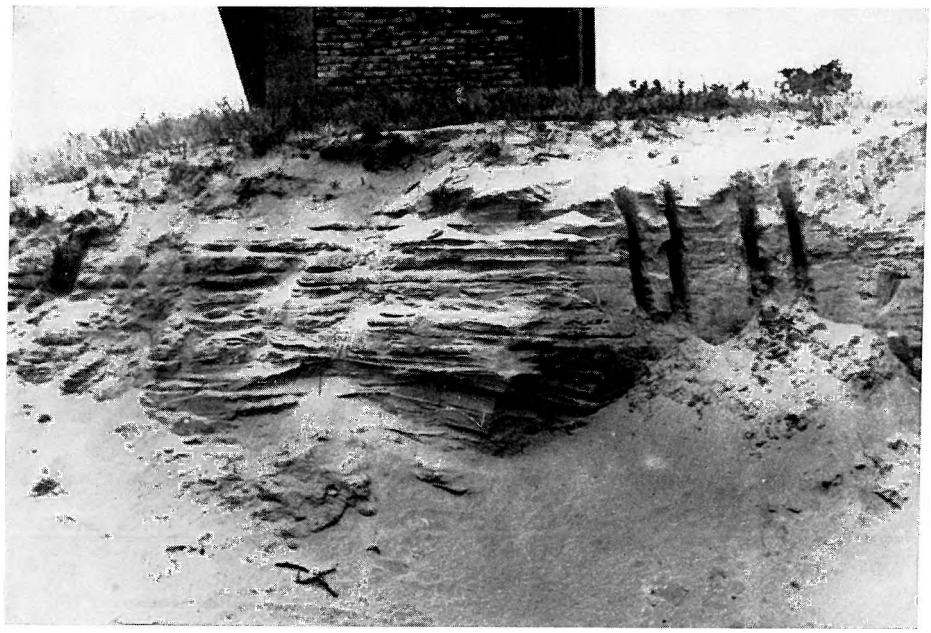
A hátság másik nagy elterjedésű képződménye a lösz. A hátság északi felén a lösz a futóhomok vonulatok közötti mélyedésekben jelenik meg, pásztásan követve a futóhomok dombok csapását. Másutt néhány méterrel a futóhomok alatt található, itt is 1—3 m vastag hosszanti vonulatokban. A hátsági lösz szemcseösszetétele gyakran közel áll a típusos löszéhez, több esetben azonban homokosabb annál. Ez érthető is, mert maguk a löszrétegek is függőleges irányban homokrétegekkel váltakoznak, horizontálisan pedig az érintkezési területeken keverednek a homokkal. Ennek következtében térképeztek az Alföldön sokfelé löszös homokot, homokos löszt.

A hátság déli felén a vajdasági határ mentén, Bácsalmás—Mélykút—Kiskunhalas táján a lösz már uralkodó képződmény a felszínen és a futóhomok jelenik meg csak pásztákban vagy felszín alatti rétegekben. A löszrétegek nemcsak nagy elterjedésűek ezen a területen, vastagságuk is megnő az északi területfélen található löszrétegekkel szemben. Csávoly—Jánoshalma táján a löszrétegek össz-

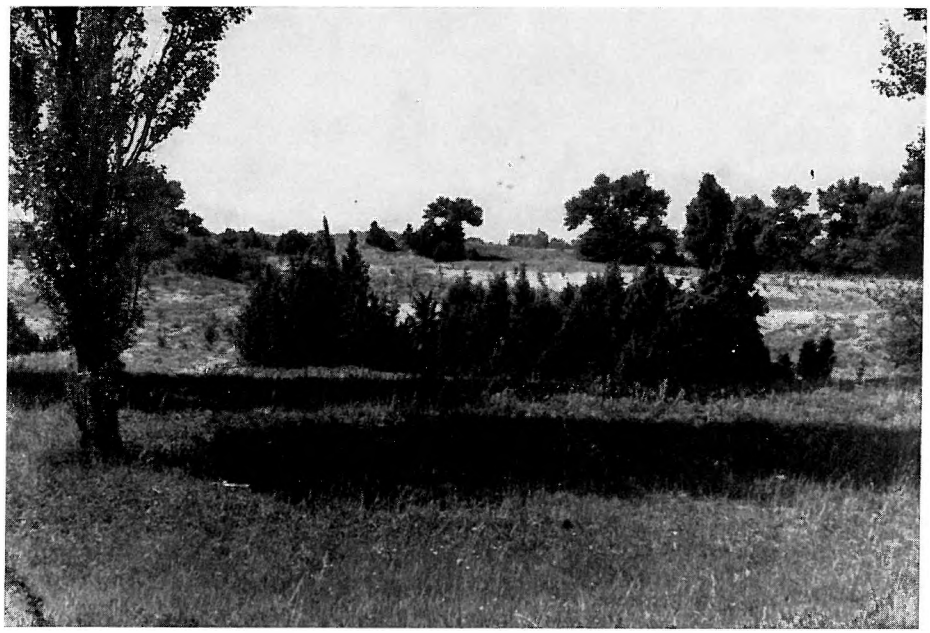


241. ábra. Folyóvízi homokrétegeken fosszilis talaj, azon futóhomok (Dunaharaszti)

Fig. 241. Fossil soil on stratified sand layers, on the top blown sand cover. Dunaharaszti



242. ábra. Rétegzett futóhomok (Tatárszentgyörgy)
Fig. 242. Horizontally stratified blown sand. Tatárszentgyörgy



243. ábra. Futóhomok táj (Kerekegyháza)
Fig. 243. Landscape of a region covered by blown sand. Kerekegyháza

vastagsága eléri a 30 m-t, tovább délen a telecskai dombokban a 40 m-t is. MIHÁLTZ ISTVÁN 1950-ben a Duna—Tisza közi harántszelvényben egymás alatt 3 jelentős löszreteget mutatott ki 30 m-es fúrásaiban (MIHÁLTZ 1953). Nehol meredek part néz itt a Tiszára, mint Lakitelek és Alpár táján, ahonnan a honfoglalók szemlélték a Tisza síkját, másutt enyhe hullámokkal símul a futóhomok a Tisza öntésföldjeibe. Ha Alpár magas löszpartján áll meg az utazó, a túloldalt majdnem ugyanúgy egy emelettel mélyebbnek látja, mint látta a Duna völgyet a dunaföldvári magas partról. A tengerszint felett 100 m magasan áll a hátság szélén és a túlsó part 80 m magasan fekszik. Abban is hasonlatos a helyzet, hogy a Tisza itt erőteljesen mossa jobb partját éppúgy, mint a Duna, le-leszel a hátság táblájából egy-egy darabot. Éppen itt Tiszaugnál és Alpárnál két nagy kanyarulattal jó 4—4 km-t szelt le a hátságból. VÁSÁRHELYI PÁL-ék a szabályozás során visszakényszerítették a Tiszát vala-

milyen régebbi eredeti helyére. Hogy mi volt itt az „eredeti" hely, nem könnyű megmondani (lehet, hogy az a meder, amelyen ma a Hármas-Körös vonul le Kunszentmárton és Csongrád között). Szolnok és Csongrád között a Tisza a nagykunsági táblába bevágott mederben folyik. Nincsen széles ártere, csak mélyre vágott medre. A jobb parton nincsen árvízgátja és a bal partot sem kísérik végig a gátak, csak egy-egy kisebb szakaszon. Így aztán itt gázlói sincsenek a Tiszának, amelyeken nyáron, feltűrt nadrágban át lehet lábalni a folyón. A Tiszának itt nincsen völgye, csak árka.

A felszínformák nagy vonalai a hátság déli felén eltérnek az északitól. Míg északon az ÉNy—DK-i irányú központi kiemelkedés átlósan majdnem szimmetrikusan osztja meg a területet, addig délen a hátság nyugati pereme hirtelen magasra emelkedik, s onnan kelet felé igen menedékes lejtő vezet a Tisza síkjára. Ezt a lejtőt is ÉNy—DK-i irányú vályúk tagolják, de közöttük nincsenek olyan jól kirajzolt határozott dombvonulatok, mint északon, hanem széles hátak. A déli hátságrész nyugati fele a bácskai lösztáblához tartozik, amelynek északnyugati kiszögelése (Baja—Jánoshalma—Bácsal-



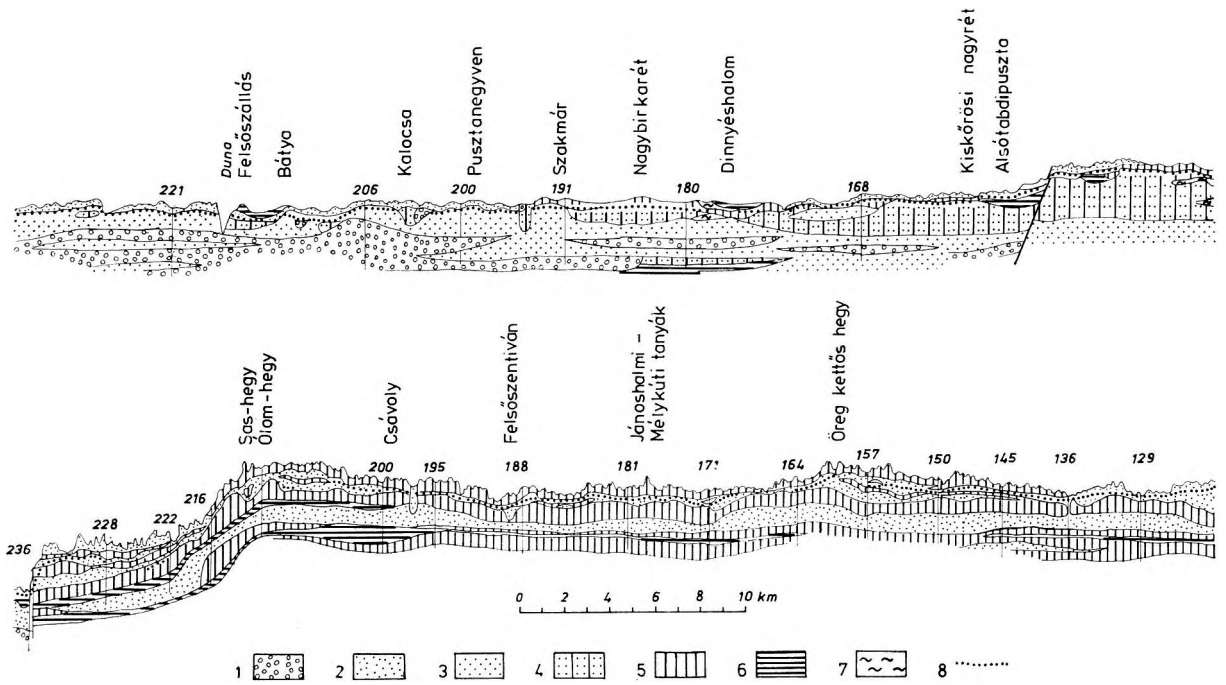
244. ábra. Futóhomokon vastag lösztakaró (Felsőszentiván)

Fig. 244. Thick loess resting on blown sand. Felsőszentiván



245. ábra. Pinceváros Hajós felett a löszdombon

Fig. 245. Town of wine cellars. Loess hill above the village Hajós



246. ábra. Földtani szelvény a Duna-völgyben és a hátságon. Szerkesztette: Sümeghy J. és Miháltz I.
1. Folyóvízi kavics, *2.* futóhomok, *3.* folyóvízi homok, *4.* iszapos, löszös homok, *5.* lösz, *6.* iszap, agyag, *7.* tőzeg, *8.* a talajvíz szintje

Fig. 246. Geological section across the Danube valley and the hilly region. Plotted by: J. Sümeghy and I. Miháltz
1. Fluvial gravel, *2.* blown sand, *3.* fluvial sand, *4.* silty sand, *5.* loess, *6.* silt and clay, *7.* peat, *8.* the level of the ground-water

más—Mélykút). A mai országhatáron túl a lösztábla mind szélesebbre terjed és Szabadka—Zenta vonalánál már átfogja az egész Duna—Tisza közét. A löszfelszín hazánk területére nyúló csücske ÉNy—DK-i irányú vonulatokra tagolt és tulajdonképpen folytatása a Dunántúl löszvidékének, amelyet a Duna választott el a holocénben a többi résztől.

A déli hátságrész keleti fele merő futóhomok vidék, amelyet mésziszapos keskeny mélyedések tagolnak. Míg a nyugati lösztáblán a talajvíz mélyen (6—12 m) áll a felszín alatt, a homokterületen mindenütt magasan, 1—2 m-re a felszíntől. Csapadékos őszön, vagy olvadásos tavaszon nagy területeken a felszínre lép a talajvíz és mint belvíz okoz néha komoly károkat.

A domborzat vonalában a hátság déli részén az északi térfélhez ellenkező DNy—ÉK-i dombvonulatokat is észlelhetünk. Ilyen a magaspart iránya Baja és Kiskőrös között (Érsekcsanád, Sükösd, Nemesnádudvar, Császártöltés, Kecel). Ilyen figyelhető meg Jánoshalma, Kiskunhalas, Kiskunmajsa között, ilyen indul Ásotthalom—Üllés irányában. Ezek a vonalak nagyjából az alaphegység morfológiáját követik a Mecsek hegység csapásának folytatásaként.

Kecskeméttől délre, az északnyugatról jövő homokdombok lealacsonyodnak és Orgovány—Kiskunfelegyháza táján a hátságot keresztirányban alacsony nyereg harántolja. A Duna—Tisza közi homokhátságnak ebben az öblében helyezkedik el Bugac pusztája szikes tavaival, erdőligeteivel, zsombékjaival, magas talajvízével és gyenge legelőivel. Ma részben Nemzeti Park. Tovább délre a homokdombok újra magasodnak és Bajával szemközt elérik a 180 m magasságot a tengerszint felett. A homokdombok formái itt megszelídülnek, szép egyenletes nagy hullámokba rendeződnek és a homokanyag átalakul finom porrá. E finom porréteg 20—30 m vastagságot is elérhet, de a legtöbb helyen futóhomok rétegek ékelődnek közbe. Megfordul a kép, északon a futóhomok rétegek közé települtek vékony löszrétegek, délen a hulló porrétegek közé keverednek keskeny homokrétegek. A felszín itt is magasan kiemelkedik a Duna és Tisza völgyéből, akár a homokhátságon. Nyugaton a lösztábla meredek peremmel néz a Duna-völgyre Császártöltés, Sükösd, Hajós magas partjain, és ugyanúgy délen a Ferenc-csatornára (ma Jugoszlávia). A Tisza völgye felé menedékes a térszín lejtése. A déli hátság nyugati peremén még sok a megzabolázatlan homok, kevés a település. Ágasegyháza mellett a Strázsa-hely környékén igazi homoksivatagot találunk ma is mozgó buckákkal, futóhomok garmadákkal. A keleti részén viszont igen sűrű tanyahálózat alakult ki kevés nagyobb községgel, de igen sűrű külterületi lakossággal. Az itteni tanyák talán eldugottabbak, mint a Kecskemét környékiek, a fő közlekedési utak elkerülték őket.



247. ábra. Keresztréteges futóhomok felett vékony lösztakaró
Fig. 247. Thin loess cover above cross-bedded blown sand



248. ábra. Átmosott, réteges lösz Lakiteleknél
Fig. 248. Redeposited stratified loess by Lakitelek

A homokos lösz és löszös homok mellett szerepel egyes alföldi földtani térképeken az „alföldi lösz" képződménynév és az infúziós lösz. Az „alföldi lösz" nevet SÜMEGHY J. (1941) adta azoknak a löszfajtáknak, amelyeknek szemcseösszetételében mind a finomabb, mind a durvább szemcsefrakció nagyobb súlyaránnyal szerepel, mint a típusos löszben. Az infúziós lösz szemcseösszetételeben egyrészt több iszap- és agyagfrakciót tartalmaz a típusos lösznél megszokottnál, másrészt rétegzett és

térfogatsúlya nagyobb a típusos löszénél. Vizes térszínre hullott szélhordta poranyagnak tartják. A két pleisztocén kőzetféleségen kívül holocén öntésiszapok, szikesedő iszapok, öntésagyagok, mésziszapok, réti mészkövek és tőzeg található még a hátságon.

Talajvízviszonyok

A Duna—Tisza közi hátság talajvízviszonyai részletes ismertetést érdemelnek. A talajvíztükör a kiemelt homokdombokon mindenütt 1—3 m-re a felszín közelében áll és elsimítva követi a domborzat vonalát. Csak a löszterületek alatt helyezkedik el mélyebben, 4—6 m körül. Mélyen van — természetesen — az Alföldre Ceglédig benyúló gödöllői dombokban és a Duna-völgy szűk torkában, Baja felett a hátság magas partján, Hajós—Császártöltés—Kiskőrös vonalában. Itt jelentős területen 10—20 m mélyen találunk csak vizet.

A talajvíz nem igazi vízzáró réteg fölött gyűlik meg a hátság homokvidékein, hanem iszapos finom homokrétegek, vagy löszös homokrétegek felett. Ez a talajvíz szegényes, a kutak cementgyűrűiben 1—2 m-es vízoszlop található. A kutak sűrűbb használat mellett hamar kimerülnek és száraz esztendőkben bizony a kutak ezreiből eltűnik a víz. Ilyen volt az 1951—52-es esztendő. Nagyon nedves esztendőkben megtörténik ennek a fordítottja is, az, hogy a kút színűltig telik meg vízzel, sőt olykor még ki is buggyan belőle a víz. (Ilyen volt az 1941—42-es esztendő.) Szárazság idején a kutak százait igyekeznek tovább mélyíteni, de gyakorta hiábavaló erőlködés ez, mert több vizet tartó réteg csak nagyobb mélységben van.

A hátságon található szikes tavak felszíni vizét a talajvíztől rendszerint vastag, ténylegesen vízzáró agyag- vagy iszapréteg választja el. Ezek alatt a talajvíz már nyomás alatt áll. Feltűnő, hogy a vizet jól vezető futóhomokokban a hátság magasabb dombjain a felszínközelben elhelyezkedő talajvíz nem szüremkedik le az alacsonyabb tájak felé. Oldalirányban nincs a víznek áramlása, vagy nagyon lassú szivárgás tartja meg a vizet a felszín közelében a homokdombok tetején is. Erőteljesebb oldalirányú szivárgást csak a hátság meredek nyugati peremén találunk, ahol néhány km távolságon a térszín a Duna síkja felé 10—15 m-t lejt; és jóval lassabbat keleten a Tisza völgye felé, amerre a térszín lejtése menedékesebb. A homok víztartókban az évi átlagos talajvízszint ingadozás nem nagy, 1—2 m-t ritkán halad meg. Nagyobb az ingadozás a domborzatilag kiemelt helyeken és ott, ahol a talajvíz löszben, vagy löszös homokban esetleg iszapban áll. Cegléd—Nagykőrös—Jászkarajenő között hatalmas területen 1—2 m-re a felszín alatt vizet találunk. Építkezéseknél itt mindenütt gondot okoz a közeli talajvíz. Sekély talajvíz öblözet van Kiskunfélegyháza és Csongrád között is. Itt gyakori a belvízfelfakadás. A hátság központi, legjobban kiemelkedett részén széles ÉNy—DK-i övezetben 4—5 m-es talajvíz-mélységet találunk. De az átlagos mélység itt is 3 m körüli, csak a dombtetőkön 6—7 m.

A hátság homokterületeit sűrűn behálózzák a kutak. A szőlő- és gyümölcsterületeken egymást érik az ásott kutak. Ezért lehet itt könnyen talajvíz-térképeket szerkeszteni. A tanyahálózat csökkentésével ez a lehetőség korlátozódott, de a kútsűrűség ma is nagy.

A talajvíz oldalirányú áramlása a hátságon általában lassú. Azért maradhat meg a felszín közelében a dombtetőkön is. Egyik oka ennek az, hogy a talajvíz nem mindig homokban, hanem iszapos homokban, homokos iszapban, löszben áll, ahol a rétegek áteresztőképessége kicsiny. A talajvíztükör a legkülönbözőbb képződményeken halad át és a homokrétegekből gyakran lép át a lejtő irányában iszapos-löszös rétegekbe, amelyek lefékezik a horizontális szivárgást. A hátság délkeleti lejtőin állandó gond van a feltörő talajvízzel. Ennek oka a víz térszíni esés szerinti szivárgása ÉNy-ról DK-re a domborzati viszonyoknak megfelelően. A talajvíztükör kb. 1 m-re van a felszín alatt, a vízvezető réteg talpát iszapos réteg alkotja, amely a lejtőkön többször kiékelődik. A futóhomok dombok csapásirányban vonulnak ÉNy-ról DK-re, a talajvíztükör azonban Ny-ról K-re az erősebb domborzati lejtést követve szivárog a Tisza-völgy felé. Völgymenetben a homokfelszín alatti iszap- vagy löszréteg a felszínre lép, s vele a talajvíz is. A belvíz tehát felülről önti el a területet.

A talajvíz kémiai jellege még alföldi viszonylatban is igen változatos. Literenként 0,2—6,7 g oldott anyag volt a területen begyűjtött talajvízmintákban. A kis sómennyiség a magas homokdombok vizében mutatkozik, de itt is a laposokban, vagy lakott helyek közelében már feldúsul az oldott anyag 2—3 g/l-re. Feltűnő az egész területen a nátrium-ion nagy aránya a talajvízben. A 100—300 mg/l nátrium-ion mennyiség elég gyakori és 500—1000 mg/l súly sem ritkaság. A szulfát és a klorid a nátrium után következő ion súlyarány szerint. Aránylag kicsi a kalcium- és a magnézium-ion tartalom a talajvízben, ott is, ahol ez a két kation az uralkodó. A hátság déli részén valamivel kedvezőbb a helyzet a talajvízkémia terén. Ritkább a nagyon sok oldott anyagot tartalmazó víz és egységesebb a kép a víztípusok terén. A nátrium aránya és elterjedése kisebb, mint az északi részen, de ez alól van néhány kivétel Kiskunhalas körül, ahol néhány kútban igen nagy nátrium-hidrogén-karbonát tartalmú vizet találtak. Egyébként a kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos víz a legelterjedtebb. A déli löszös területrészen a magnézium az uralkodó kation.

Talajvízminták kémiai elemzése
Chemical analyses of the ground-water samples

Mintavétel helye	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Fe^{++}	NH_4^+	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	NO_3^-	Összes oldott só
	mg/l										
A Duna—Tisza közi hátság északi része											
Újkengyel	8	3	47	16	0,2	—	3	187	41	7	313
Újhartyán	7	3	109	19	—	—	51	111	77	152	530
Sári	34	20	66	37	—	—	29	432	30	ny	652
Nyáregyháza	8	1	120	44	—	—	17	419	83	246	1111
Alsónémedi	48	180	87	61	—	—	73	480	200	240	1278
Vasad	103	16	181	138	—	0,4	114	690	425	102	1770
Lajosmizse	17	—	54	16	ny	ny	2	287	ny	—	270
Cegléd	59	—	70	30	0,1	2,6	54	375	22	12	618
Abony	227	—	4	14	0,1	1,1	2	672	ny	23	760
Csemő	20	15	172	31	ny	ny	53	336	228	26	882
Nagykőrös	29	—	78	89	0,1	ny	76	386	148	4	933
Albertirsa	21	1	68	122	—	0,1	28	604	160	—	1045
Kocsér—Köröstetétlen	90	60	145	54	—	0,1	70	445	318	65	1292
Törtel—Abony	178	10	25	106	—	—	37	862	116	205	1389
Dánszentmiklós	61	1	134	135	—	—	151	488	123	436	1719
Kecskemét	338	52	105	68	—	ny	265	812	256	324	2009
Tápiószőlős	310	10	81	124	—	0,3	120	1037	314	202	2073
Törtel	565	850	276	386	—	0,2	1100	757	1180	533	6662
A Duna—Tisza közi hátság középső része											
Izsák	32	—	62	21	ny	—	44	299	gy. ny	8	246
Kunbaracs	21	2	110	46	—	—	26	438	116	—	760
Kerekegyháza	106	21	162	73	—	—	74	570	196	120	1301
Kocsér	47	—	38	513	2	3	25	262	11	ny	322
Kiskunfélegyháza	63		61		—	—	11	33	—	—	467
Kecskemét	24	8	112	16	—	—	37	262	74	90	631
Kerekegyháza	25	—	72	54	—	—	32	430	62	—	674
Bugac	28	4	148	20	—	—	35	233	91	210	775
Méntelek	26	26	120	55	—	—	44	403	140	85	899
Kiskunfélegyháza	58	3	100	62	—	—	21	436	113	178	971
Lászlófalva	50	2	81	92	—	—	40	572	176	—	1024
Hetényegyháza	55	12	185	40	—	—	144	325	220	58	1045
Orgovány	42	16	156	55	—	0,2	66	380	131	184	1081
Kecskemét	96	6	194	86	—	—	64	487	511	70	1546
Gátér	362	210	126	112	—	0,2	229	993	390	—	2746
A Duna—Tisza közi hátság déli része											
Kunbajapuszta	19		62	20	—	0,3	2	330	—	6	282
Kelebia	19		77	12	—	1	3	342	—	5	290
Soltvadkert—Tázlár	17	2	66	21	0,1	1	2	343	14	—	465
Jánoshalma	43		73	34	—	—	25	281	35	1	482
Bácsalmás	40		118	—	—	—	11	446	—	—	546
Majsa	13	2	79	40	—	—	14	330	93	—	570
Kiskunhalas	19	2	103	29	—	—	32	289	115	30	624
Tompa	44	15	70	58	—	—	36	399	126	38	787
Kiskunmajsa	34	41	112	31	—	—	63	333	69	121	807
Vaskút	54		166		—	—	121	342	44	43	920
Üllés	79	12	61	89	—	—	79	527	138	16	1001
Bácsalmás	54	1	39	135	—	—	62	578	80	172	1130
Kecel	125	9	100	69	—	—	58	764	90	—	1215
Csengele	81	8	199	68	—	—	150	384	304	128	1328

25. táblázat — Table 25 (2)

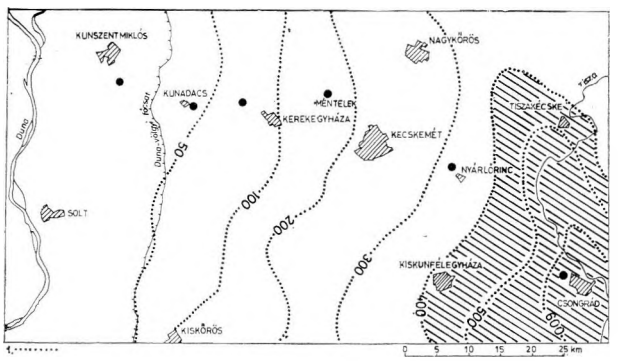
Mintavétel helye	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Fe^{++}	NH_4^+	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	NO_3^-	Összes oldott só
	mg/l										
A Duna—Tisza közi hátság déli része											
Pusztamérges	79	4	233	55	—	—	78	309	379	294	1436
Mórahalom	83	150	118	82	ny	—	130	674	158	113	1521
Jászszentlászló	120	130	202	75	—	—	181	236	486	332	1772
Kiskunmajsa	260	7	259	97	—	—	480	430	426	178	2137
Kiskunhalas	225	14	333	80	—	—	343	378	315	660	2351
Kiskunmajsa	600	48	61	24	—	1	195	1519	74	34	2573
Kiskunhalas	560	250	47	113	—	—	368	1030	361	450	3182
Jánoshalma	293		239	450	—	—	800	802	780	1180	4344

Mélységi vizek

Az adatok azt mutatják, hogy a hátságon a talajvíz sok helyen ivóvíznek nem felel meg. Jó vízért mélyebbre kell fúrni. Feltűnő a szikes vizek nagy száma és elterjedése. A hátság északi és déli részén több területfolton a szikes vizek a Dunavölgyi szikes területek sótöménységét is felülmúlják. A vízellátáshoz a hátságon is igénybe kell venni a mélységi vizeket. Mélységi víz tekintetében a hátság közepesen gazdagnak mondható. Az északi részen a Duna kavicsai és durva homokja 100—300 m-ben sokfelé megtalálható és innen elegendő mennyiségű és jó minőségű víz nyerhető. Hátrány, hogy a domborzati helyzet miatt a mélységi vizek nyugalmi szintje a felszín alatt elég mélyen van, felszökő víz tehát csak nagy mélységből (800—1000 m) nyerhető. A déli rész jóval szegényebb mélységi vízben, a vízadó rétegek kevés vizet adnak és a nyomásviszonyok itt is kedvezőtlenek. Csak a Tisza völgye táján javulnak a viszonyok.

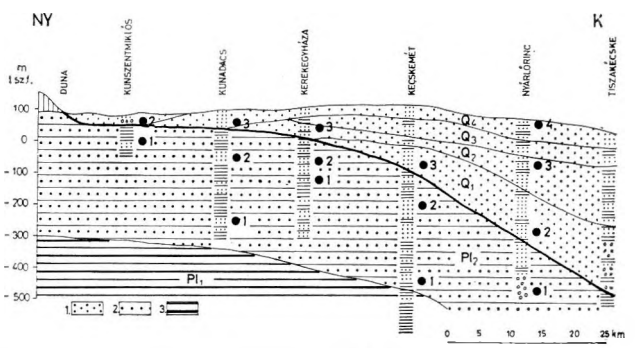
A Földtani Intézet alföldi földtani alapfúrásai és mélységi vízfigyelő kúthálózata keretében a Duna—Tisza közén egy Ny—K irányú szelvény mentén 5 alapfúrás mélyült és 14 vízfigyelő kút épült ki Kunszentmiklós, Kunadacs, Kerekegyháza, Kecskemét és Nyárlőrinc határában. A fúrások harántolták a negyedidőszaki rétegeket és feltárták a pannóniai rétegsor felső részét. A legnyugatibb fúrás a Duna síkján mélyült, a többi a hátságon. A negyedidőszaki rétegek vastagsága a Duna síkján 20—30 m, a hátság nyugati szélén 40—50 m, tetején 200—250 m, keleti szélén 300—350 m. Az alsó-pannóniai rétegek a hátság nyugati felén magasra emelkednek, 400—600 m mélységben már elérhetők, keleti szélén 1000 m mélység alá süllyednek.

A hátsági fúrások feltárták a negyedidőszaki rétegek kifejlődését és helyzetét az Alföld nyugati peremén és tájékoztattak a pannóniai felszín helyzetéről. A kunadacsi fúrás a homokhátság szélén a pannóniai agyagos rétegeket 40 m tsz. f. magasságban találta. Innen a pannóniai felszín enyhén lejt kelet



249. ábra. A Duna—Tisza közi MÁFI kutak helye
1. A negyedidőszaki rétegek vastagsága (m)

Fig. 249. Location of the check-wells of the Hungarian Geological Institute in the region between the Danube and Tisza
1. Thickness of the Quaternary sediments in m



250. ábra. A Duna—Tisza közi MÁFI kutak rétegtani helyzete
1. Negyedidőszaki rétegek, *2.* felső-pannóniai édesvízi rétegek, *3.* alsó-pannóniai sósvízi rétegek

Fig. 250. Stratigraphic site of the check-wells of the Hungarian Geological Institute in the Danube—Tisza region
1. Quaternary, *2.* Upper Pannonian layers with freshwater, *3.* Lower Pannonian strata with salt water

felé; 20 km távolban, Kecskemét—Ménteleknél 60 m-re van a tengerszint alatt. E kiemelt helyeken a pannóniai mindig agyagos rétegekkel jelentkezik, míg a mély negyedidőszaki süllyedékek területén homokkal, kaviccsal. Kecskemét és Nyárlőrinc között meredekre fordul a pannóniai alap süllyedése, 25 km távolságon 60 m-ről 620 m-re, vagyis az addig kilométerenként 5 m-es esés 22 méterre nő. Itt Nyárlőrincen a pannóniai agyagrétegek és a negyedidőszaki homok- és löszrétegek közé tetemes vastagságú kavicsos homokréteg települ. Ez a sorozat egyidősnek látszik a tiszántúli tarka agyagokkal, ezért a fúrások feldolgozói a levantei emeletbe tették (Pl_3).

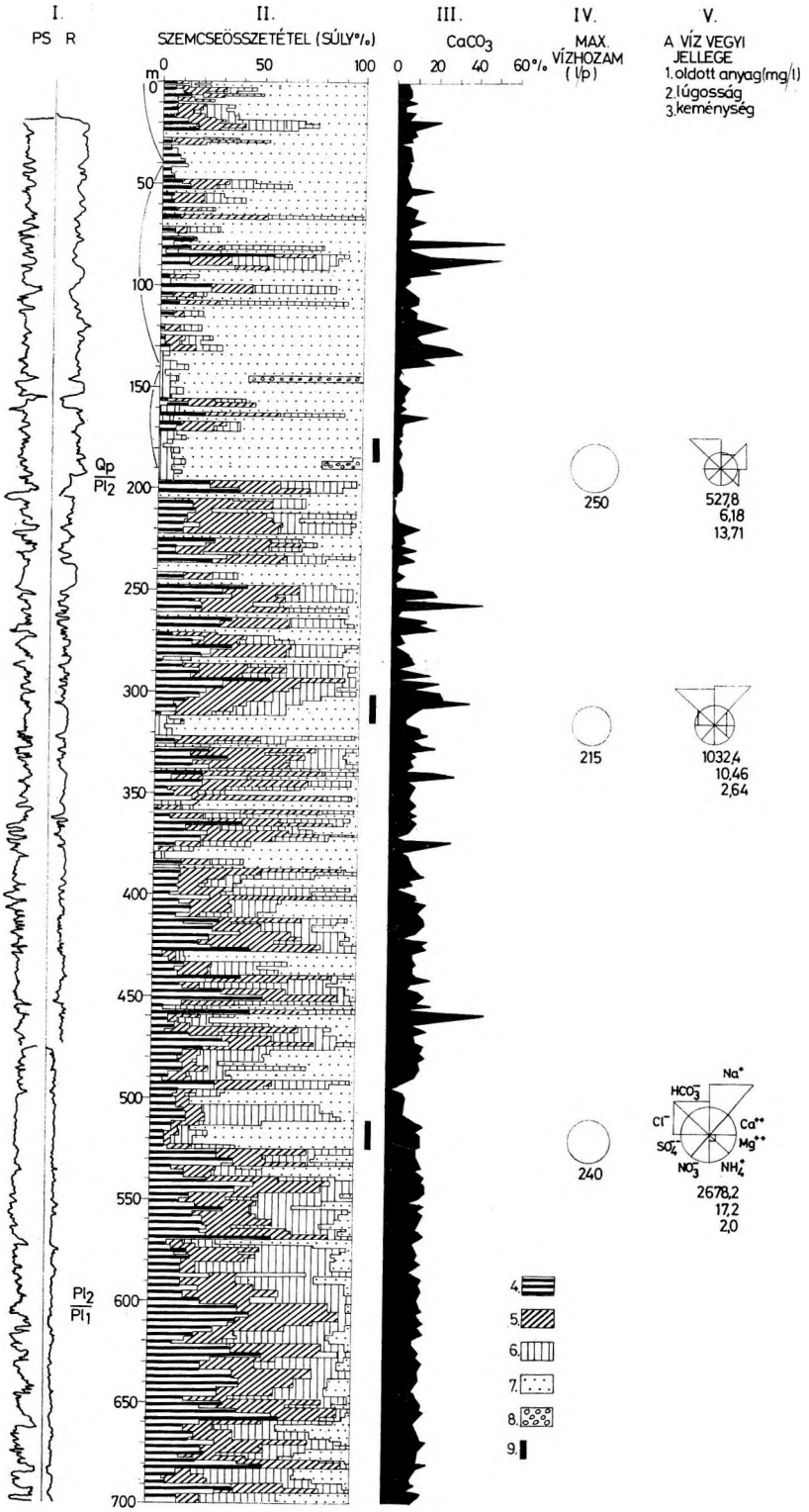
E kavics csak északnyugatról származhat és azt jelenti, hogy a folyóvízi feltöltés a negyedidőszakot megelőzően megindult. Igazolódik ez tovább Tiszakécske és Csongrád vonalában, ahol a kavicsrétegek 200 és 500 m mélység között 200—300 m vastagságban találhatók, Csongrádnál pedig szakaszosan folytatódnak 1100—1200 m-ig átvezetve a felső-pannóniai rétegekbe. Ez a nagy kavics folyosó nem a kecskeméti kiemelkedés vonalában halad, hanem attól keletre és Nyárlőrinc a folyosó nyugati szárnyán helyezkedik el. Tiszakécske táján üstszerű mélyedésben a legnagyobb az egybefüggő kavicsrétegek vastagsága. Tovább Csongrád táján a kavicsot már szétszórva, agyagrétegekkel váltakozva találjuk. Kecskemét magasán a felső-pannóniai rétegek vastagsága nem éri el az 500 m-t. 670 m-ben már alsó-pannóniai faunát határozott meg Széles Margit. Innen kelet felé nemcsak a pannóniai térszín lejt meredeken, de a felső-pannóniai rétegek vastagsága is megnő 500 m-ről Csongrádig 2000 m-re.

A Duna síkján a kunszentmiklósi fúrás 95,7 m tengerszint feletti magasságon indult és mindössze 103 m mélyre haladt. A holocén iszap-, homok- és kavicsrétegek alatt 20 m-ben elérték a felső-pannóniai rétegeket. Egy kutat 12—26 m-ben a kavicsrétegre telepítettek, egy másikat 64—78 m-ben a pannóniai rétegekre. A kavics jó vízadónak bizonyult, a kút 204 l/p/m fajlagos vízmennyiséget szol-gáltatott 2600 mg/l oldott anyaggal. A víz jellege nátrium-hidrogén-karbonátos. Erősen szikes jellegű víz, megfelel a felszín elszikesedett legelőinek. A pannóniai rétegekből jóval kevesebb víz nyerhető [17 l/p/m], viszont a vízben már csak 773 mg/l oldott anyag van, s bár a nátrium továbbra is uralkodó a kationok között, aránya nagymértékben csökken a kalcium és magnézium-ionok javára. Mindkét kút vizének nyugalmi szintje a felszín alatt van 2,2, illetve 2,8 m-re. A víz hőmérséklete 11,0 és 14,0 °C. A következő fúrás Kunadacs mellett van a hátsági homokdombok szélén 97,8 m tsz. f. magasságban, tehát néhány méterrel magasabban a Duna-ártér felett. Itt a negyedidőszaki rétegek vastagsága 51 m, alul kavics, felül homok. 320 m-ben elérték a felső-pannóniai rétegek talpát, ezek a rétegek túlnyomóan agyagok, mégpedig igen finomszemű, plasztikus agyagok. Tovább keletre és a hátság magasabb részein a felső-pannóniai rétegek teteje jóval homokosabb. Kunadacsnál és a Duna síkja alatt jelentős vastagságú pannóniai rétegek estek áldozatul az eróziónak.

Kunadacson az első kút a negyedidőszaki kavicsos rétegekbe mélyül 43—53 m mélységbe. Fajlagos vízhozama 30 l/p/m, 540 mg/l oldott sót tartalmaz, kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos jellegű. A második kút 134—146 m-ből kapja vizét, felső-pannóniai homokból. 23 l/p/m a fajlagos hozama, oldott sótartalma 692 mg/l, jellege azonos a felső negyedidőszaki réteg vizével. A harmadik kút 359—366 m mélységben az alsó-pannóniai rétegek tetejét csapolja meg. A kút hozama 18 l/p 1 m-es leszívás mellett; a víz sótartalma 2149 mg/l. A víz jellege nátrium-hidrogén-karbonátos és kloridos. Kalcium-ion csak elenyésző mennyiségben van benne.

A következő kút Kunadacs és Kerekegyháza között van, a homokhátság szívében 112,2 m magasan a tenger szintje felett. A negyedidőszaki rétegek vastagsága itt 89 m. A fúrás itt is elérte 600 m mélységben a felső-pannóniai rétegsor talpát és 100 m-re behatolt az alsó-pannóniai rétegekbe. A kutak mélysége 73—84, 152—172 és 359—366 m. Nyugalmi vízszintjük a következő: 4,2 m, 4,1 m, 3,9 m. Vagyis ezen a ponton a nyomáseloszlásnak nincs mélységi gradiense. A vízhozam felülről lefelé így alakul: 89 l/p/m, 25 l/p/m, 2,4 l/p/m. A pannóniai rétegek vízszolgáltatása kevés. A vízhőmérséklet alakulása: 16 °C, 21 °C, 36 °C. Ez utóbbi talphőmérséklet. A kifolyó víz hőmérséklete a legmélyebb kútból 22 °C volt a fúrás idején. A három kút vizének sótartalma súlyban közel van egymáshoz: 519,7 mg/l, 713,4 mg/l, 756,2 mg/l. Jellegre azonban különbözőek. A negyedidőszaki rétegekbe mélyülő legsekélyebb kút vizében a nátrium-kalcium-magnézium-ionok nagyjából egyforma egyenérték arányban vannak jelen és az anionok között a hidrogén-karbonát az uralkodó. A két felső-pannóniai vízben uralkodó a nátrium. A középsőben még van valamelyes kalcium- és magnézium-ion, a legmélyebb vizében azonban nincs, viszont mindkettőben megjelenik a klorid és megnő a szulfát. A vizek kémiai jellege tehát megfelel a képződmények korának és helyzetének. 200 m körülig a vízadó rétegek vize jó kapcsolatot tart a felülről beszivárgó vízzel, a legmélyebb kút vize ilyen kapcsolatot nem mutat.

A kecskeméti alapfúrás és a kutak a várostól ÉNy-ra jó 10 km-re Méntelek mellett a Nyíri erdő-



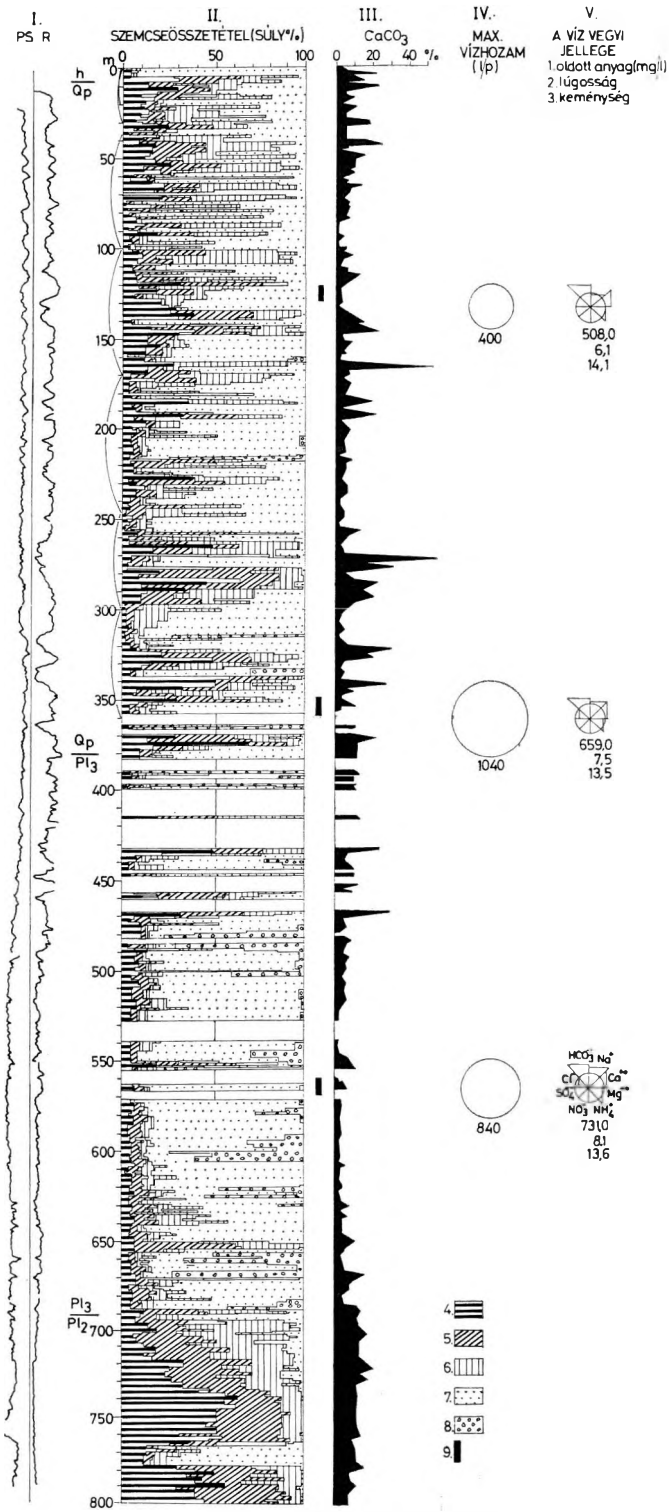
251. ábra. Kecskemét—Méntelek alapfúrás

1. Oldott anyag, *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* agyag, *5.* iszap, *6.* lösz, *7.* homok, *8.* kavics, *9.* kúttá kiképezett réteg

Fig. 251. Profile of the geological key borehole at Kecskemét and Méntelek

I. Geophysical log, *II.* granulometry, *III.* $CaCO_3$ content, *IV.* maximum water discharge (l/min.), *V.* chemical type of the water

1. Dissolved solids, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* clay, *5.* silt, *6.* loess, *7.* sand, *8.* gravel, *9.* the water-bearing bed of the well



252. ábra. Nyárlőrinci alapfúrás
A jelkulcsot lásd a 251. ábránál

Fig. 252. Profile of the geological key borehole of Nyárlőrinc
For explanation see Fig. 251

ben a VITUKI észlelő állomása mellett 127,8 m tsz. f. magasságon vannak. Adataikat l. a következő táblázatban:

Mélység (m)	Nyugalmi vízszint (m)	Hőmérséklet (°C)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)
172—192	—16,2	16,5	115
303—316	—18,1	23,5	14
512—525	—19,0	34,0	15

A nyomásgradiens itt negatív, a mélységgel lefelé haladva a víz nyugalmi szintje egyre mélyebben áll be. Itt a lefelé szivárgásnak lehetősége van. Az első kút negyedidőszaki rétegekbe mélyül, itt e rétegsor 195 m vastag. A másik két kút a kvarter rétegsor legaljáról és a felső-pannóniai rétegekből kapja vizét. A víz oldott só tartalma lefelé szabályosan növekedik: 527,8 mg/l, 1032,4 mg/l, 2678,2 mg/l. A víz kémiai jellege is szabályosan alakul. A legfelső kút vize kalcium-hidrogén-karbonátos; a másodiké nátrium-hidrogén-karbonátos, de van benne valamelyes kalcium és magnéziumion; a harmadik kút vize nátrium-hidrogén-karbonátos kloridos és nincs benne jelentős más ion.

A nyárlőrinci fúrás és a kutak a település mellett vannak 107,1 m tsz. f. magasan. A negyedidőszaki rétegek vastagsága itt 370 m, de itt kőzettanilag a negyedidőszaki rétegek nem válnak el jól a pannóniaiaktól, ill. a pliocén rétegektől. A kavicsos—homokos rétegsor tovább tart 700 m mélységig. Négy kutat építettek ki a fúrás mentén:

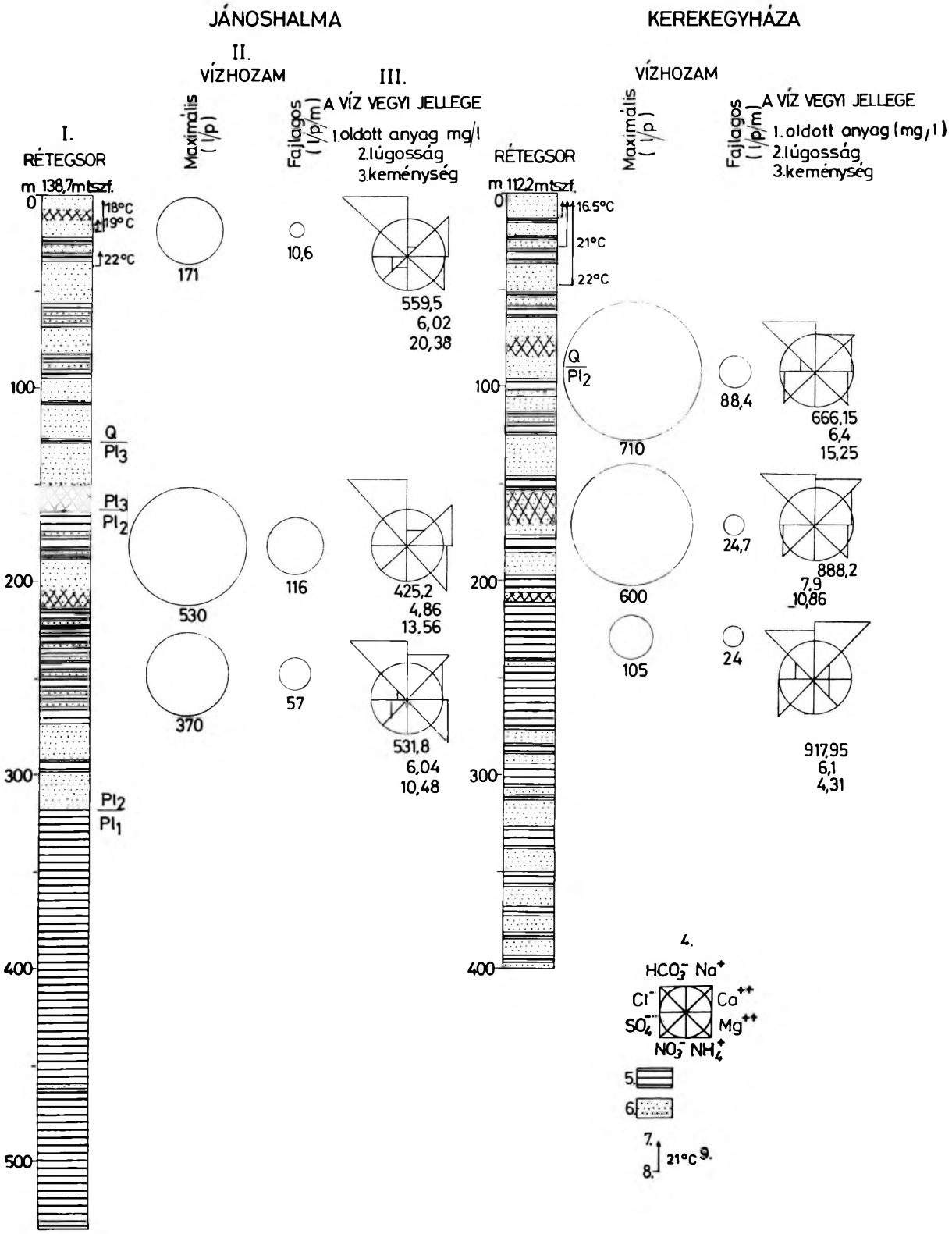
Mélység (m)	Nyugalmi vízszint (m)	Hőmérséklet (°C)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)	Vízben oldott só mennyisége (mg/l)
3—8	—4,0	13	18	—
121—135	—5,76	19	13	539,0
351—370	—9,74	26	82	808,0
562—578	—9,58	42	42	731,9

Itt is negatív a nyomásgradiens, csak 500 m-nél mélyebben kezd megfordulni. Eddig a mélységig a vizek sótartalma nő, innen csökken. A hőmérséklet az Alföldön megismertnek megfelelően alakul. A vízhozam kielégítő, a negyedidőszak alján, illetve a pliocén tetején van a legnagyobb hozam.

A víz kemizmusa tekintetében a 300 m-es mélységnél változik a helyzet. Eddig a mélységig a kalcium és magnézium uralkodó a kationok között, innen lefelé a nátrium lép az első helyre, de a két felszíni kapcsolatra mutató ion: a kalcium és magnézium továbbra is jelentős mennyiségben van a vízben. 300 m alatt megjelenik a klorid-ion a vízben. A legfelső talajvízben szulfát is van, a többiben ennek nincs nyoma.

A hátsági földtani alapfúrások lemélyítése és a mélységi vízfigyelő kutak kiépítése után néhány évig a tiszántúli területen folyt a térképező munka, ott mélyültek le az alapfúrások. A hátság területének további kutatására 1980-ban került sor. Az Alföldön tervezett harmadik fúrássorozat első fúrása Jánoshalma határában, Kéleshalom mellett mélyült. A terület a Duna—Tisza közi hátság délnyugati magas része, az Érsekcsanád—Sükösd vonalon kiemelkedő hátságperem DNy—ÉK-i csapásában a legkeletibb magas rész. A felszíni domborzat csapásiránya itt fordul DNy—ÉK irányból ÉNy—DK-ibe, hasonlóan a hátság északi felének domborzati irányaival. A fúráspont magassága 138,7 m a tengerszint felett. A fúrás 538,8 m-ig hatolt, 132 m-ig homokos negyedidőszaki rétegekben, onnan tovább 320 m-ig felső-pannóniai agyag-homok rétegekben, tovább a talpig alsó-pannóniai agyagban. Három kutat építettek ki, egy talajvízkutat, egy a pleisztocén alját megcsapoló kutat és egy a felső-pannóniai rétegekbe ágyazott kutat. A domborzatában kiemelkedő és tektonikusan is megemelt területen a felszín alatti rétegekben negatív nyomásgradiens van, a rétegek vizének nyugalmi szintje lefelé haladva mind mélyebben áll meg. 23 m-en —1,8 m, 180 m-en —13,4 m, 232 m mélyen —29,7 m. Feltűnő a nyomásviszonyok nagyfokú romlása a mélység felé. Kecskeméten 316 m és 525 m között a 210 m-es mélységkülönbség a víznívóban 0,9 m süllyedést okozott. Jánoshalmán 52 m-es mélységkülönbség (180 m és 232 m) 16,3 méteres nívósüllyedést mutat. A kecskeméti kutak 11,5 méterrel alacsonyabb térszínen vannak, mint a jánoshalmiak. Ez az aránylag kis különbség sem áll arányban a Jánoshalmán tapasztalható nagy negativitással.

A jánoshalmi kutakra 1981-ben szereltek fel mérő műszert, így ezek vízjárásáról több éves megfigyelésünk még nincs. A jánoshalmi kutak ahhoz képest, hogy kiemelt magas helyzetben vannak, aránylag bővízűek. 10,6, 116 és 57 l/p/m fajlagos vízhozamot mértek a fúráskor. A víz minősége minden mélységben jó; az oldott anyag tartalom mindhárom kút vizében 600 mg/l alatt marad.



253. ábra. Vízföldtani szelvény a jánoshalmi és kerekegyházi kutakról

I. Rétegsor, *II.* vízhozam, *III.* a víz vegyi jellege

1. Oldott anyag (mg/l), *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* az ionok helye a diagramban, *5.* agyag, iszap, *6.* homok, *7.* nyugalmi vízszint, *8.* üzemi vízszint, *9.* a kifolyó víz hőfoka

Fig. 253. Hydrogeological profile of the check-wells of Jánoshalma and Kerekegyháza

I. Lithological profile, *II.* maximum yield l/min and specific yield l/min/m. *III.* chemical components of the water

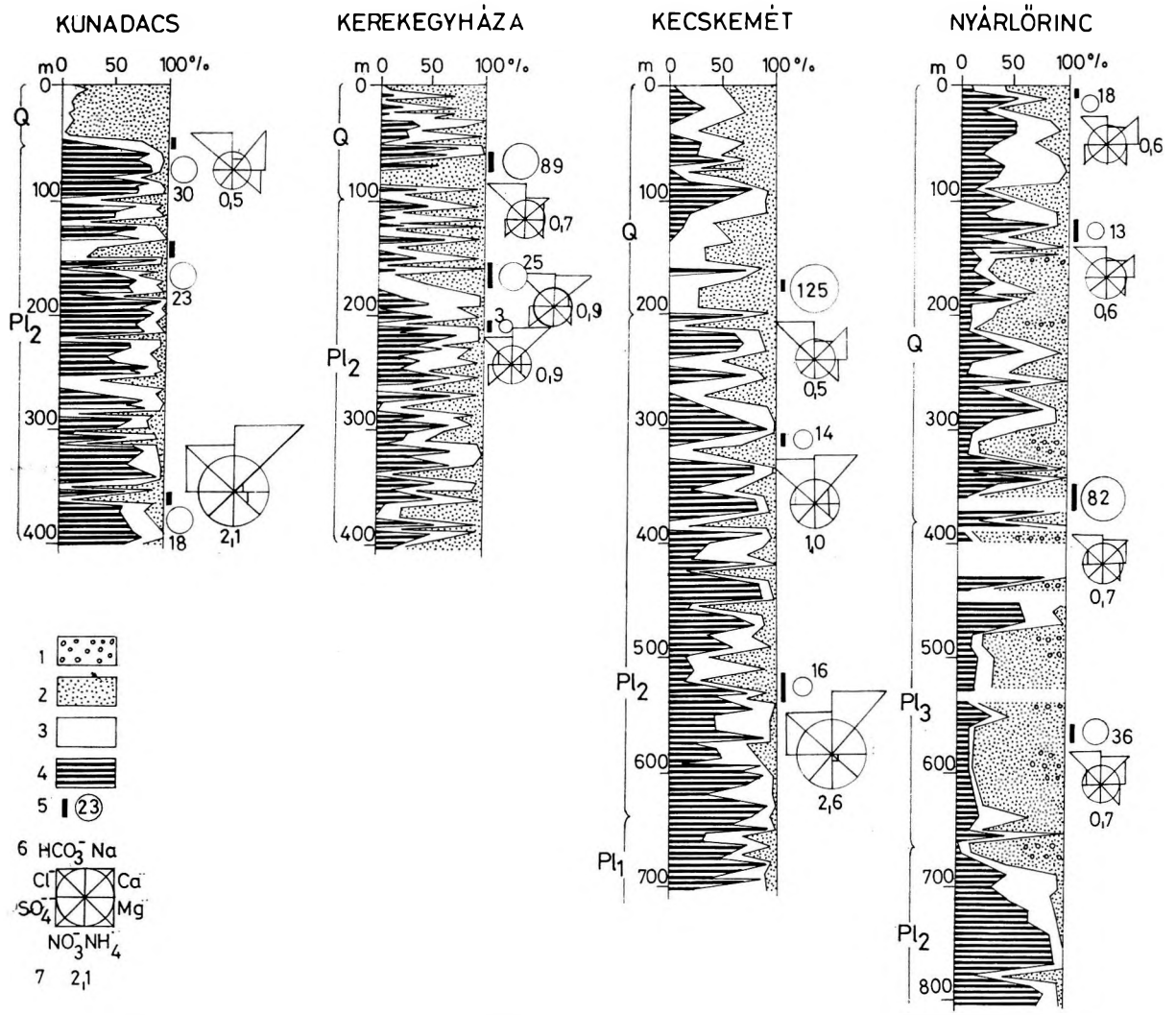
1. The weight of dissolved solids, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* location of the ions on the diagram, *5.* clay, silt, *6.* sand, *7.* piezometric level of the water, *8.* the operation level, *9.* temperature of the outflowing water

Q = Quaternary, Pl_3 = Levantian, Pl_2 = Upper Pannonian, Pl_1 = Lower Pannonian

A két pleisztocén víz Ca-Mg-hidrogén-karbonátos, a pannóniai vízben a Ca és a Mg mellé lép a Na-ion és egyenértékszázalékban meghaladja az előző kettőt.

A Duna—Tisza közi fúrásokból kiépített régebbi mélységi vízállás figyelő kutakról már 7—9 éves adatsorunk van. A vízszintek évszakos ingadozása mellett tehát egy fél periódust a legkisebb több éves hullámzásból is áttekinthetünk. Az első általános megfigyelés azt mutatja, hogy a mélységi víztartókban ugyanolyan vízszintingadozás megy végbe évszakonként, mint amilyent a talajvízkutakban megfigyeltek. Ez azt jelenti, hogy a vízszint minden kútban — bármily mélységből veszi is vizét — ősz végén és télen emelkedni kezd és március, április vagy május hónapban eléri legmagasabb állását. Nyár elején megindul a süllyedés és tart őszig, szeptember—október hónapig. Ekkor éri el általában legmélyebb állását.

Az évszakos vízszintingadozás mértéke különböző. A kilengés amplitúdója néhány decimétertől 1 m körüli értékig változhat. Az ingadozás mértéke bizonyos összefüggést mutat a mélységgel. A megfigyelés azt mutatja, hogy a kiemelt homokdombok területén — így a Duna—Tisza közi hátságon — a felszínhez közelebb levő víztartókban nagyobb az évszakos ingadozás, mint a mélyebbekben. A tiszántúli mély alföldi területeken más a helyzet. Ott az évszakos vízszintingadozás mértéke nő a mélységgel. Ennek a magyarázata az, hogy a kiemelt homokdombok területén a vízadó rétegekben



254. ábra. A Duna—Tisza közi hátság fúrásainak szemcseösszetétele és vízadó rétegei

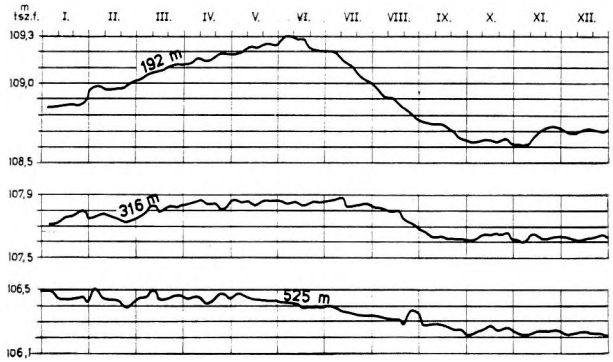
1. Kavics (2 mm ∅-nél nagyobb), *2.* homok (0,1—2,0 mm ∅), *3.* homokliszt (0,01—0,1 mm ∅), *4.* agyag, iszap (0,000—0,01 mm ∅), *5.* beszűrőzött réteg, vízhozam (l/p/m), *6.* a víz vegyi jellege, *7.* az összes oldott só súlya (g/l)

Fig. 254. Profile and granulometry of the boreholes sunk in the hilly area between the Danube and Tisza and their water-bearing layers

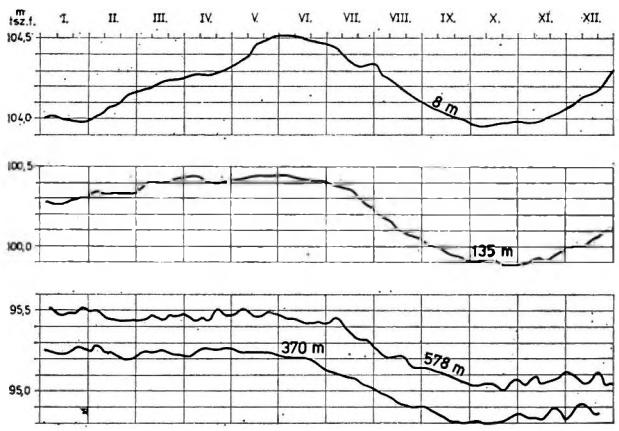
1. Gravel, *2.* sand, *3.* sand flour, *4.* clay and silt, *5.* screened and specific water yield l/min/m, *6.* chemical type of the water, *7.* total dissolved solids g/l



255. ábra. Nyárlőrinc kúttelepe
Fig. 255. Check-well plant of Nyárlőrinc



256. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Kecskemét három észlelő kútjában
Fig. 256. Ground-water level fluctuation at Kecskemét in 1980



257. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Nyárlőrinc négy észlelő kútjában
Fig. 257. Ground-water level fluctuation in four wells at Nyárlőrinc in 1980

megfigyelhető nyomás a mélység felé haladva kevésbé nő, mint a mély alföldi területeken. Negatív nyomású területeknek nevezzük ezeket, szemben a mélyalföldi területekkel, ahol a nyomásgradiens a mélység felé pozitívan nő. A vízszintingadozás nagysága a rétegben uralkodó nyomással kapcsolatban van, ez a kapcsolat egyenes irányú, de nem lineáris függvénykapcsolat. A negatív nyomásgradiens a kiemelt homokterületeken csak bizonyos mélységhatárig jelentkezik, az alatt pozitívra fordul át. A kunszentmiklósi kutakban még rövid idejű az észlelés, ennek elemzésével nem foglalkozunk. A kunadacsi legsekélyebb kútban (53 m) 1979-ben a vízszintingadozás mérete 95 cm volt, a középmélységű (147 m) kútban 36 cm; a legmélyebben (366 m) 48 cm. Itt kb. 100 m mélységig negatív a nyomásgradiens, onnan lefelé pozitív. Az ingadozás nagysága ezért lefelé a második kútig csökken, tovább a mélység felé nő.

Az egyes évek évszakos ingadozása között nagy eltérések vannak. Így például Kunadacs kútjaiban 1975—1980 között a vízszintingadozás nagysága a következőképpen alakult:

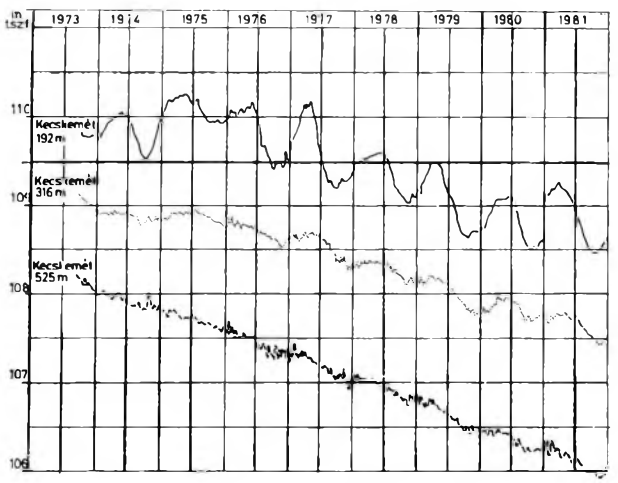
Kunadacs kútjainak vízszintingadozása (cm)*

Év	53 m		147 m		366 m	
1975	71		25		40	
1976	91		20		39	
1977	118	194	17	109	43	126
1978	45		32		35	
1979	96		17		15	
1980	179		32		24	

* A felsorolt évek alatt észlelt legmagasabb és legmélyebb vízállás különbségével.

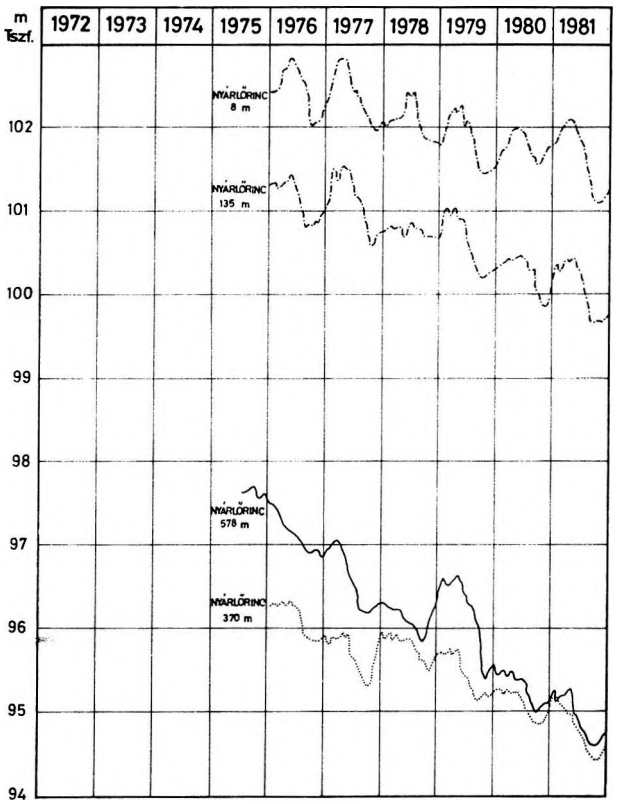
Minthogy az évszakos ingadozás mellett van egy több éves emelkedés vagy süllyedés, a több éves le- és felmozgás együttes értéke az egyes években mutatkozó maximumoknál nagyobb. Kunadacs 3 kútjában 1975—1980 között a 6 éves maximum és minimum közötti különbség így alakult: 194 cm, 109 cm, 126 cm.

A kerekegyházi kutak elhelyezkedése a hátságon különleges. A homokdombvidék olyan pontján telepítették ezeket a kutakat, ahol nincs sem negatív, sem pozitív nyomásgradiens, a nyomás a feltárt különböző mélységekben azonos. A nyugalmi vízszint a három kútban közel ugyanaz: −4,2 m, −4,0 m, −3,9 m. Ennek megfelelően a három kút vizének vízszintingadozása is közel egyformán alakul. Az egyes évek ingadozása között itt is jelentős különbségek vannak, de a különböző mélységű kutak vízszintmozgása minden évben egymáshoz hasonlóan fut le.



258. ábra. Duna—Tisza közi MÁFI vízszintfigyelő kutak több éves vízjátéka (Kecskemét)

Fig. 258. Long-term fluctuation of the ground water level in Kecskemét



259. ábra. Duna—Tisza közi MÁFI vízszintfigyelő kutak több éves vízjátéka (Nyárlőrinc)
Fig. 259. Long-term fluctuation of the ground-water level at Nyárlőrinc

Kerekegyháza kútjainak vízszintingadozása (cm)

Év	84 m		172 m		210 m	
1975	34		21		19	
1976	72		52		46	
1977	106	151	77	123	66	163
1978	47		38		33	
1979	89		64		26	
1980	62		39		147	

Az összesített vízmozgás a 6 esztendő alatt lefelé haladó tendenciát mutat. Az 1975—80 közötti vízszintingadozás nagysága a következő: 151 cm, 123 cm, 163 cm.

Kecskemét kútjai valamivel nagyobb mélységbe nyúlnak le, mint a kerekegyháziak. Nyugalmi vízszintjük mélyen helyezkedik el. Felülről lefelé haladva: — 16,2 m, — 18,1 m, — 19,0 m. A legnagyobb évszakos ingadozást a legsekélyebb kút vízszintje mutatja, a mélyebbeké valamivel kisebb. A legmélyebb kút vízjátéka évente általában kisebb, mint a legsekélyebbé, de az évek során ugyanakkora utat jár be, mint a mozgékonyabb legsekélyebb.

Azonos szemnagyságú rétegben közel hasonló nyomás alatt álló vízadóban az évszakos vízjáték nagysága az utánpótlódás nagyságára mutat. Eszerint Kecskemét térségében a 192 m mély kútnak van a legjobb utánpótlódása. Ez a kút a negyedidőszaki rétegek alját csapolja meg. A másik két kút a pannóniai rétegekből kapja vizét. Ez utóbbi kettőnek a fajlagos vízhozama egyenként tizedrésze a negyedidőszaki rétegeket megcsapoló kútének, 15 és 12 l/p/m szemben a 192 m mély kút 125 l/p/m vízhozamával. Az évszakos vízszintingadozás a következő:

Kecskemét kútjainak vízszintingadozása (cm)

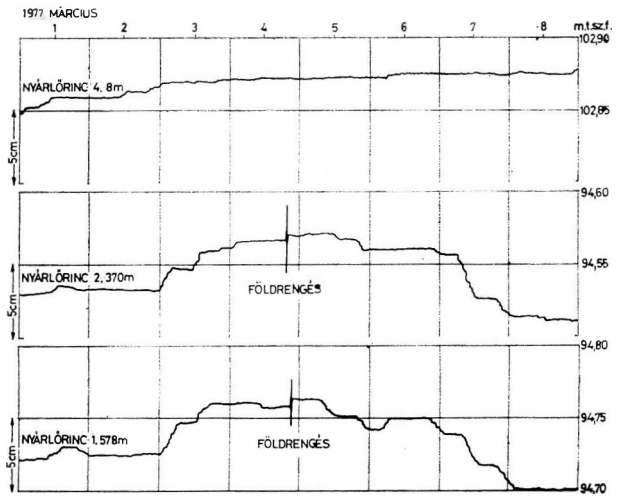
Év	191 m		316 m		525 m	
1974	55		16		26	
1975	30		22		38	
1976	73		38		36	
1977	99	161	45	140	44	161
1978	59		45		71	
1979	89		47		45	
1980	69		30		35	

A 7 év alatti ingadozás nagysága a következő volt: 161 cm; 140 cm; 161 cm. Ezekből az adatokból az olvasható ki, hogy a legsekélyebb és legmélyebb kút évenkénti vízpótlódása kb. egyforma és jobb, mint a középső kúté. A vízpótlás történhetik oldalirányból és felülről is, hiszen lefelé haladóan a nyugalmi vízszint mind mélyebben alakul ki, a nyomás nem növekszik a pozitív gradiens szerint, a víz a felszínről leszivároghat a mélységi víztartóba. Ennek a mozgásnak a sebessége nem ismert, mérések a kecskeméti VITUKI észlelő telepen csak a talajvíz szivárgási sebességére vonatkozóan vannak.

A hátság keleti szélén Nyárlőrincnél van a következő kúttelep, ahol négy kutat építettek ki, egy talajvízkutat és három mélységi kutat. A mélységek a következők: 8, 135, 370 és 578 m. Az évszakos ingadozás a talajvízkút vízszintjében a legnagyobb, de hosszabb évsorban a mélyebb kutak vízszintje nagyobb térközt jár át. A nyárlőrinci kutak vízjátéka évről évre lefelé tart. A talajvízkútban és a mély kutakban is 1975-ben volt legkisebb a vízjáték. A legnagyobb vízjátékot viszont különböző években mérték a különböző mélységű kutakban. A talajvízkút vízszintje a legnagyobb ingadozást 1979-ben mutatta, a 135 m mély kúté 1977-ben, a 370 m mély kúté 1979-ben, az 578 m-es 1977-ben. A negatív nyomásgradiens Nyárlőrincnél kb. 500 m mélységben fordul pozitívra. A kutak vizének nyugalmi szintje felülről lefelé a kiépítés idején a következő volt: −4,0 m, −5,7 m, −9,7 m, −9,6 m. Az évi vízjáték alakulása a következő:

A nyárlőrinci kutak vízszintingadozása (cm)

Év	8 m		135 m		370 m		578 m	
1975	34		16		35		12	
1976	83		62		54		66	
1977	107		101		57		84	
1978	61	333	42	149	50	272	55	263
1979	149		88		66		63	
1980	54		58		51		55	



260. ábra. A romániai földrengés hatása a nyárlőrinci kutak vízjárására

Fig. 260. Oscillation of the ground-water level in Nyárlőrinc caused by the Rumanian earthquake in 1977

Legnagyobb a 370 m mély kút által megcsapolt réteg vízadóképessége. Az 1 m leszívásra eső vízhozam a kutakban felülről lefelé így alakul: 20 l/p, 13 l/p, 82 l/p, 36 l/p. A két felső kút negyedidőszaki, de kisnyomású rétegeket csapol meg. A két mélyebb kút pliocén rétegekből kapja vizét, de ezek a rétegek az Alföldnek ezen a részén, a régi Duna árokban kavicsos homokrétegek, tehát jó vízadók és a vízjáték adatok szerint utánpótlódásuk is jó.

A hátsági kutak mindegyikének vízszintje az évszakos ingadozás mellett évről évre süllyed. Feltűnő az 525 m mély kecskeméti kút vízszintjének csekély évszakos ingadozása, de egyenletes és gyors süllyedése 1973 és 1980 között.

Meg kell említenünk a mélységi vízszint regisztráló kutak egy különös tulajdonságát, azt, hogy jelzik a távoli földrengéseket. Az íróműszeres folyamatos regisztráló készülékek a földrengéseket egy függőleges fel-le rajzolt vonallal jelzik. Minthogy a kutakra szerelt órák igen lassú mozgásúak, a pár másodpercig vagy percig tartó rengéseket egyetlen függőleges vonal jelzi a regisztráló papíron. A vízszint kilengésének nagysága függ a megfigyelt vízadó réteg mélységétől és a terület tektonikai mozgás-érzékenységétől, szeizmicitásától. Sajnos kevés kúton működött kezdettől fogva folyamatos re-

26. táblázat — Table 26

Jellemző változások a mélységi vizek sótartalmában 1974—1978 között a Duna—Tisza közi hátságon
Characteristic variations in the salt content of the artesian waters in the region between the Danube and Tisza, between 1974—1978

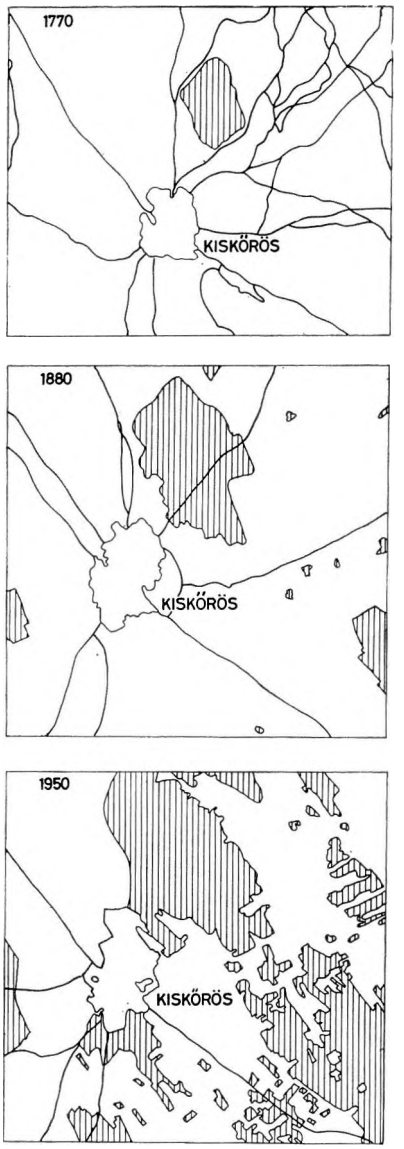
Kút helye	Mélység (m)	Év	Összes oldott só	Na	Cl	SO_4	HCO_3
			mg/l				
Kunadacs	53	1974	550	25	7	ny	392
		1976	284	24	6	ny	211
		1978	301	29	8	10	211
	147	1974	886	114	44	19	445
		1976	490	62	11	ny	336
		1978	647	73	14	4	456
	366	1974	2120	653	552	ny	831
		1976	1901	605	476	3	676
		1978	2095	643	536	ny	871
Kerekegyháza	84	1974	520	24	3	ny	373
		1976	561	121	27	ny	383
		1978	362	75	27	10	223
	172	1974	713	125	22	4	494
		1976	299	64	26	ny	162
		1978	565	128	29	10	373
	210	1974	756	177	33	ny	508
		1976	592	169	34	4	320
		1978	630	168	40	6	404
Kecskemét	191	1973	528	31	3	ny	377
		1976	198	73	15	13	17
	316	1973	1032	267	82	ny	638
		1976	425	102	31	ny	221
	525	1973	2623	837	720	ny	995
		1976	1492	601	478	ny	414
Nyárlőrinc	8	1975	588	17	29	122	276
		1976	1153	36	66	422	317
		1978	963	39	60	307	330
	135	1975	551	31	5	ny	375
		1976	222	38	10	ny	147
		1978	219	49	12	ny	125
	370	1975	661	70	15	ny	458
		1976	409	158	22	8	217
		1978	397	156	26	ny	134
	578	1975	719	85	24	ny	483
		1976	477	98	22	ny	325
		1978	425	96	27	ny	256

gisztráló műszer, így eddig kevés adat gyűlt össze a szeizmicitás regionális megfigyelésére. Kunadacs területe mindenesetre igen érzékeny területnek bizonyult az eddigi megfogyelések szerint; 366 m mély kútjában bármely irányból és messziről jött földrengés a vízszint legnagyobb kilengését idézte elő. Az 1979. április 15-i hercegnovi földrengést 17 cm-es kilengéssel jelezte Kunadacs 366 m mély kútja, ugyanott a 146 m mély kút vízszintje 36 mm-t ingott. E nagy földrengést a kecskeméti kutak is jelezték, de a legmélyebb (525 m) is csak 18 mm-es amplitúdóval, Nyárlőrincen a 370 m mély kút vízszintje 16 mm-t ingott (260. ábra).

A vízszintingadozásnak a kutak mélységével való növekedése általános jelenség, de kivétel is van alóla. Így pl.: az 1977. március 4-i romániai földrengésre a kecskeméti 192 m-es kút 38 mm ingadozással reagált, a 316 m mély kút 3 mm-essel, az 525 m-es 18 mm-rel. Nyárlőrincen az 1979-es hercegnovi földrengés a középmélységű (370 m) kútban idézte elő a legnagyobb szintlengést (16 mm), ugyanakkor a legmélyebb kútban 12 mm volt az ingadozás, a legsekélyebben 4 mm. A kunadacsi 366 m mély kút nemcsak a Duna—Tisza köze területén, de az egész Alföldön a legérzékenyebben és a legnagyobb kilengéssel reagál a földrengésekre.

A mélységi észlelő kutak vizét az építés idején kémiailag elemezték. Ezeket a vizsgálatokat ugyanabban a laboratóriumban két-három évenként megismételték és a kemizmusban lényeges változásokat találtak. Pedig ezekből a kutakból nincs víztermelés és szennyezésnek sincsenek kitéve. A változások több irányúak lehetnek, pl. emelkedik az egyes ionok súlya és aránya a vízben, vagy csökken, a harmadik eset, amikor először nő, aztán csökken vagy fordítva.

A 26. táblázat a víz megítélése szempontjából legfontosabb alkotókat tartalmazza. A Ca- és Mg-ionok a felsorolt kutakban jelentéktelenek, mindössze 4 vízmintában érik el egyenként a 60 mg/l súlyt és egyetlen egyben a 200 mg/l-t. Ez utóbbi a nyárlőrinci talajvízkút (8 m), ebben 1975—78 között a Ca-ion súlya így alakult: 103 mg/l, 204 mg/l, 174 mg/l, a magnéziumioné: 25, 56, 38 mg/l. A legnagyobb változást természetesen a hidrogén-karbonát mutatja, minthogy a legnagyobb súlyarányt képviseli a vizekben, de feltűnő a Na- és Cl-tartalom változása is. Ezen időbeli változások láttán, nagyon megfontolandó, hogy milyen konzekvenciákat fűzünk a különböző vízkémiai elemzésekhez és milyen a megbízhatósága az összehasonlításokban mutatkozó különbségeknek.



261. ábra. A szőlőterület növekedése 1770—1950 között Kiskőrös környékén*

Fig. 261. The growth of the area of vineyards from 1770 to 1950 in the region of Kiskőrös

Gazdaságföldtan

Alföldi területről lévén szó, csak az építőanyagok, a felszín alatti víz és szénhidrogének jelentenek hasznosítható nyersanyagokat, illetve ezek mellett — mint legfontosabb — a termőföld. A felszín alatti vízkincsről az előzőkben tájékoztatást adtunk. Szénhidrogén-kutatás a hátság közepén folyt és déli részén folyik napjainkban. Nagykőrös táján a paleozóos—mezozóos medencealjzat fölött települt tortonai, szarmata és alsó-pannóniai rétegekben találtunk 1025 m mélységben kevés olajat és gázt. Kutatás folyt még Farmoson, Zagyvarékason, Törtelen, Jászkarajenőn, Kerekegyházán és Kecskeméten. Olajat csak Törtelen tártak fel, a többi helyen gázt. Ígéretesebb a hátság déli része, ahol az 1970-es évek végén és napjainkban folyik a kutatás. Szank, Üllés, Kiskunhalas, Zsana, Harka, Rém és Tompa területén mélyültek fúrások, részben kőolaj, részben földgáz feltárással. A terület nyugati részén paleozóos és mezozóos rögökön települt alsó-pannóniai rétegek tárolnak olajat és gázt; a terület keleti felén a paleogén—kréta flis és alsó-pannóniai konglomerátum a tároló kőzet 1000—2000 m mélységben.

A geotermikus energia is az alföldi medence „ásványkicse". Az a hőmérsékleti anomália, amely az Alföld jellemzője, a Duna—Tisza köze területén is jelen van. Ami azonban hiányzik a dél-tiszántúli területtel szemben, az egyrészt a felső-pannóniai

* Berényi István: a területhasznosítás átalakulásának főbb irányai az Alföldön. — MTA Alf. tanulm. Békéscsaba 1980. felhasználásával.



262. ábra. Gyümölcsös telepítés elegyengetett futóhomok talajon (Bugac)
Fig. 262. Recent orchard plantation on levelled sand hills

rétegek alján ott meglevő nagy kiterjedésű vastag homokrétegek, másrészt kedvezőtlenül hat a kiemelkedő domborzat is, ami miatt a nyugalmi vízszint a fúrásokban és kutakban mélyen áll. A víz szivattyúzásakor ez a mély vízszint tovább — igen mélyre — süllyed, így kitermelése nehéz és költséges. Minthogy a hőenergiát a víz szállítja fel, a vízszegénység gátja a meleg kihasználásának.

Hévízkútunk a Duna—Tisza közén nagyon kevés van. Ami van, az sem a dombtetőkön, hanem a Duna vagy a Tisza völgyében. Dömsöd, Solt, Kalocsa használ termálvizet a Duna-völgyben; Lakitelek, Tiszakécske, Cegléd, Abony a Tisza-völgyben. A legnagyobb meleg-anomáliát Tiszakécske környékén mérték, ahol a felső 400 m-ben a geotermikus gradiens 11—12 m/°C. Ennek magyarázatát a vízföldtani fejezetben adtuk.

Építőanyagban nagyon szegény a terület. Néhány homokbánya és néhány téglagyártásra használt löszgödör található csak a mozgékony felszínen. Amiből rengeteg van, a futóhomok, építőanyagnak nem alkalmas gömbölyített szemei és mozgékonysága miatt. Sajnos könnyen bányászható mélységben sincsen más anyag, mint a felszínen, így az építőanyag erre a területre mindenképpen messziről hozandó. Marad, mint ásványi alkotórészekből álló anyag, a termőföld, mint a terület ásványvagyonának legfontosabb része. A mélységi vízkincs mellett ez a terület legnagyobb kincse. A legnagyobb elterjedésű futóhomokon azonban gyenge talajok alakulnak. A lösz termékeny, akár a felszínen van, akár az alatt 1—2 m mélyen. A lösztalajokon mindenütt igen gazdag szántóföldek vannak sokoldalú termelési lehetőségekkel. Más a helyzet a homokon. Ez a terület még 100 éve az Alföld mezőgazdaságilag legszegényebb vidékei közé tartozott. A kataszteri jövedelmek összeírásánál szegénynek, terméketlennek könyvelték el, joggal. Ha az ország és az Alföld két legfontosabb szántóföldi termékének, a búzának és kukoricának terméseredményeit nézzük, a Duna—Tisza közi homokvidék szegénységével tűnik ki. Mind a bevetett terület aránya, mind a termésátlagok alacsonyak voltak és maradtak itt a mai napig. Aztán néhány ember kerteket varázsolt a homokra. Szőlőskerteket, gyümölcsösöket, zöldséges kerteket. Tanultak, kísérleteztek, nemesítettek és ma a Kecskemét környéki homok- és löszterületek az ország mezőgazdaságilag legjövedelmezőbb vidékei közé tartoznak. Ha van országos jelentőségű gazdasági újító munka, akkor a Duna—Tisza közi homokvidékek termővé és jövedelmezővé tétele az volt. Mathiász János (1838—1921); Katona Zsigmond (1845—1915); Muraközy Imre (1839—1909), Móczár István és Mészöly Gyula (1910—1974) nevét érdemes megemlíteni a kiemelkedőbbek közül, de nagy a sora nemcsak követőiknek, hanem önálló kísérletező és kutató munkát végző társaiknak is.

Gabonatermelésre a homok kevéssé alkalmas. Az ország jó búzatermő vidékeit ábrázoló térképen a hátság északi és déli homokvidékei fehéren maradnak. A homok gabonája a rozs, de az is csak szükségből. Inkább erőltetik a kukoricát, de kevés helyen jó eredménnyel. A burgonya és cukorrépa csak kis területfoltokon hoz jó termést.

A Tiszántúl

A Tiszát az Alföld tengelyfolyójának nevezzük, mivel az Alföld közepén folyik végig és futása közben több kis helyi medencét köt össze. Egyes területeken viszont úgy folyik keresztül, hogy egymástól lényegesen elütő domborzati és földtani tájakat választ el. Ilyen helyeken inkább határfolyó. Legszebben kifejlődött kis medencéi északon vannak: a Szatmári-síkság, a Bodrogköz, Rétköz, Taktaköz. E peremi medencék töltelékanyaga kavics és durva homok, több rétegben iszap- és agyagrétegekkel váltakozva. Délebbre már inkább határfolyó a Mezőség és a Hortobágy, a Jászság és a Nagykunság között. Itt már finom üledékekkel feltöltött tájakon halad. Déli szakasza Csongrád és Szeged között széles folyosó a Duna—Tisza közi hátság és a Békés—Orosháza tábla között. Ágya itt már mélyebbre vágódott és medre alatt a friss holocén feltöltés már több méteres vastagságú.

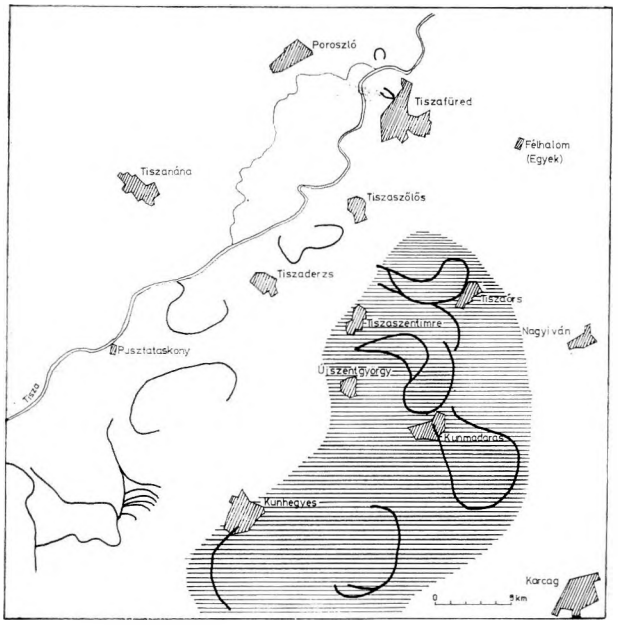
Azon a szakaszon, ahol a Tisza a térszínbe mélyen bevág és nincs széles ártere, a községek a partjaira települnek, máshol messze elkerülik. A gazdasági élet hátat fordított a Tiszának. Nagy ritkán látunk egy-egy kis szivattyútelepet és csőhálózatot, amely partközeli öntözéseket szolgál. Ezen a helyzeten változtatott Tiszalök és Kisköre az északi és középső részen, és változtatni fog a csongrádi vízlépcső és a Duna—Tisza csatorna — ha majd megépül — a déli részen. Halászbárkát és ladikot sem lehet sokat látni ma már. A régen igen jelentős halászat visszaesett, mert a halállomány a vízszennyeződés miatt megfogyatkozott. A part a legtöbb helyen meredek, a partfal iszapos, csúszós, a vizet nehéz megközelíteni. Ha tágasabb tér nyílik a kisvízi meder mellett, azt sűrű bozót fonja be. Hiába keresünk szép homokos strandot, fürdőhelyet.

Földtani szempontból a Tisza a nagyalföldi süllyedék főfolyója. Vízgyűjtő területe azonban messze túlnyúlik az alföldi süllyedék területén. Az egész mai vízgyűjtő területéhez csak a földtani történet legutolsó szakaszában jutott, a pleisztocén végén és a holocénben. Ekkor hódította magához a Szamost és a Marost, a szerkezetileg magasabb emeleten maradt erdélyi medence folyóit. Az erdélyi medence nem vett részt a pliocén kori süllyedésben és a negyedidőszakiban sem, amelyek az Alföld miocén aljzatát több ezer, majd a negyedidőszakban újabb több száz méter mélyre süllyesztették. Az erdélyi folyók ez idő alatt is az Alföld felé folytak, de a pliocénben nem jutottak a peremeknél tovább, ott felfogta őket a Pannóniai-tó. A negyedidőszak elején a Szamos nem a mai Tisza mellékfolyója volt, és a Maros is közvetlenül a Dunába torkollott. A negyedidőszak végén emelkedett ki a Nyírség szigete, amely a Szamost az Ér völgyéből É-ra elterelte, a Maros alsó szakaszát viszont a Csongrád—Szeged közti süllyedés vonzotta északra. A Duna ezen közben nagy hordalékkúpján Ny felé vándorolt és az Alföld tengelyfolyójának szerepét átadta az északon nagyon sok folyóval gazdagodott és naggyá növekedett Tiszának.

A Tisza mai 157 000 km² kiterjedésű vízgyűjtő területéből 19 000 km² tartozik a Szamos vízgyűjtő területéhez és 20 000 km² a Maroséhoz. A Nagyalföldre és peremhegységei területére jó 100 000 km² marad. A Tisza vízgyűjtőjéből az alföldi terület az, ahol nagyarányú feltöltés folyik. A hegyvidékek pusztulnak és az erdélyi medencében is a folyók kivéső munkája felülmúlja az üledéklerakást. A Tisza vízgyűjtő területén a Kárpát-medence K-i felének minden kőzete megtalálható, így a folyó hordalékában ezek törmeléke jelen van. Legnagyobb tömegű hordalék a csapadékos Erdős Kárpátok homokkő vonulatairól és a belső vulkanikus koszorú tagjairól kerül a Tisza mellékfolyóiba és onnan a Tiszába. Aránylag kevés hordalékot hoznak nyugatról a Bükk és Mátra patakjai, annál többet a Körösök és a Maros. A Körösök a Bihar-hegység és az Erdélyi-érchegység törmelékét szállítják a Tiszába. A Maros ezek mellett a Déli-Kárpátok kristályos tömegeinek törmelékét is hozza az Erdélyi-medence fiatal neogén üledékei és a Hargita vulkáni anyaga mellett.

Minthogy az Alföld körüli hegyvidékek a negyedidőszakban különböző mértékben emelkedtek meg és ugyanakkor az alföldi medence sem süllyedt egységesen, hanem különböző mélységű részmedencék alakultak ki, a hegyvidékek kőzetanyaga is más-más összetételben töltötte fel a medence különböző részeit. Nagyszőlőstől Tiszaújlakig a Tisza felsőszakasz jellegű. A forrástól idáig 200 km-es útján kilométerenként átlagosan 8 m-es eséssel érkezik az Alföld szélére hatalmas kavicstömeget szállítva. Innen a Szamos és a Kraszna torkolatáig esése negyvenszeresen csökken, kilométerenként átlag alig 20 cm. A hirtelen esésvesztés folytán durva üledékének legnagyobb részét itt az Alföld-szélen lerakja, ágakra bomlik és bekalandozza a 40—50 km széles síkságot többszörös kavicsterítővel borítva azt. Ny felé tartva Vásárosnamény táján ütközik neki a Nyírség kiemelt szigetének és innen meredeken É-nak fordul. A fordulat után veszi fel az Erdélyből, D-ről jövő Szamost és Krasznát. A Szamos hosszabb folyó, mert az egyesülésig már 370 km utat tett meg a Tisza 200 km-ével szemben. Vízbősége azonban a Tiszának nagyobb; 224 m³/s a Szamos 126 m³/s átlagos évi vízszállításával szemben. Ezt a Tisza igen bővízű mellékfolyói okozzák. A Szamos Észak-Erdély elég csapadékszegény vidékéről jön. Esését a Szamos már jóval az egyesülés előtt elveszti és a nagyarányú kavicslerakást már Szatmárnémeti táján megkezdi. A Szatmári-síkság nagy kiterjedésű kavicsmezejét a három nagyobb folyó mellékpatakjaival együtt építette fel (66. ábra).

A Szamos igen változatos, hosszú utat tesz meg az egyesülésig. A Bihar-hegység kristályos tömbjében, a Gyalui-havasokban ered és keletnek tart az erdélyi Mezőség felé. Az Erdélyi-medence északi



263. ábra. A Tisza vándorlása a holocénben
A Tisza ártere és régi medrei a holocén elején

Fig. 263. Wandering of the Tisza river during the Holocene. The flood plain and the old river channels in the Holocene

felét elfoglaló Mezőség szabályos paleogén és neogén süllyedék, ahol a peremektől befelé és kifelé egymást váltják a korban fiatalabb, illetve kifelé menet a mind idősebb kőzetek. A Szamos kilépve a gyalui kapun eocén, oligocén, miocén rétegeken át eljut a 400—500 m magasan fekvő Mezőségig. Ott északra fordul és fordított sorrendben miocén, oligocén, eocén rétegeken át nagy kanyarulatokkal a zsibói kapun, pannóniai rétegek között kijut az Alföldre. Ott hosszú futás után felveszi az Erdélyi-medence külső peremének, a pannóniai rétegekkel kibélelt Szilágyságnak folyóját, a Krasznát.

A Tisza—Szamos köze a terület középvonalában futó Túrral már igazi alföldi táj. A folyók és patakok a gyorsan feltöltődő térszínen látványos kanyarokkal hatolnak át, a fattyúágak tömegeit hagyván el jobbra és balra. Tavasszal a terület nagy része víz alatt áll és a víz nagy mocsarakban huzamosan a felszínen marad. Az Alföld előszobája ez a kis táj. A vásárosnaményi nagy kanyar a pleisztocén utolsó harmadában alakult ki. Addig a Tisza eredeti irányának megfelelően délnek fordult és a Szamossal egyesülve a mai Ér völgyén haladt a mai Berettyó irányában az Alföld közepe felé. A változást a Nyírség kiemelkedése okozta, amely D-en erőteljesebb volt, mint É-on. Vásárosnaménytól Csapig a Tisza síksági folyó, 60 km hosszú szakaszán mindössze 4 m-t esik, kilométerenként 7 cm-t. Csapnál szembetalálja magát a Keleti-Beszkidekről délnek siető patakok tömegével s ezek éles kanyarral DNy-nak fordulni kényszerítik. Lejtése és sebessége megnő, Tokajig 86 km hosszon 10 cm/km-t esik, de a tokaji kapu szűkülete újra visszaduzzasztja. E kapu egyik szárnya a Zempléni-hegység utolsó kiemelkedő csúcsa, a tokaji Kopasz-hegy, a másik szárnya a magas pannóniai küszöb a Hajdúság É-i csücskén. Ezt fűrészelte át a Tisza a pleisztocén végén. Ebben a kapuban veszi fel a Tisza a Bodrogot, amely jó néhány mellékfolyójával gazdagodva lép a Bodrogközbe és a két folyó közötti ártérre nagy mennyiségű kavicsot rak le.

Bár a Bodrogköz és Rétköz domborzata egybesimúló süllyedéket sejtet, a Bodrogköz a Zempléni-hegység szerkezetileg magasabban maradt küszöbe, míg a Rétköz a Nyírség mélyebb medencéjéhez tartozik vastagabb negyedidőszaki feltöltéssel, de utólag letarolt felszínnel.

Igazi alföldi folyóvá a Tisza a tokaji kapu után válik. Itt szélesen kitárul a síkság. A peremi kis medencék után a folyó a nagy medencébe ér. Nagy bal oldali ártere, a Hortobágy, 20—25 km széles folyosó és 60 km hosszan vezet D felé. Ekkora ártere a Tiszának délebbre már seholse lesz. Jobb oldalon a Mezőség és Jászság területén messze terjedhetnek árvizei. Tovább délre a Nagykunság táblája* szűkebbre szorítja az árteret, míg tovább egyfelől a Duna—Tisza közi homokhátság, másfelől a Békés—Orosháza tábla szab ki aránylag keskeny teret a folyó áradásainak. Ezeknek a szerkezetileg kiemelt „tábláknak" a felszíne mindössze néhány méterrel emelkedik az árterek szintje fölé, de ez árvízmentességükhöz elegendő. A pleisztocén üledékek vastagsága ezeken igen különböző, mert a negyedidőszakban erősen megmozgatott pannóniai rétegekre települtek, felszínük viszont elegyengetett.

A Sajó-torkolattól kezdve a Tisza az Alföld mély medencéjében folyik. A pannóniai rétegek 1000 m-es vastagságban borítják itt a medence aljzatát, a negyedidőszaki rétegek is 200—300 m vastagságúak. Szolnok és Szentes között ugyan az alaphegységnek egy DNy—ÉK-i szerkezeti kiemelkedése vonul keresztül a Tisza mai vonala alatt, de ennek a felszínen nincs nyoma, hacsak azokban a löszfoltokban nem, amelyek Tiszaföldvártól Debrecen felé vezetnek mindenütt árvízmentes, tehát kissé kiemelt térszínen. A hortobágyi ártér a Nagykunság tábláján túl a Körös-medencével tart kapcsolatot. A Tisza nagy árvizei a Hortobágy síkjáról erre vezetődtek le a szabályozások előtt. A Körös-torkolattól délre a Tisza ártere szűk folyosóra szorul össze. Szeged alatt kissé öblösödik a folyosó, de tovább délre a Temesköz mentén újra szűkül a Telecskai löszplató és a Temesköz dombpereme között. Titelnél, a torkolatnál, a legkeskenyebb az ártéri kapu.

* A „tábla" elnevezés egy feltöltött területen nem szabatos, de az irodalomban elterjedt és a magas helyzetű pannóniai tetőkre települt negyedidőszaki felszínekre nincsen jobb kifejezés.

Tokajtól D-re a Tisza középszakasz jellegű. Hordaléka többször áthalmozott homok és iszap. Helyenként nem feltöltő tevékenységet folytat a folyó, hanem bevág a térszínbe, aminek okai a jelenkori kéregmozgások (pl. Szolnok és Csongrád között). A folyó esése a Szatmári-síkságra érkezéséig (Tiszaújlak) 160 km hosszon kilométerenként átlag 8,2 m. A Szatmári-síkság szélétől Tokajig 210 km hosszon 30 cm/km az átlagos esés, Tokajtól Szegedig 480 km hosszon 4 cm/km.

A Tisza évi közepes vízhozama Tiszaújlaknál 200 m^3/s, Tokajnál 450 m^3/s, Szegednél 790 m^3/s. A torrens hegyi patakokból megnövekedett Tisza az Alföldre érve már komoly folyó és bár az Alföldön már nem sok mellékfolyót vesz fel, átlagos vízhozama mégis négyszeresére növekszik a torkolat közeléig.* A legtöbb vizet a következő folyók szállítják a Tiszába (éves átlagban):

Szamos	126 m^3/s
Bodrog	96 m^3/s
Sajó	65 m^3/s
Körös	85 m^3/s
Maros	190 m^3/s

A Tisza egész vízgyűjtő területéről az átlagos évi lefolyást Szegednél 25,6 milliárd m^3-nek számították, ami 165 csapadék mm-nek felel meg.

A meder szélessége az Alföld területén 200 m átlagosan és a folyás hosszán alig változik. Valamivel keskenyebb a középső szakaszon, ahol bevág, Tiszafüred—Szolnok—Csongrád térségében, itt 180 m átlagosan. A vízszintingadozás végig nagy. A legnagyobb és legkisebb vízállás közötti különbség tíz év átlagában:

Tiszaújlaknál	650 cm
Vásárosnaménynél	1120 cm
Tokajnál	1060 cm
Szolnoknál	1140 cm
Szegednél	1170 cm

Az ingadozási zóna mérete megszabja azt az üledékvastagságot, amelyet a folyó átrendezhet mindenkori partjai közelében.

A Tisza hordalékhozamait az 1931—40-es évekre vonatkozóan a alábbi táblázatban közöljük:

	Lebegtetett hordalékmennyiség (1000 m^3/év)	Görgetett
Vásárosnamény	3 286	— —
Tiszabő	3 330	8,6
Szeged	12 260	11,0

Az a medervonal, amelyet ma Tokajtól Titelig a térképeken látunk, a negyedidőszak végén, főképp a holocénben alakult ki. A negyedidőszak elején és közepén a Bükk és Mátra hegység folyói, patakjai a mai Hortobágy síkjáig jutottak el és valahol a Körös-medencében egyesültek a Berettyó, illetve az Ős-Szamos árterével. A Tisza fő medre először a mai Hortobágy-patak vonalán alakult ki. Itt azonban a régi meder nyomait az újabb üledékek eltemették. Megmaradtak viszont ezek a Nagykunság táblájába vésve, mert itt holocén üledékek nem telepedtek rá. A kunmadarasi, kunhegyesi hatalmas régi kanyarulatok őrzik a régi Tisza medrének emlékeit.

A Szatmári-síkság

Természetes határai között 3300 km^2 terjedelmű terület ez az erdélyi Bükk-hegység, a kárpátaljai Rozsály és Avas között. Nyugaton a Nyírség homokszigete határolja. Ma Magyarországhoz a kisebbik fele tartozik, amelyhez a beregszászi síkság egy kicsiny része is csatlakozik. Így a politikai határokkal délen és keleten körülvett terület kb. 1600 km^2 terjedelmű. Felszíne 110—125 m magasan van a tengerszint felett.

Igen sűrű a folyóhálózata. Erdélyből a Szamos, a Kraszna, a Túr, a Batár és mellékpatakjaik jönnek ide, a Kárpátaljáról a Tisza rengeteg mellékpatakjával, a Borzsava, a Szernye, Latorca ugyancsak sok mellékpatakkal. Minthogy a patakok nagy eséssel jönnek az aránylag mélyen fekvő Alföld-

* Ez azt jelenti, hogy a Tisza a talajvizet is megcsapolja, mégpedig igen nagy mértékben. Ennek a jelenségnek fontos szerepe van a felszín alatti rétegek vízforgalmában 10—20 m mélységig.



264. ábra. A Szatmári-síkság és a Latorca-medence
1. Hegységek, *2.* hegylábi régiók

Fig. 264. The Szatmár-plain and the Latorca basin
1. Mountain territories, *2.* foothill regions

szélre (átlagos tsz. f. magassága 110 m), sok az árvíz, sok a medrét változtató folyó és a mocsaras terület (Szernye-mocsár, Ecsedi láp).

A hegylábi előmélyedések vízrajza mindenütt zűrzavaros, kacskaringós, de a Szatmárisíkság e tekintetben vezető helyen áll. A Szamos is, Tisza is hatalmas kanyarokat építve vándorol végig a síkon, szétágazva, újra egyesülve, egymás csatornáiba kötve. E nagyon bizonytalan futásnak nemcsak a folyók építő és pusztító tevékenysége során jelentkező különböző hordalékszállító képesség, munkaképesség az oka, hanem a jelenkorig tartó apróbb mozaikszerű felszínmozgás is. A harmadidőszaki felszín a mai folyóvízi üledékek alatt igen változatos domborzatú, de az alapzat változása nem állt meg a pleisztocénben és a holocénben, sőt felerősödött.

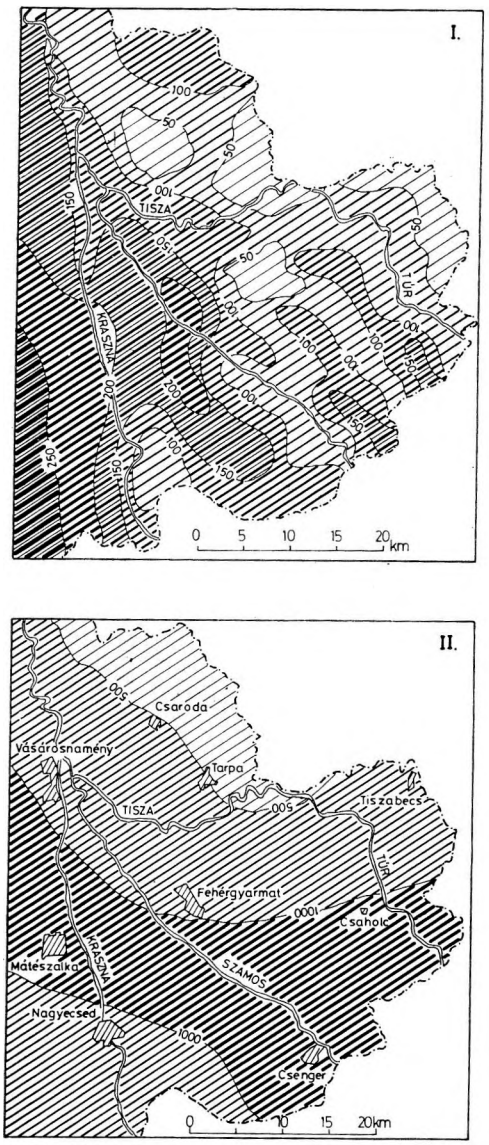
A mélyföldtani viszonyokról hiányos ismereteink vannak. A terület nagyobb része alatt valószínűleg paleozóos kőzetek alkotják a fiatal medence aljzatát. Fölöttük harmadidőszaki vulkanitok — miocén riolittufák — települnek helyenként nagy vastagságban, azok felett pedig pannóniai agyag- és homokrétegek. A síkság déli részén vastag paleogén rétegsorra települ az aránylag vékony (100—200 m) riolittufa. Azon fekszik a pannóniai rétegsor, majd a pleisztocén—holocén. Keleten, a hegyperemekhez közel, 800 m-ben már mezozoikum van a neogén alatt és a negyedidőszak csak néhány méterrel van képviselve. Északon a miocén tufák 800 m-től 2000 m-nél nagyobb mélységig követhetők, rajtuk az alsó-pannóniai rétegek is tufások és a negyedidőszak igen változatos vastagságú.

A pannóniai rétegek vastagsága 400 m-től 1200 m között változik és a hegyek előterében ÉNy—DK irányú vályút formál. Tetején a negyedidőszaki rétegsor döntően durva szemű üledék: kavics, kavicsos homok. Vastagsága 50—200 m körül váltakozik. A Tiszától délre eső síkségi részen a vastagabb és vékonyabb kvarter vonulatok ÉNy—DK-i irányban alakultak ki a Kraszna, Szamos és Túr irányának megfelelően. Az északi részen, a Latorca medencéjében, a lehordási és lerakódási irány K—Ny-i, a Tisza, Szernye és Latorca futásának megfelelő.

A negyedidőszak alatt 6—7 kavicsréteg halmozódott fel a hegylábi vályúban, illetve az így kialakult síkságon, ami a feltöltődés szakaszosságára utal, valamint arra is, hogy a süllyedék nem fiatal, a laza üledékek a pleisztocén elejétől kezdve jelen vannak itt, de nem mindenütt teljes sorozatban és természetesen különböző vastagságban.

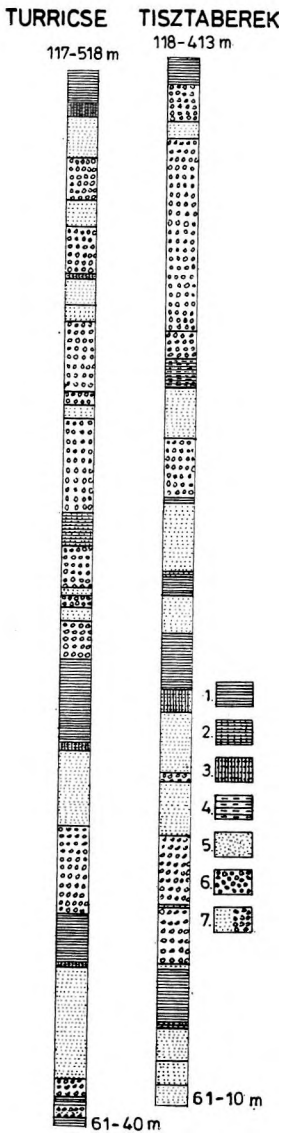
A holocén rétegek szintén kaviccsal indulnak és felfelé elfinomodnak, homok—iszap—agyagba mennek át. Vastagságuk nagyon változó, néhány métertől 40—50 m-ig terjedhet. Felszínükön tőzeges lápföldek alakultak ki, máshol szikesedő foltokat találunk. Tőzegrétegek néhol 10—15 m mélységben is találhatók. A negyedidőszaki kavicsrétegek vastagsága általában K-ről Ny-ra nő és É felé csökken. Tarpán, Fehérgyarmaton, Kispaládon 20—50 m, Mátészalkán, Mándokon 70—100 m. De míg az előbbi helyeken a felszínen, vagy 50—100 m mélyen helyezkednek el, addig Mátészalkán 150—250 m mélységben. Helyenként közben is vannak mélyebb kavicsüstök. Így pl. Csaholcon (150 m), Kölcsén (100 m), Mehteleken (120 m), Gelénesen (60 m). A kavicsmező elterjedéséről Urbancsek J. tömbszelvényei adnak áttekintést.

Gondos beszámolót készített a Szatmár—Beregi síkságon végzett földtani kutató munkáról Ferenczi István 1933-ban. Ő a pleisztocént két tagra különíti: idősebb (ópleisztocén) és fiatalabb részre. Az ópleisztocen kavicsos réteg vastagságát Tisztabereknél 173 m-nek mondja. „A kavics anyaga kristályos pala, kvarcit, gránit, csillámpala, kovás agyagpala, homokkő és andezit. Mészkőkavics ritkán akad köztük". Ferenczi is úgy találta, hogy a Tisza—Szamos—Túr-vidéki síkság területe már a periglaciális ópleisztocénben majdnem a mai térszínig feltöltődött és a fiatalabb pleisztocén és holocén üledékek aránylag vékony sorozatként fedik azokat. A feltöltődés már a pliocénben megkezdődhetett. Az ópleisztocén kavicsra települő agyagos, homokos rétegsort Ferenczi a fiatal pleisztocénbe tartozónak mondja. Ebbe az agyagba jelentős hullópor is keveredhetett, mert a szemcseelemzések a durva por frakciót (0,02—0,05 mm ∅) több mintában uralkodónak (33—45%) találták.



265. ábra. A negyedkori rétegek vastagsága (I) és a pannóniai rétegek fekümélysége (II) a Szatmári-síkságon

Fig. 265. The thickness of the Quaternary sediments (I) and the bottom depth of the Pannonian layers (II) in the Szatmár—Bereg plain



266. ábra. Túrricsei és tisztaberki fúrások rétegsora. Szerkesztette: Ferenczi I. 1933

1. Agyag, *2.* agyagos homok, *3.* homokos agyag, *4.* fekete mocsári agyag, *5.* homok, *6.* kavics, *7.* kis és nagy kavics homokban

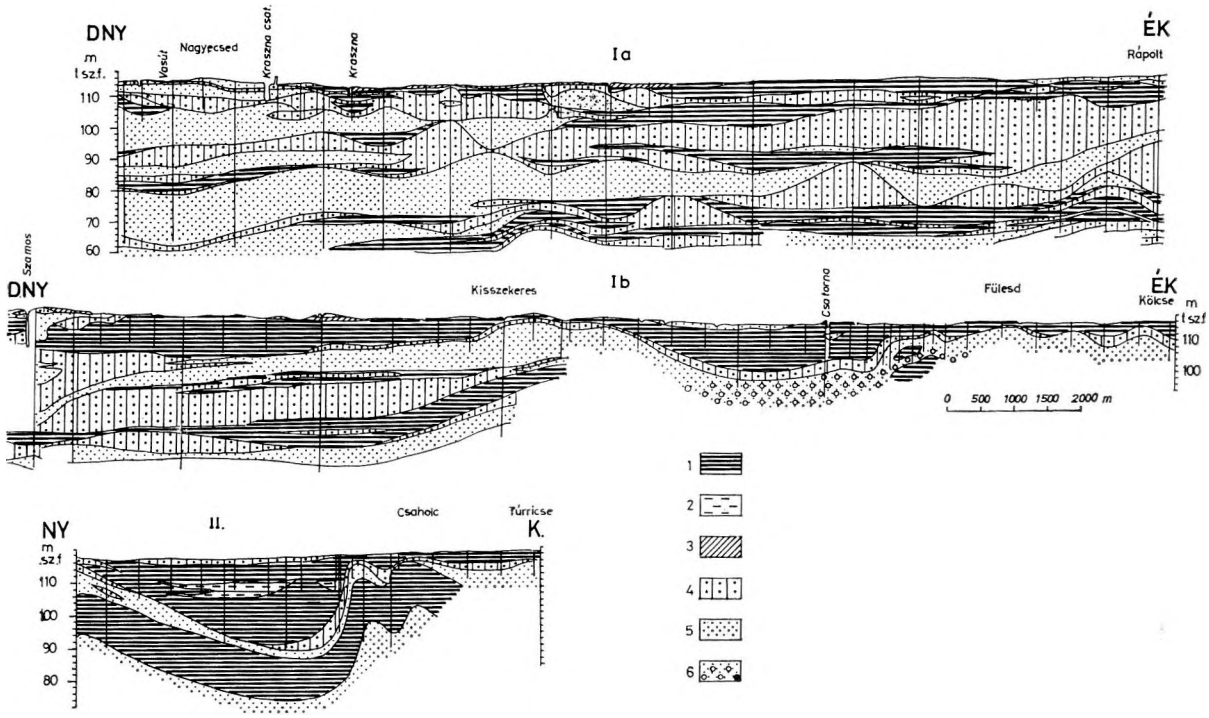
Fig. 266. Borehole profiles of Túrricse and Tiszaberek. Plotted by I. Ferenczi 1933

1. Clay, *2.* clayey sand, *3.* sandy clay, *4.* black marshy clay, *5.* sand, *6.* gravel, *7.* small and big pebbles in sand layer

Ez a frakció a típusos löszökben mindig túlsúlyban van. Az agyagréteg vastagsága néhány méter, de egyes „teknőszerű mélyedésekben" a 10—25 m-t is eléri.

A réteg löszös eredetére mutat, hogy csigafaunáját Kormos K. és Sümeghy J. fiatal pleisztocén löszfaunának határozta meg. *Pupa muscorum* L., *Gyrorbis spirorbis* L., *Spirodiscus corneus* L., *Gyraulus albus* Müll., *Cochlicopa* cf. *lubrica* Müll., *Vallonia pulchella* Müll., *Succinea elegans* Risso, *Vertigo antivertigo* Drap. a jellemző fajok.

A holocén rétegeket sötétszürke réti agyag, mederhomokok, futóhomok és tőzeges lápföldek képviselik. A lápföld vastagsága 20—50 cm. A lecsapolás azonban a tőzegesedést és lápföldeket el-



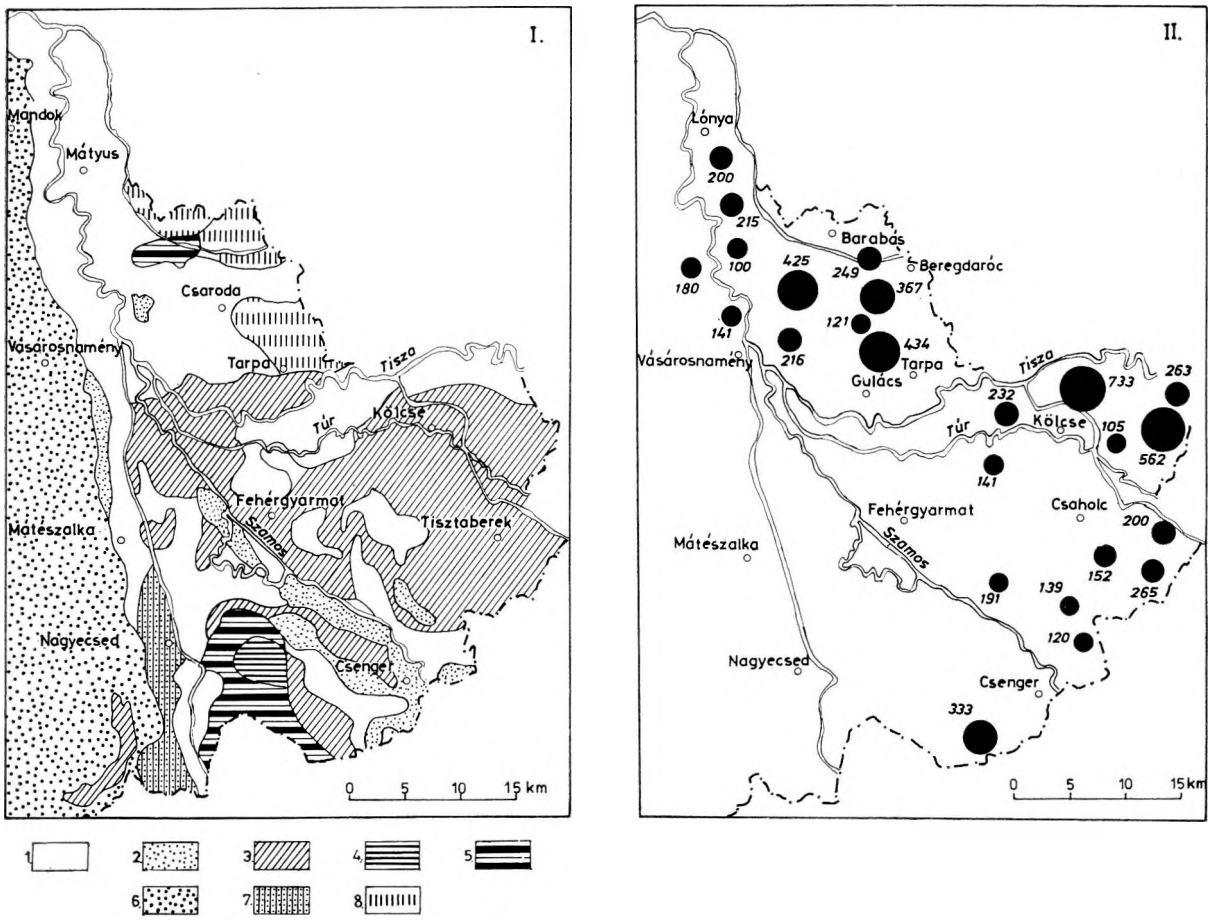
267. ábra. Geológiai szelvények a Szatmár megyei és Bereg megyei síkság területéről
I. Nagyecsed—Rápolt—Kölcse között (SCHRÉTER—FERENCZI—SCHMIDT egyesített szelvénye 1934), *II.* Kisszekeres—Csaholc között (SCHRÉTER szelvénye 1934)
1. Agyag, *2.* iszapos agyag, *3.* humuszos agyag, *4.* agyagos homok, homokos agyag, *5.* homok, *6.* homokos kavics

Fig. 267. Geological sections of the Szatmár and Bereg plain. Plotted by Z. SCHRÉTER—I. FERENCZI—E. R. SCHMIDT
1. Clay, *2.* silty clay, *3.* humic clay, *4.* clayey sand, sandy clay, *5.* sand, *6.* sand and gravel

tüntette. FERENCZI szerint az Ecsedi láp területén sohasem volt nagyobb méretű tőzegképződés. A kavicsrétegek feletti finomabb szemű üledékek településmódjára SCHRÉTER Z., FERENCZI I., SCHMIDT E. R. szelvényei adnak felvilágosítást (267. ábra). A kavicsos rétegek elhelyezkedéséről a tisztabereki két fúrás rétegsora ad számot.

A talajvíz a terület túlnyomó részén 2—3 m mélyen áll a terepszint alatt. Csak a Szamos partjain van mélyebben a vízszint a parti dombokban. Itt nyáron 6—8 m mélyen találunk vizet. Ennek csak egyik oka a terep domborzati kiemelkedése, a másik ok a Szamos folyó leszívó hatása. A talajvíz évszakosan jelentős szintingadozást mutat, mert a vízszint a legtöbb helyen a kavicsos rétegek fölötti iszapban, homokban áll, ahol az ingadozás nagyságát a kapilláris zóna is erősíti. Ahol kavicsban mozog a talajvíz, ingadozása kisebb, mint a szomszéd területeken. Nagy a talajvíztükör évszakos ingadozása, de még nagyobb a sokévi kilengés. Évszakosan 3 m-es az ingadozás, 30—40 évet áttekintve a legmélyebb és legmagasabb talajvízállás között a különbség 4—5 m is lehet. A kavicsrétegek vize kevés oldott anyagot tartalmaz, de a kavicsra települt vastag iszapos—agyagos rétegből a víz sok anyagot tud kioldani. Ezért a síkság talajvizében általában 1 g-nál több oldott só van, de a 3—4 g-ot ritkán haladja meg. A vízben oldott anyagot rendszerint a szulfát-ionok emelik meg. Ez a tőzeges, lápos területekkel magyarázható. Kalcium-magnézium-szulfátos vizek találhatók sokfelé. A nátrium-ionok is jelen vannak a legtöbb vízben 10—20%-os súlyaránnyal. Valamelyes emelkedését figyelhetjük meg a Nyírség keleti határát alkotó É—D-i zóna mentén, ahol a talajvizek hőmérséklete is néhány fokkal magasabb a környező talajvízkutak hőmérsékleténél, amit mélyebb vizek feláramlásával magyarázunk. A talajvíznél mélyebb rétegekre telepített kutak mind sekélyek, a negyedidőszaki kavicsrétegekig mélyülnek csak le. Mélységük ritkán haladja meg a 100 m-t, leggyakoribb a 40—60 m körüli mélység. Vízhozamuk viszont igen jó. A jól kiképzett kutakból 200—400 liter víz vehető ki percenként 1 m-es leszívás mellett. A legnagyobb vízhozamot a keleti hegységperemi kutakból nyerik 40—100 m-es mélysegből. Ezekből a mélységekből a víz nem emelkedik a felszín fölé, hanem 2—5 m mélyen a felszín alatt marad. Csak néhány 100 m-nél mélyebb kútból szökik a víz néhány méterre a felszín fölé.

A bányászott ásványi nyersanyag döntően a kavics, különösen a terület K-i és D-i részén. Az É-i részén néhány andezit- (Tarpa) és riolitbánya (Barabás) működik, többfelé van homok- és agyag-



268. ábra. Földtani vázlat (I) és nagy vízhozamú kutak (II) a Szatmári-síkságon
Holocén: *1.* öntéstalaj, *2.* futóhomok, *3.* iszap, *4.* agyag, *5.* lápföld—tőzeg. Pleisztocén: *6.* futóhomok, *7.* löszös homok, *8.* lösz. — Fajlagos vízhozamok (l/p/m)

Fig. 268. Geological section map (I) and the most important wells (II) in the plain of Szatmár and Bereg
Holocene: *1.* fresh shedding, *2.* blown sand, *3.* silt, *4.* clay, *5.* peat. Pleistocene: *6.* blown sand, *7.* loessy sand, *8.* loess. — Specific yields l/min/m

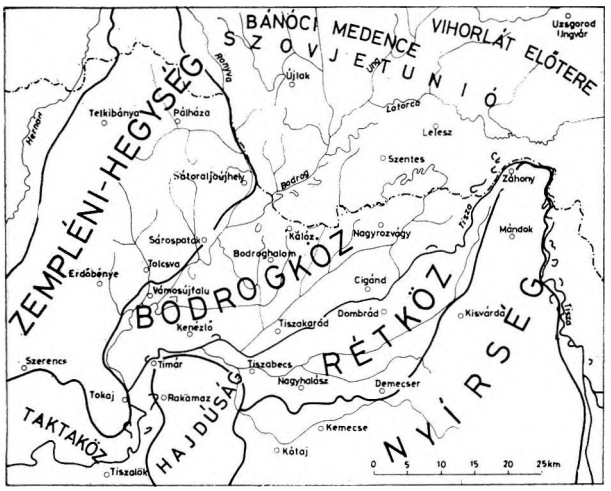
bánya, de mindenütt csak időszakos termelés folyik. Nagyecseden időszakosan tőzeget termeltek. A bányák általában kis teljesítőképességűek.

A természetes táj nagyobb települési és forgalmi központjai: Szatmárnémeti és Nagykároly délen, Beregszász keleten.

Bodrogköz—Rétköz

Domborzatilag jól körülhatárolt kis negyedidőszaki medence ez a terület, középen a Tiszával, amely két fél medencére osztja. A kisebbik fél a déli, a Rétköz, az É-i a Bodrogköz. Ny-on a Zempléni-hegység, K-en a Nyírség határolja. É-on domborzati küszöb nélkül átmegy az Ung—Latorca medencébe. Délen bezárja a tokaji Kopasz-hegy. Felszínének átlagos magassága 94 m a tenger szintje felett, néhány térszínsziget emelkedik csak néhány méterrel a 100 m-es szintvonal fölé. A Tisza 0,2—0,3 m^3/s sebességgel folyik át a területen. A Bodrog 700 m magas forrásvidékéről jövet torkolatánál 9 m^3/s évi átlagos vizet szállít, a Tisza 450 m^3/s-t hoz. Árvízkor azonban tízszeres a vízszállítás.

A két félmedence aljzatában 200—300 m mélységben miocén vulkanitok vannak, valószínűleg nagy vastagságban. Ezekre közvetlenül felső-pannóniai üledékek települnek, azokra pedig 50—100 m vastagságban pleisztocén és holocén rétegek. A déli medencefélen, a Rétközben a pliocén és negyedidőszaki rétegek D felé kivastagszanak. A felszínt folyóvízi iszap és homok borítja. Az öblözet szélein nagyobb futóhomok foltok is találhatók. A felszíni homokos iszap rétegek között Cigándtól É-ra és Dombrádtól D-re nagy területen találunk tőzeges mocsarakat, illetve azok maradványait. A Bodrogköz közepén nagy kiterjedésű agyagfelszín található. A folyópartoktól távol eső mély ártér az, ahol a víz a leghosszabb ideig megmarad és leadja legfinomabb üledékeit. Ugyanilyen nagyobb területfolt



269. ábra. Helyrajzi vázlat a Bodrogköz—Rétközről
Fig. 269. Topographic sketch map of Bodrogköz and Rétköz

az agyagos térszíntől délre a mésziszapos felszín, ahol hosszú ideig a felszínen tározódó sekély vízborítás párolgása folytán mésziszap formában vagy konkrécióként (réti mészkő) a mészanyag a felszínen kicsapódik.

A terület nevezetes pontja a tokaji kapu. A tokaji Kopasz-hegy 515 m magas andezit kúpja szolgáltatja a kapu egyik félfáját, a másikat a Hajdúság alatt húzódó pannóniai dombsor északi vége. Rakamaz—Timár—Szabolcs térségében az andezit rétegek 500—600 m mélységben vannak és az azokra települő pannóniai rétegek közel a felszínig érnek. Kevés negyedidőszaki üledék fedi őket, a Timár—Szabolcs magas parton úgyszólván csak löszrétegek. A Kopasz-hegy és a pannóniai dombsor között nyílik a tokaji kapu, amely az ÉK-i Kárpátokról jövő minden patakot és folyót összeterel és a Tiszához vezet le. Tavasszal víz alatt áll a Tisza—Bodrog köze, ameddig a szem ellát, s tovább a kapu alatt is a Taktaközben messze gyűrűznek az övzátonyok, s közöttük mindenütt nyílt víz. A Szerencs-patak eltévelyedett ágai száraz időben is behálózzák a dombhátak előtti asztalsima síkot. A tokaji kapu teremtette meg a Bodrogköz—Rétköz táját, visszaduzzasztva a Tisza és Bodrog árvizeit és kavicsaik nagy részének lerakására kényszerítve őket. Az iszapos agyagos felszín alatt néhány méterre kavicsot találunk. Ezek fiatal holocén kavicsok, de mélyebben a negyedidőszaki rétegsorban még több kavicsszint található.

A Bodrogköz és a Rétköz fiatal süllyedék, a pleisztocén legvégén és a holocénben keletkezett. A tokaji hegy aljában mélyített fúrások 50 m-es holocén süllyedést mutattak ki (Sümeghy J. 1953). A Bodrogköz és Rétköz alatt a negyedidőszaki rétegek vastagsága 100—200 m körüli, a pannóniai rétegeké 100—500 m körüli. A sekély mélységű kutakból az igényekhez képest elegendő víz nyerhető, így mélyebb kutak itt nem épültek. A talajvíz nagy területeken magasan áll, különösen az északi félmedencében, a Bodrogközben (1—2 m átlagos mélység). Csak a kiemelkedő homokszigeteken találjuk a vizet 3—5 m mélyen. A vízszint évszakos és sokévi ingadozása éppen ezért nem nagy, hiszen az emelkedő talajvíz hamarosan a felszínre lép. Ott, ahol a talajvíz kavicsban áll, ez is mérsékli a szezonális ingadozást.

Ahhoz képest, hogy a talajvíz a legtöbb helyen homokban áll, aránylag sok oldott sót tartalmaz. Nem ritkák a 2—5 g/l-es adatok. A víz kémiai jellege kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos, de mindenütt sok a vízben a nátrium- és a szulfát-ion, ugyancsak gyakori a klorid mennyisége. A víz nitrát-ion tartalma helyi szennyezésre utal, sajnos elég sok helyen.

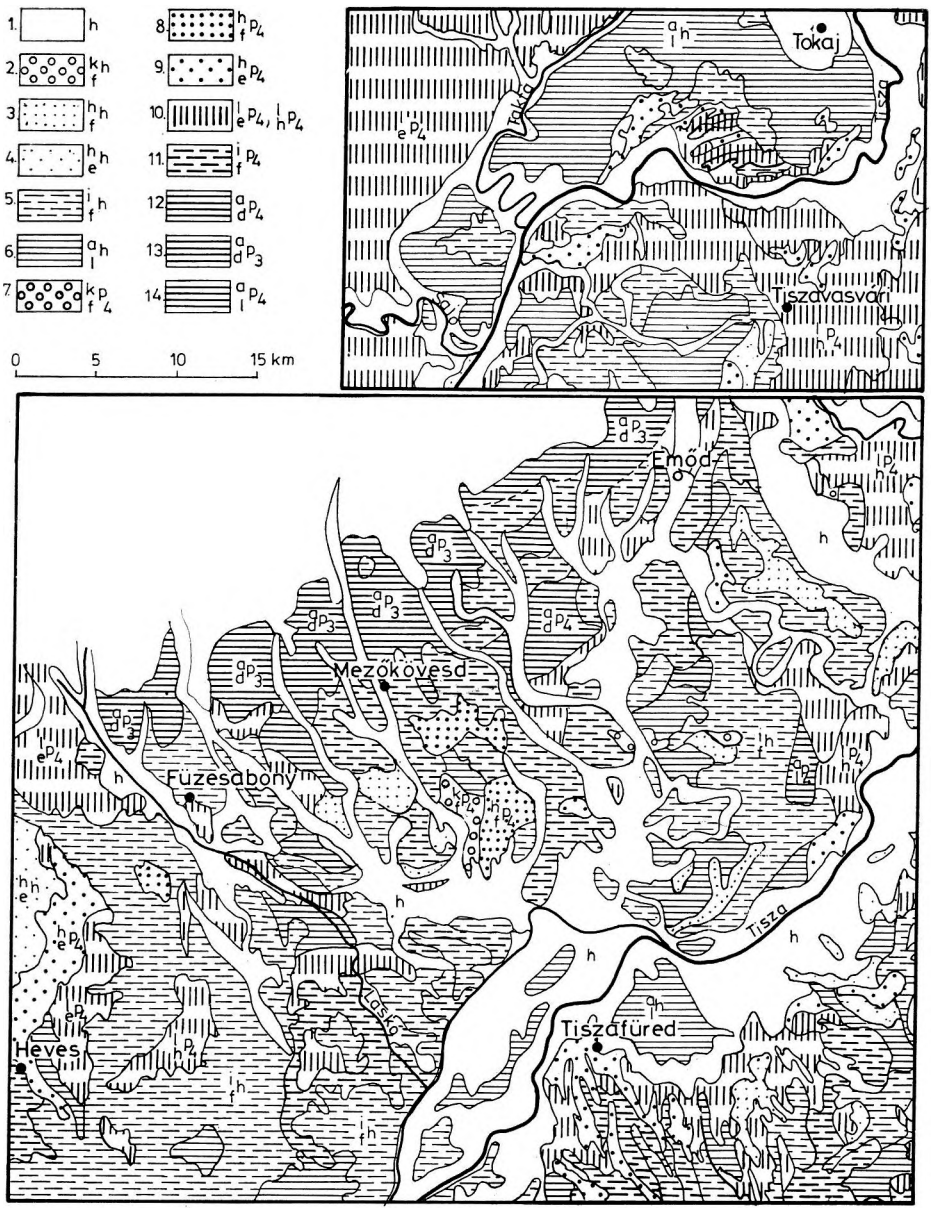
Ásványi nyersanyag kincse e tájnak alig van. Néhol a homokot és a kavicsot bányásszák és 50—150 m mély kutakkal a sekély mélységi vizeket hasznosítják.

A Mezőség és a Taktaköz

A Bükk és a Zempléni-hegység lábai előtt széles előmélyedés húzódik, amelyet előbb a pannóniai tó üledékei, majd a hegységekről jövő patakok hordaléka töltött fel. Ma mély fekvésű, igen egyenletes felszínű síkságok ezek, szertekanyargó patakokkal és a felszínhez közeli talajvízzel. Természetes viszonyok között gazdag füves térség volt a táj, ahol az állattenyésztésnek nyílott nagyobb lehetőség. A Mezőség tájneve is fátlan, füves pusztákra utal. Az északi Mezőség nevet használjuk itt, mert a Tiszántúl déli felén egy másik mezőségi táj is van (Mezőhegyes, Mezőkovácsháza).

A Bükk előtere, a Mezőség, a hegység lábai előtt 20 km szélességben és kb. 60 km hosszan húzódik. DK-i határa a Tisza. Felszíne 90—100 m magasan van a tengerszint felett, talaja kötött réti talaj, többfelé erősen szikesedő. A Taktaköz hasonló magasságban fekszik, a Zempléni-hegység lábai és a Tisza között. A Mezőség és a Taktaköz között a Sajó völgye a határ.

A hegylábi helyzetnek megfelelően a síkságok aljzata a Bükk előterén miocén riolit és dácittufa. Erre települnek a pannóniai rétegek, majd pleisztocén kavics, homok, iszap, agyag. Ez utóbbiak vastagsága Füzesabony, Mezőkövesd, Nyékládháza vonalán néhány méter csak, a Tisza vonalánál 200 m körüli. A rétegek a domborzati helyzetnek megfelelően D-DK-re dőlnek, de nem végig a Tisza vonaláig. A hegylábak előtt egy kisebb mélyedés húzódik Kál—Dormánd—Szentistván—Mezőcsát vonalán. Ettől delre a rétegek visszafelé dőlnek. Még nagyobb mélyedés húzódik délebbre a Tisza folyó mai



270. ábra. Földtani vázlat a Mezőség és a Taktaköz területéről

Holocén: *1.* holocén általában, *2.* kavics, *3.* folyóvízi homok, *4.* futóhomok, *5.* lösziszap, homokliszt, *6.* ártéri és mocsári iszap, agyag. Pleisztocén: *7.* folyóvízi kavics és kavicsos homok, *8.* folyóvízi homok, *9.* futóhomok, *10.* lösz, homokos lösz, lejtő lösz, ártéri infúziós lösz, *11.* ártéri iszap, agyag, *12.* lejtőagyag, vörösagyag, nyirok és barnaföld, *13.* idősebb pleisztocén lejtőagyag, vörösagyag, nyirok és barnaföld, *14.* mocsári, tavi agyag és iszap

Fig. 270. Geological sketch map of Mezőség and Taktaköz

Holocene: *1.* Holocene undetailed, *2.* gravel, *3.* fluvial sand, *4.* blown sand, *5.* loess-mud, sand flour, *6.* alluvial silt clay. Pleistocene: *7.* fluvial gravel and gravelly sand, *8.* fluvial sand, *9.* blown sand, *10.* loess, sandy loess, deluvial and infusion loess, *11.* flood plain silt and clay, *12.* deluvial slope clay, red clay and brown till, *13.* Older Pleistocene deluvial clay and brown till, *14.* marshy, limnic clay and silt

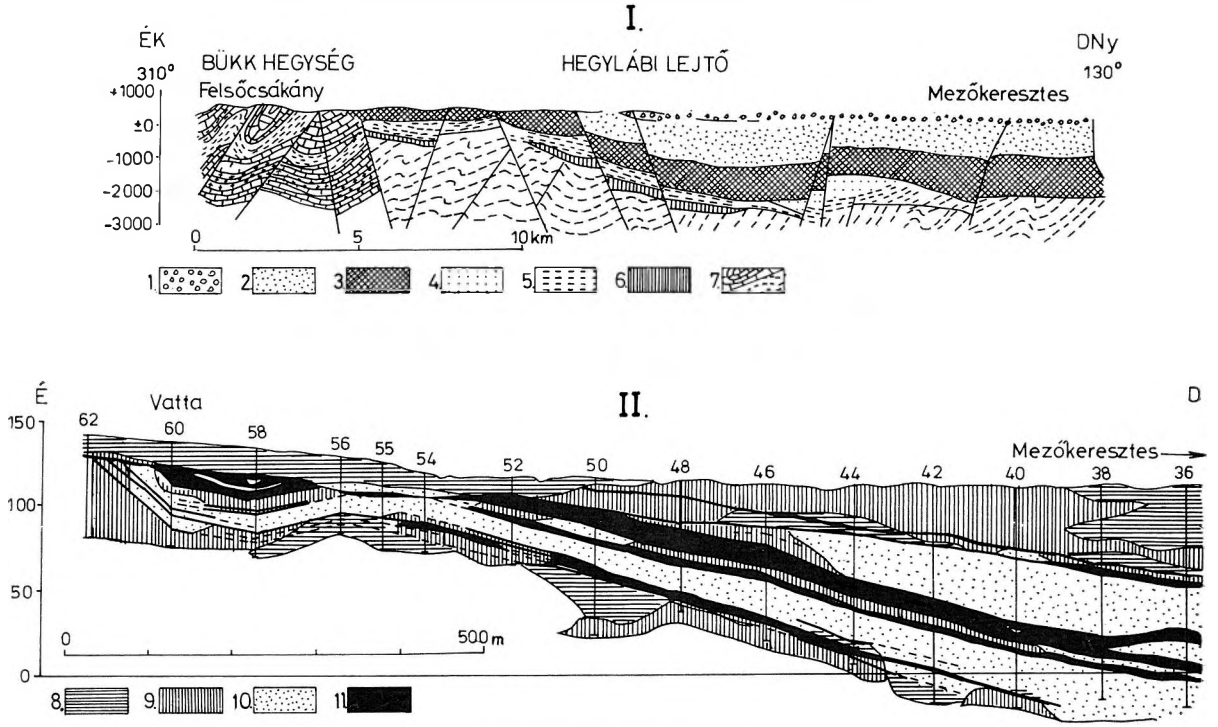
medrétől ÉNy-ra Jászkisér, Hevesvezekény, Poroszló, Sajószöged vonalán. E mélyedés D-i szárnya a Tisza táján van. A Tisza a pannóniai felszín kiemelkedő „vállán" folyik végig. A negyedidőszaki rétegek itt csak 100 m körüli vastagságúak. Ezt a hegyperemmel párhuzamosan húzódó pannóniai dombsort a Sajó áttörte és nagy negyedidőszaki kavics törmelékkúpját a Tiszán túli területekre is kiterjesztette. A hegylábhoz közelebbi mélyedést a Laskó, Eger, Rima, Kánya patakok nem tudták áttörni, hanem nagy kanyarulatokkal megkerülni igyekeztek. Tovább keletre a Tardi, Kácsi, Sályi, Csincse patakok sem tudtak áttörni, hanem az előmélyedésben elvesztek. Jelentős felszínépítő szerepe csak a Sajónak volt és van. A többi patak hordalékkúpja területre kicsiny és vastagsága sem jelentős. Viszont a Sajó igen nagy hordalékkúpot épített ki a pleisztocén elején és folyamatosan építi máig.

A pleisztocén elején lerakott Sajó-kavicsok ma 200—300 m mélységben találhatók a Tisza folyó mai medre alatt Tiszakeszi, Tiszacsege táján. Pleisztocén végi kavicsait Nyékládháza körül bányászszák hatalmas medencékben.

A Bükk előterének és a Mezőség mélyének klasszikus földtani szelvényét Balogh Kálmán szerkesztette meg Felsőcsákány és Mezőkeresztes között (271. ábra). A triász alaphegységen vékony és hiányos eocén és oligocén rétegek, azokon vastag miocén riolittufa és hasonlóan vastag pannóniai rétegek települnek. A hegylábi szerkezeti mélyedés az ábrán is megfigyelhető, a fiatalabb fedő rétegek visszafelé dőlnek. A lignitrétegek a pannóniai képződményekben a hegyperemeken sűrű egymásutánban követik egymást. Elvékonyodva és még több ágra szakadva a síkság alatt is megtalálhatók 200—300 m mélységben. A hegylejtők durva törmeléke nem jut messzire a síkság területén. Felfogják azokat a hegylábak előtt futó előmélyedések és a mögöttük húzódó magasabb pannóniai dombok.

Részletesebb áttekintő szelvényt szerkesztett Dinda Jenő (1933) a negyedidőszaki rétegek felső 30 m-éről Szentistván és Tiszafüred között (272. ábra). Megfigyelhetők benne az ellentétesen dőlő kvarter rétegek, a dombláb és a nagy síkság érintkezése erőteljes levetődés mellett. A negyedidőszaki rétegsor homok- és agyagrétegekből áll. Kavics csak a peremek közelében és kis mélységig található, a felszínen ritkán. A hegylábakat barna lejtőagyag borítja, s ez vagy ennek lemosott válfaja fedi a síksági előteret is széles sávban. Ezt követően pleisztocén löszféleségek és holocén agyagok, iszapok fedik a térszínt a Tisza vonaláig. E képződmények alkalmazkodnak a térszín finom domborzatához. A néhány méter magasságkülönbséggel kiemelkedő területeken lösz-szerű pleisztocén képződményeket, a folyóvölgyben és mai ártereken holocén agyagokat és iszapokat találunk. Ezek tekintélyes része elszikesedett. A löszféleségek alatt néhány méteres homokréteget harántolnak a fúrók.

A Mezőség Ny-i szárnya átnyúlik a Mátra előterére. A hegylábi törmelékkúpok itt még erőteljesen kiemelkednek az egyébként lapos térszínből. A felszínt homok és lösz borítja. A talajvizek tiszta, lágy oldatok. Délebbre már agyagosabb a felszín, a löszféleségek mellett folyóvízi iszap és agyag uralkodik a terület nagyobb részén. A Tarna pleisztocén eleji és közepi nagy homokvonulatain jobbról és balról finomabb szemű, jól rétegzett üledékek települnek. A Jászság laposa felé a talajvízben megjele-



271. ábra. Földtani szelvény a Bükk D-i lejtőjén (I). Szerkesztette: Balogh K. 1961
Kőzettani szelvény a Bükk D-i lejtőjén Vatta vidékén (II)

1. Negyedkori, *2.* pannóniai, *3.* miocén riolittufa, *4* miocén, *5.* oligocén, *6.* eocén, *7.* triász rétegek, *8.* agyag, *9.* homokliszt, *10.* homok, *11.* lignitrétegek

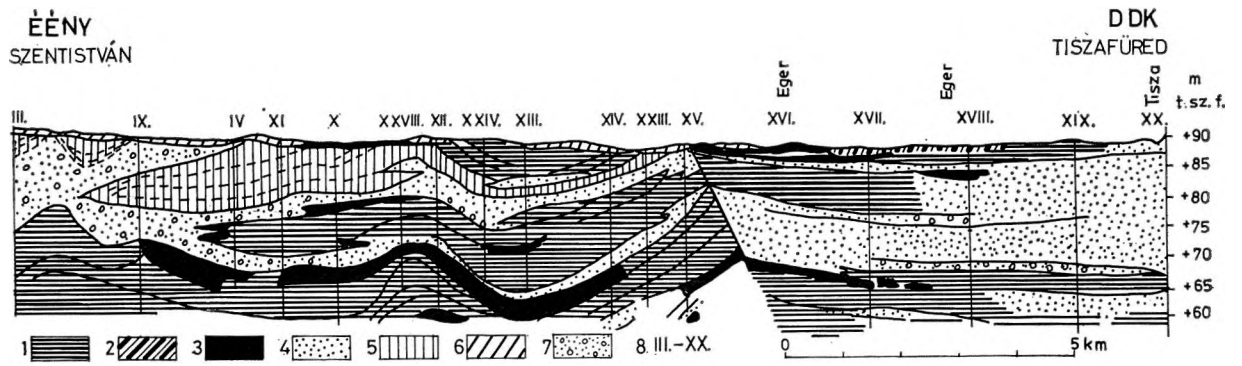
Fig. 271. Geological section of the southern slope of the Bükk mountain (I). Plotted by K. Balogh
Lithological section (II) of the southern slope of the Bükk mountain, the region of Vatta

1. Quaternary, *2.* Pannonian, *3.* Miocene rhyolite tuff, *4* Miocene, *5.* Oligocene, *6.* Eocene, *7.* Triassic strata, *8.* clay, *9.* sand flour, *10.* sand, *11.* lignite beds

nik a nátrium, a magnézium és a szulfát, nagy arányban. A Tisza felé lejtő keleti részen még tiszta a talajvíz. A Mezőség keleti felén a felszínközelben iszap, lösz, és homokképződmények uralkodnak. A talajvíz ezek között mozog, de itt a hegylábakhoz közel még elég gyors a lefelé szivárgása, s így nem sok anyagot old ki a képződményekből, amelyeken keresztül halad.

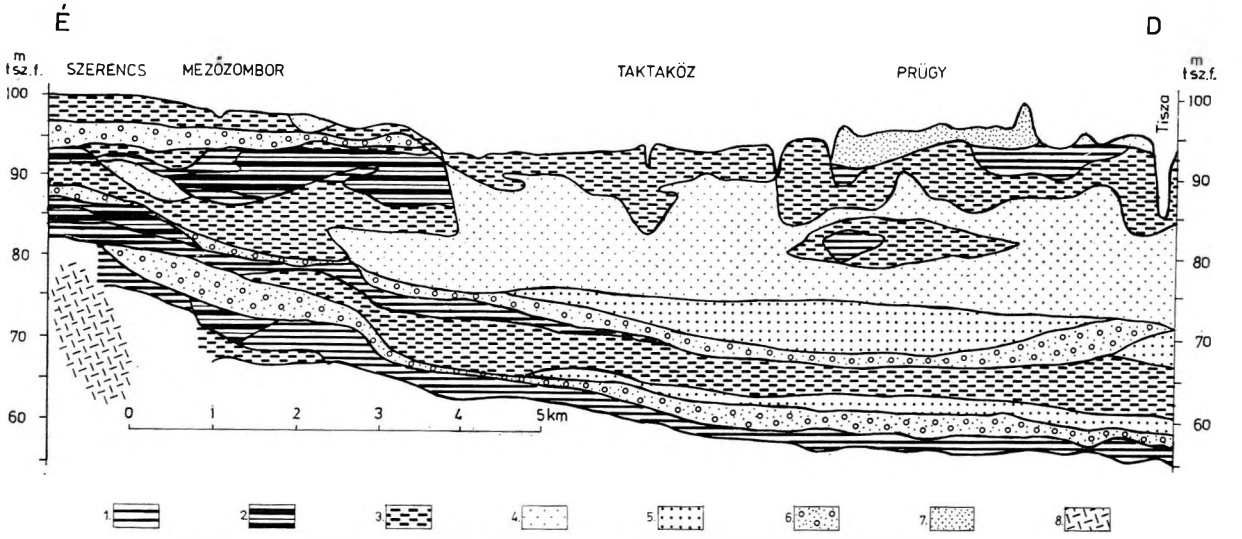
A Taktaköz jóval kisebb kiterjedésű, nagyon fiatal süllyedék. Felszínének nagy részét holocén öntésiszap és homok fedi. A Tisza jobb parti dombjain találunk csak kis foltokban futóhomokot. A mai patakok kikerülik a központi rész homokterületét és nagy kanyart írva le, Ny felé ömlenek a Tisza torkolata előtt a Sajóba.

A talajvíz mindkét területen a felszín közelében áll (1—3 m) és tavasszal gyakorta nagy területeken a felszínre lép. Ingadozása évente 1—2 m körül jár, több év során helyenként a 3 m-t is meghaladhatja. Nagyobb az ingadozás a hegyperem közelében és a Tisza közvetlen környékén. A talajvízben általában kevés oldott anyag van (1 g/l körül), kémiai jellege kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos. Egyes helyeken azonban, ahol a pannóniai rétegek vize feláramlik, 5—10 g/l sótartalom is jelentkezik és megnő a víz szulfát-, klorid-, valamint nátriumtartalma. Vízben az 50—100 m közötti rétegek a leggazdagabbak. Nagyon kevés helyen kell lefúrni a pannóniai rétegekig, de azokból is



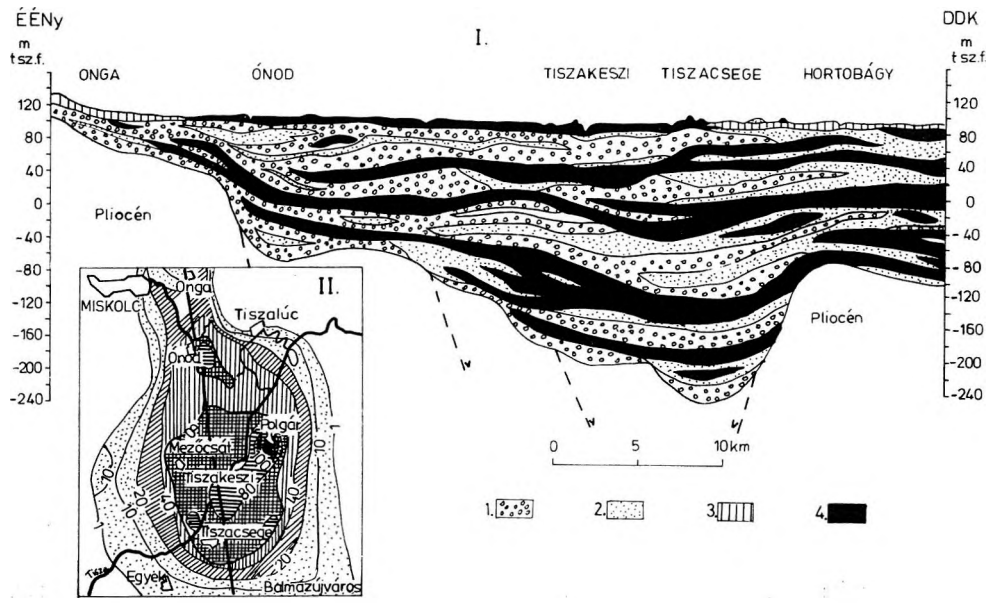
272. ábra. Földtani szelvény a Mátra lába és a Tisza folyó között. Szerkesztette: DINDA J. 1933
1. Szürke agyag, *2.* sárga agyag és lösz, *3.* barna humuszos iszap, *4.* fekete talaj, *5.* fekete humuszos agyag, *6.* kavics, *7.* homok, *8.* fúrások jele

Fig. 272. Geological section between the foot of the Mátra mountain and the Tisza river. By J. DINDA 1933
1. Gray clay, *2.* yellow clay and loess, *3.* brown humic silt, *4.* black soil, *5.* black humic clay, *6.* gravel, *7.* sand, *8.* symbol of drilling



273. ábra. Földtani szelvény a Taktaközről. Szerkesztette: ROZLOZSNIK P. 1932
1. Iszap, *2.* sötét és fekete humuszos agyag, *3.* homokos iszap, *4.* folyóvízi homok, *5.* durva homok, *6.* hegylábi kavics, *7.* futóhomok, *8.* riolittufa

Fig. 273. Geological section of Taktaköz. Plotted by P. ROZLOZSNIK 1932
1. Silt, *2.* dark and black humic clay, *3.* sandy clay, *4.* fluvial sand, *5.* coarse sand, *6.* foothill gravel, *7.* blown sand, *8.* rhyolite tuff



274. ábra. Keresztmetszet a Sajó hordalékkúpján. Szerkesztette: FRANYÓ F. 1966
I. Földtani szelvény, *II.* a Sajó-kavics vastagsága az Alföld felszíne alatt (m)
1. Kavics, *2.* homok, *3.* lösz, *4.* iszap

Fig. 274. Cross section set across the dejection cone of the Sajó river. Plotted by F. FRANYÓ 1966
I. Geological profile, *II.* thickness of the Sajó gravel below the surface in m
1. Gravel, *2.* sand, *3.* loess, *4.* silt

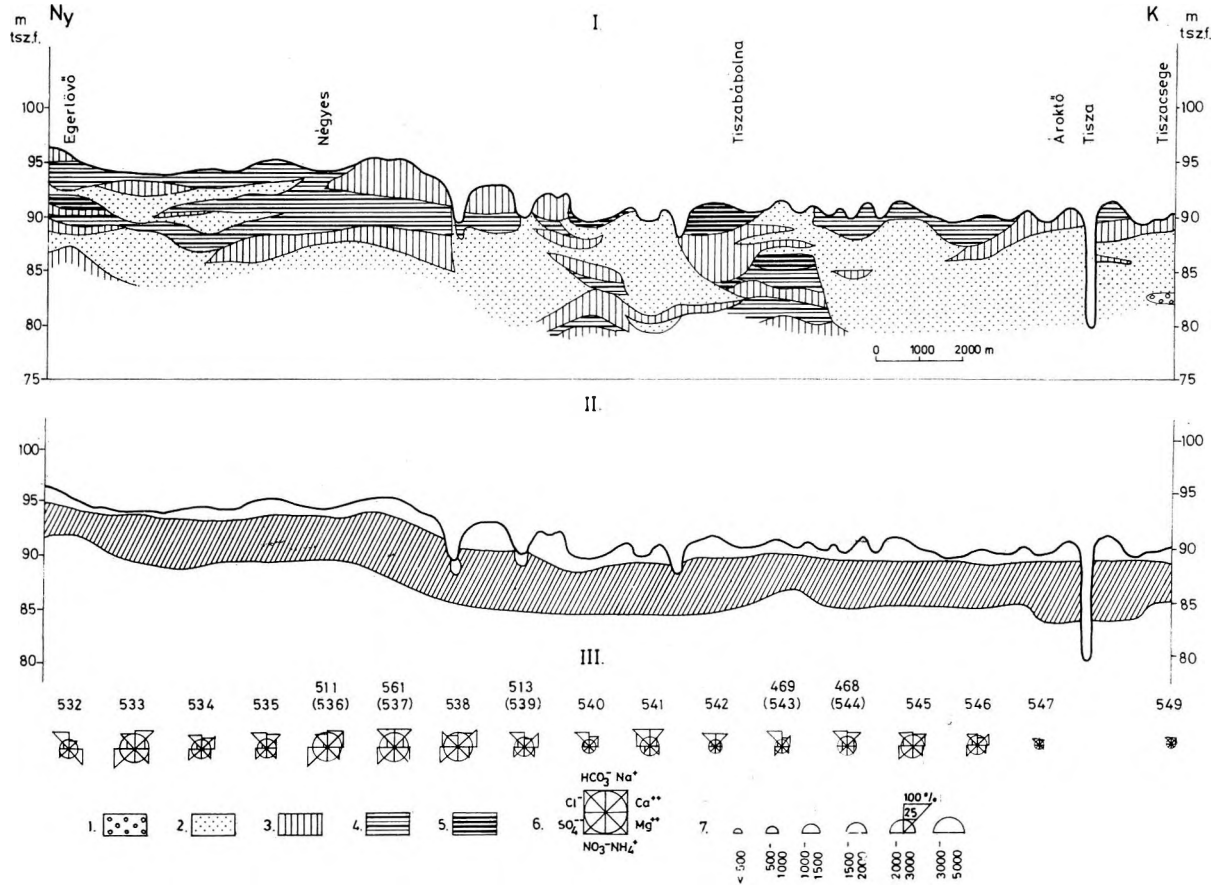
csak kevés víz nyerhető. Felszín fölé felszökő víz a Mezőség közepe táján már 100—200 m mélységből várható, másutt 300—400 m mélységig kell lefúrni felszökő vízért.

A Bükk és Mátra előterének találkozásánál a Mezőség és a Jászság közös határán mélyült 400 m mélységig a MÁFI É—D-i alapfúrás sorának első tagjaként az erdőteleki fúrás. Feladata volt az Alföld-perem rétegviszonyainak feltárása, a hegylábi törmelékkúpok helyzetének és a negyedidőszaki süllyedés méreteinek ismertetése. Erdőtelek alig 15 km-re fekszik D-re a Bükk lejtőitől, ahol már felszínre jutnak a hegységet délről övező vulkanitok szilárd kőzetei. Nem sokkal nagyobb a távolság a Mátra irányában sem az andezitek kibúvásáig. A hegyperem előtti süllyedés meredek vonalat mutat és Erdőteleken a negyedidőszaki rétegek vastagsága már 175 m. Három kavicsos réteg képviseli a negyedidőszaki rétegsorban a hegylábi törmelékkúpok durva anyagát, jelezve a süllyedés meg-megújuló szakaszait. A kavicsos rétegek mélysége 28—30, és 95 m. Négy jelentősebb vastagságú homokréteg van a rétegsorban, egyenként 8—12 m vastagok. A többi üledék — több mint 100 méter — homokliszt és agyag.

A negyedidőszaki rétegek alatt 50 m agyag és 30 m homok képviseli a levantei emeletet, további 160 m lignitcsíkos felső-pannóniai agyag két jelentős vastagságú homokréteggel. A lignitcsíkok vékonyak és ötször ismétlődnek 280 és 380 m között. Ez az alapfúrás három olyan vízadó réteget harántolt, amelyre érdemes volt figyelő kutat telepíteni. Három mélységi és egy talajvízkút épült ennek megfelelően: 321 m, 249 m, 78 m és 12 m mélységekre. A legtöbb vizet — 43 l/p/m-t — a 78 m mély kút adta a felső- és középső-pleisztocén határ mélységéből. A pannóniai rétegekből 13 l/p/m víz volt itt nyerhető. A nyugalmi vízszint 249 m-nél még 1,73 m volt a terepszint alatt, 321 m-nél +0,56 m volt a terepszint felett.

A három erdőtelki MÁFI kút vízszint-ingadozásáról 1972 óta van adatunk. Mindhárom kút vízszintje az évi szabályszerű vízjárás mellett az eltelt 9 év alatt süllyedő tendenciát mutatott. A 321 m mélységű vízadó réteg vize 1972 decemberétől 1980 decemberéig 2,3 m-t süllyedt, közben az évi ingadozás mértéke nem haladta meg a fél métert. A 249 m mély kút vízszintje 1972—1980 között 2 m-t süllyedt, de ebben a kútban az évszakos ingadozás elérte az 1 m-t. A 73 m mély kút vízszintje 1972—80 között 2 m-t süllyedt. Az évszakos ingadozás itt is elérte az 1 m-t. 1978-ban az összehasonlítás érdekében a mély kutak mellé egy talajvízkutat is fúrtunk 12 m mélyre. Ennek évszakos ingadozása 1979-ben megközelítette a 2 m-t.

Az évi ingadozás menetét a 277. ábra mutatja be. Az évszakos ingadozás tágassága (amplitúdó) a legmélyebb kútnál alig éri el a 20 cm-t, a 249 m mély kútnál a kilengés 34 cm, a 73 m mély kútnál 32 cm. A talajvízkút vízszintje 1980-ban 72 cm-es ingadozást végzett. Ha a vízszintlengés nagyságát arányosnak tartjuk a természetes utánpótlódás nagyságával, akkor a talajvízkút utánpótlódása a



275. ábra. A Mezőség tája

I. Földtani szelvény, *II.* a talajvízjáték zónája, *III.* vízkémia

1. Kavics, *2.* homok, *3.* homokliszt, lösz, *4.* iszap, *5.* agyag, *6.* az ionok helye a diagramban, *7.* összes oldott só (mg/l)

Fig. 275. Geological section of Mezőség

I. Geology, *II.* the zone of the ground-water fluctuation, *III.* water chemistry

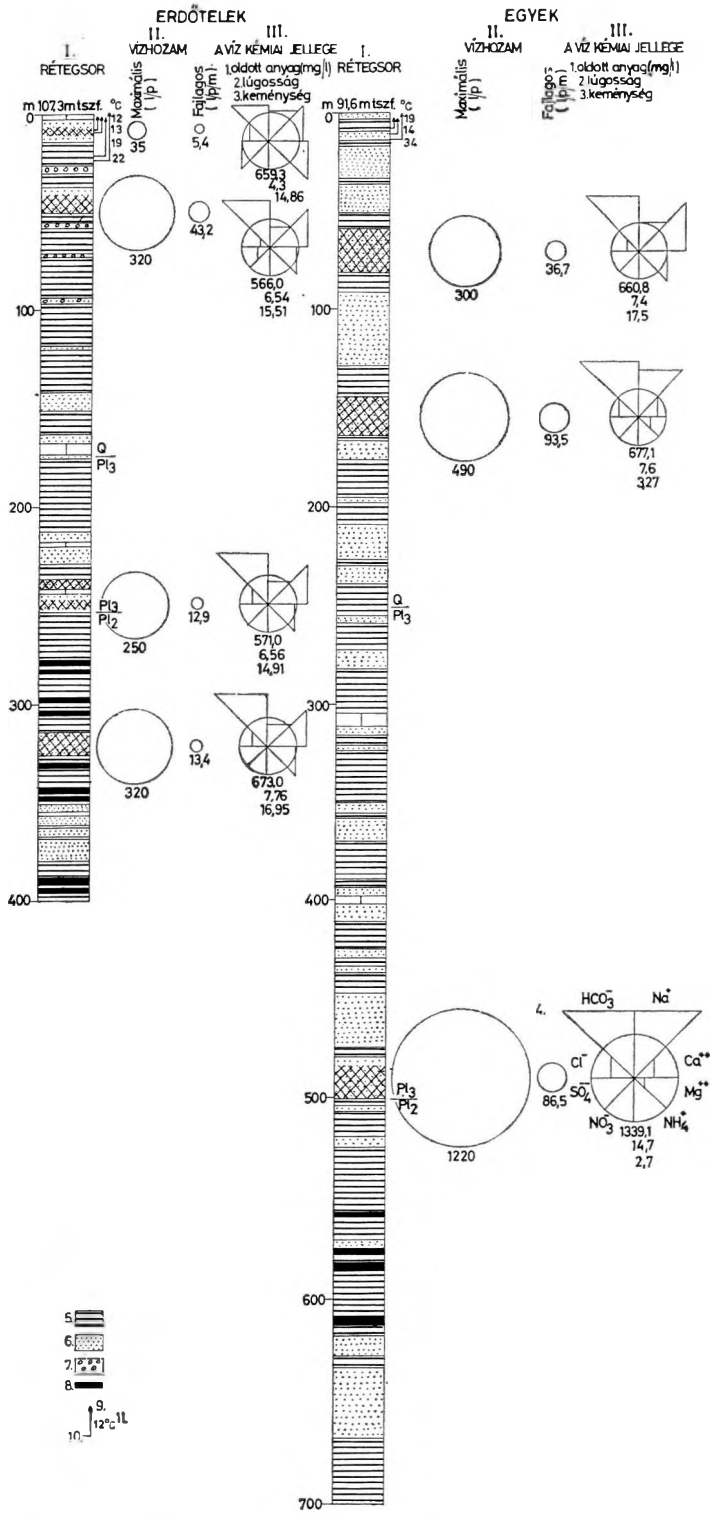
1. Gravel, *2.* sand, *3.* sand flour, loess, *4.* silt, *5.* clay, *6.* location of the ions in the diagram, *7.* total salt content mg/l

legjobb, utána a 249 m mély kút következik. Az utánpótlódás mennyisége tehát a mélységi kutaknál arányos a vízhozammal. A nyugalmi szintek alakulása nem mutat egyirányú változást a mélység függvényében. A 73 m mély kút vízszintje 30 cm-rel magasabban helyezkedett el, mint a talajvízkúté. A 249 m mély kút vízszintje alacsonyabb volt (−1,73 cm), tehát a nyomásgradiens eddig a mélységig negatív. A legmélyebb, 321 m mély kút vizének nyugalmi szintje +0,56 m volt a kút létesítésekor, tehát ebben a mélységben már pozitív a nyomásgradiens.

A terület gazdasági értéke elsősorban a felszín alatti víz. A hegylábakon a pannóniai rétegek közt sok lignitréteg van. A síkságon néhány homok- és agyagbánya szolgálják az építőipart.

A hegyperemektől lefelé a Tisza vonaláig a pannóniai rétegek vastagsága fokozatosan növekszik és a Tiszánál meghaladja a 2000 métert. Mezőkövesd és Mezőkeresztes környékén három jelentősebb kiemelkedés van az aljzatban. Itt szénhidrogén-tároló szerkezetet reméltek feltárni az 1950-es évek elején. Megindult a kutatás, de csak igen kis mennyiségű gázt sikerült feltárni, úgyhogy a további kutatás abbamaradt. A pannóniai rétegek kis vastagsága itt nem teszi lehetővé nagy szénhidrogén telepek kialakulását.

A melegvíz hasznosítása nem áll az érdeklődés előterében. A Mezőségen alig van termálvíz hasznosítás. Jelentősebb fürdő a Mezőkövesd melletti Zsórifürdő, amely 860 m mélységből kapja eredetileg 71 °C-os vizét. Az eredeti talphőmérséklet 1939-ben 860 m mélységben 76 °C volt, az eredeti vízhozam 650 l/p. Gázos, oligocén mészkőrétegből és dolomitból származik. Eredeti nyugalmi szintje 23 m volt a terepszint felett, de vize Ca-Mg-karbonátos a felszálló cső végén erős lerakódással. Idővel a víz nyugalmi szintje erősen csökkent, a második fúrásnál 1964-ben már csak +5,2 m volt, a kifolyó víz pedig csak 66 °C hőmérsékletű. A Jászság felé eső területen több a melegvizet adó fúrás, de ezek



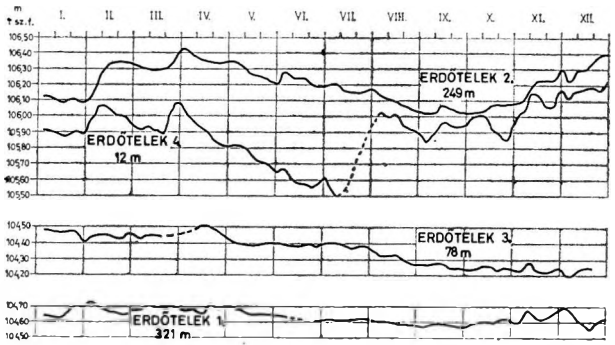
276. ábra. Vízföldtani szelvény az erdőtelki és egyeki kutakról

1. Oldott anyag (mg/l), *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* az ionok helye a diagramban, *5.* agyag, iszap, *6.* homok, *7.* kavics, *8.* lignit, *9.* nyugalmi vízszint, *10.* üzemi vízszint, *11.* a kifolyó víz hőfoka

Fig. 276. Hydrogeological section of the wells of Erdőtelek and Egyek

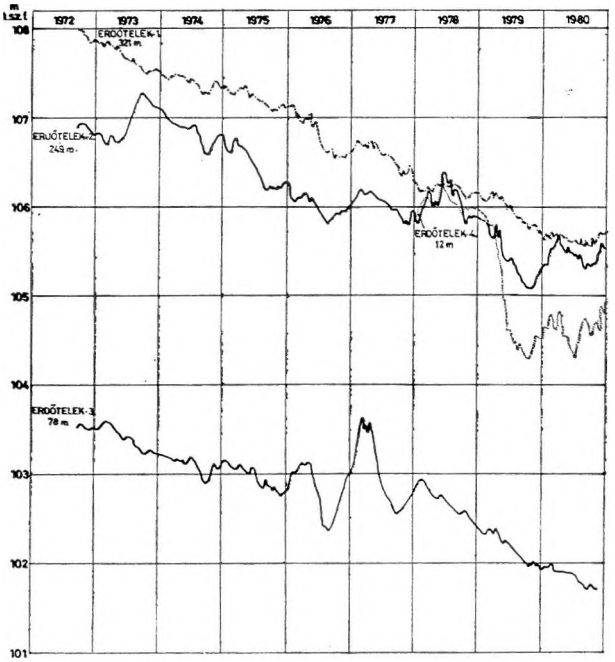
I. Lithologic log, *II.* maximum water yield l/min; specific yield l/min/m. *III.* chemistry of water

1. Dissolved solids mg/l, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* location of the ions on the diagram, *5.* clay, silt, *6.* sand, *7.* gravel, *8.* lignite, *9.* piezometric level of the water, *10.* depression level, *11.* temperature of outflowing water. Q = Quaternary, Pl_3 = Levantian, Pl_2 = Upper Pannonian



277. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Erdőtelek észlelő kútjaiban

Fig. 277. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the wells of Erdőtelek



278. ábra. Erdőtelek kútjainak több éves vízszintingadozása

Fig. 278. Long-term fluctuation of the ground-water level in the wells of Erdőtelek

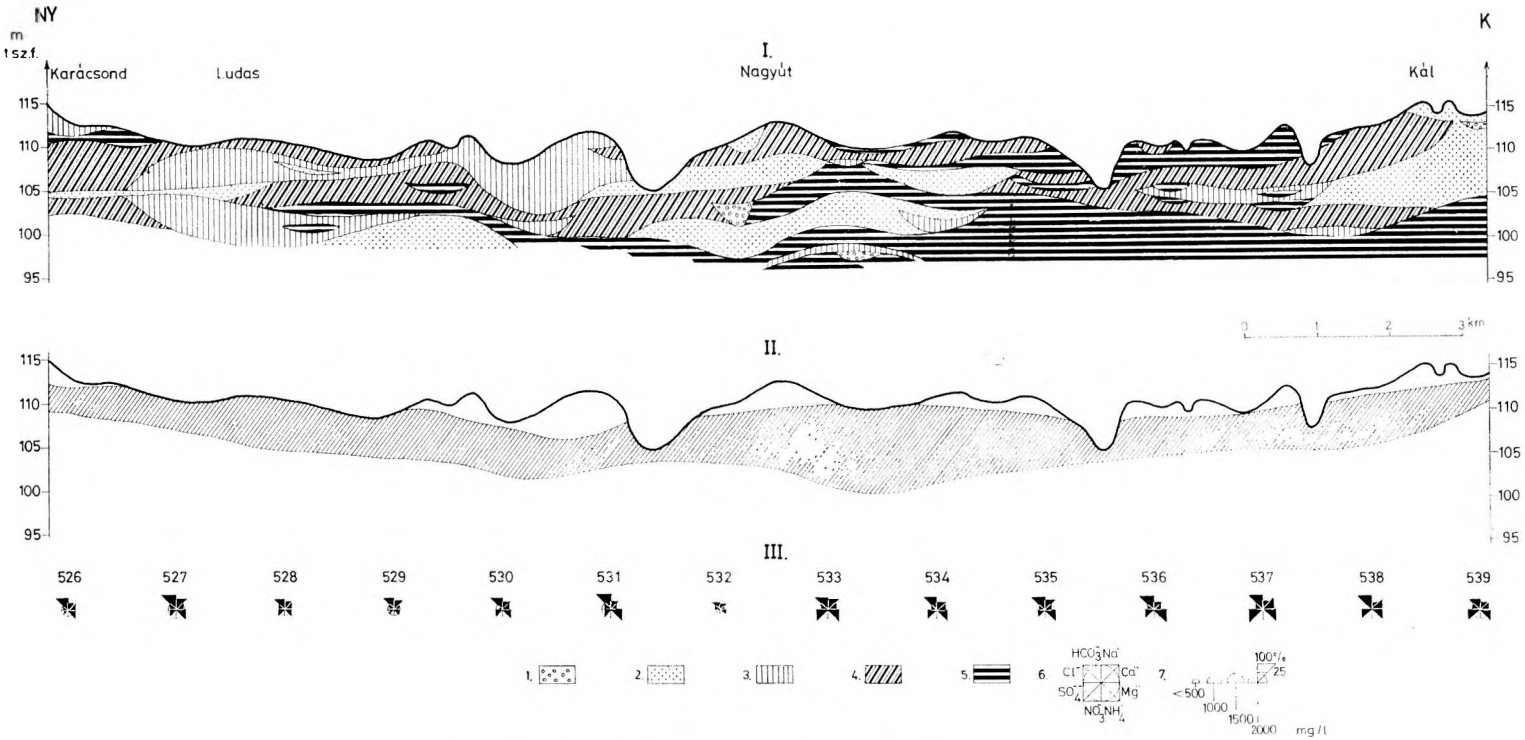
a háztartási- és ivóvíz-szükségletet fedezik, minthogy a felszínhez közelebb alacsonyabb hőmérsékletű jó vízadó réteg nincsen.

Bár a táj neve Mezőség, talajai nem a legjobb mezőségi talajok. Sok a vizenyős réti talaj, ezért a legfontosabb kalászosok és a kukorica termelésében a Mezőség sem a bevetett terület aránya, sem a termésátlagok tekintetében nem jár elöl.

A Jászság

A Tisza jobb partján, a Mezőségtől Ny-ra kiszélesül a síkság. A Mátra lábai és a Tisza között 40—60 km széles lapály terül el. Ennek vizeit a Zagyva és a Tarna fogja össze és viszi együtt a Tiszába. A Tarna is, Zagyva is szépen fejlett törmelékkúpot terített a síkság peremére, ezek adják a 100 m magasságon felüli térszínt. A 90 m-en felüli tereplépcső még elég észrevehetően lejt (kilométerenként 1 m-t), de tovább már teljesen lapos a felszín. Lapos, agyagos és szikes.

A terület a Jászság nevet kapta a honfoglalás idején itt letelepedett néptörzsről, a jászokról. Sok helységnév őrzi az ősi települők nevét e területen, néhol másutt is, ahová a török hódoltság megszűnése után kirajzottak (Jászkarajenő, Jászszentlászló). Domborzati és földtani viszonyok É-i és D-i részre tagolják a területet. Az északi rész a törmelékkúpok területe, aránylag vékony negyedidőszaki rétegekkel.



279. ábra. A Mátra előtere

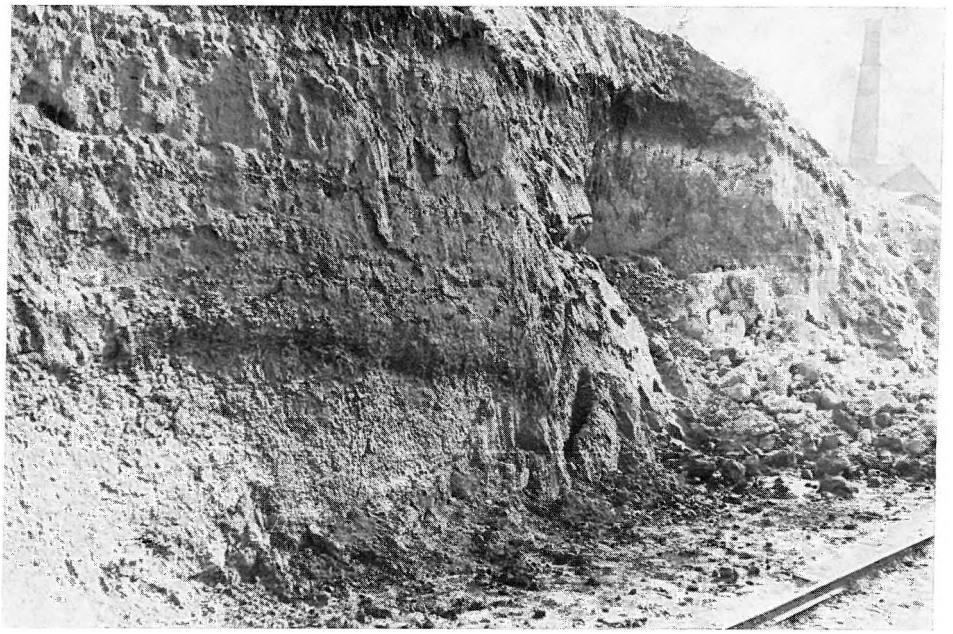
I. Földtani szelvény, *II.* a talajvízjáték zónája, *III.* talajvízkémia

1. Kavics, *2.* homok, *3.* kőzetliszt, *4.* iszap, *5.* agyag, *6.* az ionok helye a diagramban, *7.* összes oldott só (mg/l)

Fig. 279. Geological section of the foreground of the Mátra Mountains

I. Geology, *II.* the zone of the ground-water fluctuation, *III.* ground-water chemistry

1. Gravel, *2.* sand, *3.* sand flour, *4.* silt, *5.* clay, *6.* location of the ions on the diagram, *7.* total salt content mg/l



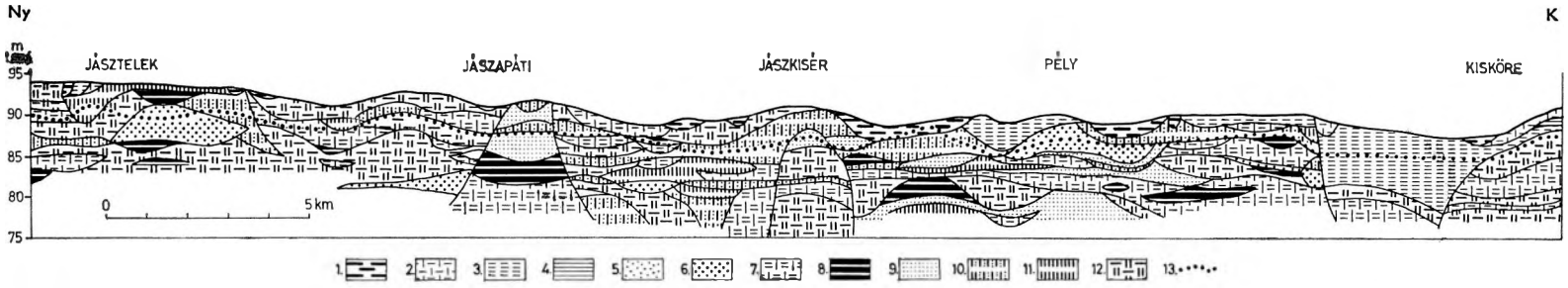
280. ábra. A jászberényi téglagyár löszfala (1959)
Fig. 280. The loess wall of the brickyard of Jászberény



281. ábra. Szikes szántók Szolnok és Zagyvarékas között
Fig. 281. Salt affected arable land between Szolnok and Zagyvarékas

A déli rész teljesen lapos és a negyedidőszaki rétegek vastagsága több helyen meghaladja a 300, sőt a 400 m-t is. A felszínen finomszemű anyagok vannak: löszfelek, finom és durva kőzetlisztek (iszapok), agyagok. Helyenként igen finom rétegződést találunk, 0,5—1 m-ként változik az anyag. Másutt 6—8 m vastagságú a homok vagy az agyag, legtöbbször azonban a finom kőzetliszt, az iszap. A két rész határán futott a Csörsz-árok, vagy Ördög-árok második vonala, amelyet a valamikori pusztai népek építettek a hegylakók és a Tisza jobb partján vezető mezőségi úton közlekedők ellen. Jászfényszaru és Tarnaszentmiklós között nyomozhatók a maradványai.

A Jászság az Alföld szerkezetileg jól körülhatárolható részmedencéje (vagy Sümeghy szóhasználatával: fiókmedencéje). Két lényeges szerkezeti vonal jelöli ki a helyét: egy É—D-i, amelyet a Zagyva követ Pásztótól Jászfényszaruig, és egy DNy—ÉK-i, amely az északi hegyvidék lábai előtt húzódik. Az előbbi a régebbi irány, az utóbbi a pliocénben alakult ki, de jóval délebbre a Tisza mentén s onnan tolódott a hegylábak felé. A medence közepe táján 200—300 m vastag alsó-pannóniai és 1200—1300 m vastag felső-pannóniai üledék települ. Az alaphegység az elfedett mezozóos DNy—ÉK-i

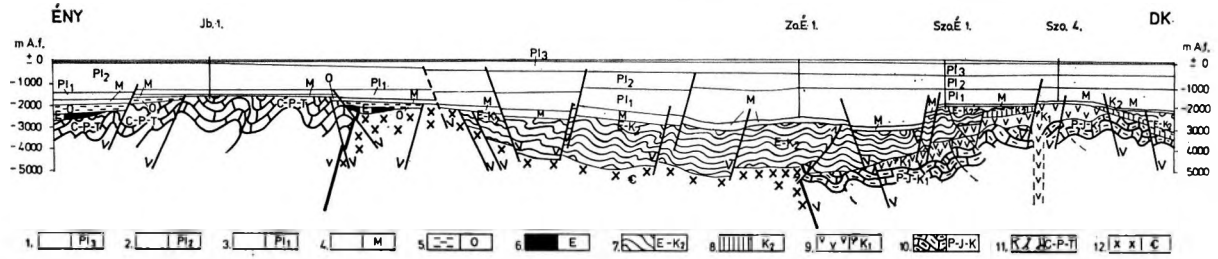


282. ábra. Földtani szelvény a Jászság közepén

Holocén képződmények: *1.* ártéri iszap és agyag, *2.* homokliszt, lösziszap, *3.* folyóvízi iszap, *4.* folyóvízi agyag, *5.* futóhomok. Pleisztocén képződmények: *6.* folyóvízi homok, *7.* folyóvízi iszap, *8.* agyag, *9.* futóhomok, *10.* löszös homok, *11.* típusos lösz, *12.* infúziós lösz, *13.* a talajvíz jelentkezési mélysége

Fig. 282. Geological section in the middle part of the Jászság

Holocene: 1. alluvial fine silt and clay, *2.* fluvial sand flour, loess-mud, *3.* fluvial fine silt, *4.* fluvial clay, *5.* blown sand. Pleistocene: *6.* fluvial sand, *7.* fluvial fine silt, *8.* fluvial clay, *9.* blown sand, *10.* loessy sand, *11.* typical loess, *12.* infusion loess, *13.* depth of measured ground-water level



283. ábra. Földtani szelvény Jászberény—Szolnok vonalán. Szerkesztette: Wein Gy. 1967

Pliocén: *1.* tarkaagyag—homok—agyag—lignit, *2.* homokkő—agyagmárga, *3.* agyagmárga—homokkő. *4.* miocén agyagmárga—mészkő és vulkáni eredetű kőzetek, *5.* oligocén epikontinentális agyagmárga kifejlődés, *6.* eocén epikontinentális márga—mészkő kifejlődés, *7.* paleogén felső-kréta flis kifejlődésű homokkő—aleurit összlet, *8.* felső-kréta flis kifejlődésű aleurit—agyagmárga, *9.* alsó-kréta bázisos és alkáli vulkáni összlet, *10.* perm, jura, alsó- kréta foltos márga és karbonátos kifejlődés összevonva, *11.* karbon, perm bükki típusú paleo—mezozóos rétegsor, *12.* ópaleozóos—prekambriumi kristályos kőzetek általában

Fig. 283. Geological section between Jászberény and Szolnok. Plotted by Gy. Wein 1967

Pliocene: *1.* variegated clay, sand, clay, lignite, *2.* sandstone, clay marl, *3.* clay marl, sandstone. *4.* Miocene clay marl, limestone, volcanic rocks, *5.* epicontinental Oligocene clay marl, *6.* epicontinental Eocene marl, limestone, *7.* Paleogene Upper Cretaceous flyson sandstone, *8.* Upper Cretaceous fliss evolution aleurite, clay marl, *9.* Lower Cretaceous basic and alkali volcanic series, *10.* generalised Permian, Jurassic, Lower Cretaceous spotted marl and carbonate beds, *11.* Carboniferous, Permian of Bükktype, Mesozoic series, *12.* Early Paleozoic-Precambrian crystalline rocks

pásztába esik, de néhol idős kristályos kőzetek és vulkanitok is átjárják, szigetszerűen. A fiatal medence nyugati határát a Gödöllői-dombság adja, ez ÉNy—DK-i irányban nyúlik be az Alföld közepe felé, 50—100 m magasan kiemelkedve környezetéből. Ezt a széles pannóniai dombsort a Zagyva É—D-i irányának megfelelően a felszínen is nyomozható tektonikus vonal szeli ketté. A pannóniai dombokat vastagon fedő löszrétegek itt megtörnek és helyüket homok veszi át. A Zagyva vonala tehát élő tektonikus vonal Jászfényszarutól, a nagy kanyartól D-re is és a pleisztocén végén is belejátszott a felszín alakulásába. A fiókmedence D-i és DK-i szerkezeti határait a pannóniai aljzatnak azok a magasan maradt részei adják, amelyek felett a Tisza ma Szolnok és Nagykörü között kanyarog. A felsőpannóniai rétegek tetőszintje itt 200—300 m-es kiemelkedést mutat; 1200 m mélyből 900 m-re megközelíti a felszínt, elsimítottan követve az alaphegység morfológiáját.

A Jászság felszíni vizeit a Zagyva fogja össze, amely a Mátra Ny-i felének vizeit gyűjti. Legfontosabb mellékfolyója a Tarna, a Mátra K-i vízgyűjtőjének levezetője. Ez utóbbi a síkságra kiérve nagy homokkaréjt épített ki bal partján, a hevesi homokdombokat. A folyó korábban a pleisztocén végén, eredeti irányát tartva D felé haladt. Homokjait a felszín alatt megtaláljuk Jászszentandrás, Heves, Pély irányában Tiszabura térségéig, a Tiszával való egyesülésig.

A Zagyva—Tarna egyesülését pleisztocén végi enyhe emelkedés hozta létre az É-i és D-i Jászság határán. A kiemelt részt jelzik azok a lösszel borított térszínek, ahol a lösztakaró nem esett áldozatul a későbbi folyótevékenységnek. A két folyó egyesülésétől D-re a Zagyva igazi síkségi folyó jelleggel nagy kanyarokat írva halad a Tisza felé, völgye nincs, csak medre, a szikes pusztákon. Vízhozama Jászteleknél így alakul (1967/76. évi átlag).

Kisvíz	1,25 m³/s
Középvíz	7,34 m³/s
Nagyvíz	174,00 m³/s

A szolnoki torkolattól számítva a Zagyva vízgyűjtő területe 5600 km², az évi átlagos lefolyás középvíznél 1,7 l/s/km². A vízszint maximális ingadozása meghaladja az 5 m-t. Jászteleknél a szelső értékek −34 és +516 cm; Zagyvarékasnál −18 és +523 cm. Hordalékhozam adataink a Zagyva vizére nincsenek.*

A Tisza—Zagyva zugban, Jászladánytól D-re, régi folyómedrek, holtágak, morotvák labirintusát találjuk. Ma már számtalan mesterséges csatorna rendezi ezen rossz lefolyású mély terület vízviszonyait.

Az É-i Jászság területe 100 m átlagos tengerszint feletti magasságban fekszik, É-i határán a 120 m-es domborzati szintvonal fut. A Zagyva—Tarna torkolattól D-re eső rész 85 és 95 m közötti magasságon fekszik és lejtése 40 km-en át 25 cm/km körül van. A Galga, Zagyva, Tarna aránylag kis hordalékkúpokat épített a Jászság északi peremére. A hegylábaktól 20 km-re már mindenütt finom szemcséjű a negyedidőszaki rétegsor. Kavicsot, durva homokot — a Tarna nagy homokkaréjától eltekintve — vékony rétegekben és csak kis mélységig találunk. Boldog—Jászárokszállás vonalától D-re már minden fúrásban túlnyomó az agyag. Ennek ugyanúgy a hegylábbal párhuzamosan körkörös irányban futó pannóniai dombvonulatok és mélyedések az előidézői, ahogy ezt a Mezőségen láttuk. Az eredmény az, hogy a Jászság vízben szegény. Az északi rész helyzete valamivel jobb, a déli rész azonban felszín alatti vízben hazánk egyik legszegényebb vidéke. A jászladányi fúrás 432 m vastag negyedidőszaki rétegsorában a homok, homokliszt, agyag százalékos aránya a következőképpen adódott:

	Homok	Kőzetliszt	Agyag
0—130 m	8,5	29,2	62,3
130—270 m	13,6	35,8	50,6
270—345 m	24,0	21,3	54,7
345—432 m	27,0	9,5	65,5

Ez a mélységbeosztás a pleisztocén felső, középső, alsó és legalsó tagját jelenti. A 0—130 m-es üledéksor a nemzetközi irodalom felső- és középső-pleisztocénjét jelenti. A 130—345 m-es szakasz az alsópleisztocénbe tartozik és csak a legalsó rész — amelyet néha a pliocénbe sorolnak — viseli egyértelműen a legalsó-pleisztocén nevet.

Az É-i Jászság területét lejtőagyagok és homokrétegek fedik. Középen a két rész találkozásánál széles övben lösztakarót találunk. Ettől délre a D-Jászság túlnyomó részét holocén szikesedő agyagrétegek borítják.

A negyedidőszaki rétegek vastagsága az É-Jászság területén néhány métertől 100—200 m-ig terjed. A D-Jászság területén meghaladja a 400 m-t (Jászladány—Jászkisér). Az É-i rétegsorban

* VITUKI: Vízrajzi Évkönyv 1977. Bp. 1978.

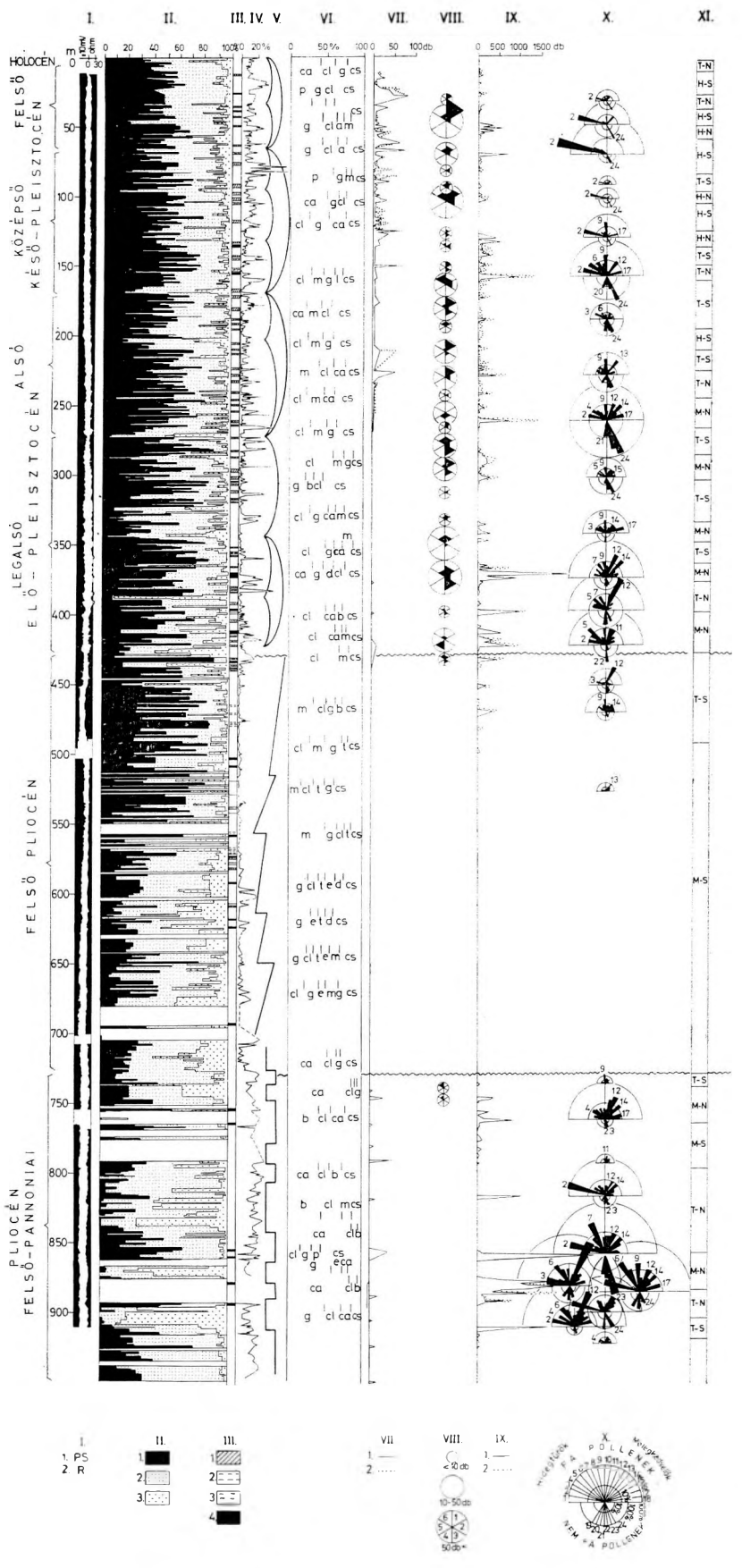


284. ábra. Földtani vázlat a Jászságról

Holocén: *1.* holocén általában, *2.* kavics, *3.* folyóvízi homok, *4.* futóhomok, *5.* löszíszap, homokliszt, *6.* ártéri és mocsári iszap, agyag, *7.* tőzeg. Pleisztocén: *8.* folyóvízi homok, *9.* futóhomok, *10.* lösz, homokos lösz, lejtőlösz, ártéri infúziós lösz, *11.* ártéri iszap, agyag, *12.* lejtőagyag, vörös agyag, nyirok és barnaföld, *13.* idősebb pleisztocén lejtőagyag, vörös- és tarkaagyag

Fig. 284. Geological sketch map of the Jászság

Holocene: *1.* Holocene undetailed, *2.* gravel, *3.* fluvial sand, *4.* blown sand, *5.* loess-loam, sand flour, *6.* alluvial and marshy silt, clay, *7.* peat. Pleistocene: *8.* fluvial sand, *9.* blown sand, *10.* loess, sandy loess, deluvial and infusion loess, *11.* inundation silt and clay, *12.* deluvial slope clay, red clay, brown till, *13.* Older Pleistocene deluvial clay, red clay, variegated clay

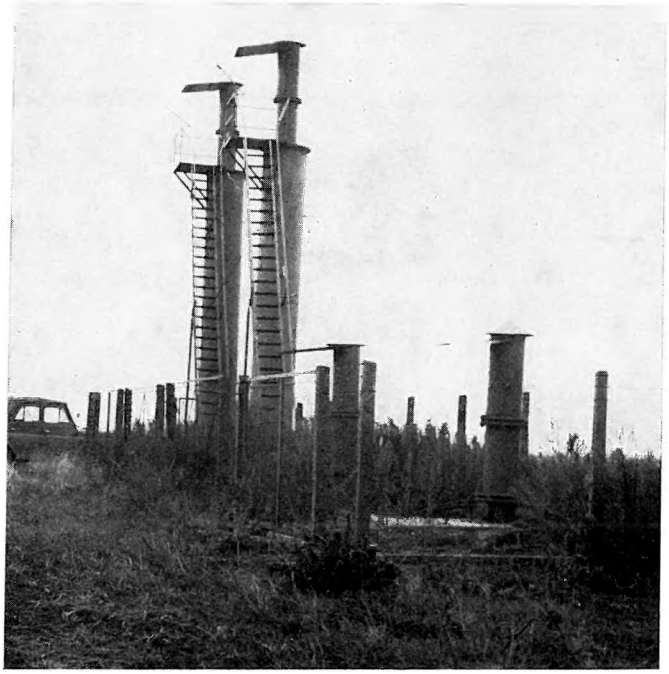


285. ábra. A jászladányi alapfúrás komplex szelvénye

I. Karottázs: *1.* porozitás, *2.* ellenállás. *II.* Szemcseösszetétel: *1.* agyag, iszap (0,01 mm ∅-ig), *2.* finom és durva kőzetliszt (0,01—0,1 mm ∅), *3.* homok (0,1—2,0 mm ∅). *III.* Talajrétegek: *1.* fosszilis talajok, *2.* vörös talaj, *3.* tőzeg, *4.* lignit. *IV.* Mésztartalom. *V.* Az üledékképződés típusa (ciklikus, éles rétegváltás). *VI.* A főbb ásványok mennyiségük sorrendjével arányosan: d = diopszid, a = amfibol, mg = magnetit, b = biotit, k = klorit, t = turmalin, e = epidot, g = gránát, d = disztén, ca = kalcit és dolomit, p = pirit, l = limonit, cs = csillám, m = mállott. *VII.* Mollusca leletek: *1.* édesvízi, *2.* szárazföldi. *VIII.* Ostracoda leletek: *1. Candona parallela*, *2. Ilyocypris gibba*, *3. Cyclocypris huckei*, *4. Cytherissa lacustris*, *5. Cyprideis torosa*, *6.* egyéb. *IX.* Pollenszám: *1.* fa pollenek, *2.* nem fa pollenek. *X.* Pollen eloszlás éghajlati igény szerint: *1.* Pinus cembra, *2.* Pinus silvestris, *3.* Larix, *4.* Picea, *5.* Abies, *6.* Salix, Betula, *7.* Fagus, *8.* Acer, *9.* Quercus, *10.* Carpinus, Tilia, Fraxinus, *11.* Ulmus, *12.* Alnus, *13.* Taxodiaceae, Cupressaceae, *14.* Carya, Pterocarya, Nyssa, *15.* Ginkgo, Zelkowa, Engelhardtia, *16.* Castaneae, *17.* Corylus, Rhus, Ilex, *18.* Cedrus, Palmae, Pinus haploxylon, *19.* Mycophyta, *20.* Bryophyta, *21.* Pterydophyta, *22.* Potamogetonaceae, Cyperaceae, Azolla, *23.* Gramineae, *24.* Varia. *XI.* Éghajlattípus: H-S = hideg-száraz, H-N = hideg-nedves, T-S = mérsékelt-száraz, T-N = mérsékelt-nedves, M-S = meleg-száraz, M-N = meleg-nedves

Fig. 285. Complex geological section of the Jászladány borehole

I. Geophysical log, *II.* Granulometry, *III.* Soil: *1.* fossil soils, *2.* red clay soil, *3.* peat, *4.* lignite. *IV.* $CaCO_3$ content. *V.* Type of sedimentation. *VI.* Main heavy minerals in order of their quantity. *VII.* Molluscs: *1.* fresh water, *2.* terrestrial, *3.* salt water molluscs. *VIII.* Ostracoda. *IX.* Number of the pollen finds: *1.* Arbor pollen, *2.* non arbor pollen. *X.* Pollen assemblages according the climatic demand. *XI.* Climate type: H-S = cold-dry, H-N = cold-humid, T-S = temperate-dry, T-N = temperate-humid, M-S = warm-dry, M-N = warm-humid



286. ábra. A hevesvezekényi MÁFI kúttelep. Fotó: KUCHEN Z.

Fig. 286. Check-well plant of Hevesvezekény

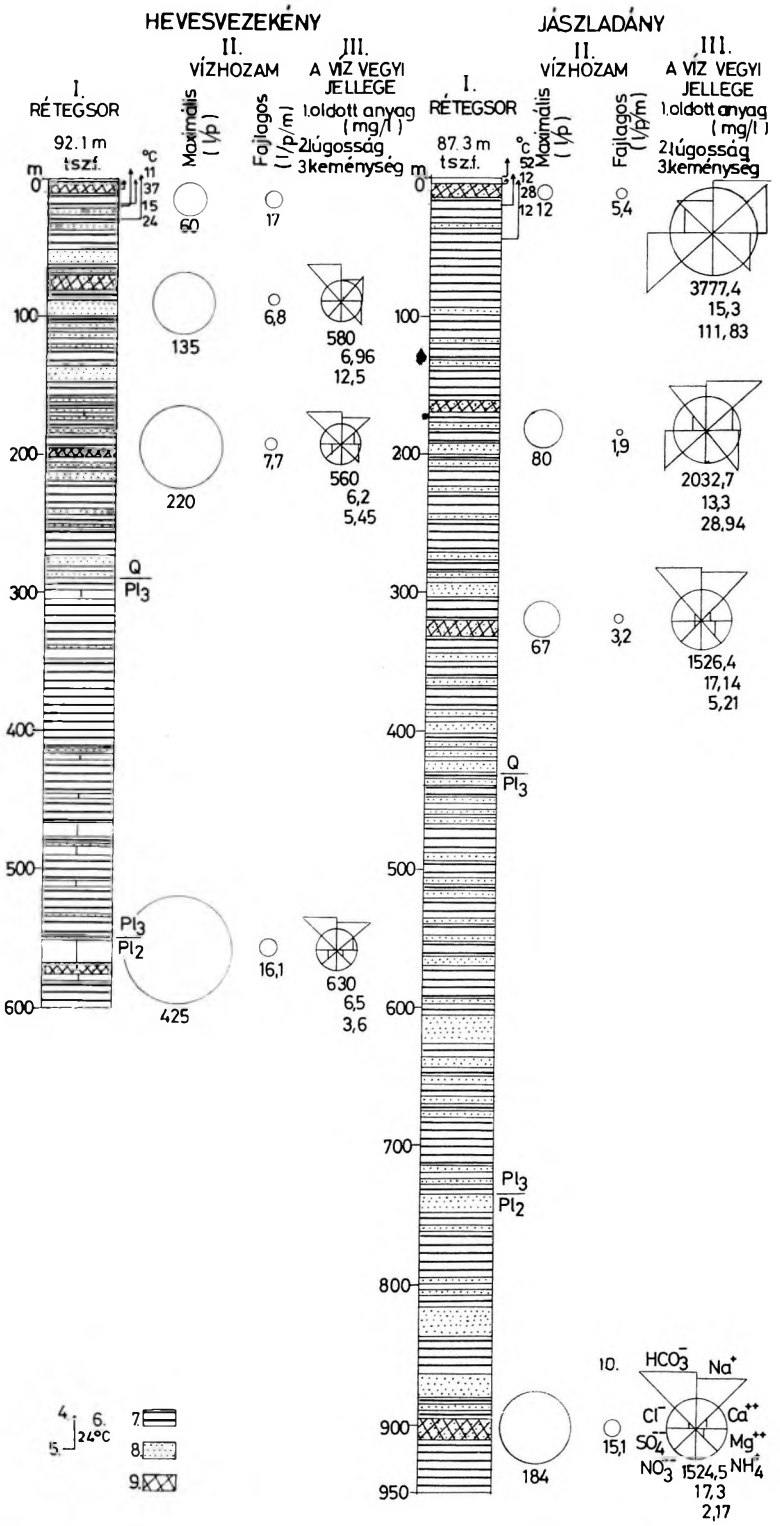
néhány vízadó homokréteget találunk, a déli rész 600—770 m mélységig túlnyomóan agyagos, így mélységi vízben az Alföld egyik legszegényebb része.

A Jászság ÉK-i részének rétegviszonyait 600 m mélységig a hevesvezekényi, déli részét 950 m mélységig a jászladányi földtani alapfúrás tárta fel. Ez utóbbi igazi kulcsfúrás lett, mert igen gazdag paleontológiai anyagot hozott fel. Ebben a fúrásban voltak tisztázhatóak először a negyedidőszaki folyóvízi ciklusok teljes számban, minthogy a negyedidőszaki rétegsor itt hiánytalannak mutatkozott. Ebben a fúrásban lehetett a gazdag pollenleletek alapján a negyedidőszak éghajlattörténetét is felvázolni. A negyedidőszak rétegvastagsága Hevesvezekenynél 290 m. A jászladányi fúrásban további 300 m tartozott a felső-pliocénbe és 200 m-re fúrtak bele a felső-pannóniai homok—agyag rétegsorba. Hevesvezekénynel 500 m-ben érték el a felső-pannóniai rétegeket és a fúrás ezekben állt meg. Jászladányban előbb egy, később további két rétegre építettek ki melységivíz észlelő kutat (907 m, 331 m, 168 m) és egy talajvízkutat, Hevesvezekénynél 3 rétegre épült kút (581 m, 200 m, 76 m). Még egy 100 m-es fúrás létesült Besenyszögnél a Jászság déli felén. Itt egy 96 m-es kút áll 1967 óta rendszeres észlelés alatt. A hevesvezekényi fúrás 290 m-től 540 m mélységig felső-pliocén, onnan 600 m-ig felső-pannóniai rétegekben haladt. A rétegsor 200 m mélységig túlnyomóan homokos, onnan tovább elég változatos, agyagos túlsúllyal. 500 m-től lefelé agyagot és homoklisztet fúrtak. A negyedidőszaki üledékek szemcseszerkezet tekintetében ciklusos kifejlődésűek, akárcsak a pontosabban tanulmányozott jászladányi fúrásban. A jászladányi fúrás 432 m-ig negyedidőszaki folyóvízi rétegeket harántolt, 730 m-ig felső-pliocén tarkaagyag rétegeket, onnan 950 m-ig felső-pannóniai tavi üledékeket. A fúrómagok 430 m mélységig szakaszosan gazdag Mollusca és Ostracoda faunát tartalmaztak és végig folyamatosan igen sok pollent. 500 és 730 m között a fúrómagok teljesen sterilek voltak. Onnan a talpig megint sok Mollusca és pollen került elő. A kvarter rétegek váltakozó mennyiségben, de végig meszesek voltak, a felső-pliocén rétegek mésztelenek, a felső-pannóniaiak újra meglepően mészgazdagok.

5 nagyobb és 10 kisebb szedimentációs ciklust lehetett felismerni a negyedidőszaki összletben a szemcseösszetétel alakulásában. A nagy ciklusok kezdő, ill. végpontjai a következő mélységekben jelentkeztek:

5. ciklus	130— 65 m
4. ciklus	200—130 m
3. ciklus	270—200 m
2. ciklus	340—270 m
1. ciklus	432—340 m

Az üledékciklusok durva szemű rétegekkel kezdődnek. Felfelé haladva a szemcseösszetétel mind finomabb lesz, majdnem tiszta agyag a ciklus közepe. Onnan fokozatosan durvulnak a rétegek és a

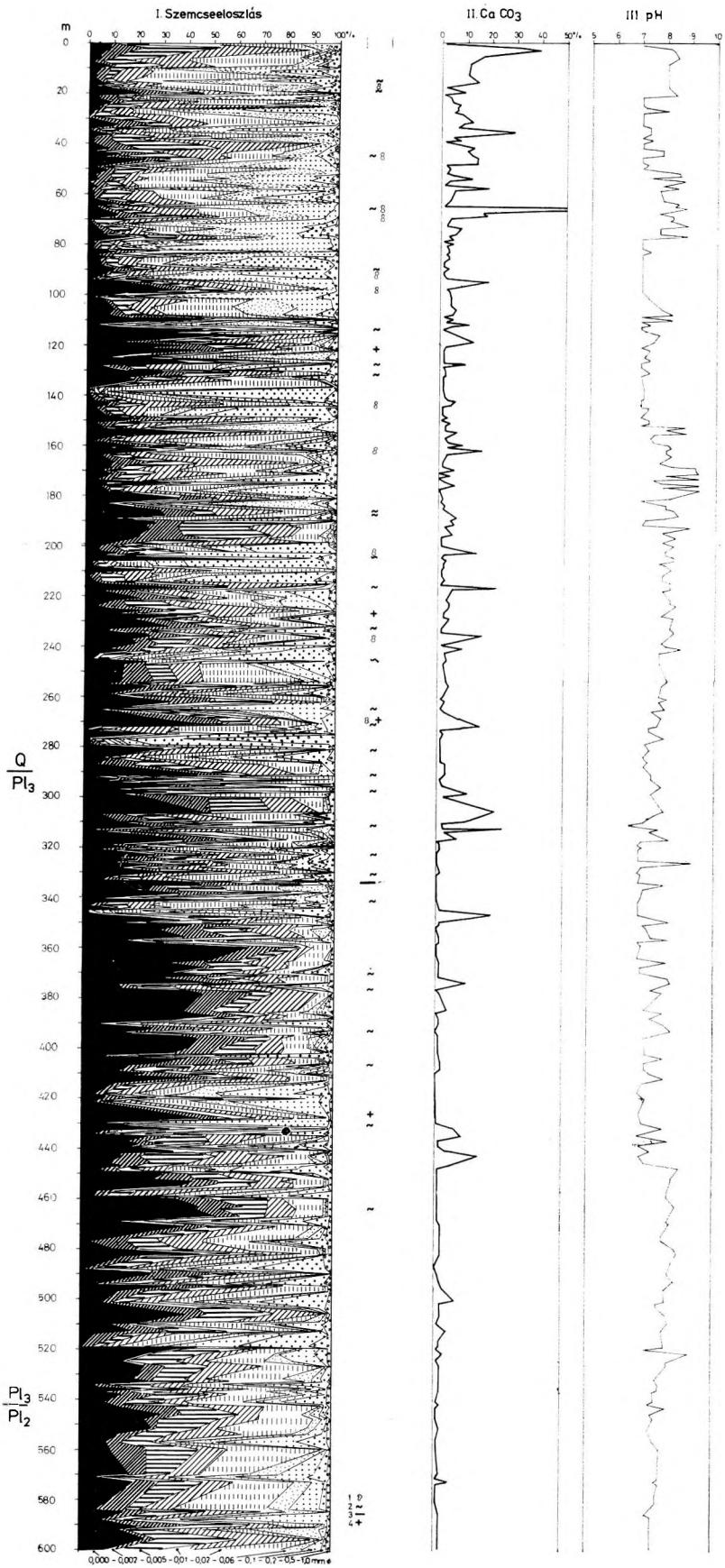


287. ábra. Vízföldtani szelvény a hevesvezekényi és jászladányi kutakról

1. Oldott anyag (mg/l), *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* nyugalmi vízszint, *5.* üzemi vízszint, *6.* a kifolyó víz hőfoka, *7.* agyag, iszap, *8.* homok, *9.* kúttá kiépített réteg, *10.* az ionok helye a diagramban

Fig. 287. Hydrogeological section of the Hevesvezekény and Jászladány check-wells

I. Lithological log, *II.* maximum yield l/min, specific yield l/min/m. *III.* chemical character of ground-water *1.* Dissolved solids, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* piezometric level, *5.* depressed level, *6.* temperature of the outflowing water, *7.* clay, silt, *8.* sand, *9.* location of ions on the diagram



288. ábra. A hevesvezekényi alapfúrás. Szerkesztette: Rónai A. és Franyó F. 1980

1. Akkumulációs mészisza*p*, *2.* mocsári szint, *3.* lignit, *4.* talajszint

Fig. 288. Profile of the geological key borehole of Hevesvezekény, plotted by A. Rónai and F. Franyó

I. Granulometry, *II.* $CaCO_3$ content, *III.* pH

1. Lime-mud, *2.* marshy strata, *3.* lignite, *4.* soil horizon

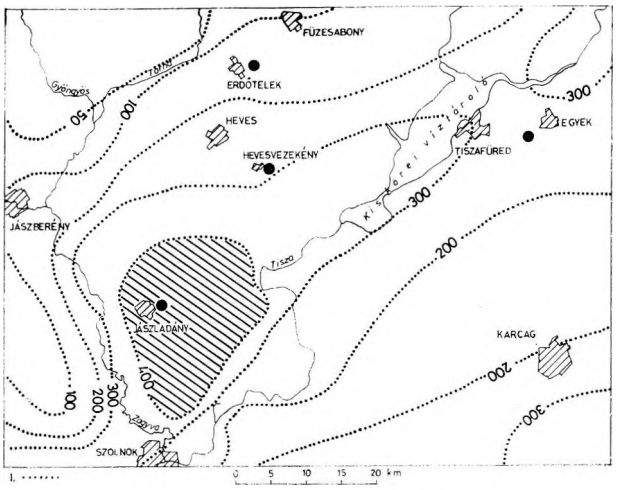
ciklus vége újra durva szemű üledék. A szemcseösszetétel „durvasága" relatív. Olyan üledéksorban, ahol kavics és durva homok nincs, a középszemű, vagy akár finom homok lehet a ciklusok kezdő, ill. végpontja.

A jászladányi fúrás gerinces leletei kevés tájékoztatást adnak a sztratigráfiai beosztáshoz. 795 m mélységben *Pannonica brevidens* ősi pocokfélét határozott meg KRETZOI M. és azt felső-pannóniaiba helyezte. 229 m-ben egy bihari korú *Desmana thermalis*-t határozott meg, egy *Mymomis savini* HINTON leletet 84,8 m mélységből szintén alsó-pleisztocénbe, a bihari emeletbe helyezett. 60—65 m mélységben felső-pleisztocén tundrapocok került elő.

A Gastropodák alapján BARTHA F. 740—950 m-ig a felső-pannóniai felső részére jellemző csökkentsósvízi rétegeket mutatott ki. A fauna összefoglaló jellemzésére a következő fajokat sorolja fel:

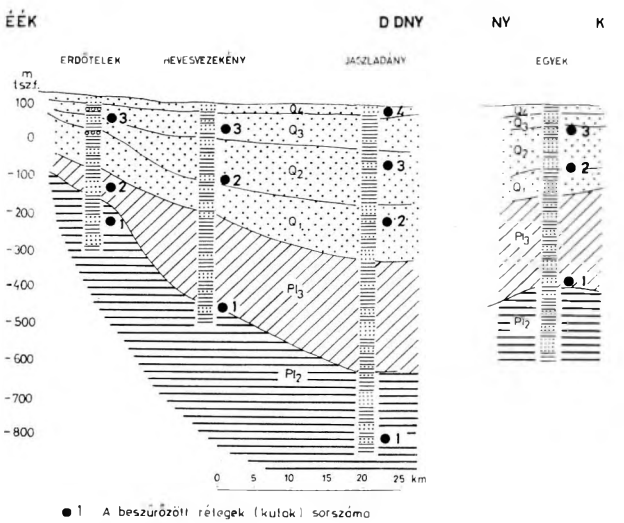
Prososthenia sepulcralis PARTSCH
Micromelania laevis FUCHS
Pyrgula incisa FUCHS
Limnocardium banaticum FUCHS
Zagrabica cyclostomopsis BRUS.
Lytostoma grammica BRUS.
Paradacna cf. *okrugici* BRUS.
Adacna cf. *pterophora* BRUS.

750 és 786 m között egy *Theodoxus*-os szintet, 786 és 950 m között a *Prosodacna vutskitsi*-s szintet különített el. Az édesvízi elemekkel való helyenkénti keveredés a pannóniai tó oszcillációs mozgásaival és partváltoztatásaival magyarázható, s innen vannak a kezdetleges lignites agyagrétegek is. Néhány, a felső-pannóniai alsó szinttájára mutató lelet (*Limnocardium* cf. *penslii* F., *L.* cf. *hungaricum* M. HÖRN., *Paradacna* cf. *okrugici* BRUS., *Adacna pterophora* BRUS.) később bemosottnak bizonyult. BARTHA a 750—950 m közötti részt a felső-pannóniai középső részének nevezi. A 750 m-től 420 m-ig tartó édesvízi részt — amelyet a levantei emelettel azonosít — nevezi a felső-pannóniai felső résznek.



289. ábra. Az É-alföldi MÁFI kutak
1. Negyedidőszaki rétegek vastagsága (m)

Fig. 289. Location of the check-wells in the northern part of the Great Plain
1. Thickness of the Quaternary layers m

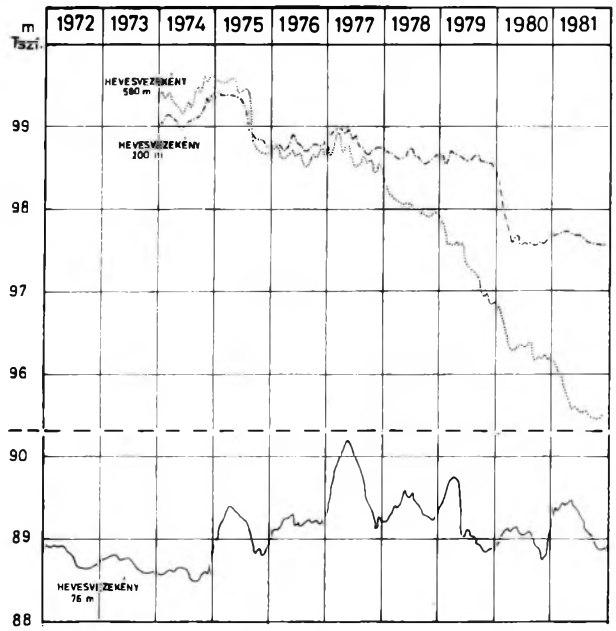


290. ábra. Az É-alföldi MÁFI kutak rétegtani helyzete

Fig. 290. Stratigraphical position of the check-wells in the northern part of the Great Plain

Az Ostracoda vizsgálatok a 436 m-től 735 m-ig tartó steril szakasz után 735 m-nél jelezték az első pannóniai emeletbeli Ostracodákat: *Candona extensa* ZAL., *C. labiata* ZAL. Az Ostracodákat további szintezésre a felső-pannóniain belül nem használtuk fel, minthogy arra a Mollusca fauna elegendő volt.

A felső-pannóniai rétegek pollenképe s ennek tükrében a rekonstruálható vegetáció igen változatos. A rétegsor 950 m-től 735 m-ig tartalmaz pollent, egyes részei igen nagy számban. 950 m-től 912 m-ig kevés a pollen. Ami van, gyér vegyes erdőkre utal, száraz-meleg vagy száraz-mérsékelt éghajlat alatt. 912 és 896 m között nagy a pollenszám és bár a hidegtűrő tűlevelűek (*Pinus silvestris*, Picea) és a szárazságtűrő cserjék is képviselve vannak, mégis túlnyomó a melegkedvelő lombos fák (Carya, Pterocarya, Nyssa, Castanea, Quercus, Fagus, Ulmus, Tilia, jó néhány Engelhardtia, Zelkova, Ginkgo, s legtöbb a nedvességigényes Alnus) aránya. Ezt az üledékszakaszt tehát a meleg és fajtagazdag lomboserdők jellemzik. 896 m-től 886 m-ig a pollenszám kevés vagy közepes, az üledéksoron végig jelentős a hidegtűrő fenyőerdők pollenjeinek aránya, de mellettük képviselve vannak kisebb számmal a meleg lombos erdők fafajtái is (Alnus, Quercus, Fagus). 816 m-től 886 m-ig kevés pollent találtak, 886 és 858 m között viszont igen sokat. Az Alnus 9—40%-os arányban fordul elő, Taxodiaceae, Quercus, Carya-félék és Nyssa mellett. 858 és 745 m között száraz meleg, majd kissé csapadékosabb éghaj-



294. ábra. A hevesvezekényi kutak több éves vízjárása

Fig. 294. Long-term fluctuation of the ground-water level in the wells of Hevesvezekény

A vízkémiai vizsgálatok eredményei Hevesvezekény homokos rétegsorú és Jászladány agyagos rétegei között nagyon különböző eredményt mutatnak. Hevesvezekénynél normális viszonyok figyelhetők meg. A rétegvizek sótartalma a felszín közelében nem nagy, 200 m-től lefelé enyhén emelkedik: 76 m-ben 580 mg/l; 200 m-ben 560 mg/l; 581 m-ben 630 mg/l az összes oldott só súlya, tehát még 600 m körül is 0,5 g/l körül marad. Jászladány agyagos rétegsorában a talajvíz 3777 mg/l sót tartalmaz. Lefelé az oldott anyag mennyisége fogy, 168 m-ben 2033 mg/l; 331 m-ben 1526 mg/l; 907 m-ben 1524 mg/l. Mindkét területen a nyomásgradiens pozitív, tehát a mélységivíz felfelé szivárog, de a homokrétegekben kevés a kioldható anyag, míg az agyagrétegekben és kőzetlisztfélékben nagy (27. táblázat).

A talajvíztükör a Jászság északi részén nagyon különböző mélységben helyezkedik el a változatos domborzati viszonyok és változatos felszíni képződmények miatt. A déli részen a talajvíztükör igen nagy ingadozást végez az évszakok és a csapadékos vagy száraz évsorok folyamán. Száraz években a déli részen 6—8 m mélyen van a talajvíztükör a felszín alatt, nem ritkán 10 m-nél mélyebben is. Csapadékos évben és kora tavasszal feljön a felszín közelébe 2—3 m-re. A nagy ingadozás magyarázata az, hogy az agyagos rétegsorban a talajvíz a repedésekben, résekben, erekben áll. Száraz időben a megrepedő felszín alól nagy mélységig elpárolog a víz, csapadékos időben megtelnek a repedések, erek.

27. táblázat — Table 27

A jászsági alapfúrások és kutak
Geological key boreholes and wells in the Jászság region

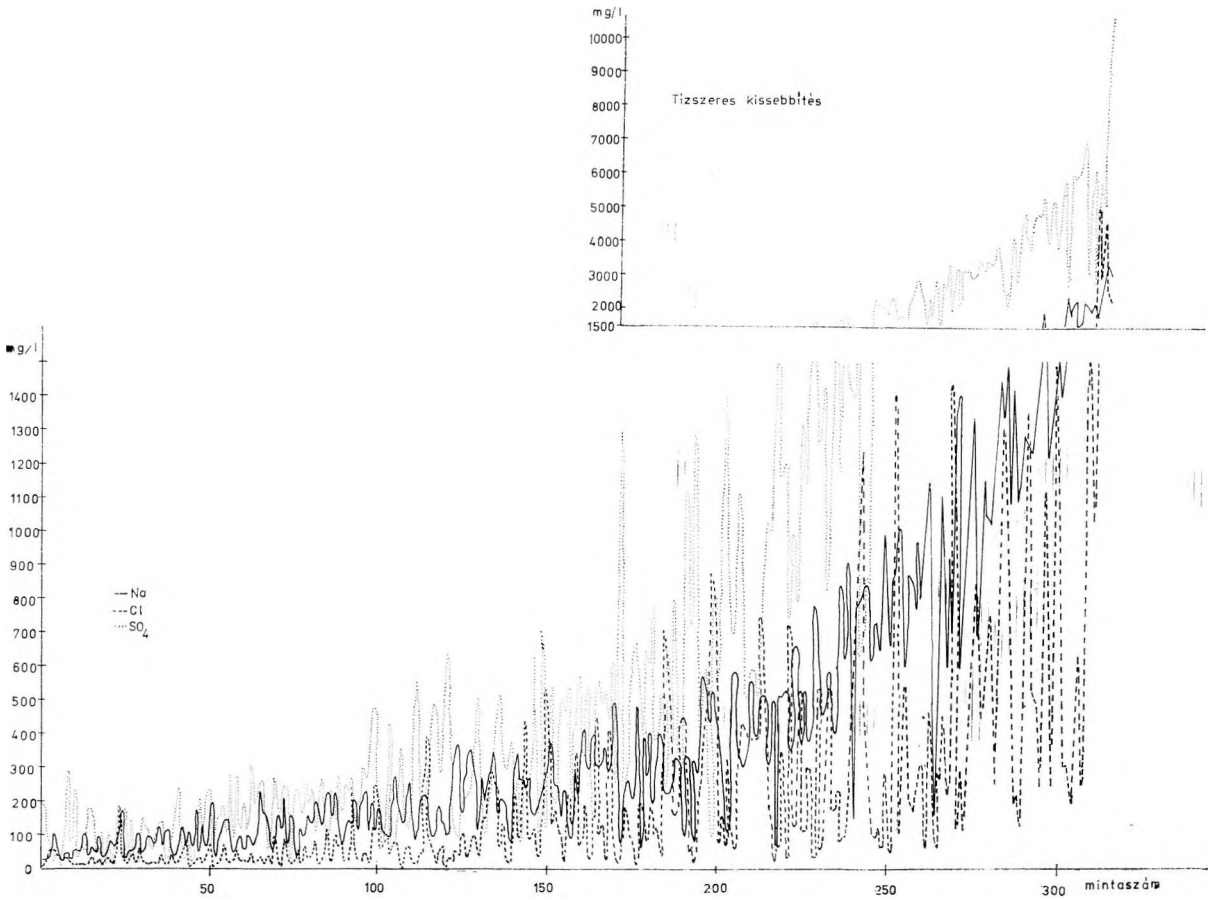
Helység	Az alapfúrás mélysége	A kutak mélysége	Nyugalmi vízszint	Fajlagos vízhozam	Kifolyó víz hőfoka	Vízben oldott sók súlya	Rétegek kora
	(m)			(l/p/m)	(°C)	(mg/l)	
Hevesvezekény	600						Pl_2
1. kút		581	+6,5	15	37	633	Pl_2
2. kút		200	+3,7	7	20	570	Q_1
3. kút		76	−2,7	9	15	585	Q_2
Jászladány	950						Pl_2
1. kút		907	+13,2	15	54	1524	Pl_2
2. kút		331	+2,7	3	27	1526	Q_1
3. kút		168	−3,3	2	12	2239	Q_2
Besenyszög	100	96	−4,6	18	15	1595	Q_2

Az agyagos rétegsor az oka annak is, hogy a talajvíz igen sok oldott anyagot tartalmaz. A finomszemű üledékből sok anyag kerül oldatba és a rossz lefolyású területeken hosszú ideig pang a víz a víztartó rétegekben. Oldalirányú szivárgás úgyszólván nincs. A homokterületeken jó a talajvíz, 1 g/l körüli kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos oldott anyaggal. A löszös és agyagos térszínek alatt 5—10 g/l só is felhalmozódik a talajvízben és a víz kémiai jellege nátrium-szulfátos, magnézium-szulfátos, nem ritkán elég magas klorid-ion tartalommal.

Különösen érdekes a Dél-Jászság talajvizének változatossága és általában nagy oldott anyag tartalma. Ha az összes oldott só súlya szerinti rangsorba állítjuk a Dél-Jászság területéről begyűjtött 313 vízmintát, a legkisebb érték 538 mg/l (Tiszaroff), a legnagyobb 19 026 mg/l (Jászkisér). A minták közül 148-ban 2000 mg-nál több oldott só volt a talajvízben és csak 50-ben volt 1000 mg-nál kevesebb. 5 g-nál több oldott só 55 mintában volt. A tömény sós vizekben mindenütt uralkodó a szulfát-ionok súlya. Ezek gyakran meghaladják a 3000 mg-ot literenként, de 10 000 mg fölé is emelkedhetnek. A szulfát-ionokat a nátrium- és klorid-ionok követik súlyarányban, ezek is elérhetik egyenként a 3000—5000 mg/l-t. A terület északi részén 100 m-nél kisebb mélységből is felszökő vizet kaphatunk, a déli részen 300 m-nél mélyebbre kell fúrni felszökő vízért. A rétegvizek hőmérséklete valamivel magasabb az alföldi átlagnál, ami azt jelenti, hogy 300 m mélységből cca 30 °C hőmérsékletű víz várható.

A terület egyedüli ásványkincse az építőanyag: néhány homokbányában és agyagbányában fejtik. Legnagyobb felszín alatti kincse a víz, amely itt rendkívül értékes, mivel mélyen van és kevés van belőle.

A sok szikes felszín miatt a terület talajai nem tartoznak a termékenyek közé. Csak foltokban vannak jó szántóföldek magas termésátlaggal, az általános kép inkább szegényes. Északon más a helyzet, itt változatos a mezőgazdálkodás, a homokos részeken gyümölcs, szőlő is van, kertgazdálkodást is sokfelé folytatnak. A déli része száraz gabonatermő terület, sok szikessel, itt az öntözés ugyanúgy nélkülözhetetlen a fejlődéshez, mint a Tiszántúlon. A kiskörei duzzasztó és tároló most már itt is lehetővé teszi a nagyüzemi öntözést.



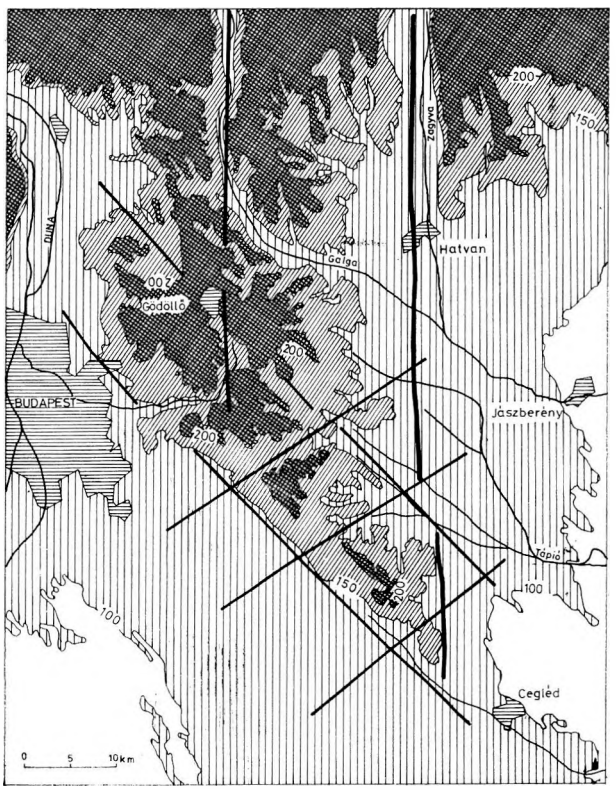
295. ábra. Fontosabb ionok a D-Jászság talajvizében az összes oldott anyag növekedésének rangsorában
Legkisebb összsó súly: 583 mg/l, legnagyobb összsó súly: 19 026,8 mg/l

Fig. 295. Most important ions in the ground-water of the wells of Jászladány. In graded order of the total dissolved solids

A Gödöllői-dombság

A Duna—Tisza köze és az északi hegyperem előtti síkságok között válaszfalat alkot egy ÉNy—DK-i irányban az Alföldre benyúló dombság, amely Gödöllő táján még 300 m magasságot meghaladó dombokból áll, aztán lejtve Monornál még 200 m-en felüli tetőkkel, Albertirsánál 150 m magasan jelentkezik, Ceglédnél pedig 105 m-rel belesimul az Alföld síkjába. A triász alaphegység 1500—2000 m mélységben fekszik itt, rajta oligocén és miocén rétegek települnek nem nagy vastagságban, azok felett pedig 1000 m-es vastagságban pannóniai rétegek a felszínen vannak a legmagasabb tetőkön és a völgyoldalakban. Az alacsonyabb tetőket meglehetősen vastag (10—30 m) lösztakaró borítja, s ez a lösztakaró beleolvad a Tápió és a Gerje ér között Abony táján az Alföld síkjába. A települések a völgyekbe húzódtak, vagy a dombvidék szélére (Üllő, Gyömrő, Monor, Pilis, Albertirsa, Cegléd). A pannóniai rétegek homok—agyag sorozatokból állnak. A löszkötegeket is homokcsíkok és rétegek tagolják. A felszínen — az eróziónak megfelelően — vagy agyagos, vagy löszös, vagy homokos üledékeket találunk. A löszrétegeket Mendén tanulmányozták a legjobban. A mendei löszfeltárásokat a Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézetének kutatói és a velük együttműködő szakemberek igen sokoldalúan feldolgozták és nemcsak hazai, de nemzetközi tekintetben is kulcsfontosságú alapszelvény jelentőségűvé emelték.* A mendei feltárásban 32 m vastag lösz összletet mutattak ki. A típusos és homokos löszrétegek között 9 fosszilis talajzónát találtak. Ezt a löszösszletet Pécsi M. a fiatal löszök két csoportjába osztotta: a 10—12 m mélységben talált dupla talajzóna felső tagja, „Mende felső" az utolsó jeges időszak (Würm) interstadiálisát jelzi (kb. 27 000 év előtt); az alsó megfelel az Európában sokfelé megfigyelt Stillfried B., Kesselt, Gleinaböden névvel jelölt talajzónának.

E kettős vályogzóna alatt több kezdetlegesen kifejlődött talajszint között 2 egymástól jól elkülönülő fosszilis talajréteg van 23 és 27 m mélységben, ezeket a C^{14} mérések 32 000, ill. 64 000 évesnek találták. Ezek alatt 30—32 m mélységben jelent meg a Kárpát-medencében sokfelé megtalálható alsó dupla vályogzóna, a „Mende alsó" szint. Ez Pécsi M. szerint az utolsó nagy interglaciálisban fejlődött ki (Riss—Würm). Ennek korát különbözőképpen határozták meg 80 000 és 127 000 év között. A paleomágneses vizsgálatok (M. A. Pevzner) a rétegsor egészét normális mágnesezettségűnek mutatták ki, tehát a Brunhes periódusba tartozónak. Ezek a vizsgálatok és mérések a paksi és dunaföldvári feltárások feldolgozása mellett hozzávetőleges képet adnak a magyarországi löszképződés időbeli menetéről és az éghajlati változásokról. Ha a mendei felső-pleisztocén szelvényt teljesnek fogadjuk el, akkor az egymást követő különböző szedimentációs körülményekre mutató rétegek 21—27 éghajlati változást jeleznek hozzávetőlegesen 120 000 év alatt. Wagner M. a lösz összlet csigafaunáját is részletesen megvizsgálta, de az egyes fajok jelenléte, hiánya vagy aránya nem adott támpontot egy paleontológiai alapon álló sztratigráfia felállításához.



296. ábra. A Gödöllői-dombság domborzati és szerkezeti vonalai

Fig. 296. Orographic and structural lines of the hills of Gödöllő—Hatvan—Cegléd

A dombság DNy-i pereme éles tektonikus vonal mentén meredek lépcsővel ereszkedik a Duna—Tisza köze futóhomok dombjaira. Az ÉK-i határ menedékesebb. A Tápiók és a Galga vezeti le ennek a területnek a vizeit, széles ellaposodó homokdombok kísérik a folyókat. A talajvíz a dombságon a lösztakaró alatt mélyen (15—20 m) áll, csak a völgyek összemosott alluviumában van felszínközelben. A Tápió vidék homokdombjai alatt is 5—8 m mélyen áll a ta-

* Sok megjelent publikáció közül a legfrissebb az INQUA Löszbizottságának 1979. évi ülésére kiadott vezető: Guide-Book for Conference and Field-Workshop of the Stratigraphy of Loess and Alluvial Deposits. Ebben tanulmányokkal szerepelnek: Pécsi M., M. A. Pevzner, Szebényi E., Pécsiné Donáth É., Wagner M. és Márton P. Lásd még: Pécsi et al. Acta Geol. 1979. 1—4: 371—389.

lajvíz. Mélységi vízben a terület határozottan szegény. A kutak zöme 20—60 m-ből kapja vizét és fajlagosan legfeljebb 20—30 l/p/m-t ad.

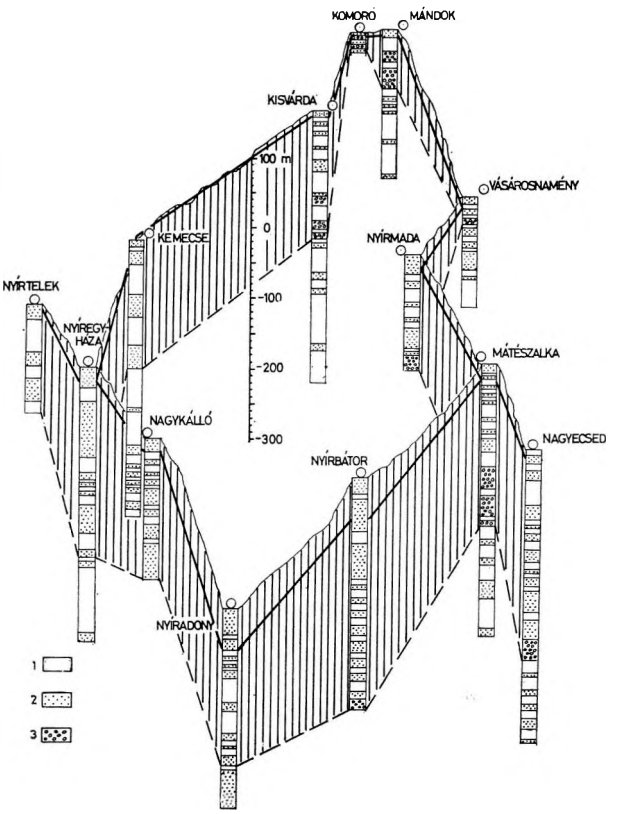
A terület felszíne erősen tagolt. E tagolásnak nemcsak az erózió az oka. A dombsor ÉNy—DK-i csapásirányára merőleges törések darabolják el a pannóniai hátat. Északon fűrészfog-szerűen ebben halad Gödöllő—Isaszeg—Pécel vonalában a Rákos-patak. A következő törésen halad Maglód—Tápiószecső között az Alsó-Tápió, s tőle D-re a harmadik törésen a Gomba-patak. Tovább K-re a dombsor belesimul az Alföld síkjába és a haránttöréseket elfedik a fiatal üledékek. A Felső-Tápió csapásirányú hosszanti törésen fut, s ilyenen halad a Galga is Aszód és Jászalsószentgyörgy között. Végig nyomozható a területen két É—D-i merev szerkezeti vonal, a Galga és a Zagyva felső folyásának irányát követve. Az a hatalmas homokmennyiség, amely ma a dombság északi határán futóhomok-szerűen a felszínt fedi, a pannóniai rétegekből származik. A dombsor meghosszabbításában Cegléd—Tószeg vonalában lösz és futóhomok fedte síkság vezet a Tisza agyagos allúviumáig.

A Nyírség

A Tisza bal partján a nagy csapi kanyarulattól D-re egy feltűnő domborzati sziget helyezkedik el a Nyírség. Különlegességei közé tartozik az a tény, hogy sehol hegyvidékkel közvetlenül nem érintkezik, homokjának eredete a mai morfológia mellett alig magyarázható. A homokdombság körüli síkságok tengerszint feletti magassága ugyanis 100—110 m körül van, ugyanakkor a homokbuckák zöme meghaladja a 150 m-t, legmagasabbjai pedig elérik a 180 m magasságot is. A homokvidék K-i és Ny-i határa merev, közel É—D irányú tektonikai vonalat követ. Ugyanilyen irányban helyezkednek el a dombsorok is a sziget közepe tájáról É és D felé lejtve. A sziget közepén egy Ny—K-i irányú vízválasztó alakult ki, de úgy, hogy a völgy-bevágódások ezen a tetőn is átvezetnek. Ez a helyzet úgy alakulhatott ki, hogy a pleisztocén elején a Nyírség még nem volt kiemelkedő sziget, hanem a kárpát-aljai folyók nagy hordalékkúpja. A durva kavicsüledék a hegylábi mélyedésekbe telepedett, a mai Nyírség területére jobbára csak homok került. A pleisztocén vége felé a Nyírség közepe megemelkedett, kialakult a vízválasztó és a vízszivárgás É-i és D-i irányba terelődött a régi völgyek ma elmosódó vápáiban.

A homokdombság mai felszíni terjedelme 5600 km², de nyugaton a Hajdúság lösztáblája alatt valamennyire még tovább terjed és a Szatmári-síkságon is folytatódik egy darabon a fiatalabb fedő üledékek alatt. Ugyanez a helyzet az É-i és D-i határon is. Az egykori felszíni homok futóhomokká alakult át igen mozgalmas relieffel. Szemcséi döntően 0,1—0,2 mm átmérőjűek, csak a völgyfenekeken durvábbak. A homok nem olyan jól osztályozott, mint a típusos, szélhordta homoknál várható. Ez azt jelenti, hogy nem messze távozott a származási helyétől. Borsy Z. vizsgálataiban a Duna—Tisza köze D-i részeinek futóhomokjainál a 0,1—0,2 mm átmérőjű szemcsekategóriát sok feltárásban (24 mintából 19) 70%-on felülinek találta (max. 78,0%), ugyanakkor a Nyírségben 23 mintából csak kettőben volt 70%-on felüli arány. A finom homok nagyobb aránya mindkét területen a vízi szállítás jelentős szerepére utal. E tekintetben is a nyírségi homok áll közelebb egyes helyeken a folyóvízi homok szemcseösszetételéhez.

Futóhomok közé ágyazottan több méteres löszrétegek olyan nagy kiterjedésben, ahogyan azok a Duna—Tisza közén találhatók, a nyírségi homokdombokban nincsenek. Mindössze néhány olyan területfolt van a homoktengerben, ahol löszréteg jelenik meg a felszínen a futóhomok takarójaként vagy a felszín alatt néhány méter mélységben. Ilyen terület van az ÉK-i

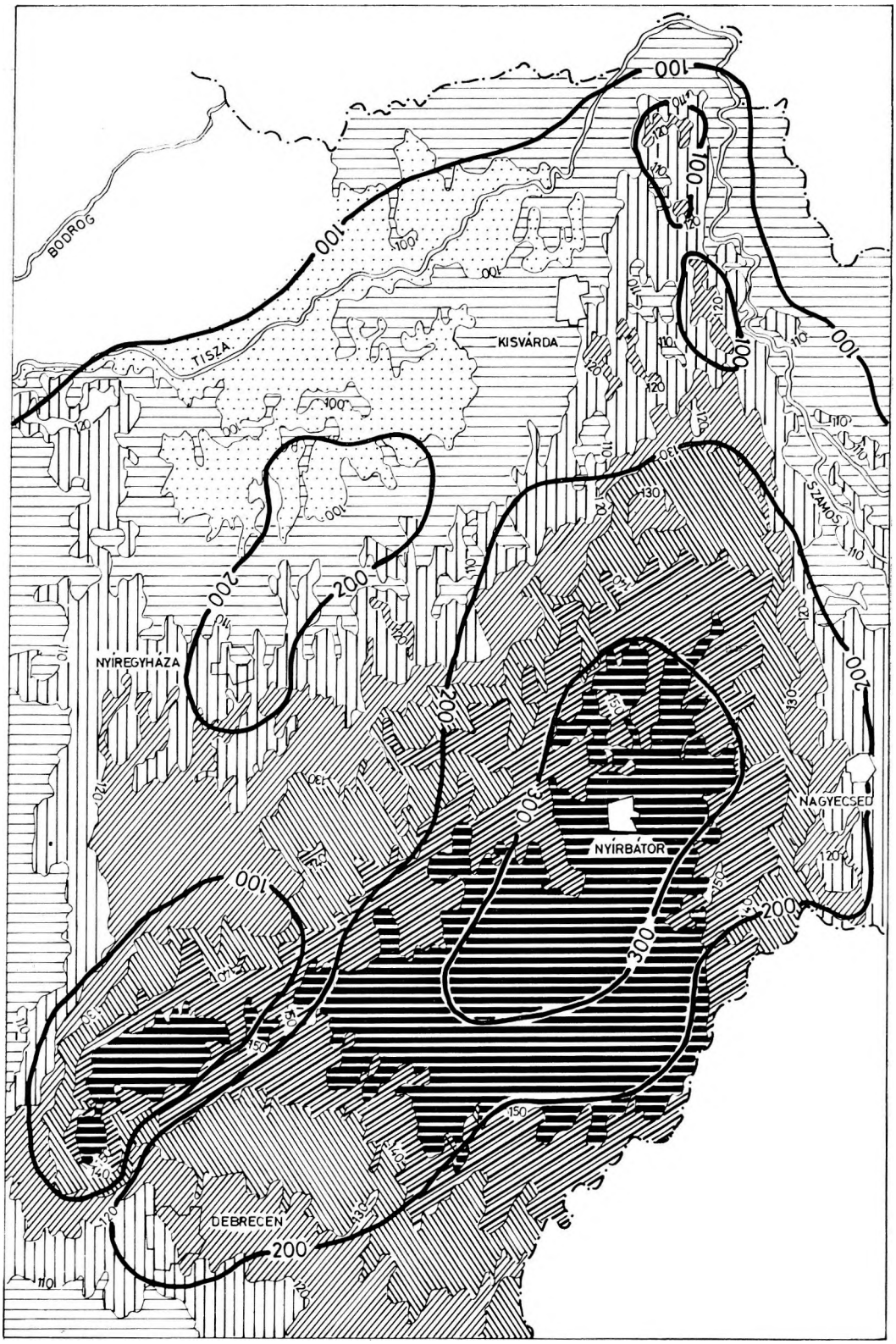


297. ábra. A negyedidőszaki rétegek vastagsága a Nyírségben

1. Agyag, iszap, *2.* homok, *3.* kavics

Fig. 297. Thickness of the Quaternary layers in the Nyírség

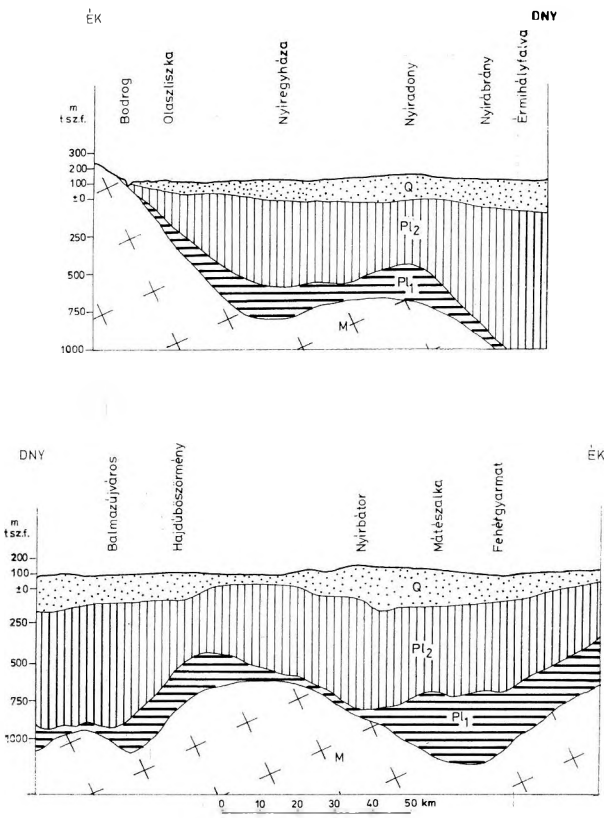
1. Clay, silt, *2.* sand, *3.* gravel



298. ábra. A Nyírség domborzata és a negyedidőszaki rétegek vastagsága

Fig. 298. Orography of the Nyírség and the thickness of the Quaternary layers

peremen Vásárosnamény táján, az északi peremen Nyíregyházától É-ra és Kisvárdától DNy-ra. A Nyírség Ny-i, D-i és DK-i peremén viszont egy jól fejlett lösztábla telepedik a nyírségi homokra. A homoksziget mélyebben fekvő szélein lemélyített fúrásokban pár méteres futóhomok alatt gyakran megjelenik egy iszapos—kőzetlisztes vékony réteg, ez azonban nem vehető a valódi löszök megfelelőjének. A völgyeket iszapos homok, holocén deluviális, kolluviális üledék béleli ki néhány méter mélységben. A völgyek rossz lefolyásúak, a homokos üledékben a hosszan álló talajvíz vagy felszíni víz bepárlódik és kicsapja oldott anyagát. Evaporitok, réti mészkövek és gyepvasérc keletkezik.



299. ábra. Áttekintő földtani szelvények a Nyírségről

Fig. 299. Geological survey sections of the Nyírség

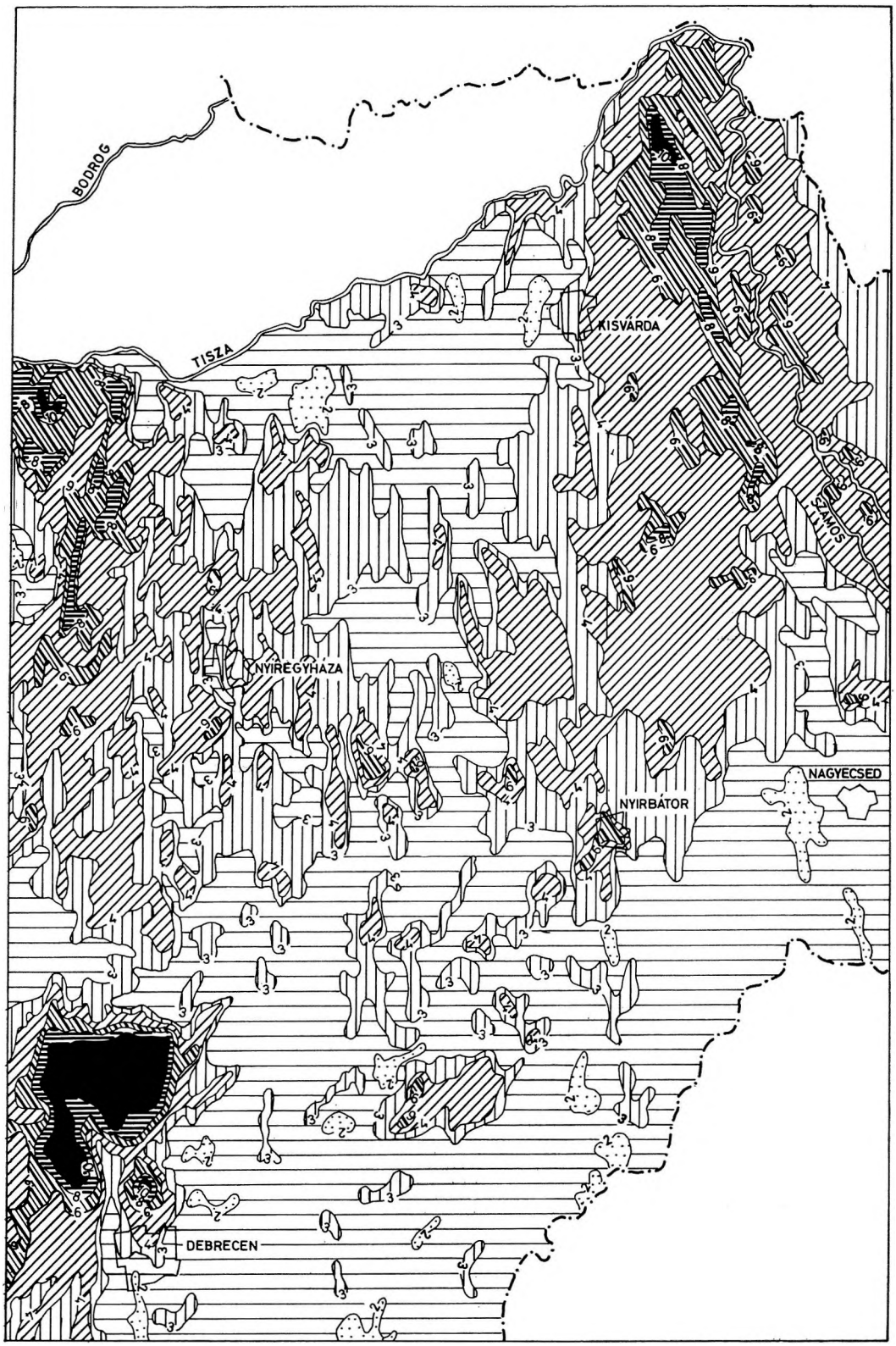
A Nyírség mélyföldtani szerkezete még kevéssé ismeretes. Olyan mélyfúrás, amely a mezozóos vagy paleozóos aljzatot elérte volna, nincs a területen. A Nyíregyházán lemélyült fúrás 130 m-ig negyedidőszaki, 979 m-ig pannóniai képződményekben haladt, onnan miocén vulkanitokban (1150 m-ig) állt meg. A komorói fúrás Kisvárda táján 180 m-ig negyedidőszaki, 460 m-ig felső-pliocén, 750 m-ig felső-pannóniai, 1362 m-ig alsó-pannóniai rétegeken hatolt át és onnan 3227 m mélységig haladt miocén rétegekben, vulkanitokban, agyagmárgában, konglomerátumban. Vagyis az aránylag vékony, kb. 200 m negyedidőszaki rétegek alatt 1000—1200 m vastag pannóniai rétegek települnek, azok alatt pedig igen nagy vastagságban harmadkori, főleg vulkáni kőzetek. A derecskei fúrás a Nyírség déli szegélyén mutatott ki nagy pliocén kori süllyedést 5000 m-t meghaladó harmad- és negyedidőszaki képződményekkel. Nyugat felé a medence mélyülése menedékesebb. Hortobágyon a nádudvari fúrások a negyedidőszaki rétegeket 200 m körüli vastagságúaknak, a pannóniai rétegsort 1500 m-nek találták és kb. 1000 m miocén átfúrása után 2100 m körül az eocén—kréta flisbe értek.

ÉK-en kisebb süllyedék vezet át a kárpátaljai vulkáni koszorúhoz. A gelénesi fúrás 105 m holocén és pleisztocén réteg alatt 608 m-ig haladt a pannóniaiban és onnan 2002 m-ig szarmata, majd bádeni tufákban. Beregdarócon már csak 62 m a negyedidőszaki és 137 m a pannóniai üledék, 500 m-ben szarmatában állt meg a fúrás. A mélyszerkezeti viszonyokból kitűnően a Nyírség pleisztocén végi kiemelkedése 200—300 m-es nagyságú volt.

A talajvíz a Nyírség központi részén a völgyekben és dombokon egyaránt pár méterre a felszín közelében áll. A csapi nagy kanyartól délre húzódó széles sávban viszont jóval mélyebben, 4—6 m-ben van az átlagos mélység, helyenként — É-on — pedig kis foltokban 8—10 m-t is elér. A peremek vastag lösztakarói alatt a talajvíztükör szabályszerűen mélyebben (8—10 m) áll. A talajvíz minősége a jó beszivárgási körülményeknek megfelelően közel áll a csapadékvízhez és a felszíni patakvizekéhez. Ezt a természetes állapotot azonban az emberi beavatkozás sok helyen megváltoztatta. A felszínhez közel álló víztükör a vizet jól áteresztő homokréteg alatt könnyen szennyeződik. Megnő az oldott sótartalom és a kalcium-magnézium-ionok mellett feldúsul a nátrium és a szulfát. Sok helyen nagy nitrát-ion-tartalom mutatja a szennyezést. A nagyon szennyezett vizekben jelentős mennyiségben fordul elő klorid-ion is.

Mélységi vízben a Nyírség gazdag olyan értelemben, hogy a felszín alatti rétegekben néhány száz méter mélységig a folyóvízi üledéksorban mindenütt van víz, de a kutak átlagos hozama általában nem nagy. Urbancsek J. a nyírségi negyedidőszaki rétegeket vízbeszerzési szempontból három részre osztja, alsó-, középső- és felső-pleisztocén rétegekre (1963). Az alsó-pleisztocén összlet (általában 150—200 m mélyen) vízben a leggazdagabb. A kutak fajlagos hozama 50—100 l/p/m, de eléri esetenként a 200 l/p/m-t is. A középső-pleisztocén rétegek (50—150 m) aránylag szegényebbek, nagyjából 10—20 l/p/m vizet adnak, bár kivételek vannak. A felső-pleisztocén rétegösszlet újra gazdagabb, többfelé 100 l/p körüli vizet adnak a kutak percenként 1 m leszívás mellett. A víz nyugalmi szintje — a terület kiemelt volta miatt — mindenütt a felszín alatt van néhány méter (kivételesen 8—12 m) mélyen.

Termálvízben a Nyírség szegény. Ennek nem annyira a geotermikus gradiens kedvezőtlen alaku-



300. ábra. A talajvíztükör mélysége a felszín alatt a Nyírségben (m)
Fig. 300. Depth of the ground-water level below the surface of Nyírség

lása az oka, hanem az alacsony rétegnyomás és az aránylag kevés jó vízadó réteg. 500 m mélységben a rétegek hőmérséklete az országos átlag körül jár, 40—45 °C, 1000 m-nél jóval melegebb (60—66 °C). De a kutak vízszintje 1000 m mélységből 20—40 m mélyen áll a felszín alatt, a fajlagos vízhozamuk pedig 30—120 l/p/m körül jár. Kedvezőbb nyomásviszonyok csak Kisvárda táján és a Nyírség peremein vannak.

Ásványi nyersanyagkincse a Nyírségnek alig van. Néhány helyen építőhomokot termelnek és bányakincsnek számít a felszín alatti víz. Szénhidrogéneket e kiemelt területen nem kerestek. Az alapkőzet itt nagy vastagságban fiatal vulkanit, arra települnek mindössze néhány száz méter vastagságban a pannóniai üledékek, így a Nyírség közepe alatt szénhidrogén csapdák nem alakulhattak ki.

A homoktalajokat általában nem soroljuk a legtermékenyebbek közé, bár a Kecskemét környéki homokok — igaz, löszös altalajú homokok — a legragyogóbb és legváltozatosabb eredményeket hozzák. A nyírségi homokok nem olyan termékenyek, részint azért, mert itt nem ágyazódik olyan sok nagy kiterjedésű löszréteg a futóhomok rétegek közé és maga a homok is mésztelenebb, mint a Duna—Tisza közén. Viszont burgonya, alma és dohány termelésben az ország élén jár a Nyírség a termőterület és a termésátlagok nagysága terén egyaránt.

A Hajdúság

A Hortobágy síkja és a Nyírség homokszigete között É-ról D-re egy magasabb térszínküszöb húzódik 10—20 km szélességben és kb. 90 km hosszon. A Hajdúság nevét az ott letelepített hajdúktól kapta. A Hortobágy síkja 90 m magasan van a tenger szintje felett, keleti határán a hajdúsági küszöb 20—30 m magas peremmel emelkedik ki, 115—120 m tsz. f. magasságban. A Nyírség futóhomokja 115—120 m magasságban fut rá a hajdúsági lösztáblára és a homokdombok tovább emelkednek K felé 170—180 m magasságig. A Hajdúság felszíne csaknem sík, amelyet azonban az erózió északon nagyon kikezdett. Legépebb állapotában Hajdúnánás és Hajdúszoboszló között maradt meg. É-i széle magas peremmel a Tiszára néz Timár, Gáva, Vencsellő között, D-i széle Hajdúszoboszló, Derecske táján simul bele a Berettyó síkjába.

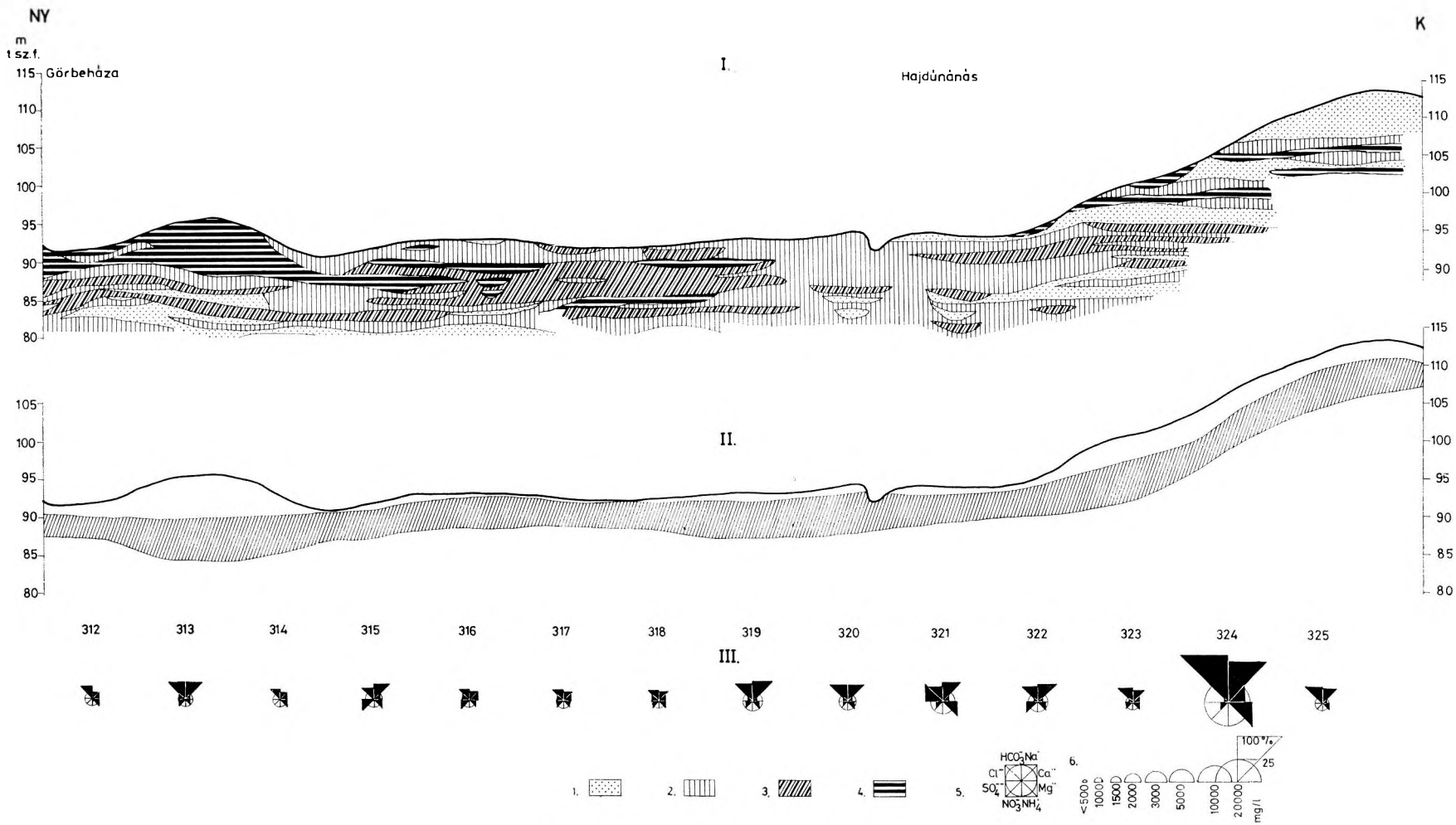
A Hajdúságot fedő felszíni löszréteg néhány m, esetenként 10—20 m vastag. Többfelé a lösz elvályogosodott, agyagosodott. A löszképződés során a felszínen kialakult horpadásokban, mélyedésekben meggyűlő csapadékvíz és a környékről bemosott finom agyag hozta létre ezeket az iszapos—agyagos rétegeket néha 5—6 m vastagságban. E löszrétegek alatt a pannóniai agyagrétegek viszonylag magas helyzetben vannak, közel a felszínhez. Átlagosan 100—150 m, de helyenként 30—50 m mélyen. Jobbra és balra a Nyírség és a Hortobágy alatt mélyebben találjuk a pannóniai feküt (150—250 m).

A kárpátaljai folyók nyírségi üledék-felhalmozásának Ny-on a Hajdúság alatt vonuló pannóniai dombsor szabott gátat a pleisztocén elején. Ez terelte D-i irányba a folyókat. A legnagyobb folyók a mai Ér völgye mentén haladtak délre a nagy békési süllyedék területére, itt rakva le finomszemű üledékeik nagy részét. A pannóniai dombsor nem kapott folyóvízi elöntést, vagy csak keveset. Erre települt a pleisztocén utolsó harmadában egy több méteres lösztakaró, jelezve, hogy ez a térszín a pleisztocén során végig kiemelkedett az árterek szintjéből, s így rajta a hulló por eredeti településben és szerkezetben megmaradhatott. E táblaszerű térszín ma is 20—25 m-rel kiemelkedik a Tisza árterének 90 m tsz. f. magasságú síkjából, a Hortobágy tájából. A Hajdúság eredeti felszíne 120—130 m volt a tengerszint felett, de egyrészt erodálódott, másrészt a Nyírségből futóhomok települt a kivésett térszínekre, úgyhogy ma a lösztakarót épségben csak az É-i csücskön és D-en Hajdúnánás—Hajdúböszörmény—Debrecen—Balmazújváros között találjuk. Az északi peremen a Tisza völgye fölé emelkedő 25—30 m-es löszfal tetején épült Szabolcs földvára.

A déli kiszélesedő részen mélyre vágott kanyargós völgyekben vízereket találunk. A Nyírség felől jövő szegényes patakok vágták bele keskeny völgyeiket, inkább csak medreiket a rossz lefolyású vízszintes lösztáblába. A felszínt takaró lösz néhány méteres vastagságú, helyenként homokos és legtöbbször homokra települ. Hajdúböszörmény táján találjuk legszebb kifejlődésben több fosszilis talajréteggel és a löszréteg alján pleisztocén eleji kötött, kemény vörös agyaggal. Máshol elrongyolódott a lösztakaró és futóhomokot találunk a helyén. Az épen maradt lösztakaró nyugaton a Hortobágy síkja alá merül és rá holocén ártéri üledékek, főleg agyagok települnek.

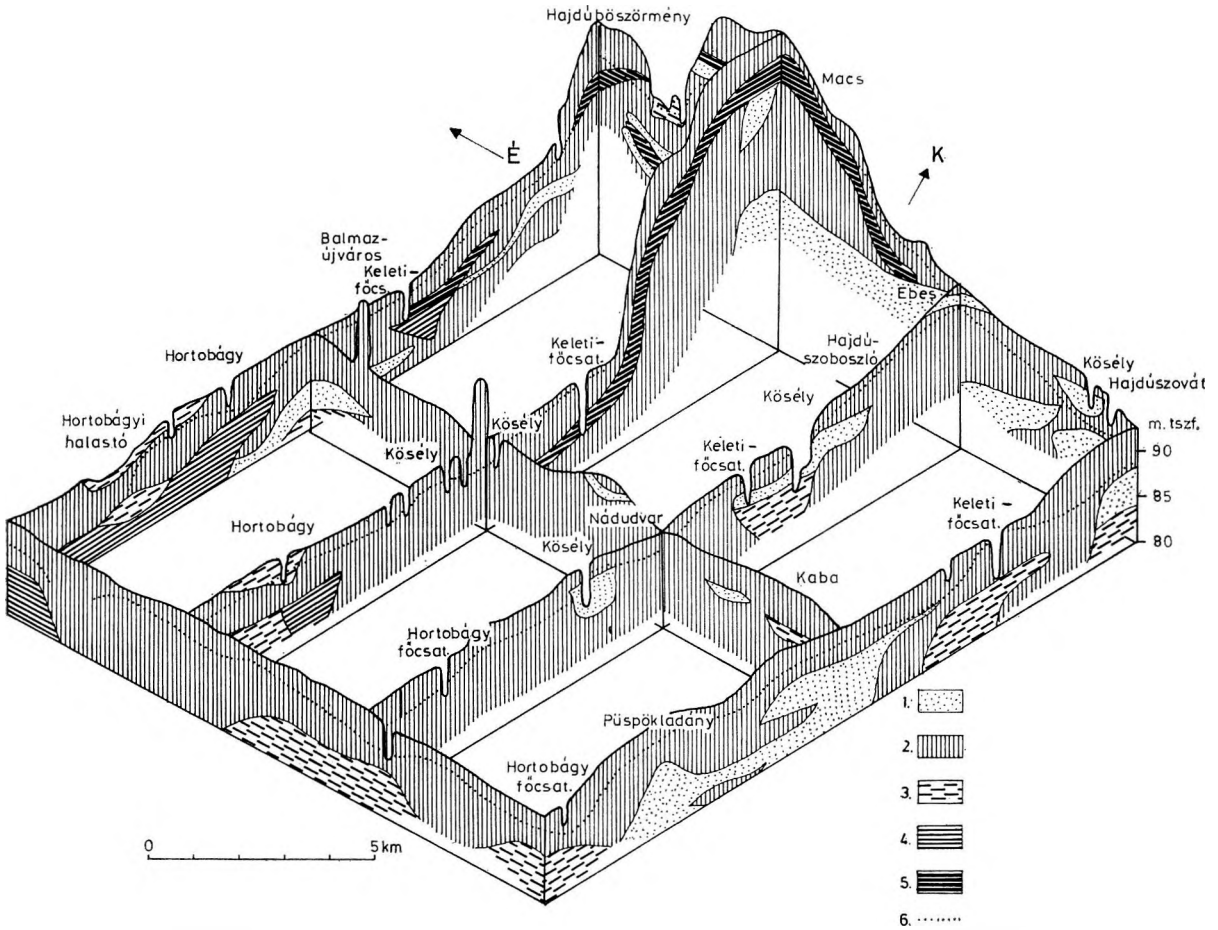
A Hajdúság mélyszerkezetére a DNy—ÉK-i irányban keresztbe futó paleozóos és mezozóos hegységpászták a jellemzőek. Az északi részen fiatal paleozóos hegység vonulatát feltételezik a pannóniai és vastag miocén vulkáni rétegek alatt. A Hajdúság középső része alatt paleozóos metamorf aljzat húzódik Ny-ról K felé. A déli részen a mezozóos flis vonulat adja az alaphegységet ugyancsak a vastag miocén vulkanit rétegek alatt. A vékony negyedidőszaki rétegek feküjét adó pannóniai rétegek vastagsága É-ról D felé nő. Északon 300—400 m, középen 600—800 m, délen 1100—1300 m.

A talajvíz a Hajdúság nem erodált térszíne alatt mélyen, néha 15—20 m mélyen található. Ennek kiemelt dombozati helyzet és a vastag lösztakaró az oka. A talajvíz a löszköteg alján található a ho-



301. ábra. Földtani szelvény a Hajdúság pereméről
I. Földtani szelvény, *II.* a talajvízjáték zónája, *III.* talajvízkémia
1. Homok, *2.* kőzetliszt, *3.* iszap, *4.* agyag, *5.* az ionok helye a diagramban, *6.* összes oldott só

Fig. 301. Geological section of the periphery of Hajdúság
I. Geology, *II.* the zone of fluctuation of the ground-water level, *III.* chemical character of the ground-water
1. Sand, *2.* sand flour, *3.* silt, *4.* clay, *5.* location of ions on the diagram, *6.* total salt content mg/l



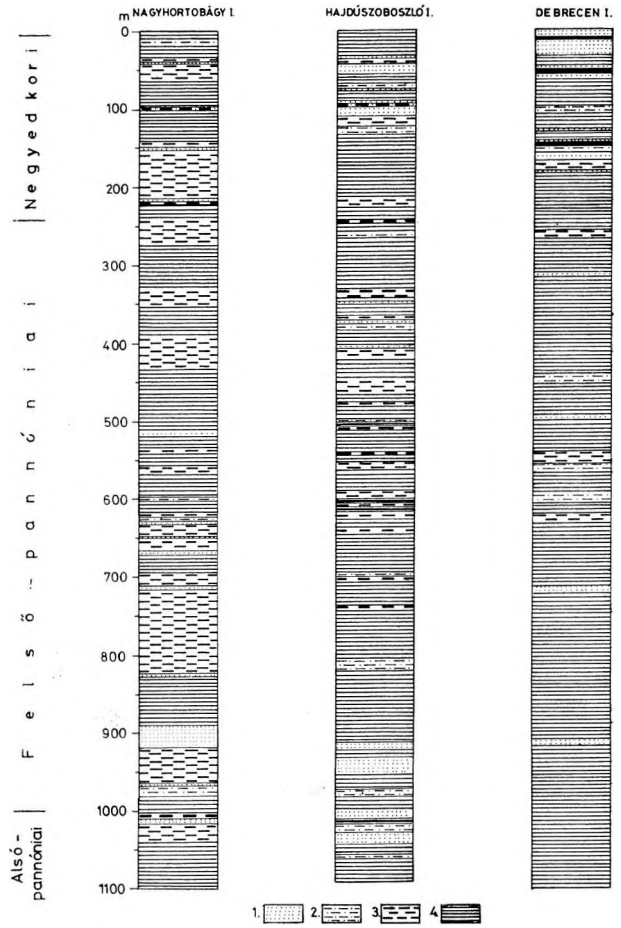
302. ábra. Panel diagram a Hajdúság D-i előteréről. Szerkesztette: KUCHEN Z. 1976
1. Homok, *2.* homokliszt, *3.* iszap, *4.* agyag, *5.* vörös agyag, *6.* a talajvíz nyugalmi szintje

Fig. 302. Panel diagram of the southern foreground of Hajdúság
1. Sand, *2.* sand flour, *3.* silt, *4.* clay, *5.* red clay, *6.* piezometric level of the ground-water

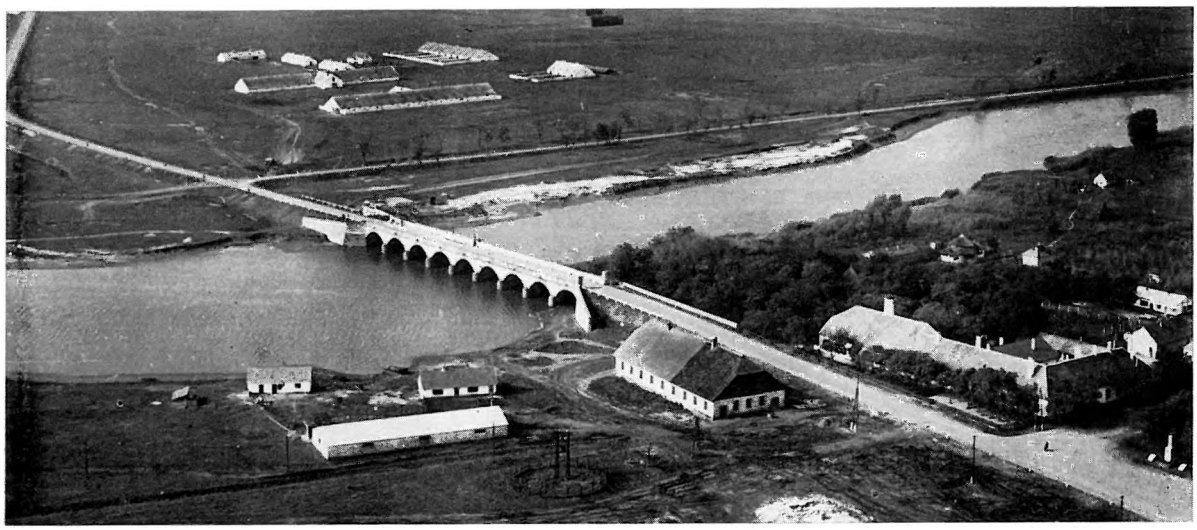
mokban vagy a pannóniai agyagos rétegek fölött. A talajvíz általában nem nagy sótartalmú, az oldott anyag 1—2 g/l. Kémiai összetétele azonban más, mint a felszínről közvetlenül táplálkozó talajvízé. Az uralkodó só a vízben a nátrium-hidrogén-karbonát, alárendelt szerepet játszik a kalcium-ion. A magnézium-ion — mint általában a löszös területek talajvizében — rendszerint jelentős. Egyes helyeken megjelenik a szulfát-ion is a vízben, de 20—25 egyenérték %-nál nem nagyobb arányban.

Mélységi vízben a Hajdúság szegény. Általában 100—150 m mélységben találnak vízadó homokszinteket, de ezekből sem lehet kutanként általában fajlagosan 20—30 l/p/m-nél több vizet kiemelni, 50—60 l/p/m vizet csak kivételes kutak adnak. A kutak vízszintje 100—150 m-es mélységből mindig felszín alatt marad 5—10 m-re. Néhol a nyomásgradiens lefelé csökken, a nyugalmi vízszintek a mélység felé haladva mind mélyebben alakulnak ki. Ez a magasan maradt pannóniai táblarögök alatt máshol is jellemző. A Hajdúság déli széléről, Hajdúszoboszlóról van kincstári mélyfúrásunk, amely a negyedidőszaki rétegek vastagságát 134 m-re, a felső-pannóniai rétegekét 1110 m-re teszi.

A Hajdúság déli fele egyik reménybeli szénhidrogén területünk volt. A kutatás itt az első világháború után megindult, de nem sok sikerrel. A fúrások melegvizet tártak fel, s ez a területnek nagyértékű kincsévé lett. Hajdúszoboszló az ország legnagyobb termálfürdőjévé épült, százezrek használják évente gyógyvizét. Az itt elért sikert követően épült meg Debrecen melegvizű fürdője, majd termálkutak létesültek Hajdúböszörményben és Hajdúnánáson is. A szénhidrogén-kutatás újabb lendületet vett a második világháború után. Hajdúszoboszló, Ebes, Kaba, Balmazújváros környékét számtalan kutató fúrással tárták fel és jelentős gázmezőket vontak művelés alá. 1958-ban fúrták Hajdúszoboszlón az első eredményes fúrást, majd további közel ötvenet. E fúrások három nagyobb gáztároló szintet tártak fel. A legalsó a paleozóos alapon települt mezozóos és paleogén üledéksorozat kréta—paleogén flis rétegében tárol földgázt, a második az alsó-pannóniai összletben, a harmadik a felső-pannóniai rétegekben. A termelő rétegek 800 és 1300 m mélységközben helyezkednek el. Kőolajat — jelentősebb mennyiségben — a Hajdúságban nem tártak fel, a földgázvagyon azonban országos viszonylatban tetemes.



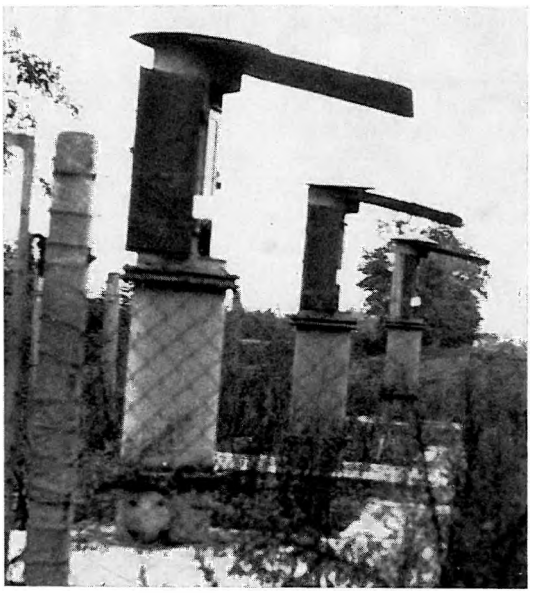
303. ábra. Hortobágyi fúrások rétegsora
1. Homok, *2.* homok, iszap, agyag váltakozva, *3.* homokos agyag, *4.* agyag és agyagos márga
Fig. 303. Profile of the boreholes of Hortobágy
1. Sand, *2.* alternately stratified sand, silt and clay beds, *3.* sandy clay, *4.* clay and clayey marl



304. ábra. A Hortobágy hídja. MTI fotó
Fig. 304. The famous bridge of Hortobágy

Ásványi nyersanyagként az agyagosabb löszök említhetők, mint téglagyártásra használt képződmények és néhol homokbányák szolgálják az építőipart. Ősi fazekas kultúrát szolgálnak többfelé a löszrétegek. A földbe mélyített agyaggödrök nyomai többfelé megtalálhatók. Ásványi kincsnek tekinthető a termálvíz, amelynek legjelentősebb értékesítője a hajdúszoboszlói gyógyfürdő.

Ha van terület, amelynek legelső ásványkincse a termékeny anyaföld, akkor a Hajdúság az. Kitűnő mészgazdag, porózus mezőségi talajai a legjobb termőföldek. Elsősorban gabonaneműeket termelnek rajtuk, de minden más gazdasági növény sikerrel termelhető itt. Búza és kukorica foglalják el a szántók túlnyomó részét, mindkét növény élenjáró termésátlagokkal. A takarmánynövények és cukorrépa is kitűnően terem.



305. ábra. Az egyeki MÁFI kúttelep. Fotó: KUCHEN Z.

Fig. 305. Check-well plant of Egyek

Kevés olyan hely van az Alföldön, ahol a természet olyan különbözőképpen ajándékozott meg kincseivel két szomszédos területet, mint a Hortobágyot és Hajdúságot. A folyószabályozások előtt a Hortobágy síkját hol víz borította tavasszal és nyár közepén is, hol szik tette terméketlen pusztává. A szomszédos Hajdúság páholyból nézte ezt a mostoha világot. Jó mezőségi talajainak párja csak a Bácskában van. Gazdag gabonaföldje és minden más növényt jól tápláló földjei gazdaggá tették. Állatállománya is nagy volt, ezt el tudta tartani saját rétjein és kaszálóin, de le tudta hajtani a Hortobágyra is, ha éppen nem volt ott árvíz, vagy még nem égett ki nyáron a fű. A szikeseket az is jellemzi, hogy a nagy kiégett pusztán mindig van egy-egy nem szikesedő folt, ahol kap az állat legelőt, de ahhoz az kell, hogy nagy területet barangolhasson be. Itt tehát kis birtokok nem élhetnek meg, de megélt a szomszédos áldott jó terület vagyonos gazdája, aki kiterjesztette ide birtokait. Az ellentét a hajdúsági gazdag földműves és az állatait őrző szegény hortobágyi pásztor között emberanyagban is megmutatkozott. A dölyfös „zsíros paraszt" és az eszét élen tartó, viharvert, bölcs pásztor típusára kevés helyen lehetett jobb példákat találni, mint itt. Nem csoda, hogy nem a Hajdúság, hanem a Hortobágy lett az ország legismertebb, s legvonzóbb tája és idegenforgalmi paradicsoma. Az idegent, az utazót — mert kultúrtájról jön — nem a parcellázott világ, a szokásos életvitel és velejáró önző bezárkózottság, ridegség vonzza, hanem a szabad levegő, a végeláthatatlan táj, a meztelenségében megragadó természet, a semmire semmiből építeni tudó, s abból megélni tudó ember, a szófukar bölcsesség és nélkülözésben nevelt humor. A délibáb itt a lelkekben is bent van, nemcsak a mezőkön.

A Hajdúság települési képére a nagy falvak jellemzők. Szerkezetüket döntően állattartás alakította ki, kézi iparuk is ehhez alakult. Tiszavasvári (Büdszentmihály) és Balmazújváros a Ny-i szélen, Hajdúnánás, Hajdúdorog, Hajdúböszörmény, Hajdúhadház, Hajdúszoboszló a középvonalban, Debrecen a K-i szélen fejlődött ki.

Igazi város jellege, távolra kiható vonzereje csak Debrecennek van. Debrecen a hajdúsági lösztábla és a nyírségi homok találkozásánál települt, de kulturális és gazdasági vonzereje és hatása túlterjed mindkét tájon. Régi hírneves iskolája, mezőgazdasági főiskolája, ma egyeteme van, kézműipara messzi piacokra dolgozott, ma a gyáripart fejlesztik. Tudományegyetemén ásvány- és földtani tanszék is működik, a városban szervezték meg a Földtani Intézet Észak-alföldi Területi Szolgálatát.

A város a múlt század közepe óta a Kárpát-medence egyik leggyorsabban fejlődő népesség központja volt. Különösen kivált a hajdú „városok" közül, melyek fejlődése igen lassú volt. Ma közel 200 000 lakójával az ország harmadik városa. Löszanyagra alapozott téglagyára látta el a vasbeton korszakig építőanyaggal. Vízproblémája sokáig nem volt, mert a nyírségi részen 100—200 m mélységben kitűnő vízadó rétegek vannak, s ezeket kutakkal jól feltárták. Ma viszont a városfejlesztés legnagyobb problémája a vízszükséglet fedezése. A kutak számát a lakosság szaporodásával párhuzamosan állandóan növelték. Az eredmény a víznívók gyors süllyedése lett. Az 1970-es évekre a süllyedés mérték elérte a 20—25 m-t. 1970 és 1980 között 10 m volt az általános vízszintsüllyedés. Sem további kutak fúrása, sem azok továbbmélyítése, sem új, messzi vízműtelepek bevonása nem hozhatott megoldást. Ezért Balmazújváros határában a Tiszalökről kiágazó Keleti-főcsatornára felszíni vízkivételi művet és víztisztítót építettek és innen pótolják a debreceni vízművek a kutakból termelt vizet. Szűkös Debrecen ivóvízellátása, de gazdag a város termálvízben. A nagyerdei szépen kiépített fürdőtelepen 1000—1500 m mélységből alsó-pannóniai és miocén rétegekből 65 °C hőmérsékletű konyhasós—jódos ásványvizet nyernek.

A Hortobágy

A Hortobágy neve talán a legismertebb tájnév az országban, az országon kívül pedig biztosan az. Érdekes ennek a puszta területnek a varázsa. Megihleti az írót, költőt embert, a tudóst, az egyszerű utazót és a helyben élőt. Pedig amit látni lehet rajta, az jóformán semmi. Csak ott igazi a Hortobágy, ahol látnivaló nincs. Ahová kényszeredetten beültettek néhány fát, facsoportot, ahol halas tavakat létesítettek mesterséges földgáttal körülvéve, ahol épületek állnak — ha messze is és elszórva — vagy rizsföldek kalászait lengeti a szél, ott elvész a varázs. Varázs ott van csak, ahol puszta a puszta, s meg a ménes és gulya messzi árnyai is belevesznek a horizontba. Ha díszruhás csikósok meghajtják a ménest és hosszú ostoraik pattogása nyomán eldübörög előttünk e szép állatok sodró, rohanó erdeje, a robaj megfelemlít, elkápráztat.

A Hortobágyot a Tisza hozta létre. Nagy folyónknak legnagyobb kiterjedésű árterülete ez, ahová addig, amíg mesterséges gátak közé nem szorították, tavasszal és nyáron minden évben medréből kilépett és elárasztotta vízzel. A víz hónapokon át ott maradt az ártéren és lassan hagyta leülepedni finom, lebegő iszapját. Minden évben néhány tized millimétert, 16—20 000 év alatt, amióta a Tisza egybefogta a Kárpátokból és Bükkből, Zempléni-hegységből jövő vizeket, néhány métert. A felszín alatt mélyebben levő folyóvízi üledéket a Bodrog, Hernád, Sajó terítette el néhány százezer év alatt. 100—200 m vastagságú rétegsor ez. Alatta a Pannóniai tó homok—agyag üledékeit találjuk 1000—1500—2000 m vastagságban, azok alatt pedig DNy—ÉK-i csapással mezozóos, paleozóos és még idősebb hegységek vonulnak egymást váltva harántirányban a Hortobágy hosszúkás sávja alatt.

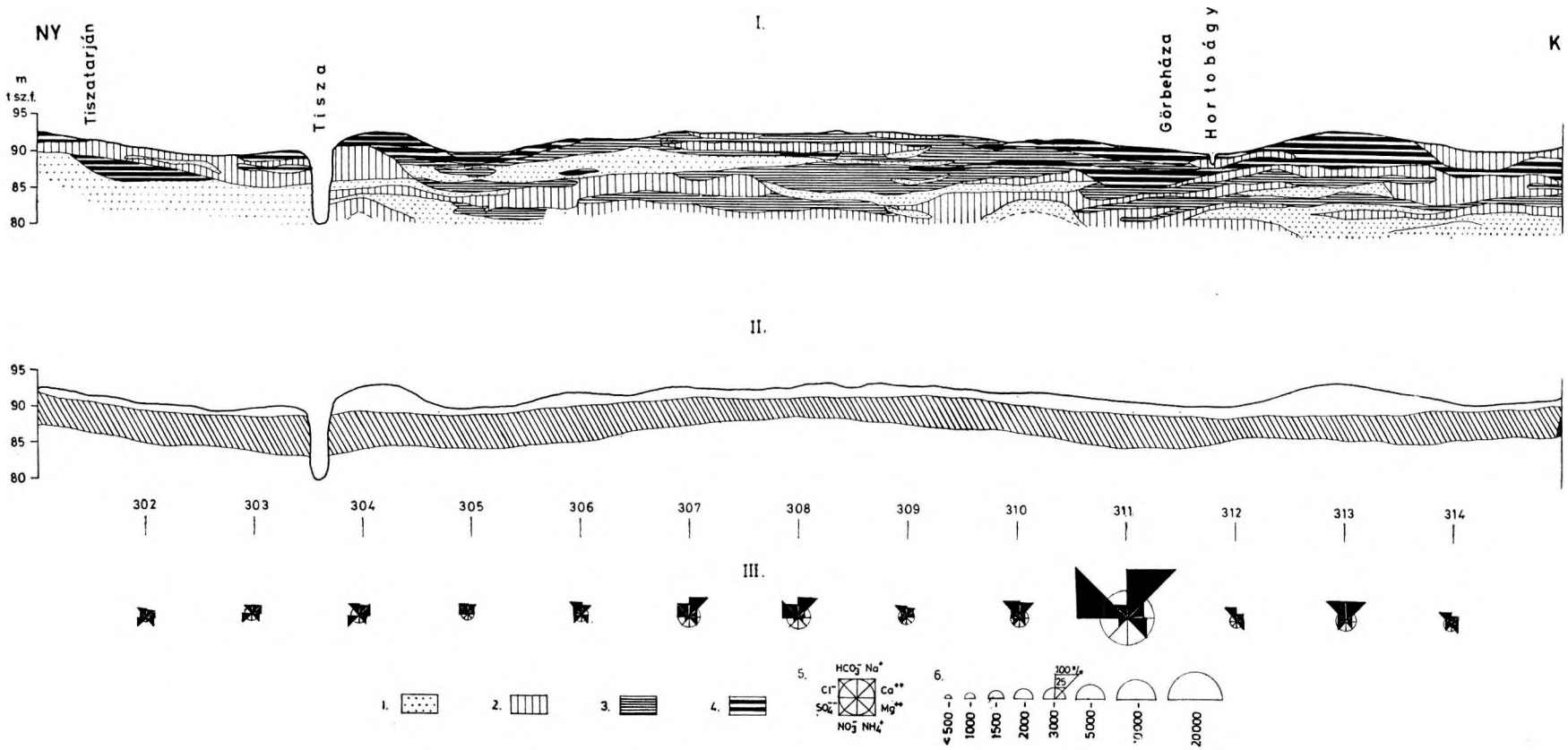
A Hortobágy a Tisza Tokaj alatti nagy kanyarulatától a Nagykunságig, Karcag környékéig, a Hortobágy-patak és a Berettyó torkolata tájáig nyúlik le. K-i határát a Hajdúság peremlépcsője adja, a nyugatit a Tisza széles övezetben kifejlődött parti homokdombjai. Szélessége É-on 20, D-en 40 km. Hossza kb. 80 km. Felszíne sík, átlag 92 m tsz. f. magasságú. Legnagyobb részét agyag és finom kőzetliszt, iszap és homokliszt fedi, jelentős mértékben elszikesedve. A felszín képződményei között van egy löszhöz hasonló kőzetliszt-féleség, amely 1—2 m vastagságban borítja a kissé kiemelkedő (néhány dm) térszíndarabokat, padlanokat. A felszíntől lefelé haladva 10 m mélységig jobbára agyagokat és homokliszt—kőzetliszt rétegeket találunk, homokot csak mélyebben. A homokliszt rétegek itt nem jelentenek szükségképpen lösz képződményt, hanem egyrészt a löszterületekről lemosott homokliszteket, másrészt a széles nagy ártereken bizonyos áramlási sebességnél leülepedő durva iszapot.

A természettől fogva száraz terület ez, nem sok eső éri, s ami hull is, elpárolog nyáron. A végelát-hatatlan legelők, a szilaj állattenyésztés országa volt ez a terület néhány ideiglenes vagy állandó településsel a török időkig. Azt követőleg pusztaság, amíg a folyószabályozás nem próbálta szántóvá, rizsföldekké, halastavakká, rétekké átalakítani. Az óriási területen alig van ma nagyobb település. Bizonyos mértékben mesterségesen is konzerválni próbálják mostanában puszta jellegét (Nemzeti Park). Tavasszal kizöldül, nyáron kiég és megrepedezik a föld, s ha futóeső nem áztatja fel a szikes felszínt, minden irányban járható a táj utak nélkül is.

A talajvíz a terület középső részein 1—2 m-re a felszín közelében áll. A szélek felé és délen 3—5 m az átlagos mélység. A talajvíztükör mindenütt nyomás alatt áll és a fúrólyukban a megjelenési szint fölé emelkedik 1—2—3 m-re. Néha a lyukból a felszínre buggyan. A víztükör ingadozása évente 2—3 m-t ér el, hosszabb évsor alatt 3—5 m lehet a szintváltozás és csapadékos évsorok folyamán a talajvíz pár dm-re helyezkedik el a felszín alatt, vagy éppen a felszínre lép. A talajvíz sótartalma igen nagy különbségeket mutat. Vannak nagyon kis oldott anyag tartalmú vizek olyan területeken, ahol a csapadék beszivárgása könnyű és vannak dús oldatok, ahol a vízben oldott anyag literenként eléri a 2—3 g-ot, kivételesen a 10—20 g-ot is. A nagyon híg oldatokban is mindig van jelentős nátrium-iontartalom, a közepesen vagy nagyon mineralizált vizekben a nátrium mindig a vezető kation. Átlagosan 0,5 grammnyi, de elérheti a 3—4 g/l-t is. A másik fontos kation a magnézium. Az anionok között a hidrogén-karbonát mellett a kloridnak van jelentősége, a terület középső részén a szulfát-ion szerepe is kiemelkedő. (Elérheti a 3—4 g/l súlyt is.)

A Hortobágyon 50—100—150 m mélységből elegendő vizet lehet nyerni, ezért mélyebb kutakat itt nem építenek. Annál is inkább, mert 100—150 m mélységből már rendszerint a felszín fölé szökő vizet lehet nyerni. A Hortobágy rétegtani viszonyait az 1918-ban lemélyített kincstári fúrásokból ismerjük. Ezek szerint 245 m kvarter és 1001 m-ig tartó felső-pannóniai réteget fúrtak itt meg. 1113 m-ben, alsó-pannóniai rétegben állt meg a fúrás.

A MÁFI földtani alapfúrásai közül az egyeki esik a Hortobágy területére. A 700 m mély fúrás 240 m-t haladt negyedidőszaki összletben, 240—500 m-ig legfelső pliocén agyagos rétegsorban és 500—700 m-ig felső-pannóniaiban (Franyó F. 1979). A negyedidőszaki rétegsor első száz métere túlnyomóan homokos, a második száz jobbára agyagos. 200 és 320 m között néhány jó vízadó réteg van. 320 és 460 m között nagy vastagságú agyagréteg helyezkedik el, innen víz nem nyerhető. 460—480 m és 510—640 m között van még néhány vízadó réteg, de nem olyan bővízűek, mint a negyedidőszaki összletben találhatók. A 700 m mély fúrásból a MÁFI Síkvidéki osztálya 3 figyelő kutat épített ki. Ezek adatait a 28. táblázat szemlélteti.



306. ábra. A Hortobágy síkja

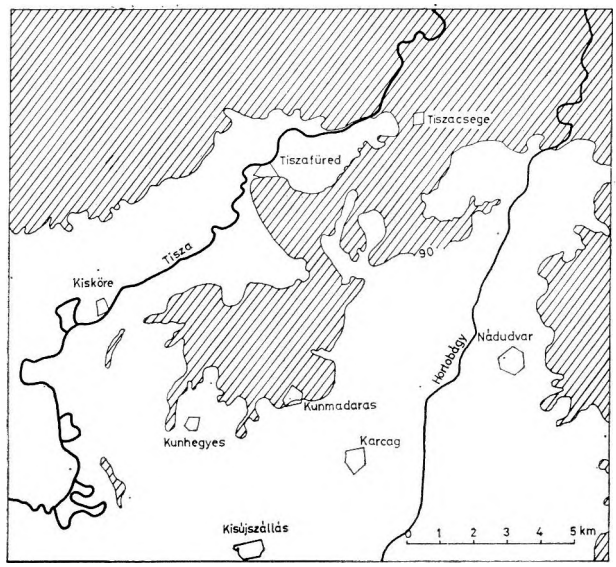
I. Földtani szelvény, *II.* a talajvízjáték zónája, *III.* talajvízkémia

1 Homok, *2.* homokliszt, *3.* iszap, *4.* agyag, *5.* az ionok helye a diagramban, *6.* az összes oldott só súlya (mg/l)

Fig. 306. Geological section of the Hortobágy plain

I. Geology, *II.* the zone of the fluctuation of the ground-water level, *III.* chemistry of the ground-water

1. Sand, *2.* sand flour, *3.* silt, *4.* clay, *5.* location of the ions on the diagram, *6.* total weight of the dissolved solids mg/l



307. ábra. A Tisza és a Hortobágy közé benyúló domborzati félsziget

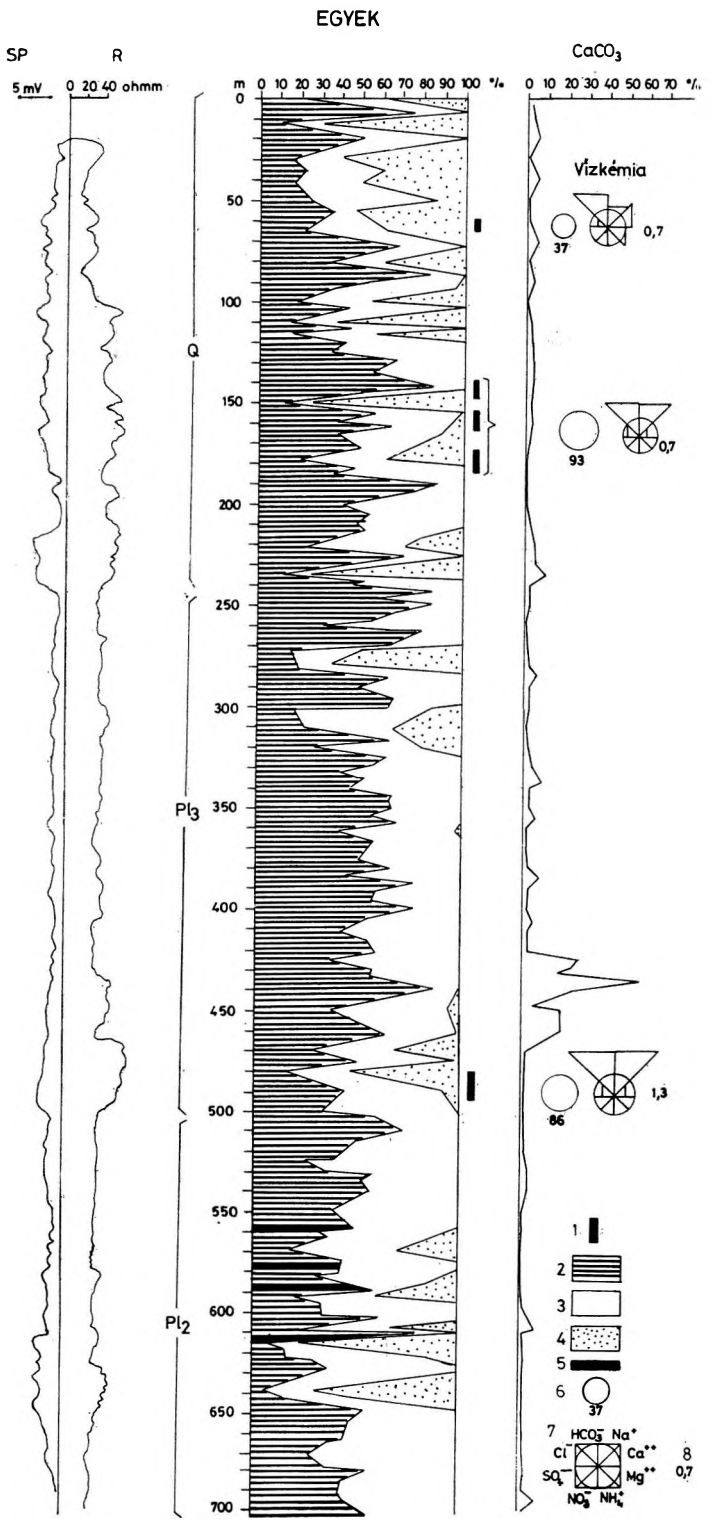
Fig. 307. Orographic peninsula stretching out between the Tisza and Hortobágy rivers

Legnagyobb fajlagos vízhozamú a 143—171 m-es réteget megcsapoló kút, ugyanakkor ez mutatja több év során a legkisebb vízszintingadozást, tehát a víz utánpótlódása ebben a mélységben eléggé egyenletes. A két sekélyebb kút vízjárása tükrözi az időjárási viszonyokat több éven át is. Tavasszal magasan áll a víz, ősszel mélyen. 1977—78-ban tetőzést mutat mindkét kút. A legmélyebb kút vízjárása sem évente, sem több év menetében nem mutat olyan pontos egyezést az időjárással, mint a két sekélyebb kút. A legmélyebb víztartó a felső-pliocén—felső-pannóniai határ mélységéből kapja vizét, felette települ a 130 m vastag agyagréteg. A három kút 1980. évi vízjárása viszont nagy vonalakban és a mélység felé ellaposodva egyezést mutat. Az egyeki kutak vízminősége azt mutatja, hogy az 58—68 m mélységből jövő víz a felszínről való utánpótlódással jó kapcsolatot tart. A víz kis oldott sótartalmú (661 mg/l), keménysége 17,6 német fok, jellege kalcium-magnézium-hidrogén-karbonátos.

28. táblázat — Table 28

Talajvízminták kémiai elemzése (É-Jászság)
Chemical analyses of the ground-water samples in the North Jászság

Mintavétel helye	Összes oldott só	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Fe^{++}	NH_4^+	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	NO_3^-
	mg/l										
Jászágó	451	25	5	66	16	0,0	0,0	15	309	14	0
Hévízgyörk	491	7	2	70	28	0,0	0,0	6	350	21	0
Tura	494	16	2	52	37	0,0	0,0	2	369	11	0
Galgahévíz, cigánytelep	531	6	2	70	41	0,0	0,0	16	278	73	39
Jászárokszállás	593	104	3	22	21	0,0	0,0	9	422	11	0
Csány	726	62	3	83	24	0,0	1,0	9	528	2	8
Pórtelek	846	18	2	147	41	0,0	0,0	39	314	142	142
Hatvan	894	30	6	55	91	0,1	0,6	8	674	18	9
Boldog	901	68	3	57	71	0,0	0,2	18	657	19	6
Jászágó	1104	36	1	155	72	0,0	0,0	62	532	141	99
Jászberény	1545	100	20	111	138	0,0	0,0	75	665	320	113
Dány	1714	108		105	162	0,0	0,0	128	528	52	616
Jászfényszaru	1785	65	2	281	96	0,0	0,0	132	427	437	350
Sülysáp	2130	169	259	121	80	0,0	0,0	154	632	234	467
Tápiószecső	2414	96	320	207	94	0,0	0,0	140	813	340	403
Tápiógyörgye	5856	704		350	347	0,0	0,0	880	830	1088	964
Jászárokszállás	9500	639		658	620	0,0	0,2	1174	562	1690	2115

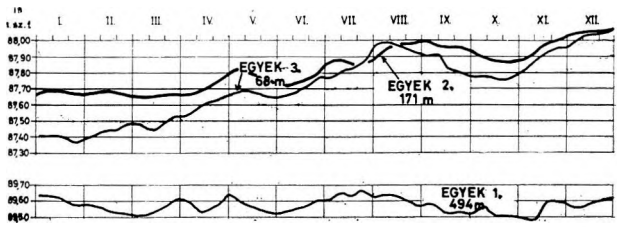


308. ábra. Szemcseeloszlás és vízföldtani szelvény az Egyek 1. sz. fúrásban

1. Kúttá kiképezett réteg, *2.* agyag (0,01 mm ∅-ig), *3.* kőzetliszt (0,01—0,1 mm ∅), *4.* homok (0,1—2,0 mm ∅), *5.* lignit, *6.* vízhozam (l/p/m), *7.* az ionok helye a diagramban, *8.* összes oldott só (g/l)

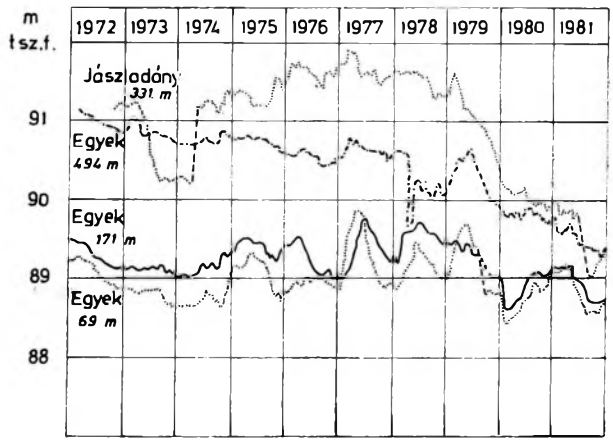
Fig. 308. Egyek. Granulometric and hydrogeological profile

1. Water bearing layer of the well, *2.* clay, *3.* sand flour, *4.* sand, *5.* lignite, *6.* water yield l/min/m, *7.* location of ions on the chemical diagram, *8.* total salt content g/l



309. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Egyek észlelő kútjaiban

Fig. 309. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the wells of Egyek



310. ábra. MÁFI kutak több éves vízjátéka

Fig. 310. Long-term fluctuation of the ground-water level in the wells of Jászladány and Egyek

A két mélyebb kút vize nátrium-hidrogén-karbonátos, de lefelé a sómennyiség erőteljesen növekszik. 143—171 m-ben a víz 677 mg/l oldott anyagot tartalmaz, 479—494 m mélységben 1339 mg/l-t. A víz keménysége 3,3 ill. 2,7 német fok. A legsekélyebb kút vize a lefelé áramló zónába tartozik, a legmélyebb a felfelé szivárgó zónába, a középső határterületen van, de kemizmusa a felfelé szivárgó zónához köti.

A Hortobágy déli részének ásványkincse a mélységi víz mellett a földgáz. Tatárülésen és Nádudvaron termelik. A földgáz tortonai és szarmata rétegekre települt alsó-pannóniai homokkő rétegekből jön. A medencealjzat kréta és eocén korú agyagmárga és homokkő.

Bármennyire típusosan szikes terület a Hortobágy, sokféle módon történhet a talajok mezőgazdasági hasznosítása. A szikjavítási módok és halastavak létesítése mellett eredmények várhatók a rendszeres öntözés során, amelyre a lehetőséget a két tiszai vízlépcső és az azokhoz kapcsolódó öntözőcsatorna rendszer kiépítése teremtette meg.

A középső Tisza partvidéke

A Tisza bal partját a Sajó torkolattól, Polgártól D-re a tiszaroffi nagy kanyarig és Kunhegyes tájáig egy D felé szélesedő homokdombos vidék kíséri. Onnan tovább — egy kis megszakítás után — újra kiszélesednek a parti dombok Szolnokon túl a Tisza—Körös torkolatig. A dombok között a Tisza elhagyott nagy kanyarulatait, régi meandereit találjuk. Ez a táj élénk domborzatával teljesen elüt a szomszédos Hortobágy síkjától. A homok csak részben származik a Tiszából, egy részét az Eger-, Laskó- és Csincse-patak, valamint a Sajó rakta le, még a Tisza megjelenése előtt. Az is lehet, hogy a Tarna is errefelé tartott a pleisztocén során. Szolnoktól D-re a Tisza bal partján található homokdombok a Duna—Tisza közi homokhátsághoz tartoznak, melyeket a Ny felé vándorló Tisza vágott le a hátságról.

A Tiszafüred—Kunhegyes közötti széles dimbes-dombos terület, mint domborzati félsziget nyúlik be a Tisza és a Hortobágy völgysíkja közé. A két folyó árterei 85—88 m magasan terülnek el. A homokszigetek és a közéjük ékelődő löszdombok magassága 90—94 m közötti. Ez a táj mindenképpen külön nevet érdemelne, de eddig ilyent nem kapott. A „Tiszahát" illene hozzá, de ezt a nevet már lefoglalták a beregi síkság számára. Kiterjedése jelentős: É-on 15—20 km széles, D-en 30—35 km, hossza pedig É—D-i irányban 50—60 km.



311. ábra. Földtani vázlat a Közép-Tiszavidék területéről

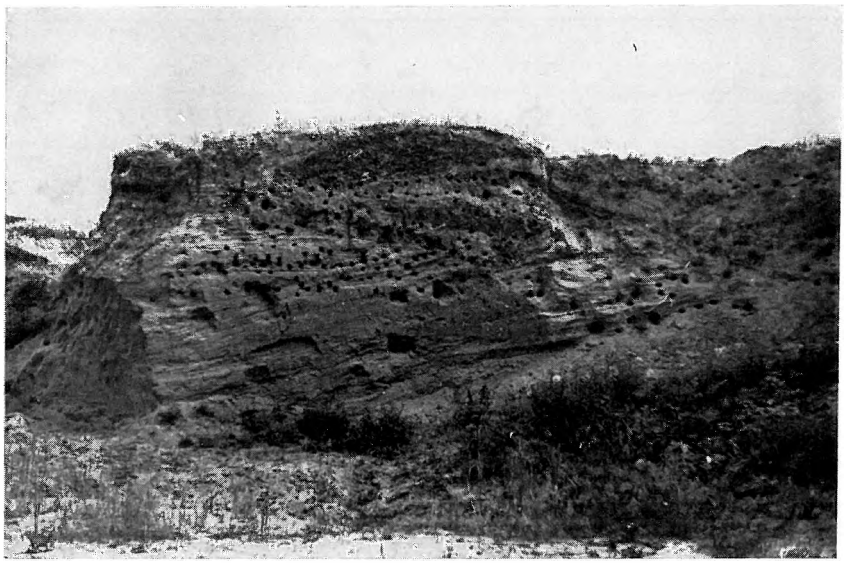
Holocén: *1.* holocén általában, *2.* folyóvízi homok, *3.* futóhomok, *4.* lösziszap, homokliszt, *5.* ártéri és mocsári iszap, agyag, *6.* tőzeg. Pleisztocén: *7.* folyóvízi homok, *8.* futóhomok, *9.* lösz, homokos lösz, lejtő lösz; ártéri infúziós lösz, *10.* ártéri iszap, agyag

Fig. 311. Geological sketch map of the Middle-Tisza region

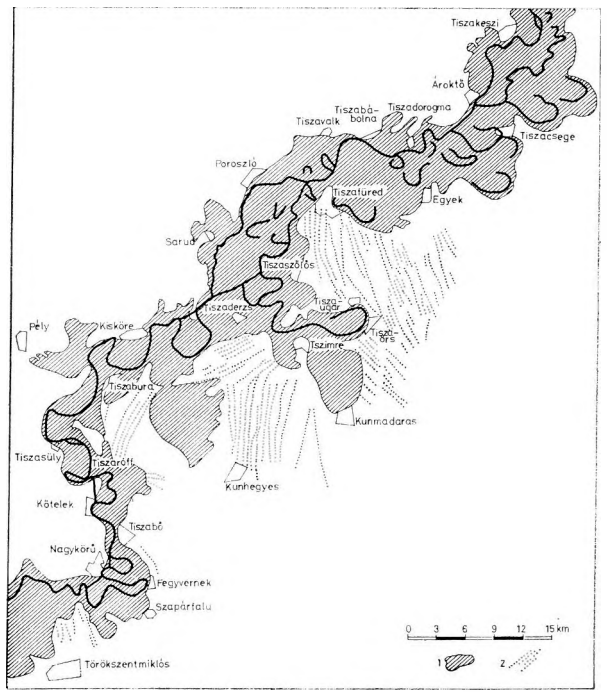
Holocene: *1.* Holocene undetailed, *2.* fluvial sand, *3.* blown sand, *4.* loess-mud, sand flour, *5.* alluvial and marshy silt and clay, *6.* peat. Pleistocene: *7.* fluvial sand, *8.* blown sand, *9.* loess, sandy loess, deluvial slope loess, infusion loess, *10.* inundation silt and clay

A D-i dombos rész Szolnok és Csongrád között kevésbé egységes és területe is kisebb. Eredete is más, mint az északinak. A homokdombok zöme itt dunai kifúvásból származik. A laposok iszapja, agyagja azonban tiszai eredetű.

A Tisza megjelenése idején nagyobb folyó lehetett a mainál, mellékfolyói is nagyobbak voltak. Hatalmas elhagyott kanyarulatai erre vallanak. Különösen nagy a Kunmadaras melletti kanyar és szeles meder. Ez a Tisza mai medrétől 25 km távolságra van. A kanyar átmérője 5 km, a régi meder szélessége 600 m. A meander-öv Nagykörű táján összeszűkül, de attól D-re újra 20—25 km szélességben kíséri a mai Tiszát. Tiszaföldvár—Kunszentmárton táján a Tisza, a Körös és a Hortobágy régi,



312. ábra. Gyengén löszös futóhomok Tiszasülyön
Fig. 312. Slightly loessic blown sand at Tiszasüly



313. ábra. A Tisza ártere Tiszakeszi és Nagykörű között
1. Jelenkori természetes árterület, *2.* parti homokdomb füzérek iránya
Fig. 313. The flood-plain of the Tisza between Tiszakeszi and Nagykörű
1. Recent natural flood-plain, *2.* direction of river bank sand hills

lefűződött és a folyószabályozással levágott jelenkori meanderei óriási labirintusban ölelkeznek össze. A felszínen ártéri- és mederanyagok, iszap, agyag, helyenként löszfoltok találhatók a homokdombok között. Tiszafüred alatt a homokdombok csapásiránya ÉÉNy—DDK-i. Abádszalók környékén egymástól jól elkülönülő kétféle dombsort találunk; egyik ÉÉNy—DDK-i irányú, a másik mereven É—D-i. Az előbbi az idősebb. A meanderek, elhagyott medrek több generációt képviselnek.

A talajvíz a dimbes-dombos felszínen változó mélységben áll, a homokdombokban 4—6 m mélyen, a laposokban 1—2 m-en. Az átlagos mélység a folyó közelében igen szélső értékekből adódik, mert a talajvízjáték nagy. Ugyanilyen változatos a talajvíz kemizmusa. A Tisza melletti területeken

29. táblázat — Table 29

Az egyeki MÁFI kutak adatai
Data of the wells at Egyek of the Hungarian Geological Institute

Mélység (m)	Szűrőzött réteg (m)	Nyugalmi vízszint (m)	Maximális vízhozam (l/p)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)	Kifolyó víz hőfoka (°C)	Sokévi vízszintingadozás (cm)
84	56—68	—2,8	300	14	14	255
186	143—149					
	154—161	—2,6	480	92	19	221
	165—171					
700	479—494	—0,4	480	20	36,5	258

is igen sok oldott só van a vízben, kevés helyen találunk jó ivóvizet, tiszta oldatot. Uralkodók a szulfát- és nátrium-ionok (29. táblázat).

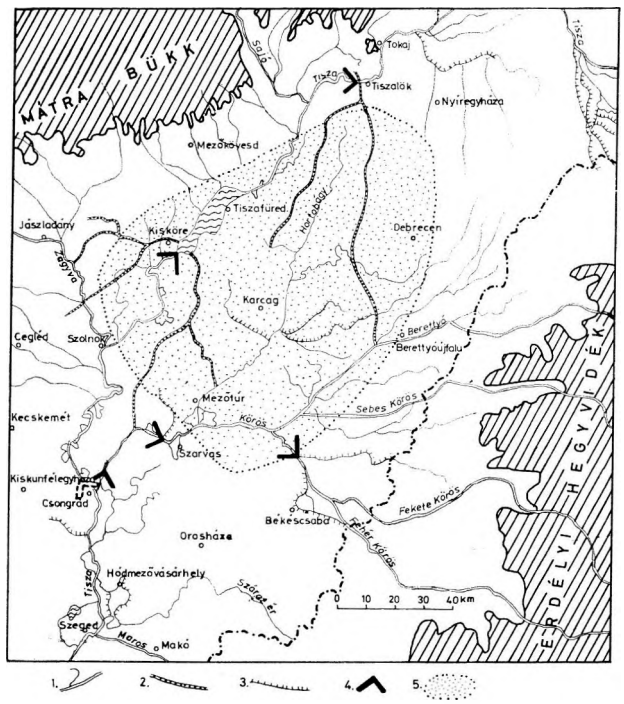
A talajvíz kémiája aránylag kevés helyen tükrözi a folyó közelségét. Csak É-on, Polgár és Tiszafüred között találunk jó vizeket. D-en sok helyen nagyon ásványosodott a víz, 5—7 g/l oldott anyag sem ritkaság. Mindenütt sok a nátrium-, szulfát- és magnézium-ion és sok helyen jelentős a kloridion is. A rétegsorok ugyanis 700—800 m mélységig túlnyomóan agyagosak, a Tisza partjához közel ugyanúgy, ahogy távolabb, már a Nagykunság területén. Mutatja ezt két kincstári mélyfúrás üledékszelvénye Tiszaörs és Karcag mellett. Mindkét fúrásban túlnyomóan agyagos üledékeket harántoltak, csak a felső 125 és 222 m; ill. 90—124 m mélységben található egy-két szerény homokréteg. A kutakat ezekbe a rétegekbe mélyítik, a mélyebb rétegekről éppen ezért nagyon kevés információnk van. A negyedidőszaki rétegek vastagságát a két fúrásban 178, ill. 190 m-nek találták. Mélységi vizet a területen az 50—100 m mély víztartókból szereznek. A várható vízhozam innen 20—30 l/p/m.

A közép Tisza-vidék változatos domborzata, sokféle és általában termékeny talaja kedvez a sokoldalú mezőgazdálkodásnak. A közlekedési hálózat kifejlődése azonban árnyékoldalra juttatta ezt a területet és a tiszai vízlépcsők kiépítése, az öntözőcsatorna hálózat kiterjesztése sem tudja ma még e hátrányos helyzetet kiegyensúlyozni. A tiszai vízlépcsők és a nagyszabású öntözőrendszer kiépítése ennek a területnek, de egyúttal a Hortobágy, a Nagykunság és a Jászság életében is komoly változásokat és hosszú időre fejlődési lehetőségeket hozott.

Földtani szempontból az építkezések során több nehézséggel kellett számolni és megküzdeni. Vízlépcsőket kellett építeni az Alföld síkján, ahol semmiféle domborzati elem nem ad támogatást erre. Olyan rétegekbe kellett a műveket alapozni, amelyek mozgékonyak, vízáteresztőek. A csatornák jelentős részben homokos—iszapos altalajban futnak, ahol állékony rézsűt nehéz kialakítani. A csatornák bélelése viszont igen költséges. Ugyanakkor a helyenként igen szódás és magasan álló talajvíz a csatornába beszivárogva megronthatja az öntözővizet. Nehéz a vízlépcsőnél a szintkülönbséget megteremteni olyan folyón, mint a Tisza, amelynek esése az Alföldön átlag 3,4 cm kilométerenként. Víztárolónak csak a gátakkal védett árterületet lehetett felhasználni a gátak megemelésével és megerősítésével. Ez igen nagy terjedelmű és sekély vízmedencét jelent, a felülethez képest aránylag kis tárolt vízmennyiséggel és igen nagy párolgási veszteséggel. A Tisza hatalmas finom anyag hordaléka a tároló felsankolódását idézi rövid idő alatt elő. A nagyon lapos hortobágyi és nagykunsági területen nehéz az öntözővíz gravitációs mozgatása is. Mindezen nehézségek ellenére 1954-ben megépült a tiszalöki vízlépcső, 1973-ban a kiskörei mű első szakasza és tervezés alatt áll a harmadik, befejező mű, a csongrádi vízlépcső. Megépült a Keleti-főcsatorna, a Nyugati-, a Nagykunsági-, a Jászsági-főcsatorna s az elosztó csatornák hálózata. Az öntözés várható káros következményeit — a talajvíz nem kívánatos megemelkedését és a másodlagos szikesedést — egyrészt az öntözés alá vont területek helyes kiválasztásával, másrészt egy kiépített talajvíz-figyelő kútrendszerrel igyekeznek kivédeni. A területkiválasztásnál alapvető szempont a talajvíz sokéves normális mélysége és a talajvízszint fölötti rétegek vízgazdálkodása.

Az öntözést részletes talajtani térképezés előzte meg. Egy 1:25 000 méretarányú talajtérképezést már 1936—1942 között lefolytattak (Kreybig-féle térképek), újabban egyes gazdaságokban 1:10 000 ma. talajtérképek készülnek. Az öntözés azonban nemcsak a talajrétegben idéz elő változásokat, nemcsak a talajréteg fizikai és kémiai viszonyai játszanak szerepet az öntözés kedvező vagy nem kívánatos hatásainak érvényesülésében, hanem a mélyebb rétegviszonyok is, legalábbis a talajvízállás legmélyebb pontjának mélységéig. Ez az Alföldön általában 6—8 m. Az öntözött területen tehát legalább addig a mélységig kell feltárni az altalaj- és rétegviszonyokat. E cél érdekében a MÁFI 1964—1984 között az Alföld területén 1:100 000 ma. térképezés keretében 1,5 km távközű fúráshálózattal a rétegviszonyokat 10 m mélységig tárta fel és térképezte.

Az öntözés első éves tapasztalatai nem voltak kedvezőek. Az öntözőművek műszaki létesítményei mellett a lakosság öntöző kultúrára való átnevelése késett. Az ipari és piaci háttér sem fejlődött



314. ábra. A közép Tisza-vidék természetes és mesterséges vízhálózata
1. Természetes vízfolyások, *2.* öntöző csatornák, *3.* lecsapoló vízrendező csatornák, *4.* vízlépcsők, duzzasztók, *5.* szélsőséges hőmérséklet és csapadék

Fig. 314. Natural and artifical water net in the middle part of the Tisza region
1. Natural water courses, *2.* irrigation canals, *3.* drain canals, *4.* water dams, *5.* extreme course of the temperature and rainfall

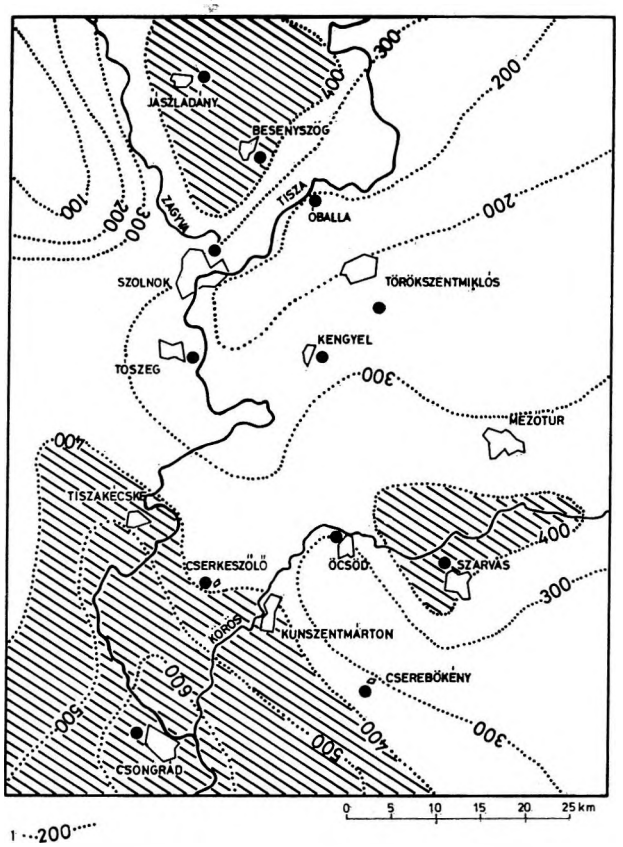


315. ábra. Infúziós lösz folyóvízi homokon (Szolnok, 1960)
Fig. 315. Infusion loess cover on fluviatile sand

megfelelően. Az öntözést meghálálóés a piaci igényeket is kielégítő termelvények megismerése, azok megfelelő válogatása, gondozásuk elsajátítása nem egyik napról a másikra megoldható feladat. A tiszai öntözés költséges is, mert kedvezőtlen körülmények között valósítható meg. Annál nagyobb szükség van a lehetőségek minél jobb, sokoldalúbb és teljes kihasználására. A talajvíz káros megemelkedése a tározó környékén nem hat ki nagy területre. Kényes helyeken levezető csatornákkal kivédhető.

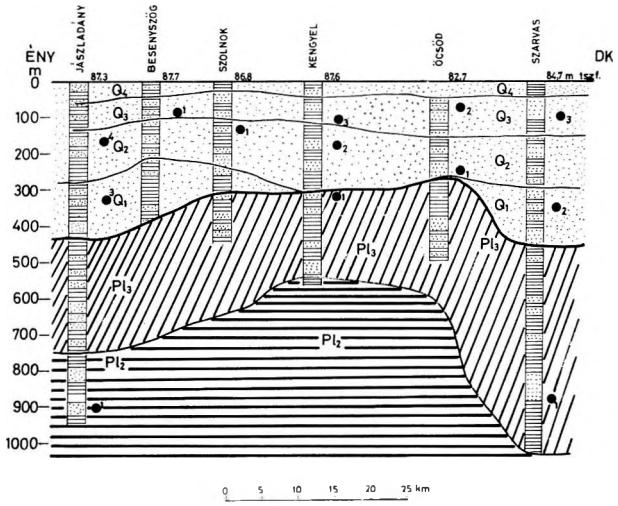
A Tisza agyagos teknőben folyik éppúgy, mint a mai mély ártéren a Hortobágy-patak. A 100 m-es fúrások talpa nem érte el a negyedidőszaki rétegek alját, két-három üledékciklus olvasható ki szemcseelemzéseikből. A három 300 m-es fúrás közül az óballai 160 m-ben elérte a negyedidőszaki rétegek talpát és továbbhaladt ugyancsak agyagos levantei rétegekben; a tószegi és öcsödi fúrások közvetlenül a negyedidőszaki rétegek talpa alatt állottak meg. Mindkét fúrás felső száz métere túlnyomóan agyagos rétegeket harántolt; 200 m alatt következtek mindkettőnél jelentősebb homokrétegek. 300 m-nél a tószegi fúrás vastag agyagrétegben, az öcsödi vastag homokban állt meg.

Az Alföld közepe tehát a negyedidőszakon végig aránylag lassan süllyedt és a lassúság fokozódott az utolsó fél millió esztendőben. A MÁFI artézi vízfigyelő kútjaiból sokat telepítettünk erre a területre. Ennek oka az, hogy az új Alföld-térképezési programot Szolnok térségében indítottuk el (1964—65) és a program indulásakor jóval sűrűbb mélyfúrási hálózatot terveztünk, mint amilyent később megvalósítani tudtunk. Kezdeti fúrásaink egy része tisztán térképező fúrás volt, nem haladta meg a 100 m mélységet és nem mindegyikét építettük ki figyelő kúttá. Végül is a Közép-Tisza térségében 12 db 100—300 m-es térképező fúrást és egy alapfúrást (Kengyel, 500 m) mélyítettünk le. Egy-egy figyelő kutat telepítettünk Besenyszög, Törökszentmiklós, Cserkeszőlő területén, két-két kutat a Tiszapüspökihez tartozó Óballán, Tószegen és Öcsödön, három kútból álló kúttelepet Kengyelen. Később kiegészítettük ezt a kúttelepet egy talajvízkúttal. Nem épült kút a következő 100 m-es térképező fúrások helyén: Nagykörű, Vezseny, Martfű, Mesterszállás és Szelevény. Szolnokon egy kút épült, később egy újat kellett fúratni és a figyelő helyet egy talajvízkúttal is bővíteni. Besenyszög, Nagykörű, Szolnok, Vezseny, Martfű 100 m-es fúrásai túlnyomóan iszapos—agyagos képződményeket harántoltak, viszont Törökszentmiklós, Mesterszállás, Cserkeszőlő és Szelevény fúrásai jórészt homo-



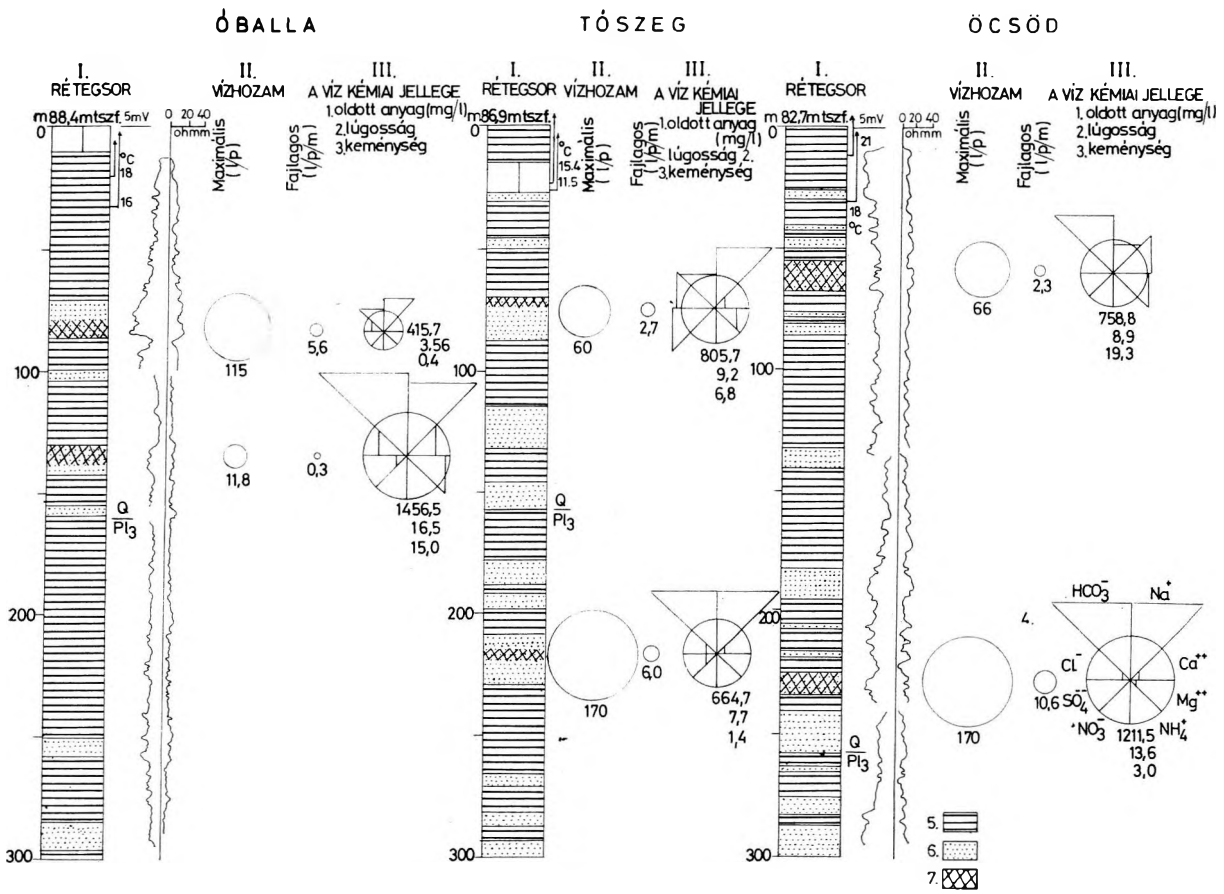
316. ábra. Közép-alföldi MÁFI kutak
1. Negyedidőszaki rétegek vastagsága (m)

Fig. 316. Location of the check-wells in the middle Tisza region
1. Thickness of the Quaternary (m)



317. ábra. A Közép-alföldi MÁFI kutak rétegtani helyzete

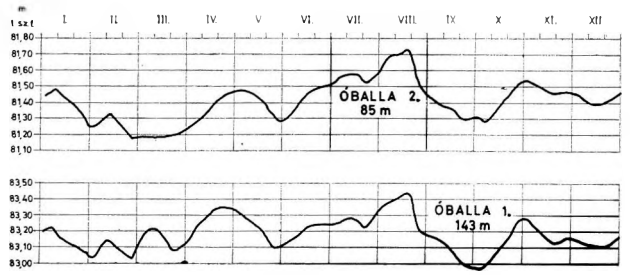
Fig. 317. Stratigraphic position of the check-wells in the middle part of the Tisza region
Q = Quaternary, Pl_3 = Levantian, Pl_2 = Upper Pannonian



318. ábra. Vízföldtani szelvény az óballai, tószegi és öcsödi kutakról
1. Oldott anyag, *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* az ionok helye a diagramban, *5.* agyag, iszap, *6.* homok, *7.* kúttá kiépített réteg

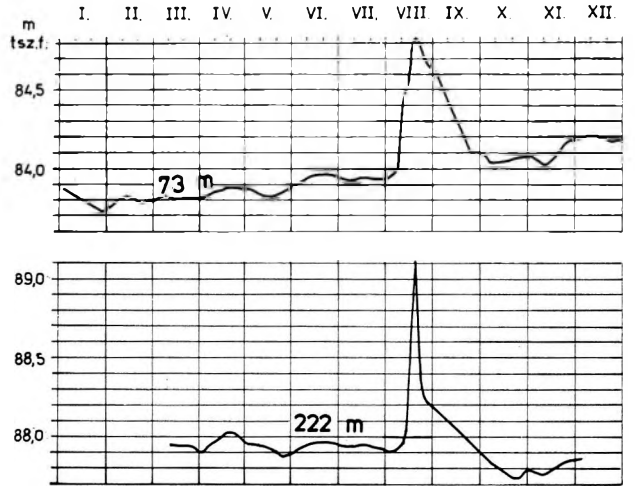
Fig. 318. Hydrogeological section of the wells of Óballa, Tószeg and Öcsöd
I. Lithologic log, *II.* water yield, *III.* chemistry of the ground-water
1. Dissolved solids mg/l, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* location of ions on the figure, *5.* clay, silt, *6.* sand, *7.* screened layer

kot. A 300 m-es fúrások közül Óballa agyagos, Tószeg és Öcsöd változatosabb képződményeket harántolt több jó homokréteggel. A 100 m-es fúrások egyike sem érte el a negyedidőszaki üledéksorozat alját, de Martfű 100 m-e közel járt hozzá. Tószegen és Öcsödön 280 és 260 m mélyen vonták meg a plio—pleisztocén határt. Óballa kútjai évszakosan élénk vízjárást mutatnak, mert közel vannak a Tisza partjához, de a bal part magasán. A tószegi kutak viszont a Tisza jobb partján, az ártéren mélyültek, ingadozásuk még erősebb.



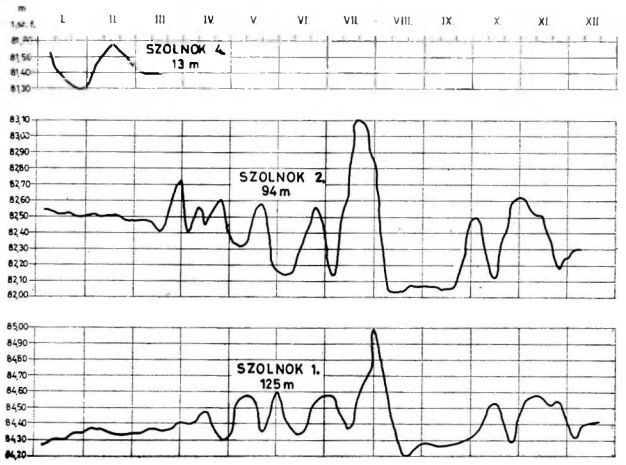
319. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Óballa észlelő kútjaiban

Fig. 319. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the wells of Óballa



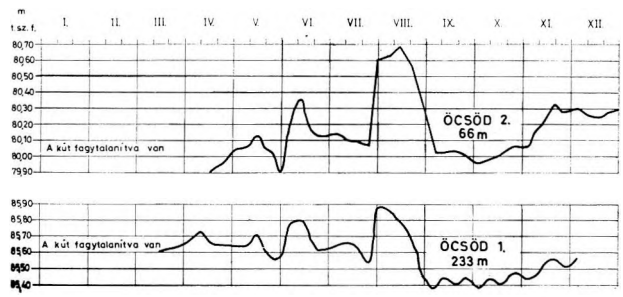
320. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Tószeg észlelő kútjaiban

Fig. 320. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the wells of Tószeg



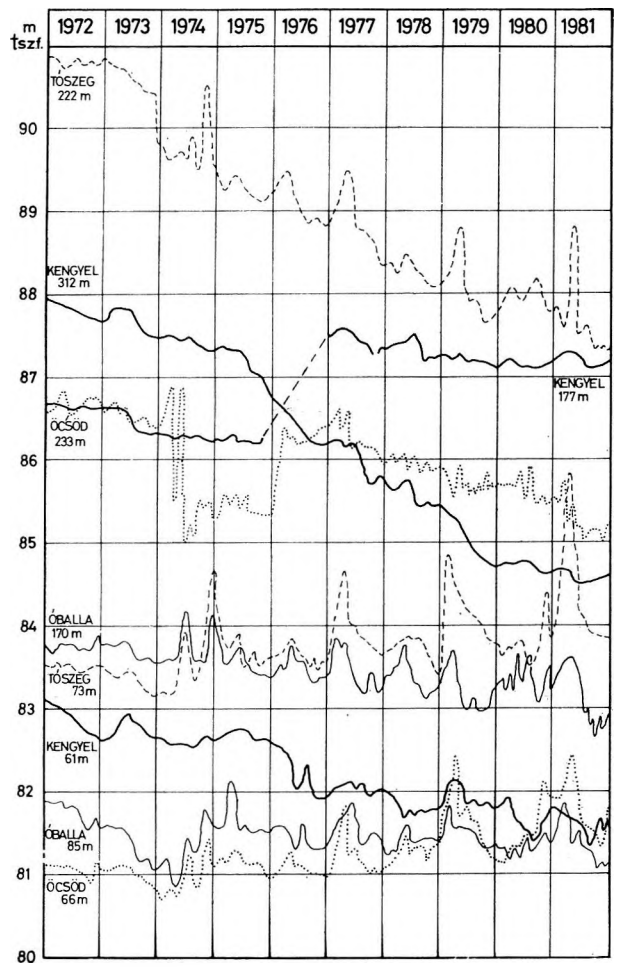
321. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Szolnok észlelő kútjaiban

Fig. 321. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the wells of Szolnok



322. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Öcsöd észlelő kútjaiban

Fig. 322. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the wells of Öcsöd

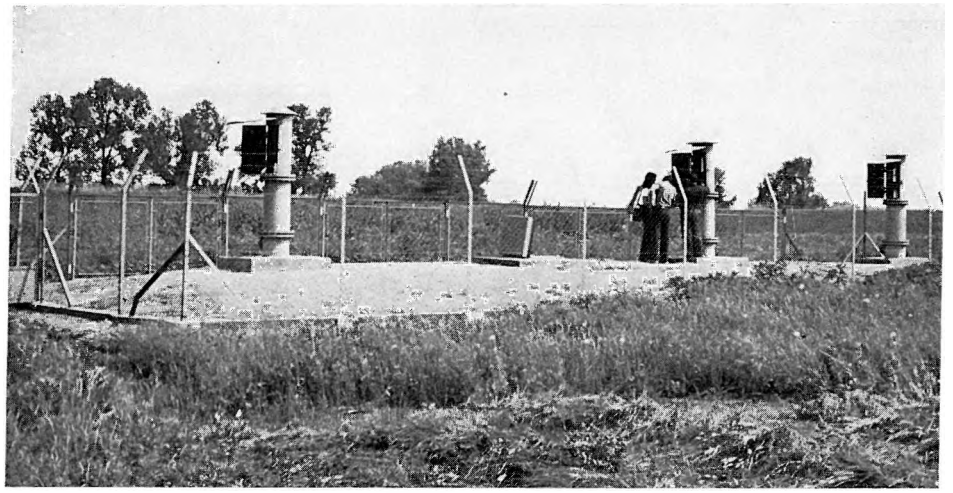


323. ábra. MÁFI kutak több éves vízjátéka a Közép-Alföldön

Fig. 323. Long-term fluctuation of the ground-water level in the wells of Óballa, Tószeg, Kengyel, Öcsöd

Óballa közigazgatásilag Tiszapüspöki községhez tartozik. Szerkezetileg kiemelt helyen van, ahol a negyedidőszaki rétegek nem nagy vastagságúak (160 m), mert a pannóniai felszín magasan fekszik. A fúrás rétegsora túlnyomóan agyagos. A kutakat igen szegényes vízadó rétegekre építették ki; 1 m leszívás mellett a mélyebb kút 0,3 l vizet ad percenként, a sekélyebb alig 5—6 l-t. A vízszint ingadozása évente 0,5 m körül jár és 12 év alatt lassan lefelé tart.

Tószeg szerkezetileg a süllyedék mélyebb öblében fekszik. A negyedidőszaki üledéksor vastagsága itt túlhaladja a 300 m-t, a rétegsorban jóval több a homok, mint Óballán. Az évi rendszeres ingadozás mérete csekély, ritkán haladja meg a 0,5 m-t, de árvizek idején a vízszint hirtelen megemelkedése 2 m-t is meghaladhat. Bár a rétegsor homokosabb, mint az óballai, a tószegi kutak hozama ugyanolyan alacsony, mint az óballaiaké.



324. ábra. A szolnoki MÁFI kúttelep
Fig. 324. Check-well plant of Szolnok

Az ártéri sekély kutak élénk vízjárásúak és követik a Tisza vízszintmozgását. Legjobb példák erre a szolnoki kutak. Ezek 3—4 m-es vízszintmozgást mutattak 1967-ben, 1970-ben, 1975-ben és 1979-ben. A 30 m mély kút vízszintmozgását 1980-ban a 321. ábra mutatja.

A szolnoki kutaknál még mélyebb ártéren fekszik a két öcsödi kút a Hármas-Körös árterén (82,7 m tsz. f.). E két élénk mozgású kút 66 és 233 m mélyen is követi a Körös vízszintmozgását. 1968—1980 között a 223 m mély kút vízszintje 2 m-t süllyedt, viszont a 66 m mély kút vízszintje ugyanezen idő alatt évszakonként jelentősen ingadozva, több mint másfél métert emelkedett. Az évszakos vízszintingadozás amplitúdója a különböző kutakban és különböző mélységekben más és más. De változik az amplitúdó évről-évre is, éspedig úgy, hogy összefüggés mutatható ki az évi csapadékjárás és az amplitúdó nagysága között. Feltűnő azonban, hogy a több éves ingadozás vonala a legtöbb helyen lefelé tart.

A Tisza középvonala mentén Szolnok város területe gazdag hévízkutakban. Martfű és Tiszaföldvár táján szintén több hévízkút működik. E terület a tiszakécskei nagy geotermikus meleganomália ÉK-i folytatásába esik. Fűtésre és fürdésre egyaránt használják a melegvizet. Terjed mezőgazdasági hasznosítása is.

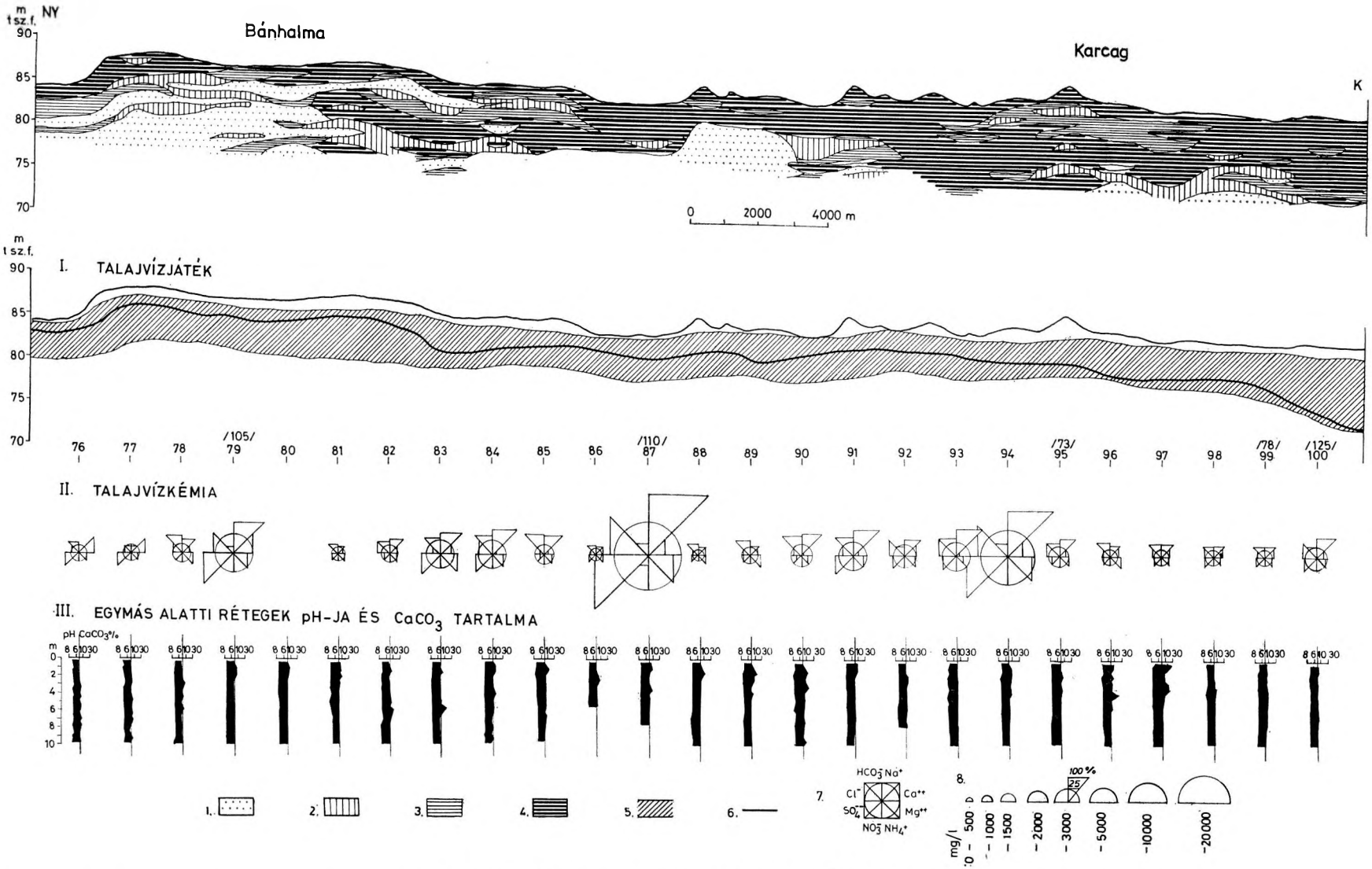
A terület legnagyobb városa Szolnok, Szeged után a legfontosabb átkelőhely a Tiszán, hazai gazdasági vonzásterülete jóval nagyobb Szegednél. A Kelet-Alföld minden fontosabb útja itt fut össze. 1965 óta Szolnok az Alföld térképezésének egyik központja, üledékföldtani laboratóriummal és földtani magraktárral.

Jelentős szénhidrogén-kutatás folyt és folyik a középső Tisza-vidék területén, Szolnok, Szandaszőlős, Rákóczifalva körzetében. A Nagykörű, Zagyvarékas, Jászkarajenő környékén mélyített fúrások közül több produktív is akadt, bár csak földgáz, nem kőolaj. Egyedül a Szolnok 1. sz. fúrás szolgáltatott olajat. Az olaj és a gáz is alsó- és felső-pannóniai homokkövekből fakad, több szintből. A közeljövőben várható a kengyeli megkutatott földgázmező termelésbe állítása.

A Nagykunság

Az Alföld „szíve" volna helyzeténél fogva, mivel az Alföld kellős közepét foglalja el. Termőföldje jó, a legfontosabb útvonalak haladnak át rajta, szomszédságában igen különböző típusú területek vannak, közvetítő szerepe is lehetne. Mégis, ritkán lakott, eléggé egyoldalúan művelt, ipar és központ nélküli táj. Néhány lassan városiasodó nagyobb települése sem gazdasági, sem művelődési központtá nem tud fejlődni.

Folyóvize egyáltalán nincs. A Tisza, Berettyó, Körös csak körülveszik, a határain járnak. Néhány mesterséges csatorna próbálja pótolni — az is a széleken — a vízhiányt. A talajvíz általában mélyen van, néha 8—10 m-re a felszín alatt, az is kevés és rossz minőségű. Az oldott sók súlya 2—3 g/l-t tesz ki, de nem ritka a 10 g/l-nél nagyobb sótartalom. A talajvíz tehát ihatatlan több helyen. Mélységi vízben is szegény a Nagykunság. A negyedidőszaki rétegek nem nagy vastagságúak és jobbára agyagosak. A felső-pliocén agyagfekü aránylag magasan van és a pannóniai rétegekben is ritka a jó vízadó réteg. Így aztán a kutak zöme 50—100 m mélységből kapja a vizét, 20—30 l/p/m-t. Legalább 400—500 m mélyre kell fúrni, hogy valamivel jobb vízadót találjanak.



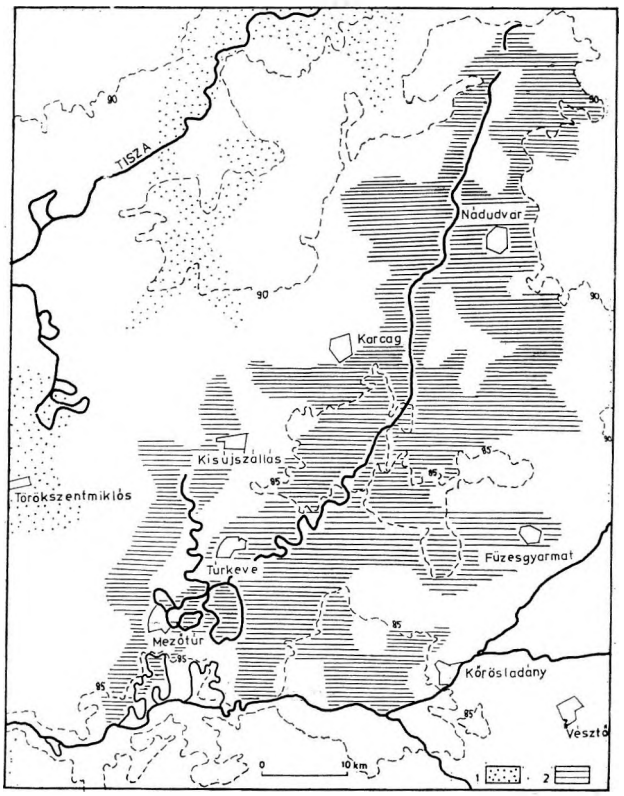
325. ábra. Földtani szelvény a Nagykunság É-i részéről

1. Homok, *2.* homokliszt, *3.* kőzetliszt, *4.* agyag, *5.* a talajvízjáték zónája, *6.* a talajvíz megütött szintje, *7.* az ionok helye a diagramban, *8.* az összes oldott só (mg/l)

Fig. 325. Geological section of the northern part of Nagykunság

I. Ground-water fluctuation, *II.* ground-water chemistry, *III.* $CaCO_3$ content and pH of the consecutive layers

1. Sand, *2.* sand flour, *3.* silt, *4.* clay, *5.* the zone of the ground-water level fluctuation, *6.* depth of the entry of the ground-water in drillhole, *7.* location of ions on the diagram, *8.* amount of the total dissolved solids mg/l



326. ábra. A Hortobágy patak agyagteknője
1. Tisza menti homoköv, *2.* agyagos teknő (10 m-nél vastagabb)

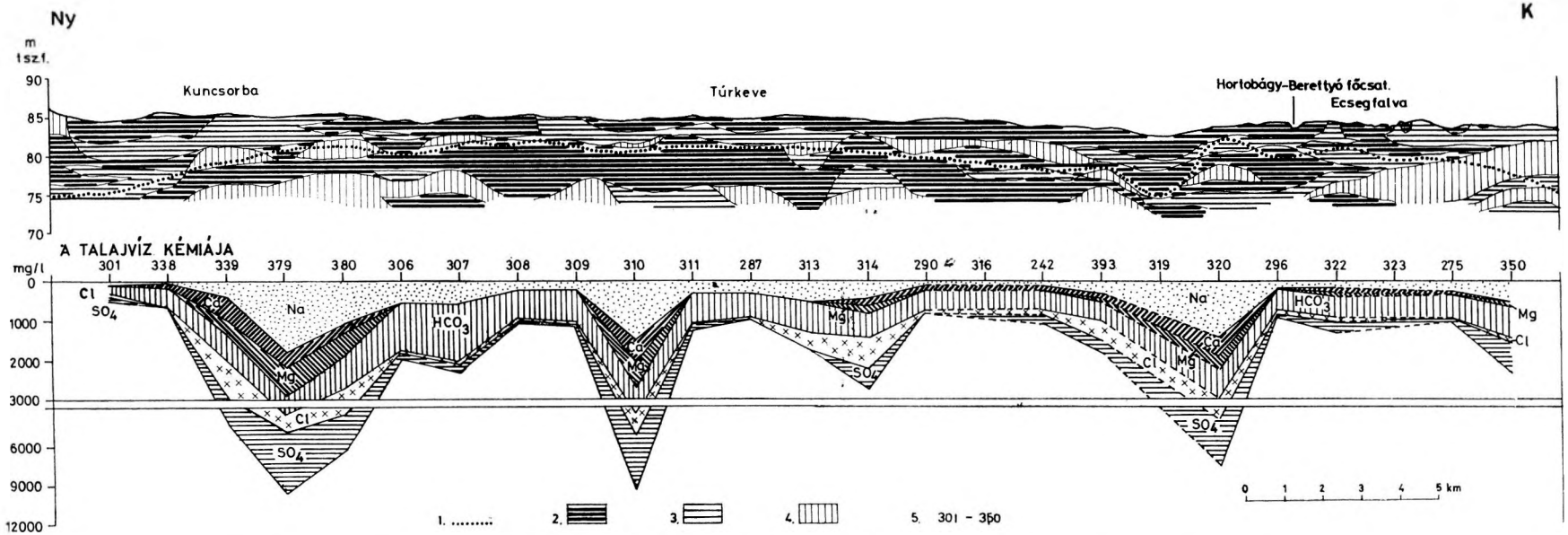
Fig. 326. The clay through of the Hortobágy river
1. Sand string along the Tisza, *2.* clayey hollow more than 10 m thick

Amilyen sík a Nagykunság felszíne, annyira változatos az aljzata. A Tisza és a Körösök mentén a medencealjzat 2500—3000 m mélységben van. Ezekből a mélységekből 1000—1500 m magas hegység emelkedik ki a Nagykunság É-i része alatt és 1400—1700 m-re közelíti meg a mai felszínt. DNy—ÉK-i csapású kréta flis vonulat halad itt keresztül igen változatos orográfiával. Délre ettől, jóval mélyebben, paleozóos és idősebb metamorf kőzetek alkotják a medence szilárd kőzet aljzatát. Erre a nagyon változatos domborzatra 200—300 m vastag alsó-pannóniai tavi rétegsor települ, arra pedig több mint 1000 m vastag felső-pannóniai homok—agyag. Ezek a rétegek elegyengették az aljzat változatos felszínét, de nem teljesen, így a negyedidőszaki folyóvízi üledékek is változatos domborzatú felszínre telepedtek. Ezért a negyedidőszaki rétegek vastagsága 200—300 m között változik.

A Nagykunságnak Prinz Gyula a Nagyróna nevet adta. Felszíne majdnem olyan sík, mint a Hortobágy. Átlagosan 90 m tsz. f. magasságú. Csak a Tisza közelében mutatkozik változatosság domborzatában a parti homokdombok révén. A felszínt Ny-on foltokban homok és infúziós lösz fedi, K-en vastag iszap- és agyagrétegek, sokfelé elszikesedve. Végeláthatatlan szikes puszták terülnek el Mezőtúr, Túrkeve, Biharnagybajom, Szeghalom és Gyoma között. Ezek alatt 10 m mélységig nehéz agyagrétegek vannak.

A felszínközeli rétegek felépítésében a következő rend figyelhető meg. A Hortobágy-patak É—D-i irányban egy 10—15 km szélességű agyagos teknőben folyik végig. Ez a legfiatalabb felszín a területen. A teknő a Nagykunságon kiszélesül, D-i vége a Hortobágy—Körös torkolat körül részekre szakadozik, beleütközve a Hármas-Körös partjait szegélyező pleisztocén dombokba. A teknőt 10 m mélységig és azon túl is agyag képződmények töltik ki. Ez a teknő a Hortobágy és a Nagykunság mély tengelye, a folyószabályozások előtt a tiszai nagy árvizek lefolyási övezete. Jobbról-balról az agyagos övezetet iszapvonulatok kísérik, ezeket lösz- és homokdombok fogják közre. Többfelé a homok- és löszterületeket is vékony iszap- vagy agyagrétegek fedik, a szélsőséges nagy árvizek üledékei ezek, de nemcsak a jelenkoriaké. A holocén térszínen sok a pleisztocén korú sziget, melyek felszíne gyakran egybemosódik a holocén ártérrel, vagy csak néhány deciméteres magasságkülönbséggel emelkedik ki.

A nagykunsági mély agyagok az Alföld építőanyagai. Legjobban kiépített a karcagi téglagyár, de jelentős agyagbányák vannak Kisújszálláson, Mezőtúron, Kunszentmártonban. Itt több helyen



327. ábra. Földtani szelvény a Nagykunság közepén

1. A talajvíz jelentkezési mélysége, *2.* agyag, *3.* iszap, *4.* homokliszt, lösz, *5.* a 10 m-es sekélyfúrások sorszáma

Fig. 327. Geological section in the middle part of Nagykunság. Chemistry of the ground-water

1. Reconnaissance level of ground-water, *2.* clay, *3.* silt, *4.* sand flour, loess, *5.* serial number of survey boreholes 10 m deep

kedvez az agyagbányászatnak a talajvíz aránylag mély fekvése. Száraz esztendőkben 6—8 m-re is lesüllyed a víznívó, a bányagödröket nem kell vízteleníteni.

A talajvíz a lösz- és agyagrétegek alatt általában mélyen (4—6 m) áll, de Mezőtúr és Kisújszállás között Karcag területéig egy olyan mélyhelyzetű talajvízzóna húzódik, amelynek kialakulásában mélyszerkezeti okokat kereshetünk. Az alaphegység vonulata fölötti kiemelkedő pannóniai hátság hatása látszik tükröződni e vonulat mélyen elhelyezkedő (8—10 m) talajvíztükrén. Ez a talajvízszint sokévi átlagos mélysége, de ezekben a finomszemű víztartó rétegekben a talajvíztükör igen nagy ingadozást végez évente és jelentősen megemelkedik, illetve lesüllyed a csapadékos, ill. száraz évsorokban. Az ingadozás tágassága elérheti az 5—8 m-t is.

A talajvíz minősége tekintetében igen nagy különbségek vannak tájanként. A Tisza közelében és a Hortobágy—Berettyó pataktól keletre sokfelé van kis oldott sótartalmú jó víz. A terület közepén nem ritka azonban az 5—20 g/l sót tartalmazó víz sem. Uralkodó kation mindenfelé a nátrium (még kevéssé ásványosodott vizekben is) és nagy mennyiségű a szulfát-, magnézium- és klorid-ion (30. táblázat).

A terület mélységi vízben éppoly szegény, mint a Hortobágy. 20—30 l/p vizet adnak 1 m-es leszívás mellett az 50—150 m mély kutak. A nyomásviszonyok sem kedvezőek, 300 m-nél mélyebbre kell fúrni felszín fölé szökő vízért. A MÁFI több, egyenként 100 m mélységű és egy 500 m mély földtani alapfúrást mélyített le ezen a területen. Az 500 m-es fúrás Kengyel község mellett létesült. Itt a negyedidőszaki rétegek vastagságát 305 m-nek találták, a felső-pliocén rétegekét további 300 m-nek. Legjobban a kengyeli fúrást dolgozták fel. Itt a plio—pleisztocén határ felett 6, szépen fejlett üledékciklus mutatható ki. A fúrás felső 70 m-e eléggé homokos, lejjebb az iszap és agyag uralkodik, csak ritkábban találunk vékony homokréteget. Az egész fúrás legagyagosabb része 240—270 m között van. A homokrétegek mikromineralógiai összetétele 310 m alatt mutat határozott változást. Innen lefelé elfogynak a magnetit és a hipersztén szemcsék és feldúsul a biotit, limonit, kalcit, dolomit. Kevés pollen került elő a kengyeli fúrásból, de a 342—438 m mélységből előkerült minták 473 fa és 668 nem

30. táblázat — Table 30

A talajvízminták vegyelemzésének eredményei a közép Tisza-vidéken
Results of the chemical analyses of the ground-water samples in the Middle Tisza region

Mintavétel helye	Összes oldott só	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Fe^{++}	NH_4^+	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	NO_3^-
	mg/l										
Újkécske, 10 őrh.	531	29	—	177	—			11	598	—	—
Nagykörű	565	30	2	89	20			32	282	99	—
Óballa	612	63	4	69	19			16	301	132	—
Vezseny	731	16	2	134	24	ny		7	447	88	—
Szolnok	803	50	32	104	30	ny	ny	35	450	101	—
Szanda	804	75	7	69	38			28	532	23	—
Tiszajenő	836	88	2	57	48		ny	17	528	81	—
Besenyszög	1019	60	6	141	51			74	491	181	—
Kőtelek	1092	70	2	178	42			93	270	264	161
Szolnok	1135	69	2	66	107	ny		21	583	140	112
Tiszapüspöki	1211	40	4	199	61			30	494	365	—
Nagykörű	1385	255	10	39	57			67	824	113	—
Tószeg	1434	320	1	48	44			235	560	209	—
Örménykút	1485	166	11	148	76			163	391	340	172
Rákóczifalva	1797	114	12	286	97			337	453	485	—
Tiszavárkony	2016	324	5	171	89			425	801	159	32
Óballa	2239	385	5	191	95			266	604	794	—
Tiszavárkony	2234	648	1	262	172			638	502	1391	—
Szandaszőlős	4798	960	10	219	243			675	780	627	1355
Tószeg	5706	1000	2	270	426			377	561	3100	—
Szajol	5948	1122	13	356	348			649	583	2912	9
Tiszavárkony	6234	1080	4	466	331			1215	779	2352	—
Tiszatenyő	6329	1320	9	280	241			218	671	3566	—
Szolnok	8800	1340	10	481	584			240	748	5317	—

Az elemzéseket a MÁFI vízkémiai laboratóriumában Barabásné Serényi E. végezte.

fa pollenje biztosan elárulja, hogy a pliocén tetején vagyunk. Messze kiugró arányt mutatnak a Taxodiaceae és az Alnus és jelen vannak a tipikus melegigényes fák, a hidegtűrők pedig hiányoznak.* A kengyeli kutak az Alföld első mélységi vízmegfigyelő kútjai. Az első észlelési kísérletek (1967) ezeken folytak, az első saját gyártmányú észlelő műszert a 312 m mély kútra szereltük fel. A talajvízkút jóval később, 1978-ban épült. A kengyeli kutak évszakos vízszintmozgása eléggé kicsiny és folyamatosan lefelé halad. 1970 és 1980 között a 312 m mély kút vízszintje 470 cm-t süllyedt, a 177 m mély kúté 310 cm-t.

A kengyeli fúrás jellemző rétegsort mutatott a Nagykunságról. A felső 80 m jobbára homokos és erősen rétegzett. Igazi agyagréteg nincs ebben a mélységben. 80—170 m mélységig erősen ciklusos üledékképződés folyt, a szemcseösszetételben 7 kisebb ciklus mutatható ki. A ciklusok durvább szemcséjű rétegekkel kezdődnek, felfelé haladva mind finomabbak a rétegek, aztán fordul a tendencia és mind kevésbé finom rétegek vezetnek át a következő ciklus eleji durvább szemcséjű rétegekbe. A rétegsor zöme agyag, finom kőzetliszt és homokliszt. Homok csak vékony csíkokban települt a finomszemű üledék közé. 170—250 m mélységben még agyagosabb rétegeket találunk. Itt is megkülönböztethetünk négy szedimentációs ciklust, de itt nem annyira fokozatos az átmenet a durvább és finomabb szemcséjű rétegek között, hanem hirtelen vált át a homoklisztréteg agyagba és viszont.

305 m-nél húztuk meg a kvarter—pliocén határt. Ezt egyrészt a szedimentáció változása, másrészt az üledékek mikromineralógiájában mutatkozó erős változás, valamint a víz kemizmusában mutatkozó változás indokolta. A Mollusca fauna leletek nem kísérik végig a fúrást, de ahol van anyag, nem mond ellent a rétegtani határnak. 250—300 m mélységben találtuk az egész fúrás legagyagosabb rétegsorát. Egyetlen vékony homokréteg iktatódik az 50 m vastagságú összletbe. Az agyagrétegekben az agyag szemcsefrakció (< 0,005 mm ∅) általában 80%-ot is elér. Ez az összlet átmenet a pliocén és pleisztocén között. Erősen meszes is, ami a beszáradó tó üledékeire jellemző. 300 m-en alul egy nagyon osztályozatlan, finomszemű rétegsor következik a fúrás talpáig. Igen jellemző a legfelső pliocén tarka agyag sorozatra ez az osztályozatlanság. Az agyag, iszap, homokliszt szemcsefrakciók közel azonos súllyal szerepelnek a rétegekben. Finom homok csak vékonyabb rétegekben és csak ritkán vesz részt 20—30 súly%-nál nagyobb arányban az üledéksorban.

A homokrétegek nehézásványtani vizsgálata azt mutatta, hogy magnetit csak 250 m mélységig fordul elő a mintákban, lejjebb nem. Ebben a mélységben jelenik meg a dolomit és kalcit is, 330 m-től a pirit, s lefelé mind nagyobb szerepet kap az ásványi összetételben a biotit. A további rétegtani határok a szénhidrogén-kutató mélyfúrások szerint: 570 m-ig felső-pliocén; 1208 m-ig felső-pannóniai; 1848 m-ig alsó-pannóniai, 2015 m-ig tortonai, 2097 m-ig felső-eocén flis.

A vízkémiai eredmények a sztratigráfiai határ megvonását is elősegítik: a kvarter—pliocén határ alatt a víz sótöménysége ui. megnő és kiemelkedően uralkodóvá válik benne a Na- és HCO_3-ion.

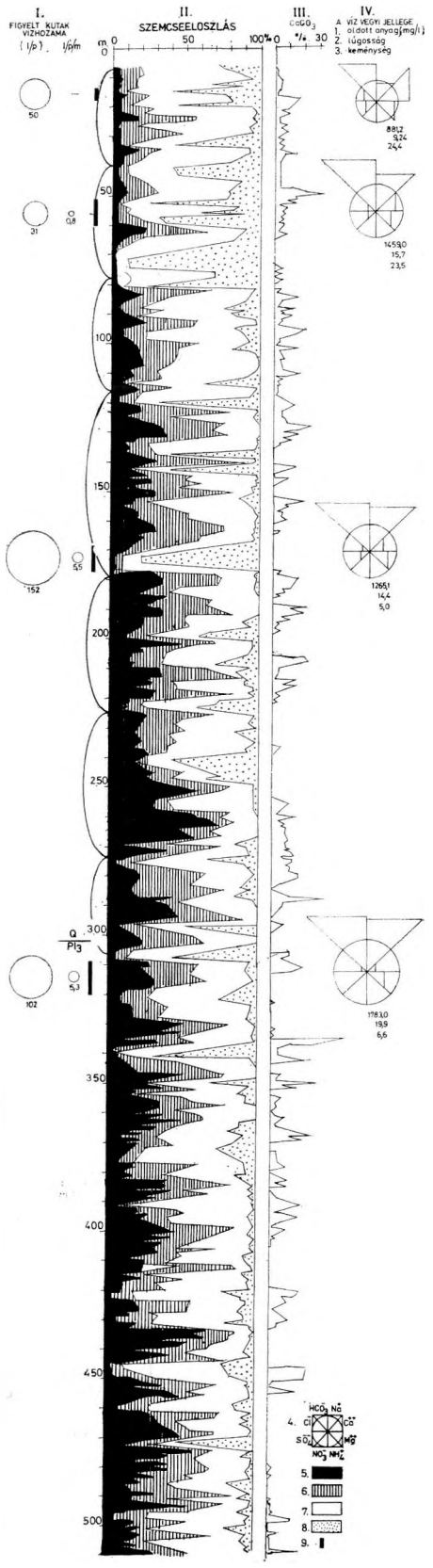
Vízminőség a kengyeli fúrásokban

Mélység (m)	Összes oldott só (mg/l)	Német keménységi fok	Lúgosság (fok)
16	281	24	9
61	1459	23	16
177	1265	5	14
312	1783	7	20

A kengyeli kutak vízhozama igen gyenge, ami általános jellemzője a Nagykunságnak. Ugyancsak gyenge a rétegnyomás is a víztartókban. A vízjáték figyelésre kiképzett kutak adatai a következők:

	Mélység (m)	Nyugalmi szint (m)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)	Kifolyó víz hője (°C)
4. sz. talajvízkút	16	−3,0	8,3	11
3. sz. próbakút	61	−4,8	0,9	12 (talp 15,5)
	82	−5,2	4,9	. (talp 16,5)
2. sz. próbakút	177	−0,4	5,0	13 (talp 25)
	227	−0,5	1,1	. (talp 28?)
1. sz. próbakút	311	+1,4	5,0	24 (talp 32)
	378	+4,8	0,6	. (talp 36)

* A homokminták ásványtani elemzését Gedeonné Rajetzky M., a pollenvizsgálatokat Lőrincz H. végezte.



328. ábra. A kengyeli alapfúrás

1. Oldott anyag, *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* az ionok helye a diagramban, *5.* agyag (0,002 mm ∅-nél kisebb), *6.* iszap (0,002—0,01 mm ∅), *7.* homokliszt (0,01—0,1 mm ∅), *8.* homok (0,1—2,0 mm ∅), *9.* kúttá kiképzett réteg

Fig. 328. Profile of the geological key borehole of Kengyel

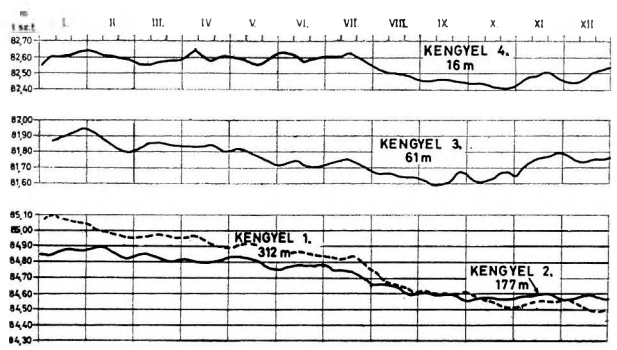
I. Water yield of the check-wells, *II.* granulometry, *III.* $CaCO_3$ content, *IV.* water chemistry

1. Dissolved solids mg/l, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* location of the ions on the chemical diagram, *5.* clay, *6.* silt, *7.* sand flour, *8.* sand, *9.* the water-bearing bed of the well

A talphő 375 m mélységben 36 °C, ami 14 m/°C geotermikus gradiensnek felel meg. Alföldi viszonylatban ez kiemelkedő meleganomáliát jelent. A nyomásgradiens 82 m mélységig negatív, onnan lefelé ugrásszerűen pozitív, 311 és 375 m között pozitív irányban ismét ugrásszerű emelkedés mutatkozik. Ezek az adatok arra mutatnak, hogy a Nagykunságnak ezen a pontján 80 m mélységig a felszíni csapadékvíz lefelé való szivárgásának a nyomásviszonyok kedveznek. Ez az a rétegösszlet, amely túlnyomóan homokos, ami ezt a mozgást szintén lehetővé teszi. 80 m-től lefelé a víz már nem szivároghat vertikálisan mélyebbre, mert ott nagyobb nyomás uralkodik a rétegekben. A kengyeli kutak vízszintingadozása évente nem nagy. Az ingadozás tágassága lefelé növekszik, ami a pozitív nyomásgradiensű helyekre jellemző. 1970—1980 között a több éves vízjárási menetgörbében egy határozott süllyedő tendencia figyelhető meg mindhárom rétegvíz kútban. Egyedül a legsekélyebb (61 m) vízszintje mutat 8 évi süllyedés után 1979—80-tól emelkedést. A vízjárási adatokból az következtethető, hogy a felszínről való vízutánpótlódás Kengyel és a Nagykunság területén kicsiny. A vízhozam adatok is erre mutatnak, az évszakos vízszintváltozások amplitúdója ugyancsak. A sokévi menetgörbe a víztartók lassú kiürülésére enged következtetni. Kivétel ez alól a 61 m mély kút.

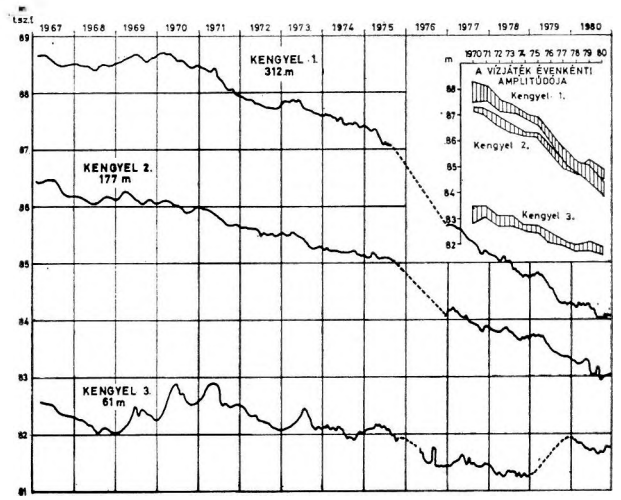
A Nagykunság benyúlik a Tisza—Körös közébe. Ennek a folyóköznek legdélibb részét tárja fel 100 m mélységig a Martfű és Szelevény melletti fúrás. Mesterszállás hasonló mélységű fúrása viszont a Nagykunság közepének felszínközeli rétegviszonyait szemlélteti.

E fúrások közül Martfű 100 m-e teljesen elüt a többitől. A fúrás végig agyagrétegekben haladt, néhány vékony iszapos homokréteget csak a felső 20 m-ben és 60 m körül harántoltak. Ez a terület a felső-pleisztocén végi nagyobb süllyedésben nem vett részt, a rétegsor idősebb, mint a szomszédos fúrásokban feltártak. Így lényegesen elüt a mesterszállási fúrástól, ahol a felső 25 m túlnyomóan homokos és további tetemes vastagságú homokrétegek vannak 40—55 és 60—90 m között. A 95—100 m mély szakasz szintén homok. A két szelevényi fúrás, amely a Körös árterén és legalacsonyabb teraszán mélyült, túlnyomóan homok üledékeket tárt fel. Egyetlen jelentős (10 m vastag) iszapos—agyagos réteget harántoltak a 100 m-es fúrással 20—30 m, ill. az ártéren 30—40 m mélységben.



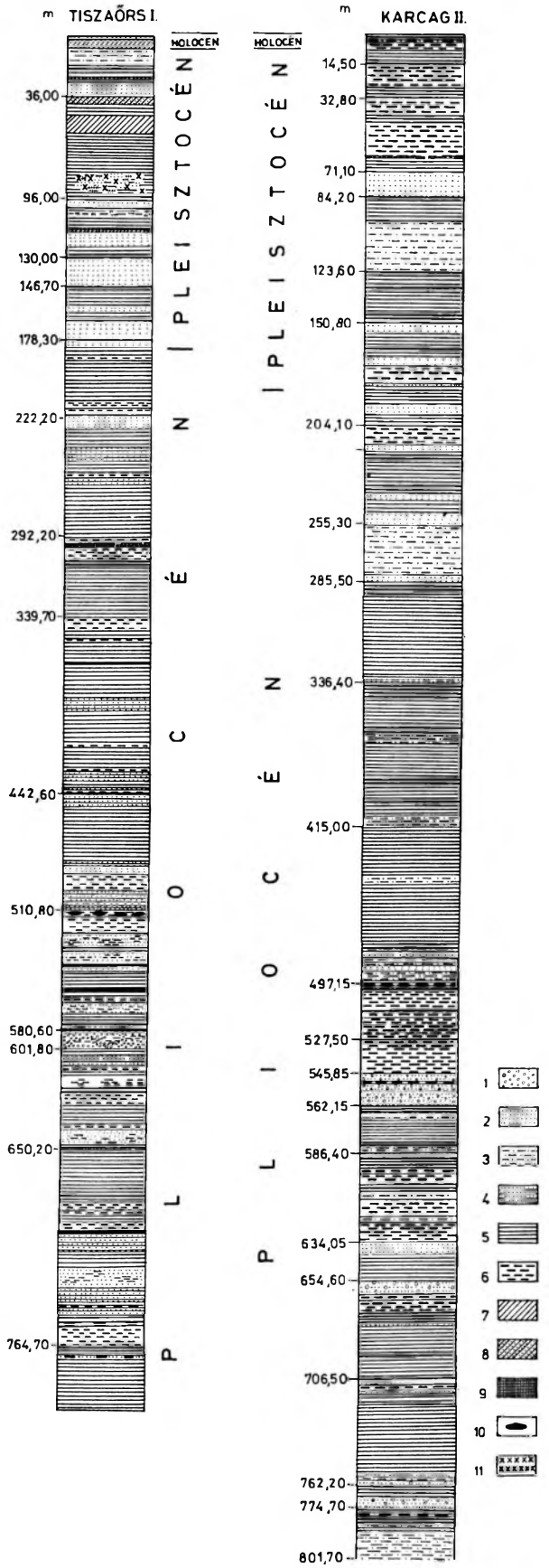
329. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Kengyel észlelő kútjaiban

Fig. 329. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the check-wells of Kengyel



330. ábra. Sokévi vízjárás a kengyeli kutakban

Fig. 330. Long-term fluctuation of the ground-water level in the check-wells of Kengyel



331. ábra. Tiszaörs és Karcag kincstári fúrások rétegsora

1. Kavics, *2.* homok, *3.* meszes homok, *4.* agyagos homok, *5.* agyag, agyagmárga, márga, mészmárga, *6.* homokos agyag, *7.* márgás agyag, *8.* homokos, márgás agyag, *9.* mészmárga, *10.* lignit, *11.* vivianit

Fig. 331. Bore profiles of Tiszaörs and Karcag

1. Gravel, *2.* sand, *3.* chalky sand, *4.* clayey sand, *5.* clay, clay marl, marl, lime marl, *6.* sandy clay, *7.* marly clay, *8.* sandy marly clay, *9.* lime marl, *10.* lignite, *11.* vivianite

A nagykunsági földgázmezőkről már a Hortobágy és a középső Tisza-vidék ismertetésénél megemlékeztünk. A tájak határterületére tartoznak Kunmadaras—Tatárülés és Karcag földgázkútjai. Ide tartozik továbbá Kisújszállás, Túrkeve, Kengyel földgáz területe is.

A nagykunsági agyagokra fazekas ipar települt Túrkeve, Mezőtúr táján, nagy téglagyárak Karcagon, Dévaványán, Mezőtúron. Néhány homokbányát használnak Bánhalma közelében.

A termőföld, mint ásványi vagyon, a Nagykunságon általában jó. A nem szikes területeken magas termésátlagokat érnek el gabonafélékből is, kukoricából is. Az öntözéses gazdálkodás is terjed, ha lassan és zökkenőkkel is. A termesztés azonban még mindig nagyon egyoldalú szem-termelés, bár a takarmánynövények és a cukorrépa is kezd tért hódítani.

A Körös-medence

Három folyónk viseli a Körös nevet. Nem a forrásvidéken összeszaladó kis ágak ezek, hanem jelentős folyó mindegyik, és hosszú szakaszon viselik a megkülönböztető, de egyben összetartozást is jelentő nevet: Fehér-Körös, Fekete-Körös, Sebes-Körös. Amikor a mai országhatáron belépnek, a következő évi közepes vízmennyiségeket hozzák:

		Vízgyűjtő terület a forrástól a mai határig
Fehér-Körös	33 m^3/s	4300 km^2
Fekete-Körös	40 m^3/s	4300 km^2
Sebes-Körös	20 m^3/s	2500 km^2

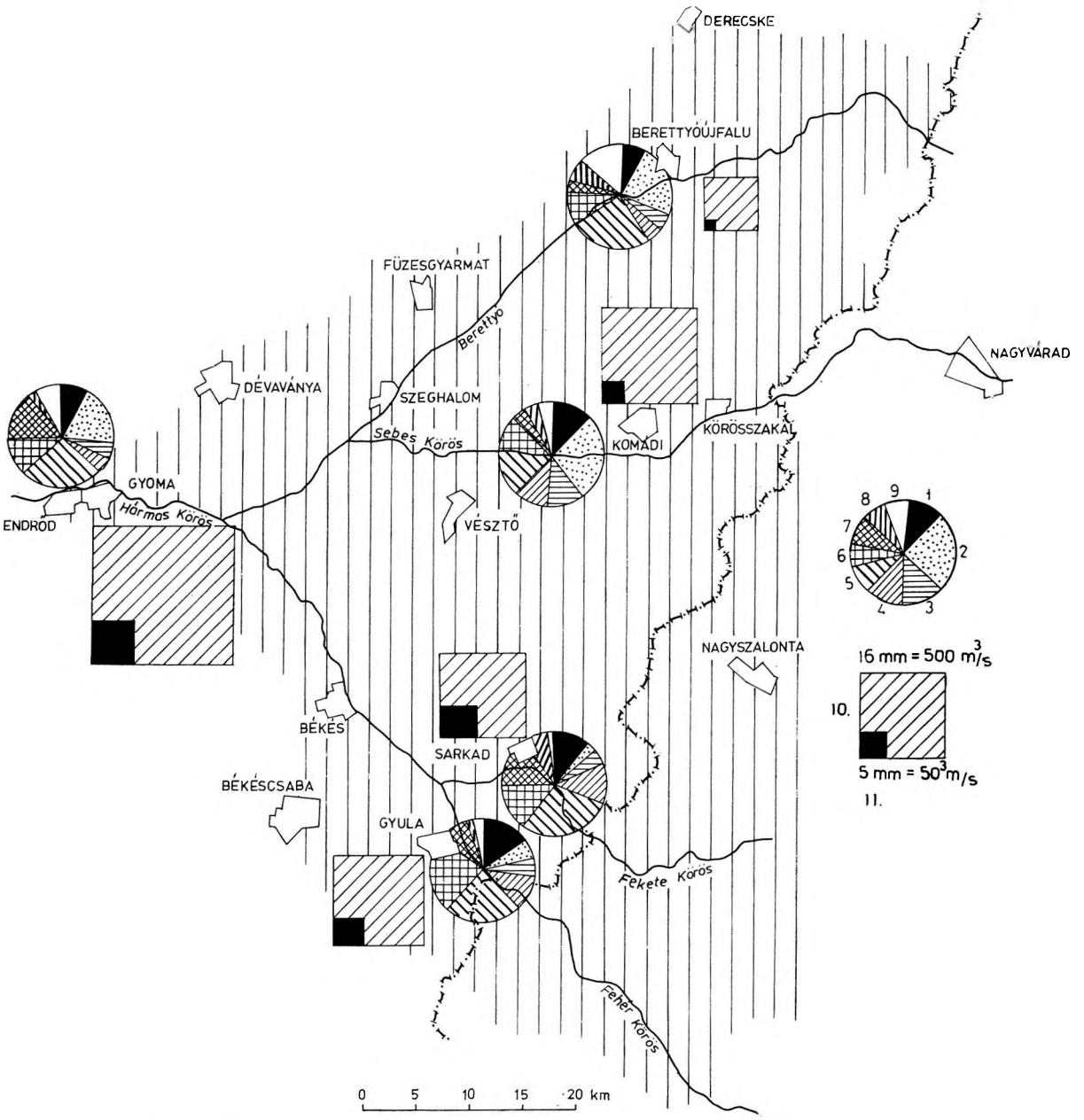
Sajó nagyságú folyók ezek tehát egyenként is. Mindhárom folyó a Bihar-hegység tömbjéről vezeti le a vizeket. Hegységrészenként a Fehér-Körös a Zarándi- és Béli-hegység, a Fekete-Körös az előbbi és a Királyerdő, a Sebes-Körös a Király-erdő és a Réz-hegység vonulatainak vizeit gyűjti össze és viszi a hegylábi süllyedékbe. Még egy folyó hozza vizét ugyanebbe a részmedencébe és ez a Berettyó, amelynek vízgyűjtő területe a Réz-hegység északi lejtői és a szilágysági dombok. Vízhozama sokévi átlagban 9,2 m^3/s.

Itt keleten a hegyek nem szegélyezik az Alföldet, mint északon a Mátra és a Bükk, hanem kiszaladnak rá. A Réz-hegység, a Király-erdő, a Béli-hegyek vonulatainak csapásiránya nagyjából K—Ny-i vagy DK—ÉNy-i, s a hirtelen lealacsonyodó hegyvonulatok között szélesre tárt kapukkal ömlenek az Alföldre a Berettyó, a Sebes-Körös, Fekete-Körös, Fehér-Körös egy 120 km széles hegységfront vizeit hozva az Alföld közepére, összetartva, egyesülve, mintha le akarnák mosni az Alföld színéről még Gyoma elérése előtt Vésztőt és környékét.

A hegylábi süllyedék a Körös-medence, vagy Körösi süllyedék nevet kapta. Mint pliocén—pleisztocén süllyedéknek indokolt a külön tájként való kezelése, mert É-on a Hajdúság, Nyírség táblája, Ny-on a Nagykunság kiemelt blokkja, D-en a Battonya—Pusztaföldvár küszöb elég jól körülhatárolja. Elkülöníteni a szomszédos tájaktól a Körös-medencét könnyebb, mint határait a felszínen megvonni. Ez természetes, hiszen szembeötlő morfológiai határok legfeljebb az erdélyi hegyek volnának, másutt széles átmeneti övek vezetnek át a szomszédos tájakba. A mélysüllyedék területe kb. 6000 km^2, ebből hazai területre kb. 3/4 rész esik. Magában foglalja a Sárrétet, a Berettyó és Körösök közét az erdélyi hegyperemtől Ny-ra kb. Gyoma vonaláig. Gyomától Ny-ra a Hármas-Körös egy szűk vályúban folyik a Nagykunság és az orosházi tábla között.

A medence felszínének legmélyebb fekvésű része Karcag—Túrkeve—Füzesgyarmat—Körösladány és Gyoma között fekszik (kb. 82—83 m). Innen igen menedékesen emelkedik a térszín minden irányban. D-ről és ÉÉK-ről a 100 m-es szintvonal jelöli ki a határt. É-on és Ny-on nincs domborzati határ. A medencerész aljzatát paleozóos és idősebb metamorf kőzetek alkotják, a D-i medencerészben perm és kréta korú kőzetek fordulnak elő. Ezekre települ néhol kevés miocén üledék és a 2000—3000 m vastag pannóniai üledéksor, arra pedig 400—500 m folyóvízi kvarter üledék. A nagy vastagságú szemcsés üledékek rétegtani beosztása nem könnyű feladat. A fúrásokban sokszor több száz méteres üledékszakasz teljesen steril. Különösen áll ez a felső 500—1000 m mélységszakaszra és a pliocén—pleisztocén határra. Egy kísérleti beosztást mutat a 334. ábra. Ez a paleomágneses vizsgálatokból indul ki, amelyek közvetve abszolút kor értéket is adnak. Ilyeneket a dévaványai 1116 m és vésztői 1200 m mély fúrásokban végeztek. A szelvény Ny—K irányú, Szarvastól indul és Gyomán, Dévaványán, Vésztőn és Komádin keresztül az országhatárig vezet. A medence Ny-i pereme Gyománál van, ahol a medencealjzat viszonylagosan magasan fekszik és küszöböt alkot a Körös-medence és a nagykunsági tábla között.

A negyedidőszaki rétegek vastagsága 400 m körül mozog. Az általában agyagos rétegsorokban ez az összlet tartalmazza még a legtöbb vízadó homokréteget. Alatta az agyagos—kőzetlisztes, nagyon sokféle szemnagyságú üledéket tartalmazó, tehát osztályozatlan szemcséjű rétegszakasz következik 100—300 m vastagságban. Ezt a rétegsort a pliocén tetejének, levanteinak mondjuk. Abszolút korban



332. ábra. A folyók vízhozama és hordalékuk ásványtartalma a Körös-medencében
(Ásványtani elemzés: GEDEONNÉ RAJETZKY M.)

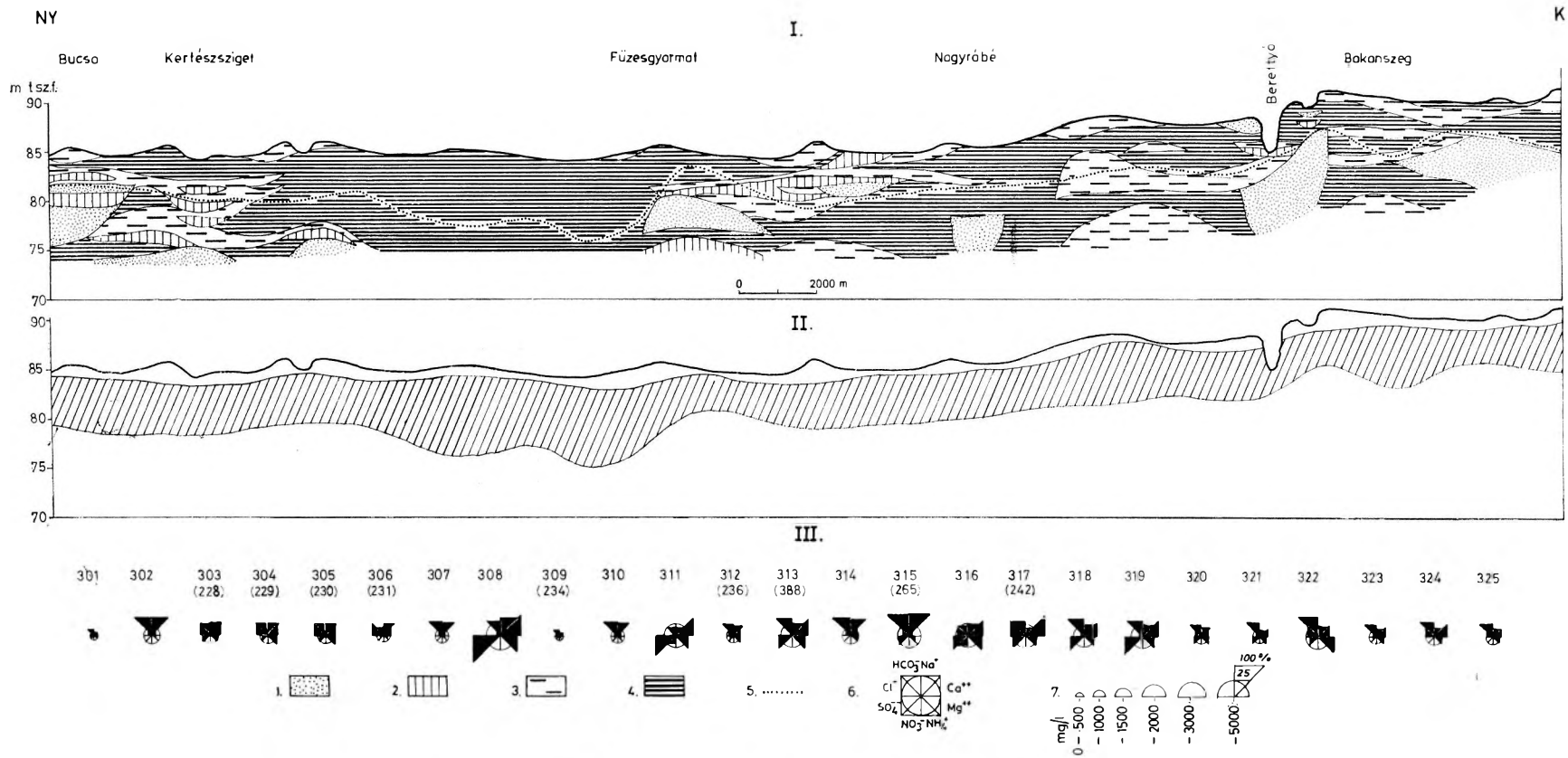
A folyóvizek homokjának nehézásvány összetétele: *1.* Hematit, magnetit, ilmenit, *2.* gránát, *3.* epidot, zoizit, *4.* zöld amfibol, *5.* barna amfibol, *6.* hipersztén, *7.* augit, *8.* klorit, *9.* egyéb. — *10.* Évi artézi vízhozam, *11.* évi közepes vízhozam

Fig. 332. Water discharge of the rivers in the Körös Basin and the mineralogy of their loads
(Mineralogical analysis by M. GEDEON-RAJETZKY)

Heavy minerals composition of fluviatile sands: *1* Hematite, magnetite, ilmenite, *2.* garnet, *3.* epidote, zoisite, *4.* green hornblende, *5.* brown hornblende, *6.* hypersthene, *7.* augite, *8.* chlorite, *9.* other minerals. — *10.* Annual artesian water yield, *11.* mean annual water yield

a rétegösszlet talpának képződményei 3 millió évesek. Az agyagos felső-pliocén rétegösszlet alatt felső-pannóniai homok—agyag rétegek váltakoznak sűrű egymásutánban 3—400 m vastagságban, azok alatt pedig alsó-pannóniai agyag, márga, homokkő rétegek 2—3000 m vastagságban.*

* A Körös-medence perspektivikus alapfúrásainak műszaki ellenőre, FRANYÓ F. a levantei emeletbe sorolja a dévaványai és vésztői fúrás képződményeit 420—480 m-től a fúrás talpáig. Ez azt jelentené, hogy felső-pannóniai képződmény a területen nincs, vagy csak igen vékony rétegösszlet képviseli.



333. ábra. A Nagy-Sárrét vidéke

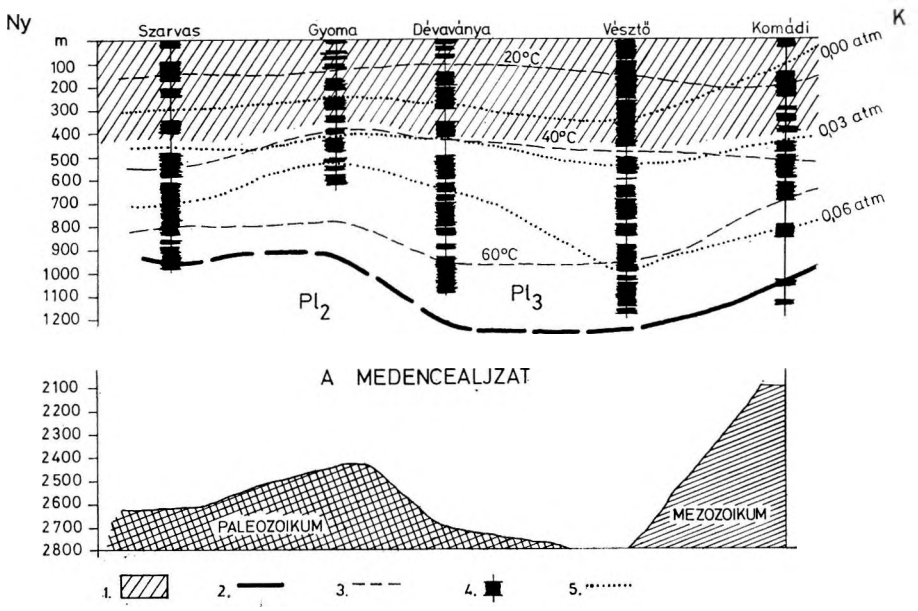
I. Földtani szelvény, *II.* a talajvízjáték zónája, *III.* talajvízkémia

1. Homok, *2.* homokliszt, *3.* kőzetliszt, *4.* agyag, *5.* a talajvíz jelentkezési mélysége, *6.* az ionok helye a diagramban, *7.* az összes oldott só súlya (mg/l)

Fig. 333. Geological section of Nagy-Sárrét (the Great Marshy Land)

I. Geology, *II.* the zone of the fluctuation of the ground-water level, *III.* ground-water chemistry

1. Sand, *2.* sand flour, *3.* silt, *4.* clay, *5.* the depth of the entry of the ground-water in the borehole, *6.* location of ions on the chemical diagram, *7.* the total weight of the dissolved solids mg/l



334. ábra. Ny—K-i metszet a Körös-medencéről

1. Negyedkori rétegek, *2.* levantei—pannóniai határ, *3.* izoterma vonal, *4.* nagy vastagságú agyagrétegek, *5.* az azonos nyomásviszonyok vonala (0,00 atm — a negatív és pozitív nyomásgradiens határa; 0,03—0,06 atm — a pozitív nyomásgradiens értéke)

Fig. 334. W—E geological section of the Körös-Basin

1. Quaternary layers, *2.* Levantian—Pannonian boundary, *3.* isothermal line, *4.* very thick clay sequences, *5.* equipotential pressure line

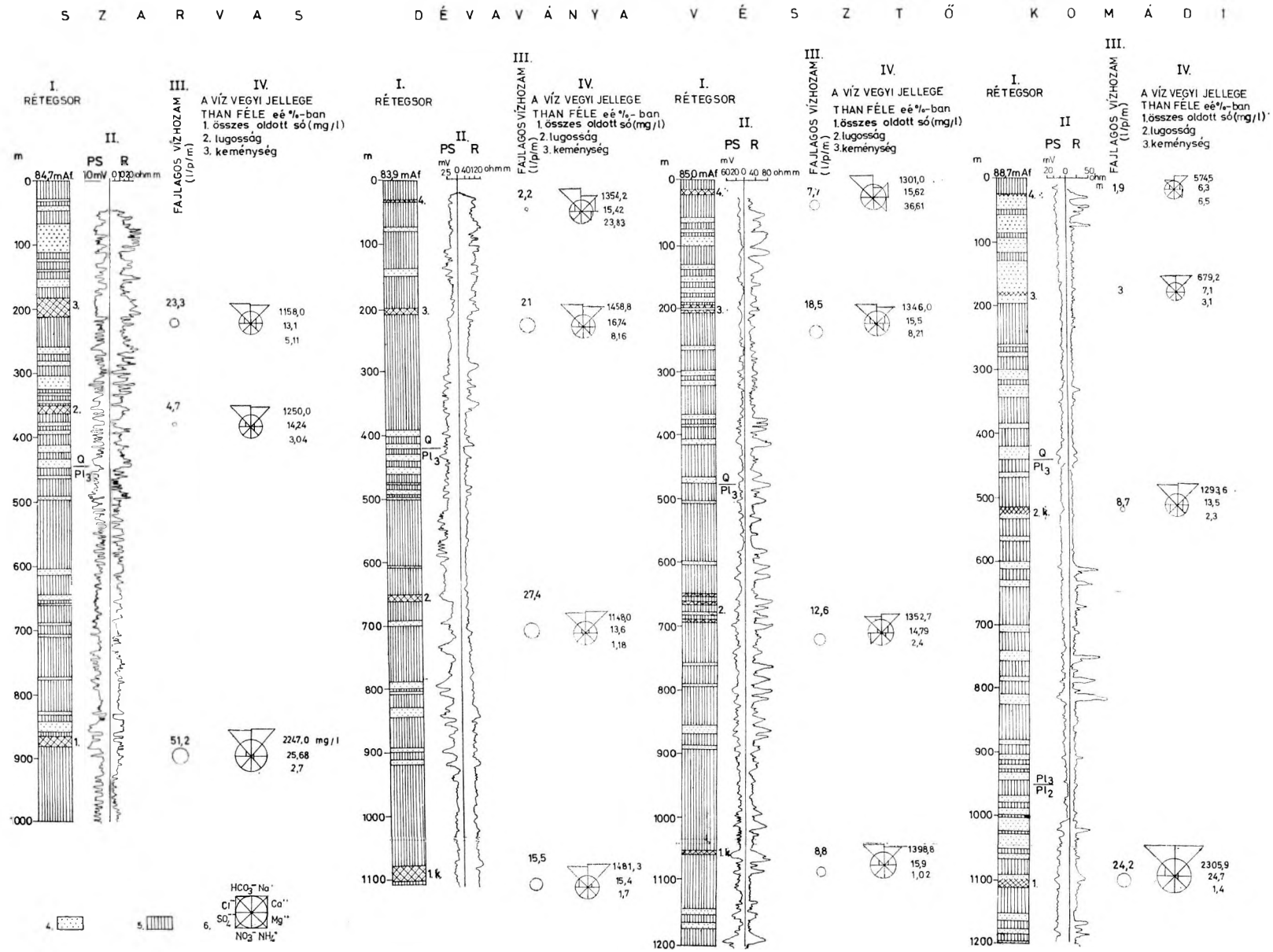


335. ábra. A mezőberényi téglagyár fala

A rétegsorban többszöri szikesedés nyomai. Fotó: Moldvay L.

Fig. 335. Forehead wall face of the brickyard of Mezőberény. Several alkalinisation traces in the profile

A felszín elegyengetett nagy ártér sok vizenyős területtel, mocsarakkal, tőzeges ingoványokkal szerte kanyargó folyóágakkal. A takaró képződmény mindenfelé vastag iszap, agyag. Csak a peremen és a folyók mentén jelennek meg kis foltokban löszfedte szigetek. Ezek a szigetek a süllyedék középső részein is pleisztocén térszínmaradványok. Az agyagos felszínrészek között is van pleisztocén maradvány. A holocén rétegek vastagsága néhány méter, a Sárrét süllyedékében 8—15 m. Eddig a mélységig találunk tőzeges rétegeket. A löszrétegek vastagsága 2—3 m, az iszaprétegeké 2—5 m, de néhol a 10 m-t is meghaladja. Ugyanez a helyzet az agyagrétegekkel.



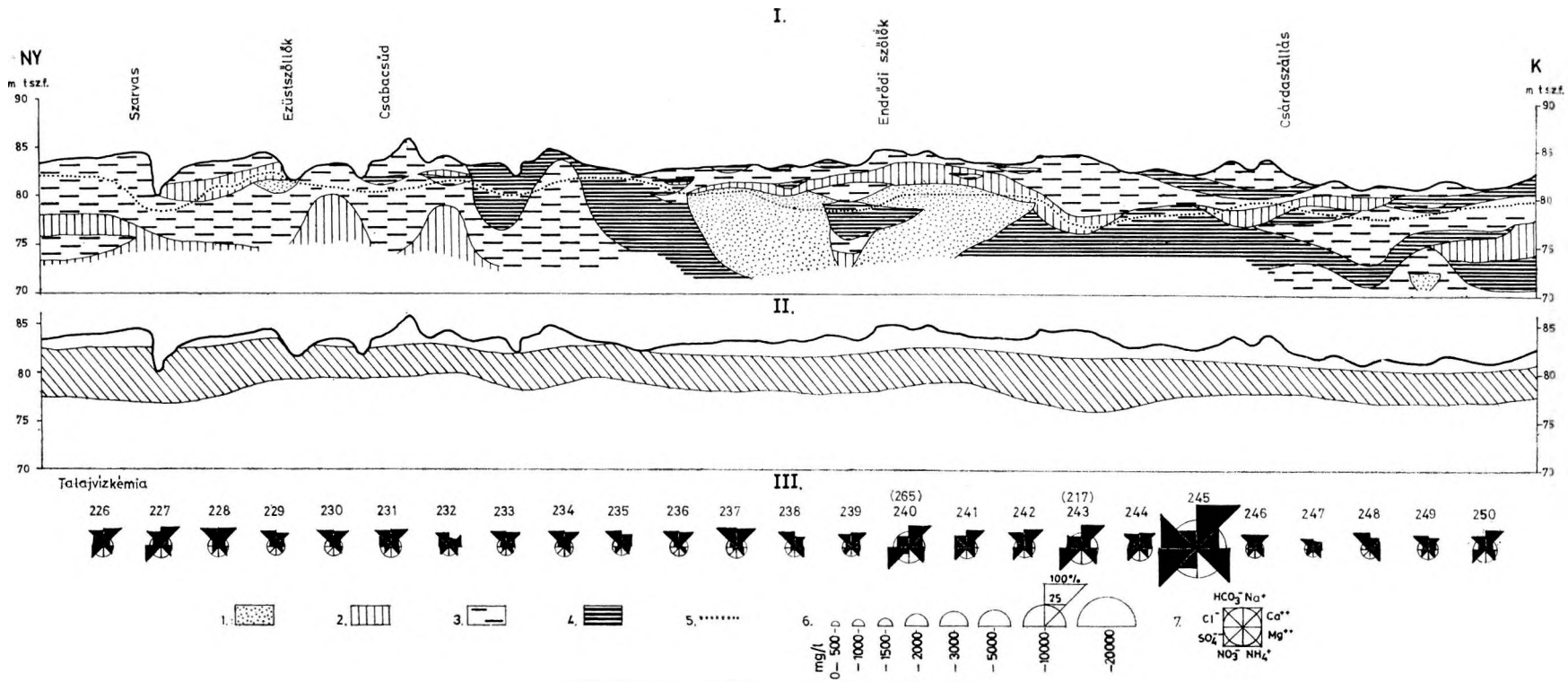
336. ábra. A MÁFI Körös-medencei alapfúrásai és kiépített vízfigyelő kútjai

1. Összes oldott só, *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* homok, *5.* iszap- és agyagrétegek, *6.* az ionok helye a diagramban

Fig. 336. Key boreholes of the Geological Institute and the constructed check-well in the Körös Basin

I. Lithological log, *II.* geophysical log, *III.* specific water yield of the wells l/min/m, *IV.* chemical type, the equivalent percent

1. Total salt content mg/l, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* sand, *5.* silt and clayey beds, *6.* location of ions on the chemical figure



337. ábra. A Körös—Berettyó torkolatvidéke

I. Földtani szelvény, *II.* a talajvízjáték zónája, *III.* talajvízkémia

1. Homok, *2.* homokliszt, *3.* kőzetliszt, *4.* agyag, *5.* a talajvíz nyugalmi szintje, *6.* az összes oldott só, *7.* az ionok helye a diagramban

Fig. 337. The mouth-region of the Körös and Berettyó rivers

I. Geology, *II.* the zone of the fluctuation of the ground-water level, *III.* chemistry of the ground-water

1. Sand, *2.* sand flour, *3.* silt, *4.* clay, *5.* piezometric level of the ground-water, *6.* total weight of dissolved salts mg/l, *7.* location of the ions on the chemical diagram

A terület vízrajza nagy vonalakban igen egyszerű hálózat. A négy folyó egy szabályos nagy háromszöget zár be, melynek csúcsa nyugaton Gyomától K-re van, ahol a Sebes-Körös és Berettyó a már előbb egyesült Fehér- és Fekete-Körösbe torkollik. Ezen háromszög alakú területen belül azonban az élő és holt medrek igazi labirintusát találjuk. Mind a négy folyónak sok mellékága van, mind sokat vándorolt a területen hátrahagyva régi medreiket, amelyek azonban árvízkor újra megtelnek. Sokfelé van lefolyástalan mocsár, amelyek vizét mesterséges csatornák próbálják levezetni. Nagy kiterjedésű tőzeges laposokat is találunk itt; a Nagy-Sárrétet és Kis-Sárrétet. Körülöttük iszap- és agyagterületek vannak, azokat pedig szikesek veszik körül. A lecsapolások és folyószabályozás előtt a terület nagy részén igazi vízi világ volt. A lecsapolás a Sárrétet víztelenítette, de a tőzeges lápföld kiszáradva is elüt sajátosságaiban a szomszédságtól. Tőzegréteg nemcsak a felszínen fordul elő, hanem mélyebben is. A holocén süllyedék itt a legmélyebb, eléri a 10—16 m-t. Sümeghy feltárásai szerint a Kis-Sárrét agyagos rétegsorában a felszíni tőzegréteg alatt 2—3 és 6—8 m mélységben újabb tőzeges réteget találtak. A Nagy-Sárrét területének közepén lemélyített 30 m-es fúrásokon végig agyagos rétegsorban 13—14 m között találtak újabb tőzegréteget.

A vízivilág megszüntetése a folyószabályozásokkal és lecsapoló csatornákkal nagy területet ármentesített és adott át a szántóföldi gazdálkodásnak. Nem szüntette meg azonban a vízveszélyeket, amelyek tavasszal, vagy nyáron állandóan fenyegetik a gátakat. A folyók mindegyike torrens természetű, nagyvíz, árvíz idején közepes vízmennyiségük sokszorosát szállítják. Vízszintjük széles határok között mozog, szabályozásuk, mederben tartásuk igen nehéz. Legnagyobb a Fekete- és Fehér-Körös vízszintingadozása (10 m). Vízmennyiség tekintetében árvízkor a kisvízi vízhozam több ezerszerese folyik le a medrekben, illetve az ártereken (31. táblázat).

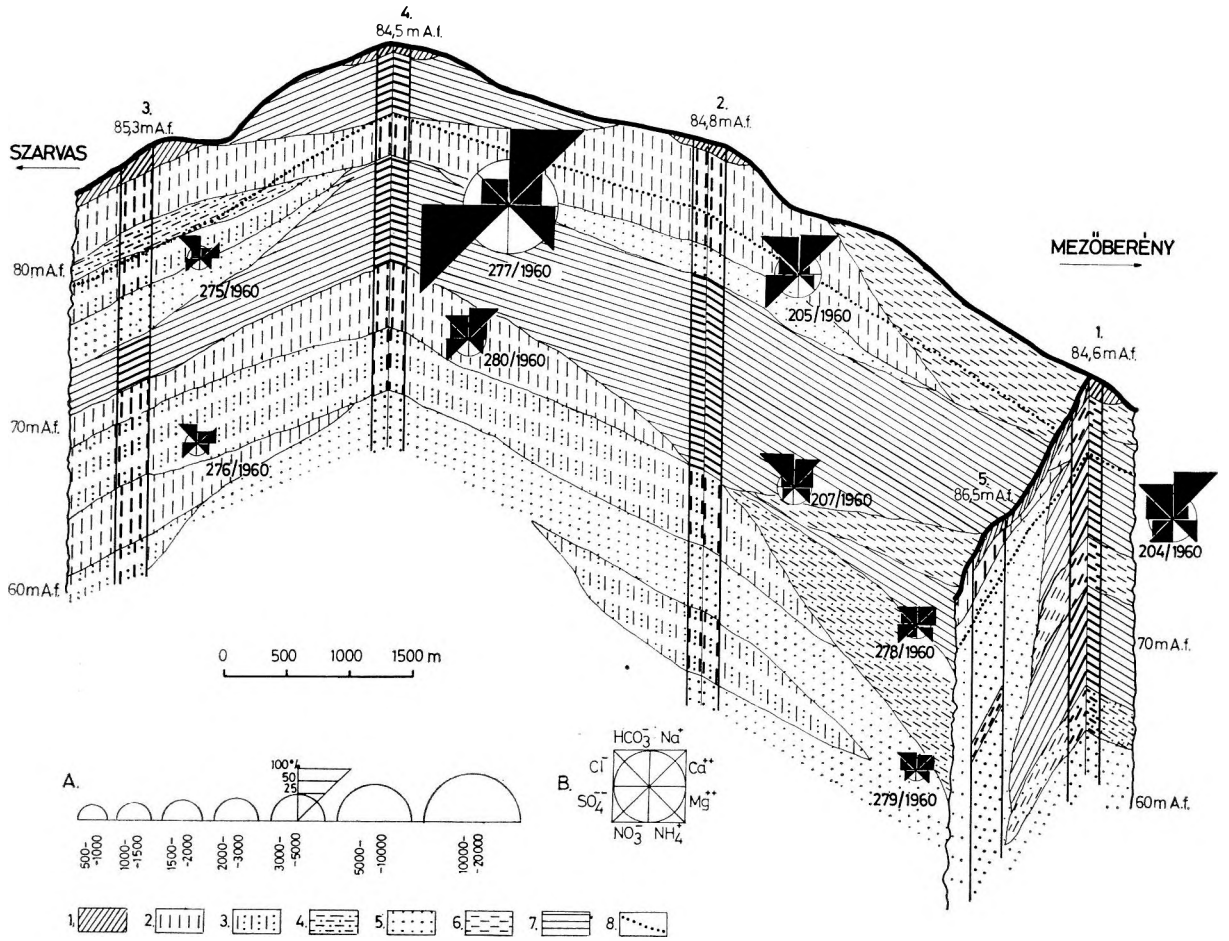
Elméletileg árvízkor 2000 m^3/s víz zúdulhat le a hegyekből a Körös-medencébe. Ebből a Hármas-Körös Gyománál 1200 m^3/s vízmennyiséget tud levezetni, a többi az ártereken terül szét, feltölti az elhagyott meandereket, mellékágakat és ellepi az ártereket. Az eddigi hordalékhozam-mérések szerint évente kb. 0,5 millió m^3 lebegtetett üledéket szállítanak a folyók a medencébe, s ebből a Hármas-Körös legfeljebb 400 000 m^3-t tud kivinni, a többi az ártereken ülepedik le. A talajvíz a terület nagy részén a felszín közelében áll. Csak a Hármas-Körössé való egyesülés előtt van nagyobb terület, ahol 4—6 m-re találjuk a talajvizet és néhány kisebb területfolton Doboz, Köröstarcsa, Méhkerék, Szeghalom táján.

A talajvíz nem olyan ásványosodott, mint az Alföld más területein, de kivételek széles határok között vannak. Az átlagos sótartalom 2 g/l, de előfordul 10—14 g/l is. A kationok között a nátrium

31. táblázat — Table 31

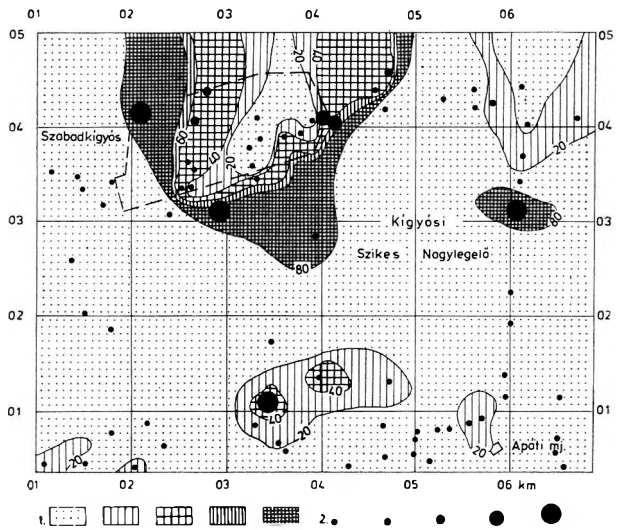
Néhány példa a talajvízminták vegyelemzésének eredményeiből (Nagykunság)
Some examples of the chemical analytical results of ground-water samples in the region Nagykunság

Mintavétel helye	Összes oldott só	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Fe^{++}	NH_4^+	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	NO_3^-
	mg/l										
Kengyel	822	77	4	80	40	ny		16	592	23	—
Törökszentmiklós	843	44	2	45	87	ny	ny	20	597	36	—
Tiszakürt	1118	72	3	175	42			107	540	170	—
Törökszentmiklós	1200	24	5	214	53			30	553	286	5
Mezőtúr	1314	294	—	144	52		6	125	1263	17	—
Karcag	1505	233	—	81	67			132	893	62	5
Kuncsorba	1530	183	—	135	76		1	64	653	371	44
Mezőtúr	1541	290	3	65	64			133	680	293	13
Kengyel	1865	320	5	100	68			77	880	203	8
Túrkeve, Kiskabai csárda	1882	244	80	137	86			174	474	656	—
Kétpó, Vékony-tanya	1893	400	2	44	64			41	1052	281	29
Kisújszállás	2191	330	5	180	97			340	793	430	—
Törökszentmiklós	2649	660	5	26	60			180	1262	442	—
Mezőtúr	3438	600	1	186	165			330	643	1520	616
Kunhegyes	3500	495		140	278			229	1059	1325	2
Kétpó, TSZ	3758	275	6	369	287			561	844	1235	10
Kunszentmárton	5948	1560	5	45	147			1538	569	2057	—
Mezőtúr	8200	1266	—	519	492	ny	ny	1814	519	1510	2565



338. ábra. Földtani és talajvízvázlat a kondoros-völgyi minta vízgyűjtő területéről
A) A talajvízben oldott összes só (mg/l), *B)* az ionok helye a diagramban. — *1.* Humuszos feltalaj, *2.* lösz, *3.* homokos lösz, *4.* homokos iszap, *5.* homok, *6.* iszap, *7.* agyag, *8.* a talajvíz szintje

Fig. 338. Sketch map showing geology and ground-water conditions of the model catchment area of Kondoros-völgy
A) Total solid content of the ground-water, *B)* location of the ions on the diagram
1. Humic soil, *2.* loess, *3.* sandy loess, *4.* sandy silt, *5.* sand, *6.* silt, *7.* clay, *8.* ground-water level



339. ábra. A talajvíz szulfáttartalma Szabadkígyós körül
1. Than-féle egyenérték%, *2.* a víz szulfáttartalma (mg/l)

Fig. 339. Sulphate content of the ground-water around Szabadkígyós
1. Ionic equivalent percentage, *2.* sulphate content mg/l

32. táblázat — Table 32

A folyók vízszállítása a Körös-medencében
Water transport of the rivers in the Körös basin

	Évi átlagos vízhozam (m^3/s)			Nagyvíz / kisvíz	
	kisvíz	középvíz	nagyvíz		
Fehér-Körös	0,1	32,6	626	Gyula	6200x
Fekete-Körös	0,5	40,2	580	Sarkad	1116x
Sebes-Körös	0,2	19,9	690	Körösszakál	3450x
Berettyó	0,1	9,2	202	Berettyóújfalu	2000x

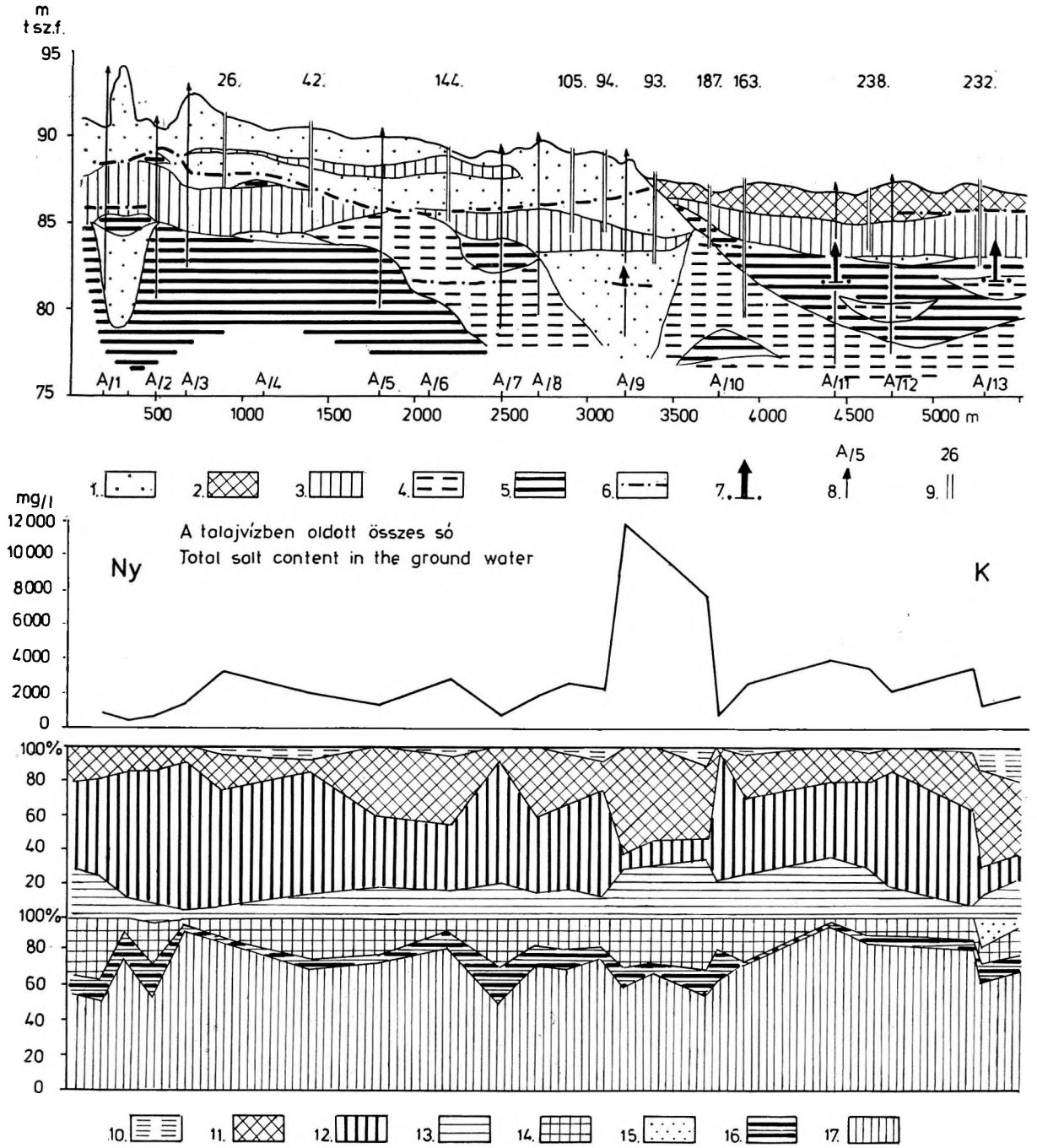
	A vízszint közepes állása (cm)			Vízszintingadozás (cm)
	kisvíz	középvíz	nagyvíz	
Fehér-Körös	−210	42	786	996
Fekete-Körös	−92	−44	920	1012
Sebes-Körös	−133	−22	456	589
Berettyó	−166	−128	468	634

vezet, leggyakrabban 200—300 mg/l, de elérheti a 2500 mg/l-t is. Az anionok között a hidrogén-karbonát mellett legnagyobb a szulfát-ion mennyisége, átlagosan 400, maximálisan 1000—3000 mg/l. Klorid is előfordulhat néhány száz milligramm, szélsőséges esetben 1—2 g/l mennyiségben (32. táblázat).

Erre a területre is jellemző, hogy egymás szomszédságában igen különböző kemizmusú talajvizek fordulnak elő. Komplikációt okoz az is, hogy néhol a legelső talajvízréteg alatt nem nagy mélységben újabb vízadó réteg van, esetleg lényegesen más sókoncentrációval. A kutak néha egyiket, néha másikat tárják fel, s emiatt is különbözik egymástól szomszédos területek feltárt talajvize. Az is megtörténik, hogy a felső talajvízszint helyenként kiékelődik és a további területen a második víznívó lép az első helyébe mint talajvíz, de más kemizmussal.

Az újkígyósi (Szabadkígyós) szikes legelőn 1954-ben kutatást folytattunk a földtani- és talajvízviszonyok összefüggésére vonatkozóan. A következő megfigyeléseket tettük: az első talajvíz nyugalmi szintje a felszín alatt 1—4 m mélyen helyezkedett el. E szint alatt 1—5 m távolságban egy második talajvízadó réteg van, ennek megjelenési szintje eléggé kiegyenlített és nem érintkezik az első talajvízréteggel. Nyugalmi szintje viszont igen hullámos és nagy területen az első talajvíztükrön felül emelkedik. Ilyen esetekben a kutakban vagy fúrásokban, hol egyik, hol másik talajvíz jelenik meg, vagy a kettő keveredése. A talajvízminták kémiai elemzése e terület egy Ny—K-i irányú szelvényében az oldott sók összsúlyát 400 és 12 000 mg/l között változónak mutatta. Ezek igen nagy koncentrációbeli különbségek egy 5 km hosszú szelvényben. Az uralkodó só a $NaHCO_3$, de ennek aránya is széles határok között ingadozik és több helyen átveszi az uralkodó szerepet a nátrium-szulfát. A kalcium-magnézium-ion mindenütt jelen van a vízben, de csak kevés helyen jelentős súlyarányban, viszont a klorid-ion a szelvényben végig elég jelentős. Többfelé megállapítható, hogy az a nagy sótartalom, amely jellemzi az Alföld talajvizeit, a mélységgel gyorsan csökken és 50—100 m mélységben más koncentrációjú és kémiailag nagyon homogén vizet találunk. A talajvíz lefelé való kiédesedésének jó példáját tárta fel Szarvas mellett a Kondoros-völgyben folyt földtani kutatás. Itt a minta vízgyűjtő területen lemélyített 20—30 m mély fúrások két vízszintet tártak fel a felszín alatt. Az agyagos—löszös területen a felső talajvízben 2000—1500 mg sót találtak literenként, ugyanakkor a 10—15 m-rel mélyebben feltárt vízben a sók alig haladták meg az 1000 mg/l-t. Ez a mélységgel haladó gyors kiédesedés azért különös, mert a rétegek 30 m-ig túlnyomóan finom szemcséjű iszapból, agyagból, löszből állnak, nincsenek vastag durva homokrétegek, amelyekből „tiszta" víz várható kevés oldott agyaggal.

A Hármas-Körös egyesülése közelében mélyen agyagos a felszín. Agyag, iszap, mocsári lösz váltja egymást a fúrásokkal feltárt 10 m mélységig. Tovább azonban Ny felé, Endrőd táján, tetemes vastagságú homokrétegeket találunk 2—3 m-re az iszapos—löszös felszín alatt. Északról a Berettyó fattyúágai hozhatták ide ezt a homokot.

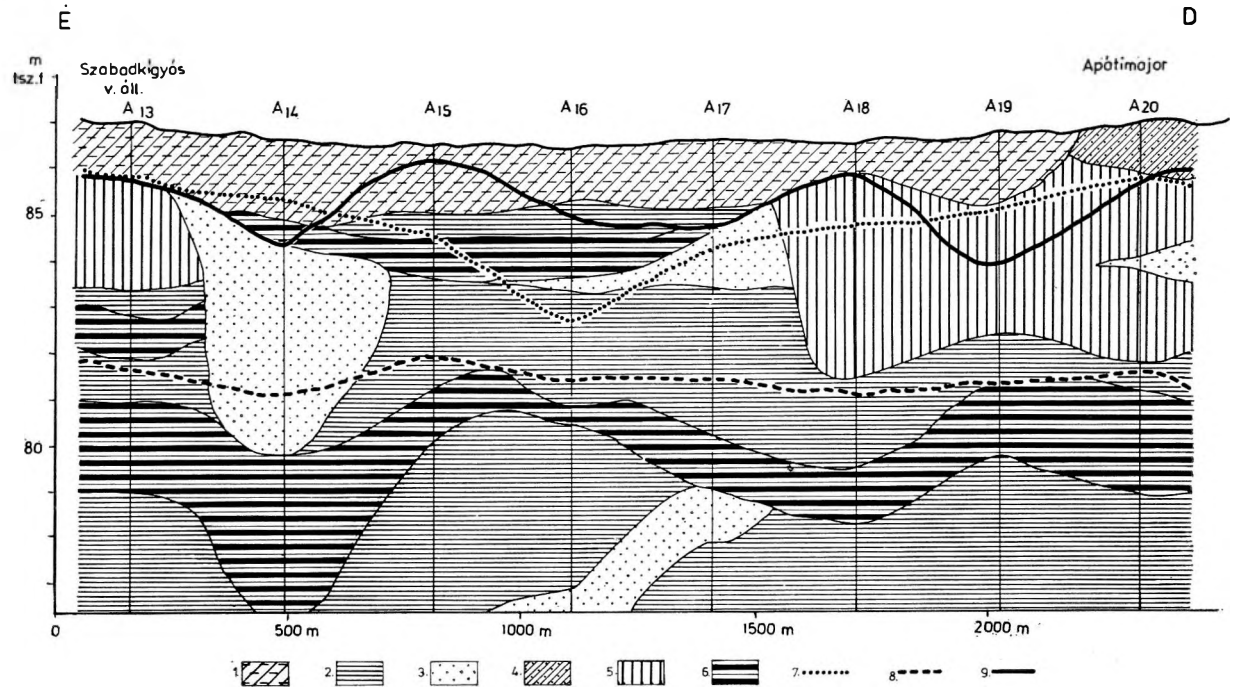


340. ábra. Földtani- és talajvízviszonyok a szabadkígyósi fúrásokban

Holocén: *1.* finomszemű folyami homok, *2.* szikes lösziszap, *3.* finomhomokos lösz, *4.* iszap, *5.* agyag, *6.* a talajvíz jelentkezési helye, *7.* a talajvíz emelkedése, *8.* a fúrások helye, sorszáma, *9.* kutak, *10.* NO_3, *11.* SO_4, *12.* HCO_3, *13.* Cl, *14.* Mg, *15.* NH_4, *16.* Ca, *17.* Na

Fig. 340. Geology and ground-water conditions of the borehole sections of Szabadkígyós

Holocene: *1.* Fine-grained fluvial sand, *2.* alkaline loess mud, *3.* sandy loess, *4.* silt, *5.* clay, *6.* entry of the ground water, *7.* the rise of the ground-water level, *8.* site of the boreholes, number of order, *9.* wells, *10.* NO_3, *11.* SO_4, *12.* HCO_3, *13.* Cl, *14.* Mg, 15. NH_4, *16.* Ca, *17.* Na

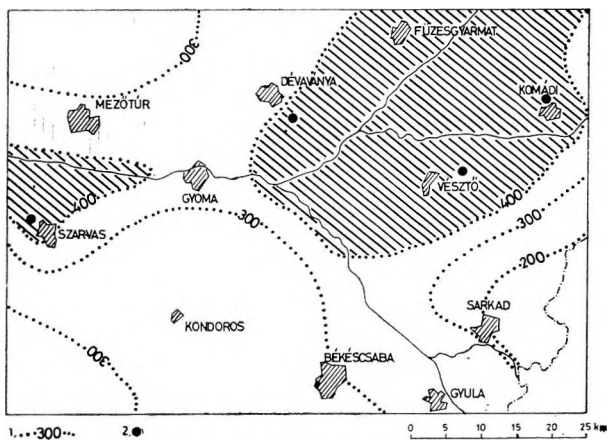


341. ábra. A talajvíz helyzete Szabadkígyóson. Kettős talajvíz

1. Szikes lösziszap (humuszos), *2.* iszap (50—60% folyási határ), *3.* finom folyami homok (0,1—0,3 mm ∅), *4.* szikes iszapos homok (humuszos), *5.* löszös homok (40—50% folyási határ), *6.* agyag, *7.* az első talajvízszint nyugalmi szintje, *8.* a második talajvízszint jelentkezési mélysége, *9.* a második talajvízszint nyugalmi szintje

Fig. 341. Two horizons of the phreatic ground-water in the pasture land of Szabadkígyós

1. Alkaline loess-mud, *2.* silt, *3.* fine-grained fluvial sand, *4.* alkaline silty sand (humous), *5.* loessy sand, *6.* clay, *7.* ground-water level of the first horizon, *8.* entry of the second ground-water horizon, *9.* the piezometric level of the second ground-water horizon

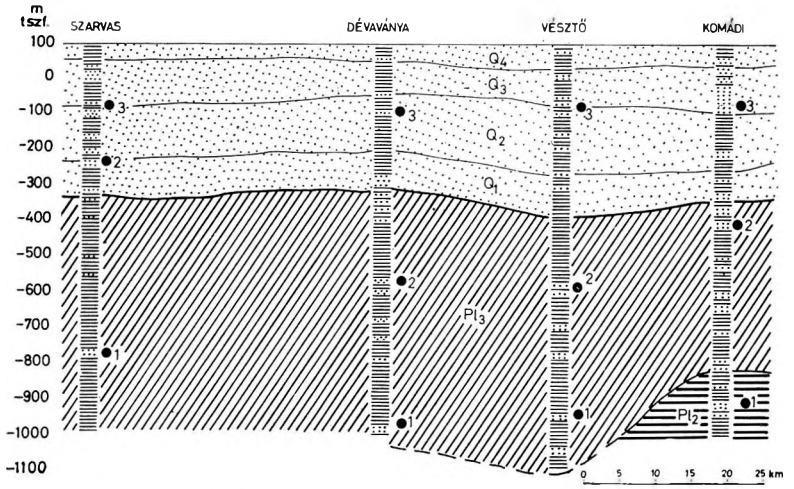


342. ábra. MÁFI kutak a Körös-medencében

1. A negyedidőszaki rétegek vastagsága (m), *2.* kúttelepek

Fig. 342. Location of the check-wells of the Geological Institute in the Körös Basin

1. Thickness of the Quaternary layers, *2.* the site of the well plant



343. ábra. A MÁFI kutak rétegtani helyzete a Körös-medencében

Fig. 343. Stratigraphical situation of the check-wells in the Körös Basin
Q = Quaternary layers, Pl = Levantian and Upper Pannonian layers

A mélységi vízviszonyok és a paleomágneses vizsgálatok

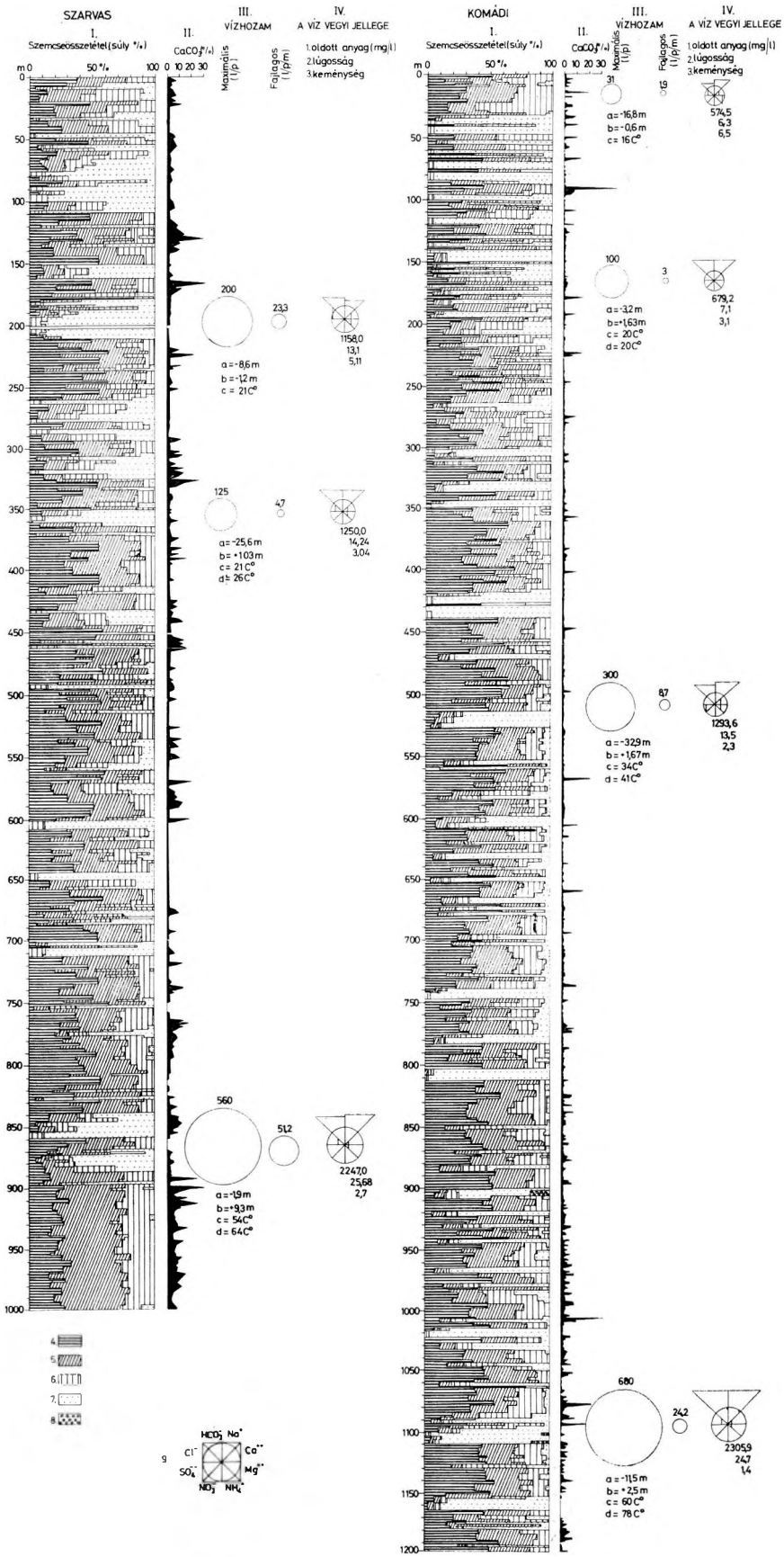
Amilyen gazdag a terület felszíni és felszínközeli talajvízben, annyira szegény mélységi vizekben. A medencét 800—1000 m mélységig jobbára agyagos üledékek töltik fel. Kevés homokréteg található közöttük és azokból sem várható sok víz. A vízhozam 10—20 l/p/m körül jár és csak kivételesen ér el 60 l/p/m értéket. A maximális vízhozam 300—600 l/p körül ingadozik 10—30 m-es depressziók mellett.

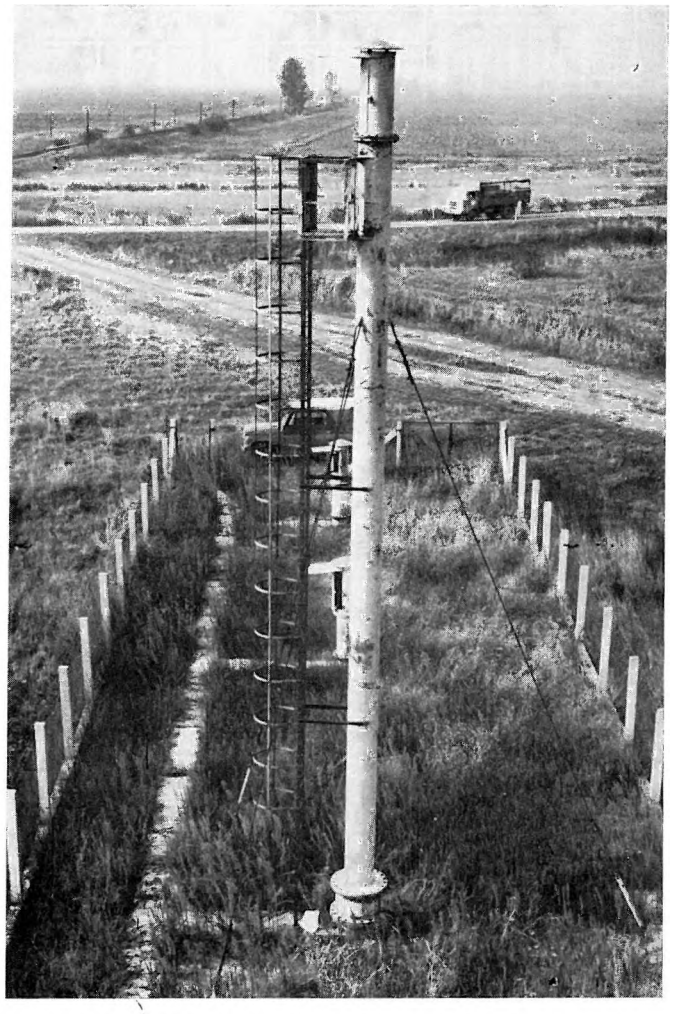
A mélységi vízadókra telepített első automata mérőműszert a szarvasi 884 m mély kútra szereltük fel 1975-ben. Itt volt módunkban megfigyelni a vízszintváltozások különböző típusait. A legkisebb — centiméteres — nagyságrendű változásokat idézi elő a vízszintekben a földi árapály. E 6 órás ismétlődésű jelenség a mély kutakban tisztán észlelhető. Deciméteres nagyságrendű ingadozást idéz elő a kutak vízszintjében a légnyomásváltozás. Méteres nagyságrendű változás áll elő a víztartók vízszintjében az évszakos töltődés és fogyás következtében. Télen és tavasszal magas a vízállás, nyáron süllyedni indul és őszre eléri a legalacsonyabb pontját. Hasonló nagyságrendű, de az évszakos ingadozásnál nagyobb ingadozást váltanak ki a csapadékos és száraz időszakok több éves ciklusai.

A Körös-medence területének mélységi vízviszonyairól néhány földtani alapfúrás és az azokból kiépített figyelő kutak adatai alapján megbízható ismereteink vannak. A fúrások Szarvason, Dévaványán, Vésztőn és Komádiban mélyültek 1000—1200 m mélységig. Mind a négy helyen 3—3 vízadó rétegre telepítettek kutat külön-külön fúrásokkal. Dévaványán, Vésztőn és Komádiban egy-egy talajvízkutat is létesítettek a mély kutak mellé, hogy vízjárásuk a talajvízjárással összevethető legyen. A kutak adatait a 33. táblázat tartalmazza.

A nyugalmi szintekben mutatkozó nyomásviszonyok a peremtől befelé növekszenek. Függőleges irányban a mélységgel együtt növekedett a hőmérséklet, de a növekedés mértékében Dévaványa és Vésztő elmarad Szarvastól és Komáditól. A vízben oldott anyag a mélységgel szintén nő, de ez a növekedés a leggyengébb Dévaványa és Vésztő kútjaiban.

A szarvasi kutak vízszintmozgása 1980-ban igen nyugodt volt, a kilengés valamivel nagyobb a 358 m mély kúton (30 cm), legkisebb a 200 m mély kúton (22 cm). Ha azonban több év vízszintmozgását figyeljük, a legnagyobb mozgást a legmélyebb kút vízszintje mutatja, tehát érvényesül a pozitív nyomásgradiensű területeken megfigyelt jelenség, az ti. hogy a mélységgel párhuzamosan a vízszintingadozás nő. Nem érvényes ez a szabály a talajvízkutakra, amelyek a helyi csapadékviszonyokkal közvetlenebb kapcsolatban állnak és amelyeknél a vízjáték a mélyebb kutakénál nagyobb. Ez a helyzet Dévaványán és Vésztőn. Hosszabb idejű vízjátékot csak Szarvason tudunk kimutatni, mert a többi Körös-medencei kút később létesült és megfigyelési adataink csak 2—3 évről vannak. A szarvasi kút az első volt, amelyre íróműszert szereltünk fel, tehát folyamatosan jelezte a vízszintmozgást, így a földrengések keltette vízszintlengést is. Az első megfigyelt földrengés központja az Azori-szigeteken volt 1975. május 26-án. A később jelzett földrengések esetében is megfigyelhető volt, hogy a szarvasi kutak kevésbé érzékenyek e távhatásokra, mint a Duna-völgyben Kunadacs kútjai. Így az 1977. március 4-i romániai földrengést Szarvas két kútja 30 (885 m), ill. 9 mm-es (210 m) vízszintlengéssel jelezte; ugyanakkor Kunadacson a 366 m mély kút vízszintje 115 mm-t lengett ki. Az ed-


SZARVAS
I.
Szemcseösszetétel (súly %)
II.
CaCO3 (%)
III.
VÍZHOZAM
Maximális (l/p)
Fajlagos (l/p/m)
IV.
A VÍZ VEGYI JELLEGE
1. oldott anyag (mg/l)
2. lúgosság
3. keménység
KOMÁDI
I.
Szemcseösszetétel (súly %)
II.
CaCO3 (%)
III.
VÍZHOZAM
Maximális (l/p)
Fajlagos (l/p/m)
IV.
A VÍZ VEGYI JELLEGE
1. oldott anyag (mg/l)
2. lúgosság
3. keménység
200
23,3
a = -8,6 m
b = -1,2 m
c = 21 C°
1158,0
13,1
5,11
125
4,7
a = -25,6 m
b = +1,03 m
c = 21 C°
d = 26 C°
1250,0
14,24
3,04
560
51,2
a = -1,9 m
b = +9,3 m
c = 54 C°
d = 64 C°
2247,0
25,68
2,7
31
19
a = -16,8 m
b = -0,6 m
c = 16 C°
574,5
6,3
6,5
100
3
a = -3,2 m
b = +1,63 m
c = 20 C°
d = 20 C°
679,2
7,1
3,1
300
8,7
a = -32,9 m
b = +1,67 m
c = 34 C°
d = 41 C°
1293,6
13,5
2,3
680
24,2
a = -11,5 m
b = +2,5 m
c = 60 C°
d = 78 C°
2305,9
24,7
1,4
4.
5.
6.
7.
8.
9.
HCO3 Na+
Cl- Ca++
SO4-- Mg++
NO3 NH4+



345. ábra. A dévaványai kúttelep

Fig. 345. The well-plant of Dévaványa

dig megfigyelt többi földrengésnél is Szarvas környékének jelentősen kisebb szeizmikus érzékenysége bizonyosodott be. Így pl. a Balkánon 1979. évi április 15-én Hercegnoviban kipattant földrengés Kunadacson 366 m mélységben 168 mm-es kilengést okozott, Szarvason 885 m mélyen mindössze 7 mm-est. A Szarvas szomszédságában lezajlott 1978. június 23-i békési földrengés a 47 km távolságban fekvő szarvasi kutak vizét nem mozgatta meg, de 140 km távolban Szarvas irányában a kunadacsi kúton 6 mm-es kilengést okozott. Ezek az adatok igazolják a Tiszántúl középső részének szeizmikus érzéketlenségét, amit a földrengés-statisztikák is kimutatnak.

A Körös-medence fiatal földtörténetét kivételesen jól ismerjük, mert itt mélyítették le Magyarországon azt a két 1200 m mély fúrást, amelynek anyagmintáin méretenkénti sűrűségben paleomágneses vizsgálatokat végeztek, s ennek révén a medence süllyedésének és az üledékképződésnek menetéről megbízható adatokat nyertünk (34. táblázat). Hasonló a süllyedés menete É-on a jászsági

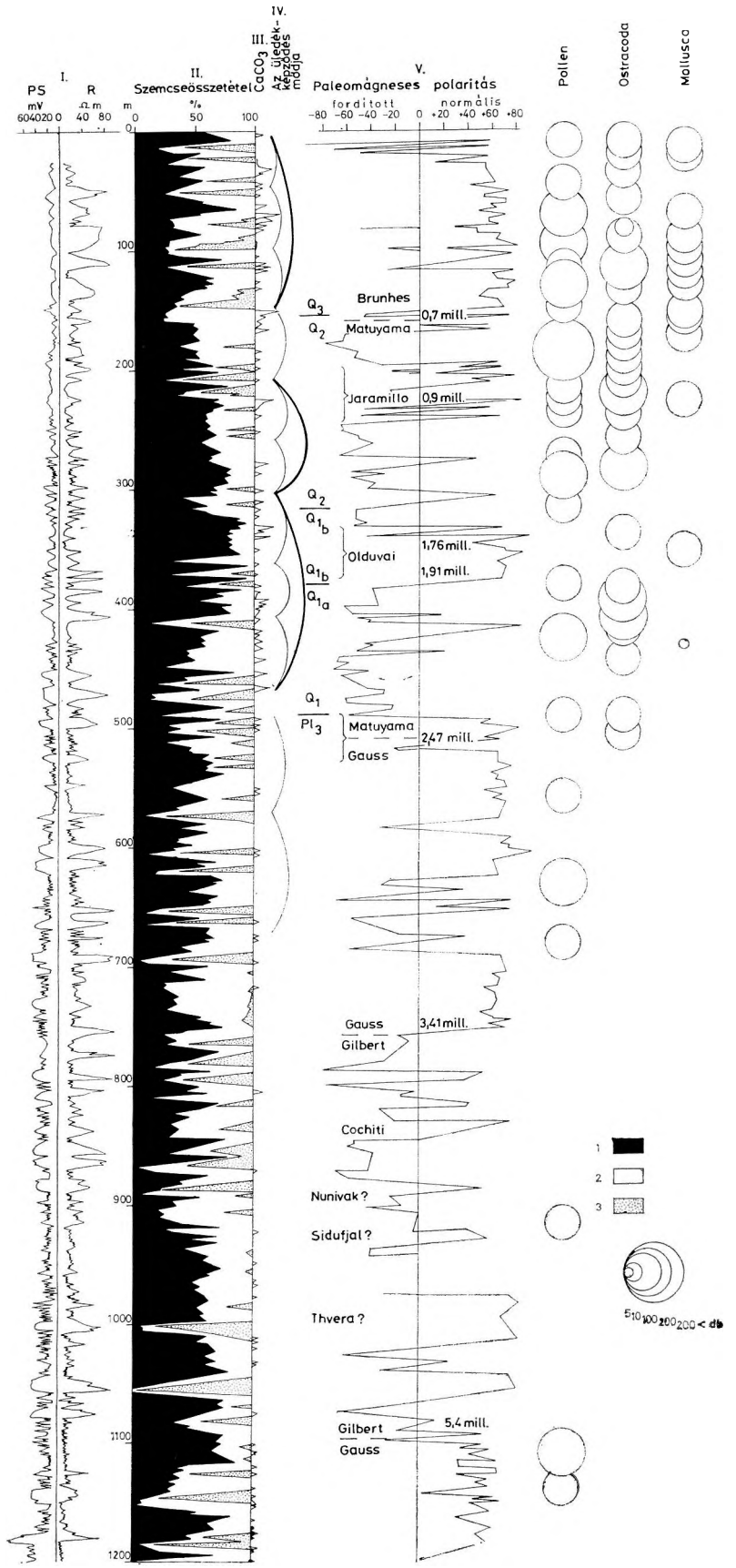
344. ábra. A Körös-medence két szélső fúrása

1. Oldott anyag, *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* agyag, *5.* iszap, *6.* lösz, *7.* homok, *8.* kavics, *9.* az ionok helye a diagramban. — *a)* Üzemi vízszint, *b)* nyugalmi vízszint, *c)* a kifolyó víz hőfoka, *d)* talphőmérséklet

Fig. 344. Two peripherical boreholes of the Körös Basin

I. Granulometry, *II.* $CaCO_3$ content, *III.* maximum water yield of well l/min: specific water yield l/min/m, *IV.* chemical type of water

1. Dissolved solids mg/l, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* clay, *5.* silt, *6.* loess, *7.* sand, *8.* gravel, *9.* location of the ions on the chemical diagram. — *a)* Drowned dawn water level, *b)* piezometric ground-water level, *c)* temperature of the outflowing water, *d)* bottom temperature


I.
PS
mV
R
Ω m
II.
Szemcseösszetétel
m
%
III.
CaCO3
IV.
Az üledék-képződés módja
V.
Paleomágneses polaritás
fordított
normális
Pollen
Ostracoda
Mollusca
Brunhes
0,7 mill.
Matuyama
Jaramillo
0,9 mill.
Olduvai
1,76 mill.
1,91 mill.
Matuyama
2,47 mill.
Gauss
Gauss
3,41 mill.
Gilbert
Cochiti
Nunivak?
Sidufjal?
Thvera?
Gilbert
5,4 mill.
Gauss
1
2
3
5 10 100 200 200 < db

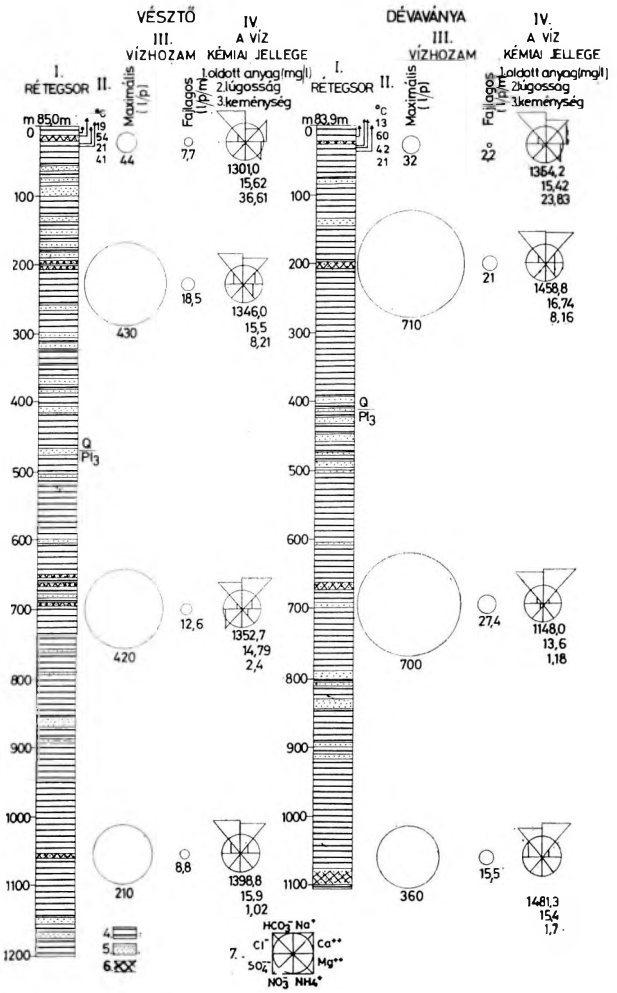
33. táblázat — Table 33

Talajvízminták kémiai elemzése (Békéscsaba)
Chemical analyses of ground-water samples: Békéscsaba

Mintavétel helye	Összes oldott só	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Fe^{++}	NH_4^+	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{--}	NO_3^-
	mg/l										
Körösladány	664	44	—	62	41	—	—	26	422	30	7
Furta	781	120	1,2	41	29	0	0	20	540	15	0
Szeghalom Á. G.	840	55	5,7	80	49	ny	0	28	544	30	0
Vésztő, Okány felé	873	62	5,0	110	35	0	0	3	611	9	5
Békéscsaba—Doboz iskola	891	132	2,8	56	28	0	1,9	10	644	0	0
Darvas	921	56	17,7	73	68	0	0	46	602	49	0
Gyula	964	138	6,7	75	30	0	0,2	33	602	62	8
Nagykereki, Rákóczi u. 21.	1052	92	37,0	92	58	—	—	90	522	123	26
Nagygyanté, posta	1183	88	5,0	186	42	0	0	179	540	184	21
Sarkad ÉNy-i szélén	1271	75		178	56	0,9	2,0	59	752	138	3
Újiráz, Néphadsereg u. 3/b	1404	110	3,4	188	70	—	—	139	443	382	63
Esztár, Viráglápos tanya	1443	705	—	95	66	—	—	132	795	61	70
Komádi, Dózsa u. 10. TSZ épület	1477	103	—	15	121	43,2	—	0	574	58	175
Báránd legelő, kút	1497	220		52	98	—	0,2	129	661	157	158
Doboz, Fő u., közkút	1500	103	8,4	143	120	—	—	202	665	216	16
Zsadány, Bölcsipuszta	1566	153	28,0	155	85	—	—	152	544	264	184
Csökmő, Új Barázda ÁG.	1713	230	4,8	144	66	—	—	125	995	116	10
Körösladány, téglagyár	1720	185	3,8	182	77	—	—	42	676	489	52
Kismarja, Debreceni u. 55.	1739	235	9,0	165	73	—	—	265	669	171	136
Sarkadkeresztúr	1755	105	—	245	78	0,2	0,2	94	685	167	365
Mezősas, Felszabadulás u. 45.	2187	135	197,0	213	87	—	—	267	1027	231	10
Földes	2228	540	1,8	19	66	—	—	237	899	400	34
Szeghalom, Ermelléki újtelep	2430	248	—	237	162	—	ny	373	629	661	85
Biharnagybajom Szőlőskert	2838	540	—	236	74	—	ny	592	768	565	20
Okány, Sztálin u. 27.	3056	377	—	145	241	—	—	355	1026	561	—
Zsáka, Vöröshadsereg u. 110.	3011	200	3,2	408	170	—	—	455	504	548	709
Bucsa, Petőfi u. 3.	2984	192	8,6	382	193	—	—	432	878	434	440
Komádi, Kutasi ÁG.	3140	387	19,7	215	194	—	—	322	1047	795	126
Nagyrábé, Pernyéspuszta	3279	180	4,8	493	173	—	—	376	763	669	598
Tépe, Rákóczi u. 17.	3608	490	2,4	270	267	—	—	754	700	1093	15
Bihartorda, Kossuth u. 53.	3616	180	803,0	140	122	—	—	394	937	375	636
Szerep, Petőfi u. 3.	4005	560	99,5	235	232	—	—	572	1028	707	548
Mezőberény, Dimitrov u. 2.	4781	836	—	163	260	—	—	503	731	454	1881
Biharkeresztes, Kossuth u. 13.	6324	585	950,0	320	215	—	—	906	1097	734	1500
Biharugra, Tóth. I. tanyája	6399	1273	—	308	278	—	0,2	367	580	3461	105

346. ábra. A vésztői fúrás komplex szelvénye
1. Agyag (0,01 mm ∅-ig), *2.* homokliszt (0,01—0,1 mm ∅), *3.* homok (0,1—2,0 mm ∅)

Fig. 346. Complex geological profile of the Vésztő borehole
I. Geophysical log, *II.* granulometry, *III.* $CaCO_3$ content, *IV.* type of the sedimentation, *V.* paleomagnetic polarity
1. Clay, *2.* sand flour, *3.* sand



347. ábra. Vízföldtani szelvény a vésztői és dévaványai kutakról

1. Oldott anyag, *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* agyag, iszap, *5.* homok, *6.* kúttá kiépített réteg, *7.* az ionok helye a diagramban

Fig. 347. Hydrogeological profiles of the boreholes of Vésztő and Dévaványa

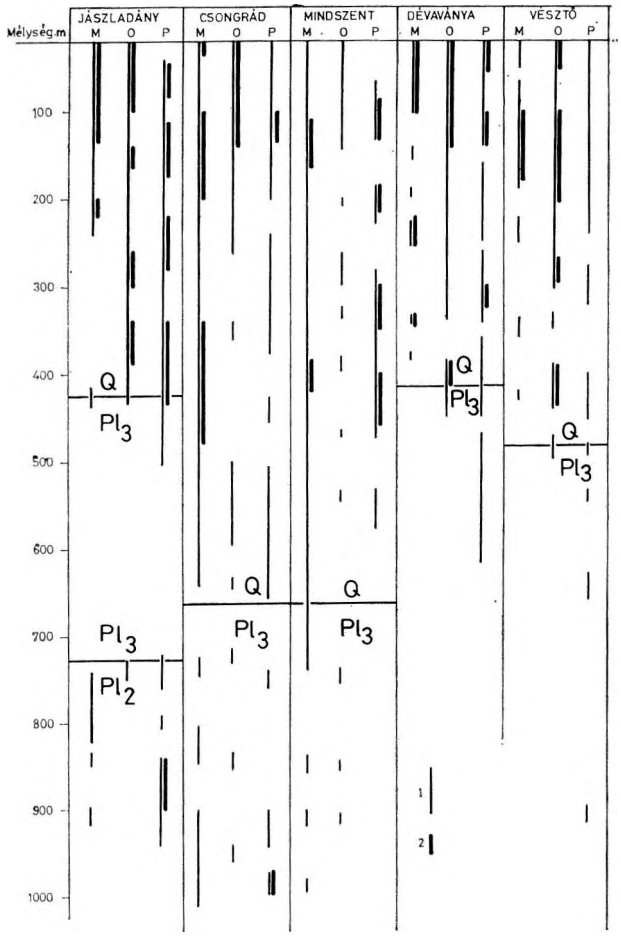
I. Profile, *II.* temperature of the outflowing water, *III.* water yield (max. l/min, specif. l/min/m), *IV.* chemical type of the water

1. Dissolved solids, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* clay, silt, *5.* sand, *6.* the screened stratum of the well, *7.* location of the ions on the diagram

medencerészben. Szentes és Szeged között viszont a süllyedés másfélszer olyan gyors volt, az üledékek jóval durvább szeműek, a negyedidőszaki rétegvastagság 550—690 m körüli.

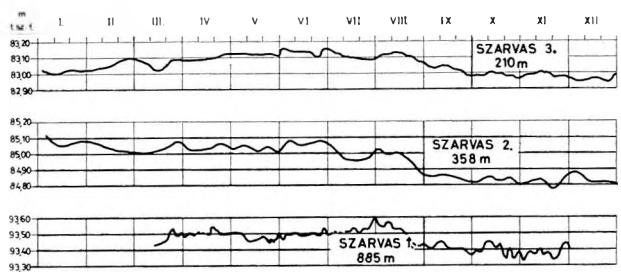
A negyedkori üledékek szemcseösszetételében Jászladánynál megfigyelt szakaszosság a dévaványai és vésztői fúrásokban is kimutatható. A 2,4 millió év alatt 5 nagyobb üledékszakasz, azokon belül 9 kisebb szedimentációs ciklus figyelhető meg. A fauna adatok annyiban bírnak sztratigráfiai szempontból jelentőséggel, hogy a Matuyama—Brunhes paleomágneses fordulat előtti idő fúrásmintái csak pleisztocén csiga- és Ostracoda faunát tartalmaznak. Viszont e határ közelében már alig van csiga és a Matuyama időszakra a teljes sterilitás jellemző. Ugyanez áll a pollen leletekre is.

Az üledékciklusok egyik-másika igen szabályosan fejlődött ki a Körös-medencében. Zavarja a képet a fúrások egyes szakaszain az, hogy valószínűleg porhullással is kell számolnunk a folyóvízi üledékképződés mellett. A homokliszt frakció, amely a levegőben szállított porra (bár nem csak arra) jellemző szemcsenagyság, a dévaványai és vésztői fúrásokban egyaránt jelentős súlyszázalékban van jelen, több helyt uralkodó a szemcsék között. A két fúrás időbeli ritmusai egyeznek, de az üledékek fajtái nem mutatnak azonosságot. Ennek oka az, hogy nem ugyanaz a folyó töltötte fel a medence különböző részeit. Dévaványát a Berettyó azaz az Ős-Szamos; Vésztő síkját a Körösök hordaléka építette fel. A legfeltűnőbb az Olduvay paleomágneses idő (1,6—1,8 millió év) alatti különböző szedi-



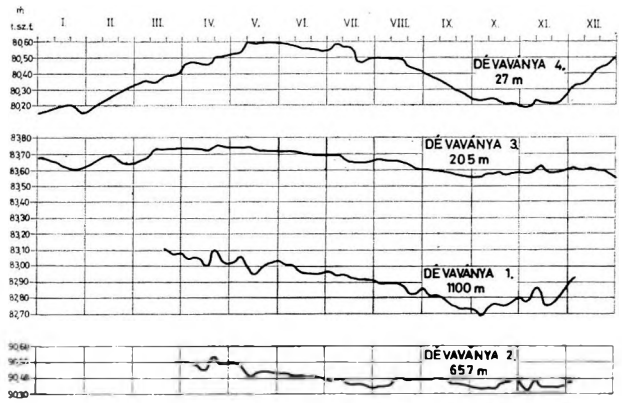
348. ábra. Néhány alföldi fúrás paleontológiai leletei
M = Mollusca, O = Ostracoda, P = pollen
1. Folytatólagosan előforduló nem nagy számú lelet, *2.* nagyszámú lelet

Fig. 348. Paleontological finds in some boreholes of the Great Plain
M = Mollusca, O = Ostracoda, P = Pollen
1. Finds in small number but in continuous series, *2.* finds in large number



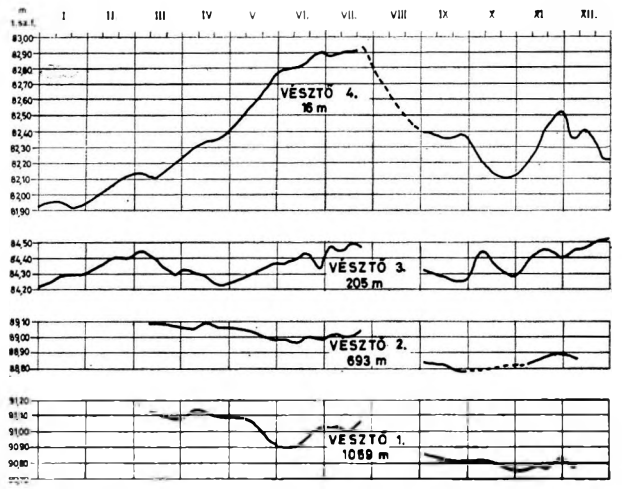
349. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Szarvas észlelő kútjaiban

Fig. 349. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the check-wells of Szarvas



350. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Dévaványa észlelő kútjaiban

Fig. 350. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the check-wells of Dévaványa



351. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban Vésztő észlelő kútjaiban

Fig. 351. Fluctuation of the ground-water level in 1980 in the check-wells of Vésztő

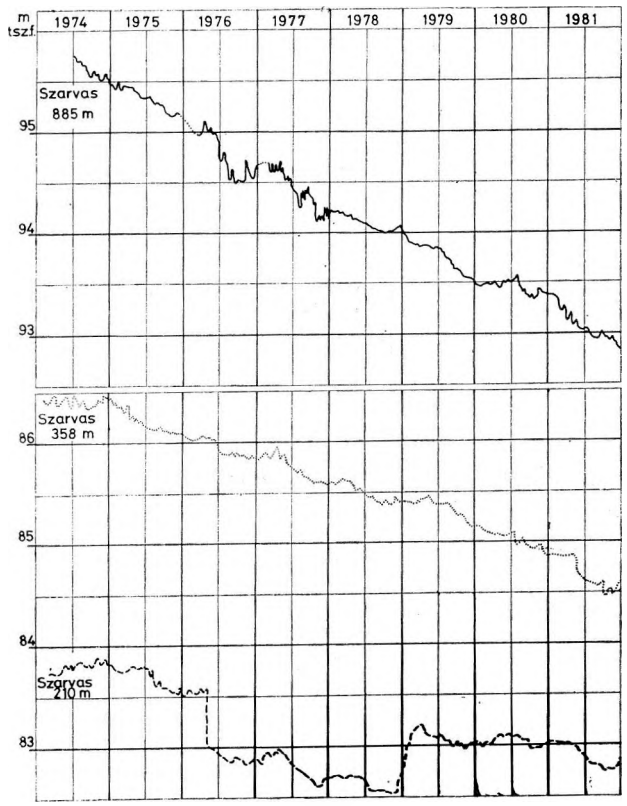
mentáció. Ez alatt Dévaványa területén finom agyag, majd durva homokrétegek települtek (280—320 m), Vésztőn az egész fúrás legegyöntetűbb agyagos szakasza fejlődött ki (320—375 m).

A negyedidőszaki rétegek alatt a pliocén legfelső tagjait a nagyon osztályozatlan szemnagyságú, általában finom rétegek jellemzik. Akár agyagnak, akár kőzetlisztnek nevezzük e képződményeket, szemcseösszetételükben minden finom szemcsekategória jelen van egymáshoz közelálló súlyarányban. Finom és durva agyag, finom és durva kőzetliszt, homokliszt és finom homok együttesen építik fel e rétegeket. A közbeékelődő kevés homokréteg is kevert szemcséjű. Finom, apró (0,1—0,2 mm) és közepes szemek egyaránt találhatók bennük. Ez az osztályozatlanság valószínűleg többszöri áthalmozás eredménye. A pliocén vége száraz meleg időszak volt, ami ritka, de heves esőket, lejtőcsúszásokat, szélhordta átrendezést és az üledékek nagyarányú keveredését jelentette.

A fúrások homokjainak ásványtani vizsgálata azt mutatja, hogy a Körösök ásványanyagától a Berettyó, illetve az Ős-Szamos vagy Ős-Berettyó vízgyűjtőjéről jövő anyag eltér. E medencerész anyaga Gyoma előtt keveredik a Körösök anyagával és Szarvasnál már együttesen jelenik meg.

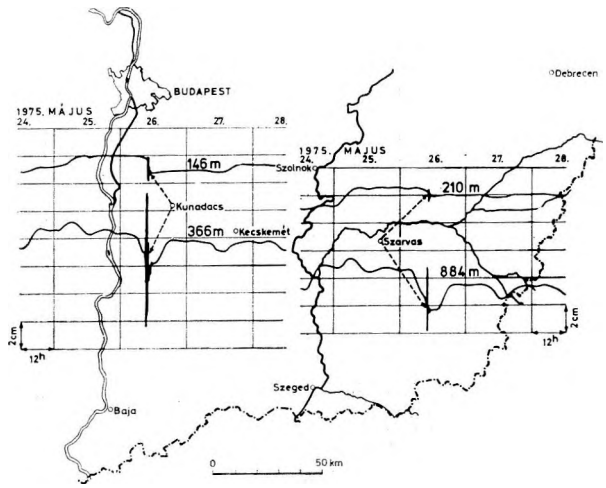
Bár az üledékképződésben szakaszosságot látunk, a süllyedés menete meglepően egyenletes volt. Nagyobb időszakaszokhoz arányos vastagságú üledéktömeg tartozik (30. ábra).

A Mollusca, Ostracoda és pollen maradványok végigkísérik a két fúrás negyedidőszaki rétegeit, de nem az idősebbeket. Egyedül pollenszemek találhatók igen kis számban és ritkásan a legfelső-pliocén rétegekben kb. 600 m mélységig. A legtöbb faunamaradvány a felső 200 m-ben található. Felső-pleisztocén csigafaunát Dévaványán 13—14 m és 36—37 m-ben, Vésztőn 22—26 m-ben találtak



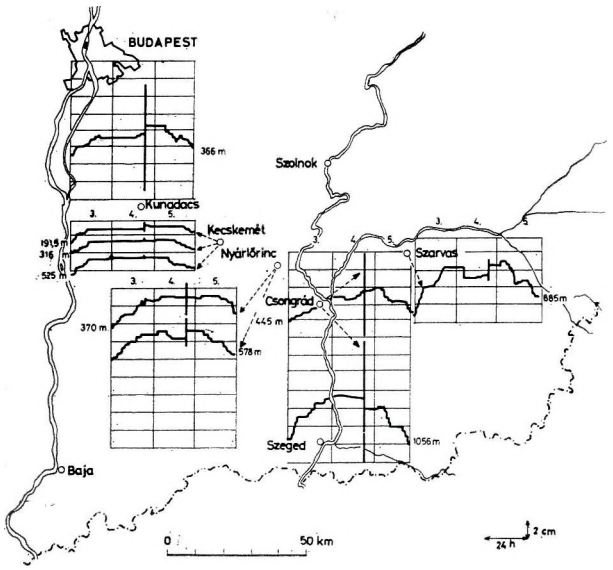
352. ábra. A vízszint több éves ingadozása Szarvas kútjaiban

Fig. 352. Long-term fluctuation of the ground-water level in the wells of Szarvas



353. ábra. Vízszintlengés az alföldi kutakban az 1975. évi azori földrengés idején

Fig. 353. Oscillation of the ground-water level in the check-wells of the Great Plain caused by the earthquake in 1975 in the Azores



354. ábra. Vízszintlengés az alföldi kutakban az 1977 márciusi romániai földrengés idején

Fig. 354. Oscillation of the ground-water level in the check-wells of the Great Plain caused by the earthquake in 1977 in Rumania

34. táblázat — Table 34

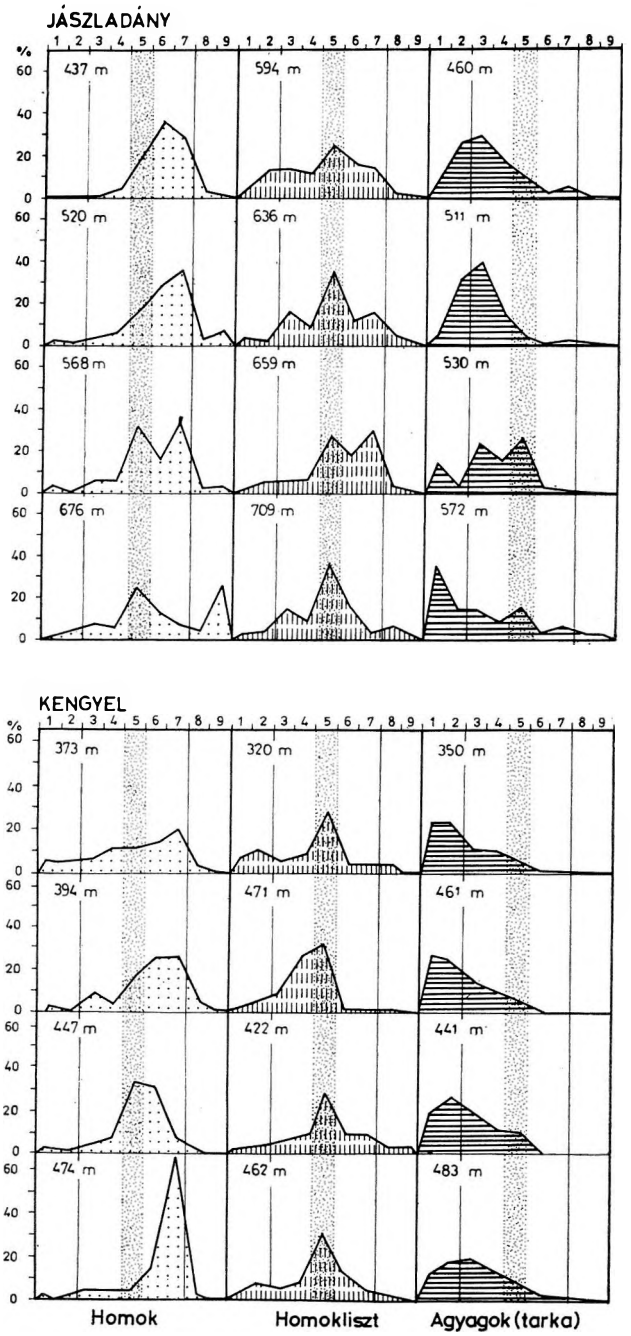
A Körös-medencében létesített MÁFI figyelő kutak
Observation wells of the Hungarian Geological Institute constructed in the Körös basin

A kút helye, jele		A szűrő mélysége (m)	Nyugalmi vízszint (m)	Maximális vízhozam (l/p)	Fajlagos vízhozam (l/p/m)	Kifolyó víz hőfoka (°C)	A vízben oldott sók súlya (mg/l)
Szarvas	3.	210	− 1,2	200	30	21	1158
	2.	358	+ 1,0	125	5	25	1265
	1.	885	+ 9,0	540	77	54	2251
Dévaványa	4.	27	− 2,3	32	2	14	1354
	3.	205	− 1,7	750	22	22	1458
	2.	657	+ 6,8	640	26	42	1208
	1.	1100	+ 8,6	280	13	61	1561
Vésztő	4.	16	− 3,0	44	8	13	1301
	3.	205	− 2,2	420	20	22	1353
	2.	693	+ 4,8	350	15	43	1319
	1.	1059	+ 6,2	510	14	57 (T 68)	1401
Komádi	4.	24	− 0,3	40	4	13	574
	3.	184	+ 1,2	35	3	18	737
	2.	525	+ 1,7	300	8	34	1293
	1.	1109	+ 2,5 (+ 16,6)	680	68	60 (T 78)	2306

nagy számban. Az alsó-pleisztocén üledékszakaszban Dévaványán nagyon kevés csigalelet fordult elő. Mindössze 130, 174, 186, 195, 208, 257 m mélységből került elő egy-két töredék, mind vízi fajok, de további szintezésre nem alkalmasak. Vésztő valamivel gazdagabb volt csigában, de csak két mélységszintben (Krolopp E. meghatározása) (35. táblázat).

Az alsó-pleisztocén Ostracoda faunája nem tér el lényegesen a legalsó szakasz együtteseitől. Széles Margit meghatározása szerint a következő fajok fordulnak elő jelentősebb számban a két fúrás alsó-pleisztocén rétegeiben (+ = néhány, ×× = sok, ××× = nagyon sok):

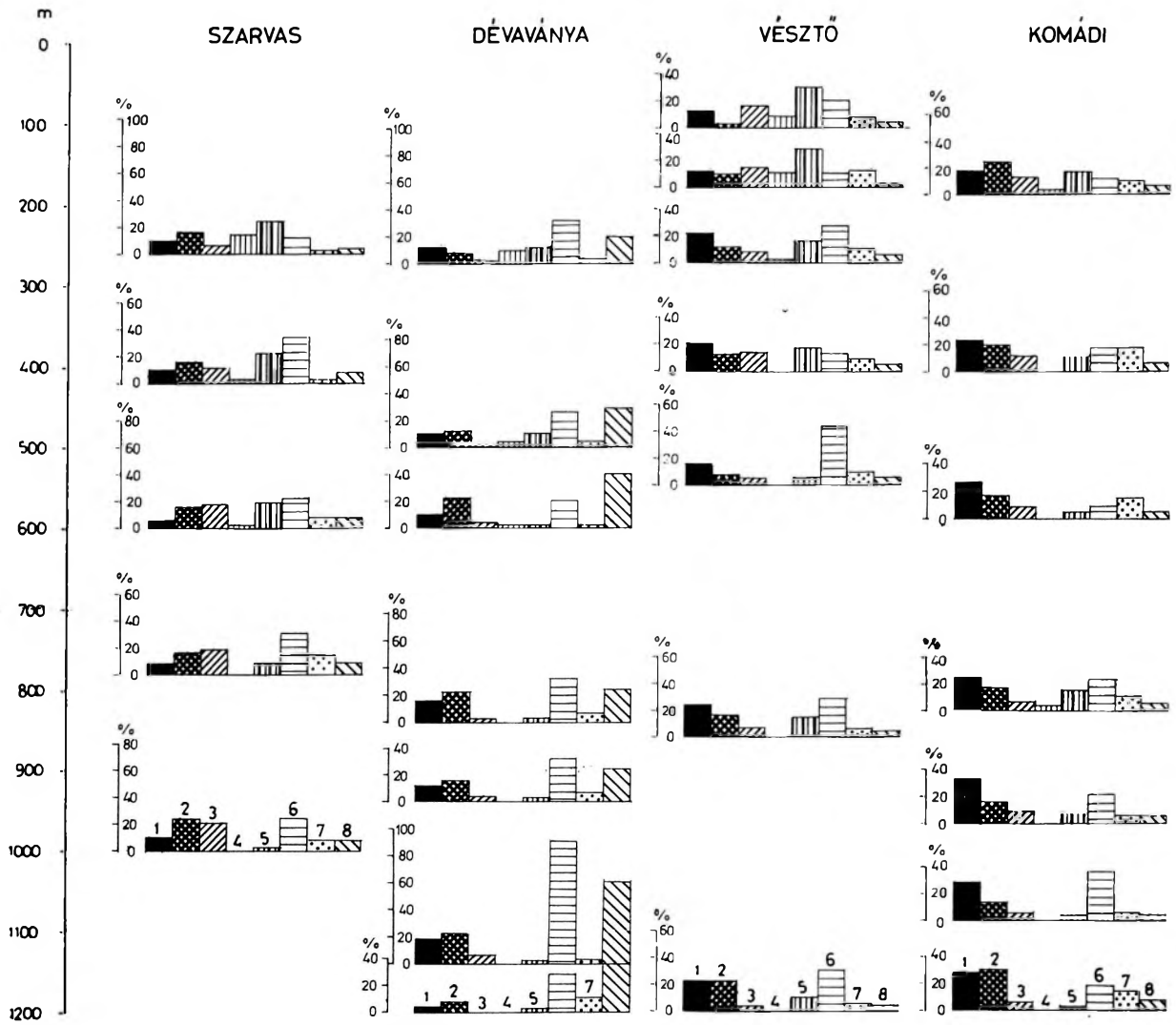
	Dévaványa	Vésztő
Ilyocipris gibba RAMDOHR	× × ×	× × ×
Ilyocipris bradyi SARS	× ×	
Candona candida O. F. MÜLLER		+
Candona compressa KOCH		+
Candona neglecta G. O. SARS	× ×	× × ×
Candona parallela G. W. MÜLLER	× × ×	× × ×
Candona protzi HARTWIG	+	+
Candona rostrata BRADY-NORM.	+	× ×
Ciclocypris huckei TRIEBEL	× × ×	× × ×
Ciclocypris laevis O. F. MÜLLER	× ×	× ×
Ciclocypris ovum JURINS	+	+
Lymnocythere inopinata BAIRD	+	× ×
Lymnocythere sancti-patricii BRADY—ROB.	+	+



355. ábra. Levantei üledékek osztályozatlan szemcseösszetétele

1. 0,000—0,001 mm ∅, *2.* 0,001—0,002 mm ∅, *3.* 0,002—0,01 mm ∅, *4.* 0,01—0,02 mm ∅, *5.* 0,02—0,06 mm ∅, *6.* 0,06—0,1 mm ∅, *7.* 0,1—0,2 mm ∅, *8.* 0,2—0,5 mm ∅, *9.* 0,5—2,0 mm ∅

Fig. 355. Example of the granulometry of unsorted Levantian sediments



356. ábra. Körös-medencei fúrásminták nehézásványai
Elemezte: ELEK I. 1980
1. Magnetit, ilmenit, *2.* gránát, *3.* epidot, *4.* piroxén, *5.* amfibol, *6.* klorit, biotit, *7.* epigén, *8.* metamorf (turmalin, disztén, cirkon)

Fig. 356. Heavy minerals from boreholes of the Körös basin. Analysed by I. ELEK

35. táblázat — Table 35

A paleomágneses fordulatok időtávolságai és a megfelelő üledékösszletek
Time intervals of the paleomagnetic reversals and the correlating sedimentary complexes

	Abszolút kor (millió év)	Mélység (m)		Paleomágneses fordulatok
		Dévaványa	Vésztő	
Felső-pleisztocén	0,3	50	70	nincs lényeges fordulat
Középső-pleisztocén	0,7	120	145	Brunhes—Matuyama határ
Alsó-pleisztocén	1,8	320	365	Olduvay alsó határ
Legalsó-pleisztocén	2,4	420	480	Matuyama—Gauss határ
Felső-pliocén	3,3	680	750	Gauss—Gilbert határ
Középső- és alsó-pliocén	5,0	990	1100	Gilbert-5. Epoch határ
Miocén		990 <	1100 <	

Egyetlen lényeges gerinces lelet fordult elő ebben a mélységszakaszban Dévaványán 257 m mélységben. KRETZOI M. egy kis Mimomys faj alsó utolsó zápfogát (M_3) határozta meg és rétegtanilag a legalsó bihari betfia horizontjába tette. Ez a lelet beillik az általunk használt beosztás alsó-pleisztocénjének legaljára.

A legalsó-pleisztocén rétegekben Dévaványán jellemző csigaféléket nem találtak. Vésztőn 360 m körül elég nagyszámú pleisztocén folyóvízi Mollusca faj került elő (KROLOPP E. meghatározása):

Corbicula fluminalis (MÜLL.)
Unio cf. *crassus* (PHIL.)
Pisidium clessini NEUM.
Sphaerium cf. *rivicola* (LAM.)
Theodoxus cf. *prevostianus* (C. PFR.)
Valvata naticina MKE.
Lithoglyphus naticoides (C. PFR.)
Viviparus böckhi (HALAV.)
Fagotia acicularis (FER.)
Fagotia esperi (FER.)

A legelterjedtebb Ostracoda fajok:

Candona parallela MÜLLER
Candona rostrata BRADY—NORM.
Candona neglecta SARS
Ilyocypris ex gr. *gibba* RAMDOHR
Ilyocypris bradyi SARS
Limnocythere inopinata BAIRD
Cyclocypris laevis MÜLLER
Cyclocypris huckei TRIEBEL

Pollen maradványokban a két fúrás elég szegény. Nagyobb számban pollent a dévaványai fúrásban 10, 60 és 120—130 m mélységben találtak, a vésztői fúrásban viszont 50, 60, 140, 220, 280 m körül. A mindenütt nagy számban jelen levő *Pinus silvestris* pollenek mellett a *Quercetum mixtum* pollenjei a legszámosabbak.

A mikromineralógiai vizsgálatok arra mutatnak, hogy a pleisztocén első felében Dévaványa és Vésztő üledékei más-más lehordási területről származtak. A dévaványai homokminták ásványcsoportjai szerint 8 mélységszakaszt különböztetünk meg 420 m mélységig. E szakaszok nem mindig egyeznek a szedimentációs ciklusokkal.

A Körös-medence területe a szeizmikusan nyugodt területekhez tartozik. Földrengés ritkán pattan itt ki és sohasem erős. A távoli földrengések hatása is nagyon lefékezve jelenik meg itt. A szarvasi kút kis vízszint kilengéssel jelzi a távoli földrengéseket ugyanakkor, amikor a Duna mente kútjainak vízszintje többszörösen nagyobb amplitúdóval mozog.

Ásványkincsei az építőipari nyersanyagok: kavics, homok, agyag; és Körösszegapáti táján, valamint nyomokban Zsáka—Furta fúrásaiból kevés földgáz. Jelentős azonban a terület hévíztermelése. Több mint 30 helyen termelnek fürdők céljára vagy egyéb célra meleg vizet 400—2000 m mélységből 36—76 °C hőmérséklettel.



357. ábra. A Kárpát-medence közepét jelző torony (Szarvas)
Fig. 357. The tower indicates the geometric centre of the Carpathian Basin

A dévaványai és vésztői fúrás Mollusca faunája a pleisztocén szakaszai szerint
Molluscan fauna from the Dévaványa and Vésztő boreholes, according to the stages of the Pleistocene.
Determination by E. KROLOPP

		Mollusca fajok	Dévaványa		Vésztő
			13—15 m	36—37 m	22—26 m
Felső-pleisztocén	Vízi fajok	*Unio* cf. *Crassus* (PHIL.)	+	+	
		Sphaerium rivicola (LAM.)	+	+	+
		Sphaerium cf. *solidum* (NORM.)		+	
		Pisidium amnicum (MÜLL.)	+	+	+
		Pisidium clessini NEUM.		+	
		Valvata piscinalis (MÜLL.)		+	+
		Valvata naticina MKE.	+	+	+
		Valvata pulchella (STUD.)	+		+
		Valvata cristata MÜLL.			+
		Bithynia leachi (SHEPP.)	+	+	+
		Bithynia leachi (SHEPP.) *operculum*	+		+
		Bithynia tentaculata (L.) *operculum*		+	+
		Lithoglyphus naticoides (C. PFR.)	+	+	+
		Lymnaea stagnalis (L.)			+
		Stagnicola palustris (MÜLL.)	+	+	+
		Radix peregra f. *peregra* (MÜLL.)	+		+
		Galba cf. *glabra* (MÜLL.)			+
		Gyraulus albus (MÜLL.)	+		
		Physa fontinalis (L.)			+
		Planorbarius corneus (L.)	+		+
		Planorbis planorbis (L.)	+	+	+
		Anisus cf. *leucostoma* (MILL.)	+		+
		Anisus spirorbis (L.)	+	+	+
		Segmentina nitida (MÜLL.)			+
	Szárazföldi fajok	*Vertigo antivertigo* (DRAP.)			+
		Succinea oblonga DRAP.	+		
		Succinea cf. *elegans* RISSO	+		+
		Vallonia pulchella (MÜLL.)	+		+
		Chondrula tridens (MÜLL.)			+

			Dévaványa	Vésztő
			71—72 m	94—99 m
Középső-pleisztocén	Vízi fajok	*Unio crassus* (PHIL.)		+
		Sphaerium cf. *rivicola* (LAM.)	+	+
		Pisidium amnicum (MÜLL.)		+
		Pisidium clessini NEUM.	+	+
		Theodoxus prevostianus (C. PFR.)		+
		Valvata naticina MKE.	+	+
		Valvata cristata MÜLL.	+	
		Valvata piscinalis (MÜLL.)	+	+
		Valvata pulchella (STUD.)	+	+
		Lithoglyphus naticoides (C. PFR.)	+	+
		Bithynia leachi (SHEPP.)	+	+
		Bithynia leachi (SHEPP.) operculum	+	+
		Bithynia tentaculata (L.)	+	+
		Viviparus acerosus (BOURG.)		+
		Viviparus böckhi (HALAV.)	+	
		Fagotia acicularis (FÉR.)		+
		Stagnicola palustris (MÜLL.)	+	+
		Galba truncatula (MÜLL.)	+	

36. táblázat — Table 36 (2)

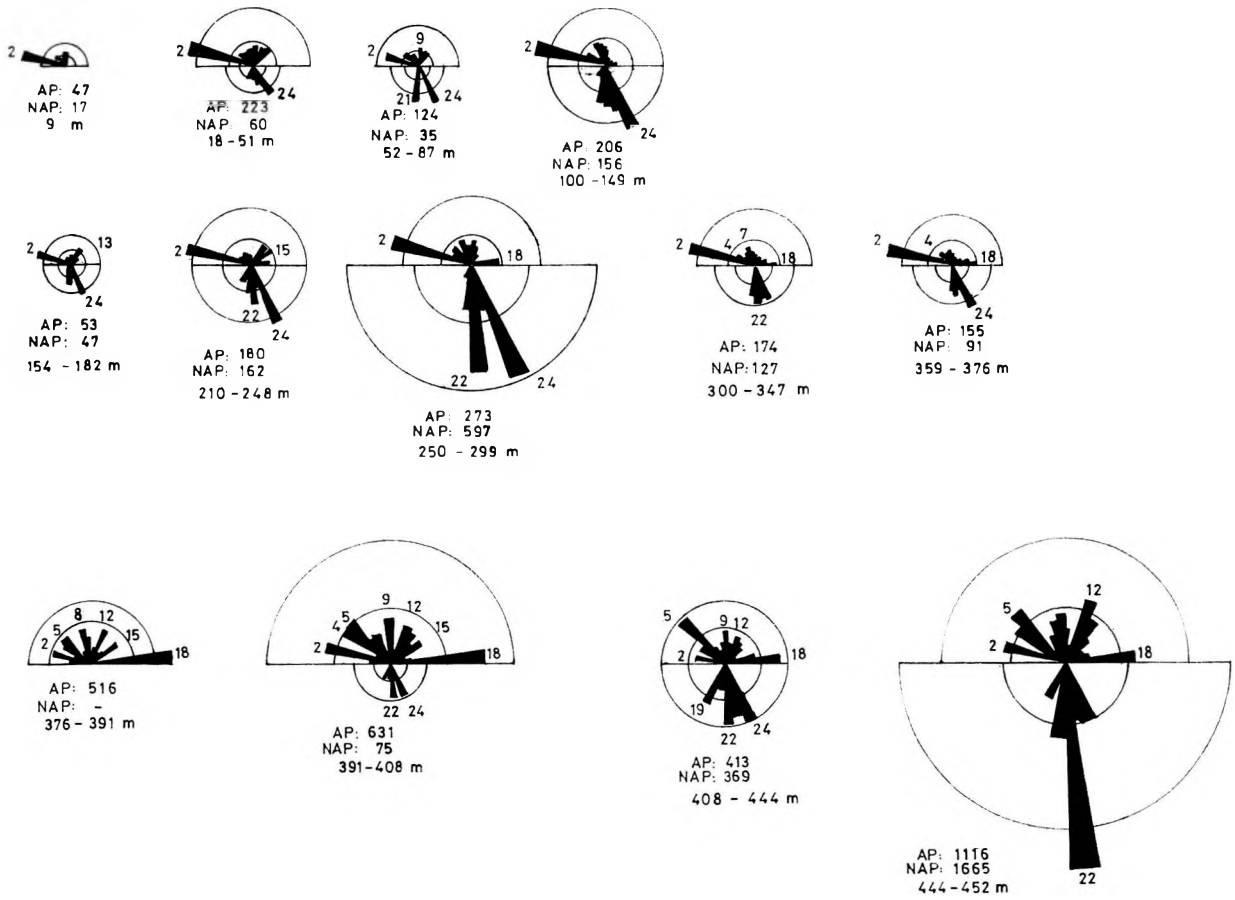
		Mollusca fajok	Dévaványa	Vésztő
			71—72 m	94—99 m
Középső-pleisztocén	Vízi fajok	*Planorbis planorbis* (L.)	+	+
		Planorbarius corneus (L.)		+
		Anisus spirorbis (L.)	+	+
		Anisus leucostoma (Mill.)		+
		Segmentina nitida (Müll.)		+
		Gyraulus riparius (West.)	+	
		Gyraulus laevis (Ald.)		+
		Gyraulus albus (Müll.)		+
	Szárazföldi fajok	*Carychium minimum* Müll.	+	
		Succinea oblonga Drap.	+	+
		Succinea putris (L.)	+	
		Succinea elegans Risso	+	+
		Chondrula tridens (Müll.)		+
		Vertigo pygmaea (Drap.)	+	
		Vertigo antivertigo (Drap.)	+	+
		Vertigo cf. *genesii* (Gredl.)	+	
		Pupilla muscorum (L.)	+	
		Vallonia costata (Müll.)	+	+
		Vallonia pulchella (Müll.)	+	
		Clausilia pumila C. Pfr.	+	
		Vitrea crystallina (Müll.)	+	
		Discus ruderatus (Fér.)		+
		Perforatella bidentata (Gmel.)	+	

			Vésztő		
			158—164 m	173—174 m	231—232 m
Alsó-pleisztocén	Vízi fajok	*Pisidium clessini* Neum.	+	+	
		Theodoxus cf. *prevostianus* (C. Pfr.)		+	
		Valvata naticina Mke.	+	+	
		Valvata pulchella (Stud.)	+		+
		Valvata cristata Müll.	+		
		Valvata piscinalis (Müll.)	+		+
		Bithynia leachi (Shepp.)	+	+	+
		Bithynia leachi (Shepp.) operculum	+		+
		Bithynia tentaculata (L.)	+	+	
		Lithoglyphus naticoides (C. Pfr.)		+	
		Viviparus böckhi (Halav.)	+	+	
		Fagotia acicularis (Fér.)		+	
		Lymnaea stagnalis (L.)	+		
		Galba truncatula (Müll.)	+		
		Stagnicola palustris (Müll.)	+		+
		Planorbarius corneus (L.)	+		+
		Planorbis planorbis (L.)	+		
		Anisus spirorbis (L.)	+		
		Anisus vorticulus (Trosch.)	+		
		Segmentina nitida (Müll.)	+		
		Gyraulus riparius (West.)	+		
	Szárazföldi fajok	*Succinea elegans* Risso	+		
		Succinea oblonga Drap.	+		
		Cochlicopa lubrica (Müll.)	+		
		Pupilla muscorum (L.)	+		

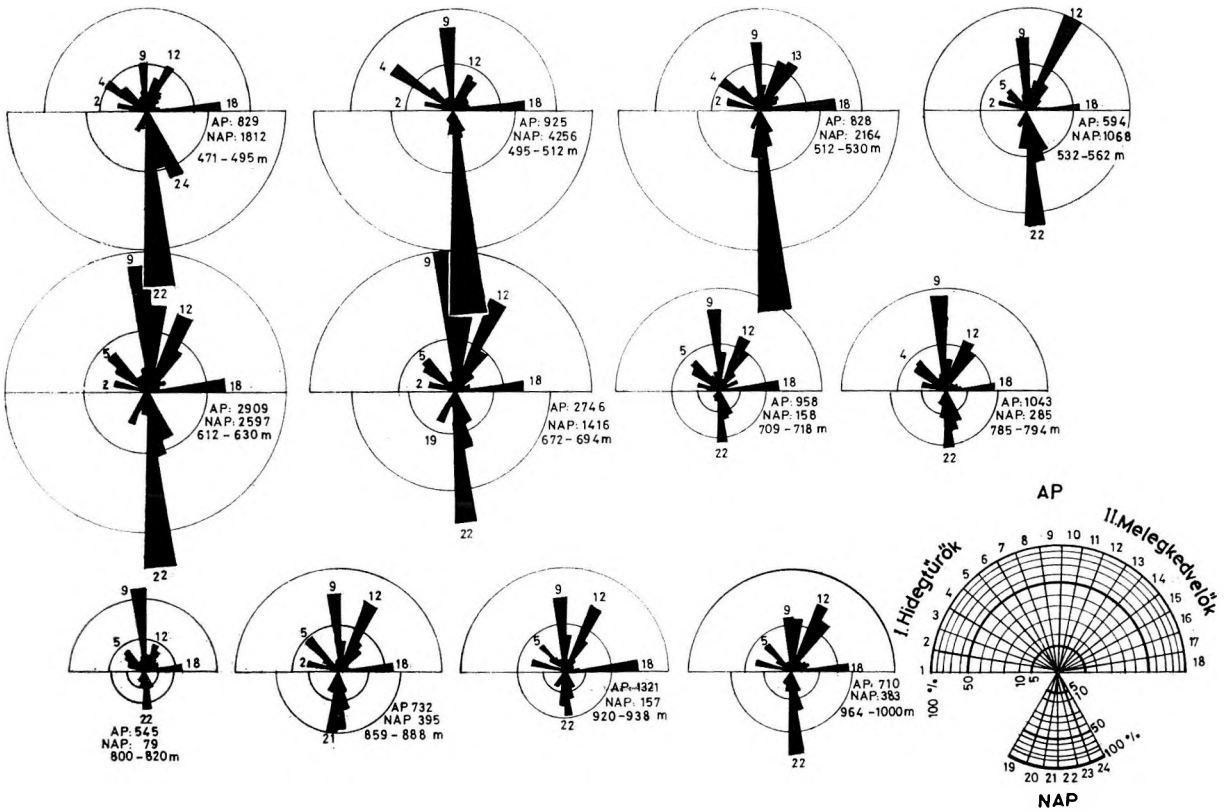
Krolopp Endre meghatározása.



358. ábra. Rétegzetlen lösz alatt rétegzett infúziós lösz (Szentes, téglagyár)
Fig. 358. Stratified infusion loess below unstratified loess Szentes. Brickyard



359. ábra. Negyedidőszaki pollen együttesek a szarvasi fúrásból (Mihálty I.-né meghatározása)
A jelmagyarázatot lásd a 360. ábránál
Fig. 359. Quaternary pollen groups in the borehole of Szarvas. Analysed by Mrs. I. Mihálty
For explanation see Fig. 360



360. ábra. Felső-pliocén és felső-pannóniai pollen együttesek a szarvasi fúrásból (HUTTER E. meghatározása)
Arbor pollenek: *1.* Pinus cembra, *2.* Pinus silvestris, *3.* Larix, *4.* Picea, *5.* Betula, Salix, *6.* Fagus, Acer, Populus, Carpinus, *7.* Abies, Juglans, Corylus, *8.* Quercus, Tilia, Fraxinus, *9.* Alnus, *10.* Ulmus, *11.* Castaneae, *12.* Taxodiaceae, *13.* Tsuga, Carya, Pterocarya, *14.* Nyssa, Ostrya, *15.* Ginkgo, Podocarpus, *16.* Zelkowa, Engelhardtia, *17.* Rhus, Ilex, Hedera, Ericaceae, *18.* Cedrus, Palma, Pinus haploxylon. Non arbor pollenek: *19.* Mycophyta, *20.* Bryophyta, *21.* Pterydophyta, *22.* Potamogetonaceae, *23.* Gramineae, *24.* Varia

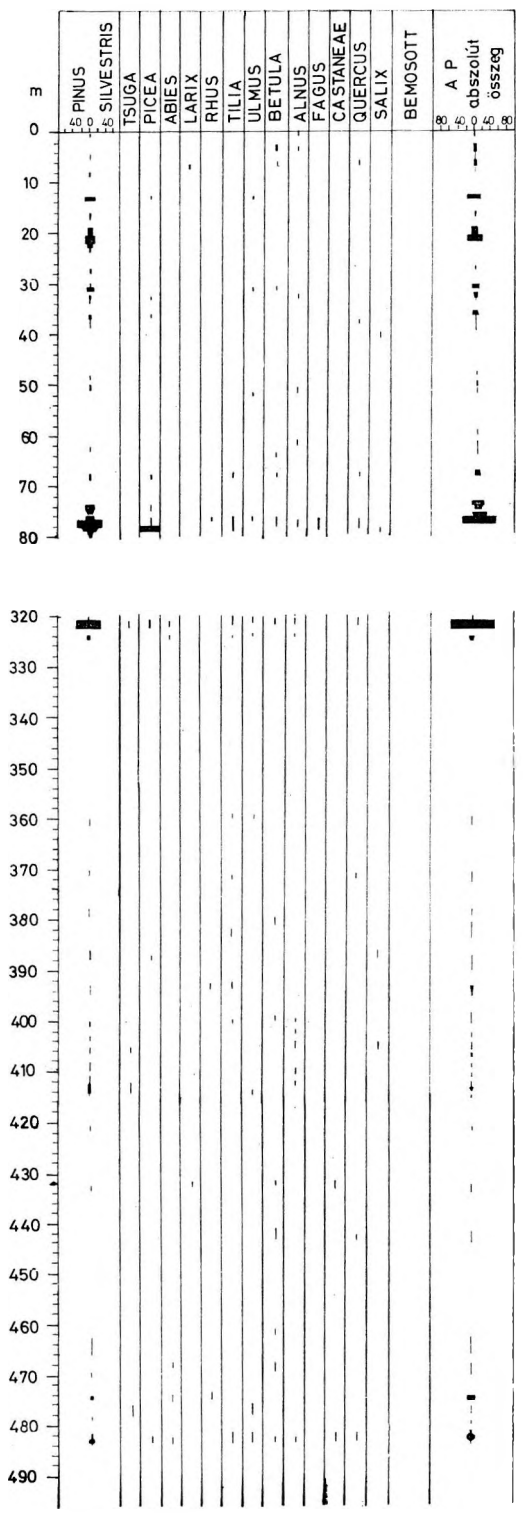
Fig. 360. Upper Pliocene and Upper Pannonian pollen groups in the borehole of Szarvas. Analysed by E. HUTTER

A Körös-medence a szénhidrogén-kutatás perspektivikus területe. A kutatás régen megindult, de hosszú ideig nagyon gyenge eredménnyel. A biharnagybajomi maximumon 1941-ben indult meg a kutatás és 1946-ban mélyítették le az első fúrást. Ebben miocén rétegekből származó kőolajat és földgázt találtak. A kutatást folytatták Körösszegapáti, Szarvas, Endrőd, Füzesgyarmat, Komádi, Sarkad területén és további reményeket fűznek a Szeghalom, Zsáka, Mezősas, Biharugra, Dévaványa, Békés környéki fúrásokhoz. A medencealjzat itt ópaleozóos kristályos kőzet, amelyre miocén rétegek települtek. Ennek a sorozatnak alsó, konglomerátum részében és homokköveiben található a kőolaj és földgáz.

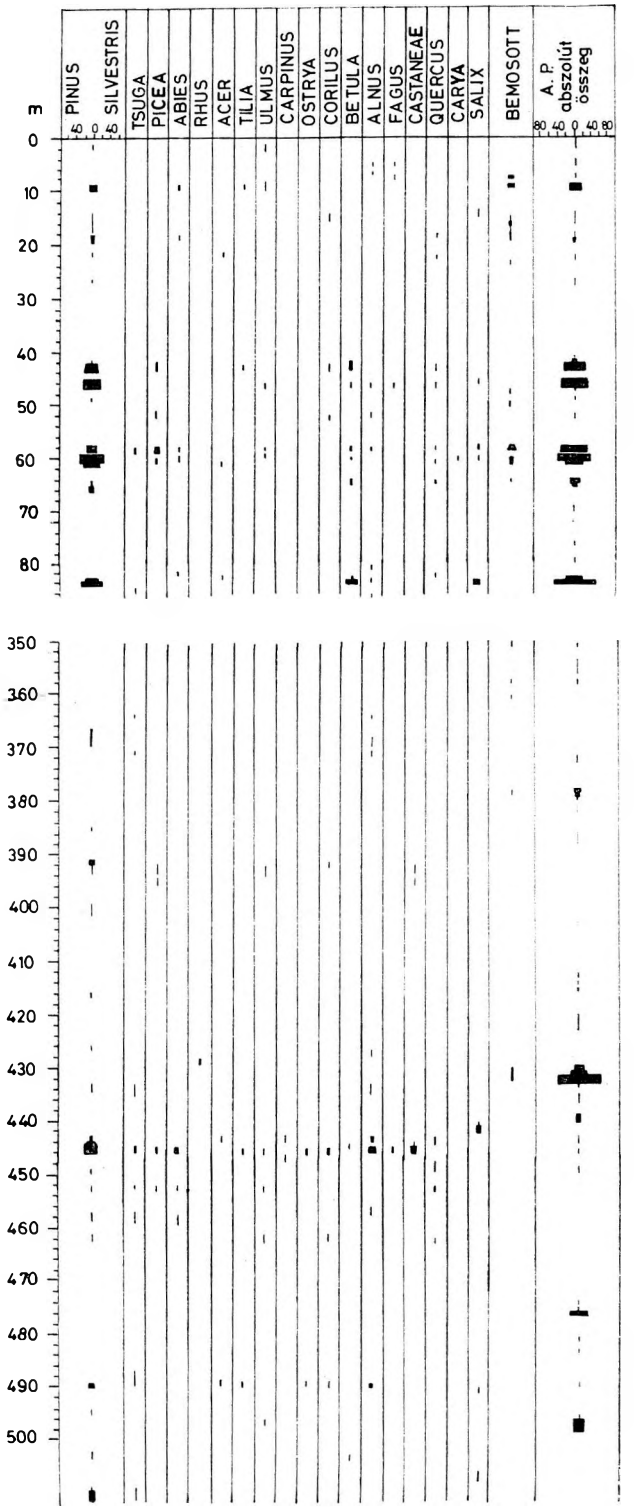
Ha a termőtalajt az ásványkincsek közé soroljuk, a Körös-medence a mezőgazdasági termelésben szegény területek közé tartozik. Igazán jó mezőségi talajai nincsenek. Sok a vizenyős, lápos, gyakran víz alatt álló terület. Sem a gabona és a kukorica vetésterületében, sem a termésátlagok tekintetében nem áll elöl. Nem pótolja az e téren mutatkozó hiányt a takarmánynövények termelése sem.

A Körös-vidék földtani és talajtani viszonyait elsőnek SZABÓ JÓZSEF tanulmányozta és térképezte (1861). Hat kategóriába sorolta a felszíni képződményeket és azokról részletes kémiai elemzéseket is közölt. Térképe Békés és Csanád megyére terjedt ki, nem foglalta magába az egész Körös-medencét. Később KREYBIG LAJOS foglalkozott a terület talajtani viszonyaival. Ő megfigyelte, hogy a talajok négy morfológiai szintbe sorolhatók. Ezt a besorolást az 1952—1954. évi földtani térképezés során magam is igazoltam és az egész Körös-medencére érvényesnek találtam. A legmélyebb szint a mocsaraké és lápi talajoké, a következő szint a kemény szívós fekete réti agyagoké, annál kissé magasabb térszínen helyezkednek el a friss öntések és a szikesek. A szikesekből kiemelkedik foltokban a negyedik horizont, a termékeny lösz-szigetek geomorfológiai szintje.

A talajviszonyoknak, a talajvíz helyzetének és a felszín alatti rétegek anyagának és szerkezetének megfelelően a Körös-medence nem tartozik az ország mezőgazdasági szempontból gazdag tájai közé. A főbb termékek közül egyedül a búza az, amit mindenütt erőltetnek, s amivel közepes termés-eredményeket el lehet érni. Kukoricát csak az északi és déli határon termelnek a löszterületeken. A cukorrépa művelése is elterjedt.



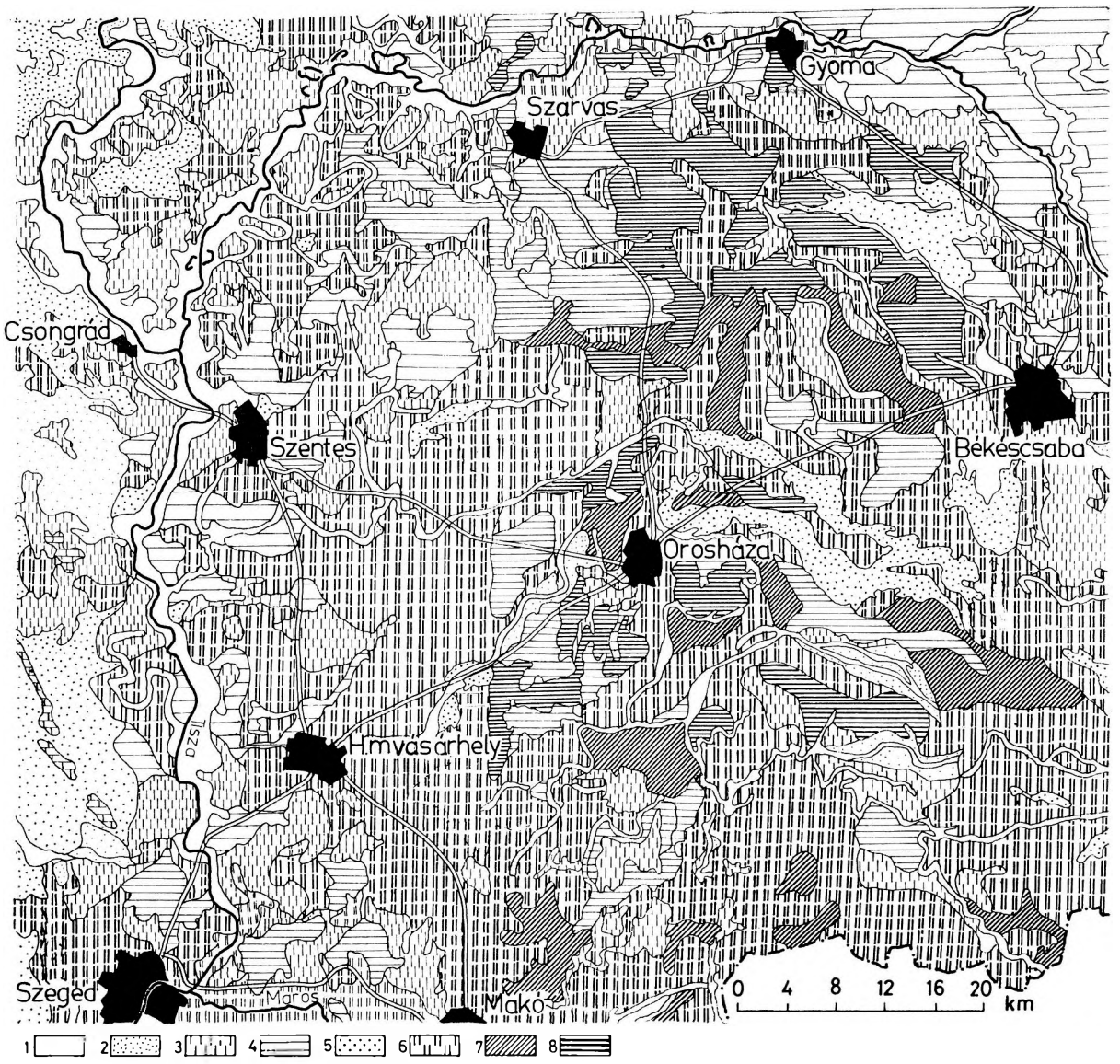
361. ábra. Pollen leletek a dévaványai fúrásban
Fig. 361. Pollen finds in the borehole of Dévaványa



362. ábra. Pollen leletek a vésztői fúrásban
Fig. 362. Pollen finds in the borehole of Vésztő

A Tisza-völgy déli szakasza

A Tisza mai ártere alföldi szakaszain különböző szélességű. Vannak részek, ahol a völgy nagyon szűk. Így pl.: Szolnok és Csongrád között néhány kilométerre szűkül az ártér és a folyó jobb és bal partjától távolodva a 80—85 m magas ártérről 90 m-nél magasabb küszöbökbe botlunk. Csongrád alatt azonban kiszélesedik az ártér és mind szélesebbé terebélyesedik a Maros torkolata is Szeged felé. A völgy határa K felé nehezen vonható meg és igen változatos vidék az, amely a szorosan vett folyóvölgyet kíséri. Békés és Csongrád területe ez. Jóval változatosabb, semhogy egyetlen tájnévvel egybefoglalható lenne. Vannak kitűnően termő löszterületei, vannak agyagos mély részei és vannak a felszínen, vagy közvetlenül a felszín alatt homokos tájai. E kisebb tájak határai sincsenek a mai országterületen belül, hanem átnyúlnak a ma Romániához és Jugoszláviához tartozó területekre. A Tisza a mai magyar határon túl még 170 km hosszú utat tesz meg, míg eléri Titelnél a Dunát. A nekünk „déli" Tisza-völgy igazából inkább a közép Tisza-vidékéhez tartozik. Az Alföld területe még Titelnél sem végződik el, tovább nyúlik le a Duna mentén a Morva folyó torkolatáig, amely Titeltől még jó 60 km-rel D-re található. Az Alföldnek ez a Maros folyótól D-re elterülő része a Bánát nevet viseli.



363. ábra. A D-i Tisza-völgy és az orosházi perem földtani térképe

Holocén: *1.* friss ártér, öntésföld, *2.* homok, futóhomok, *3.* iszap, kőzetliszt, *4.* agyag. Pleisztocén: *5.* homok, futóhomok, *6.* lösz, homokliszt, *7.* iszap, *8.* agyag

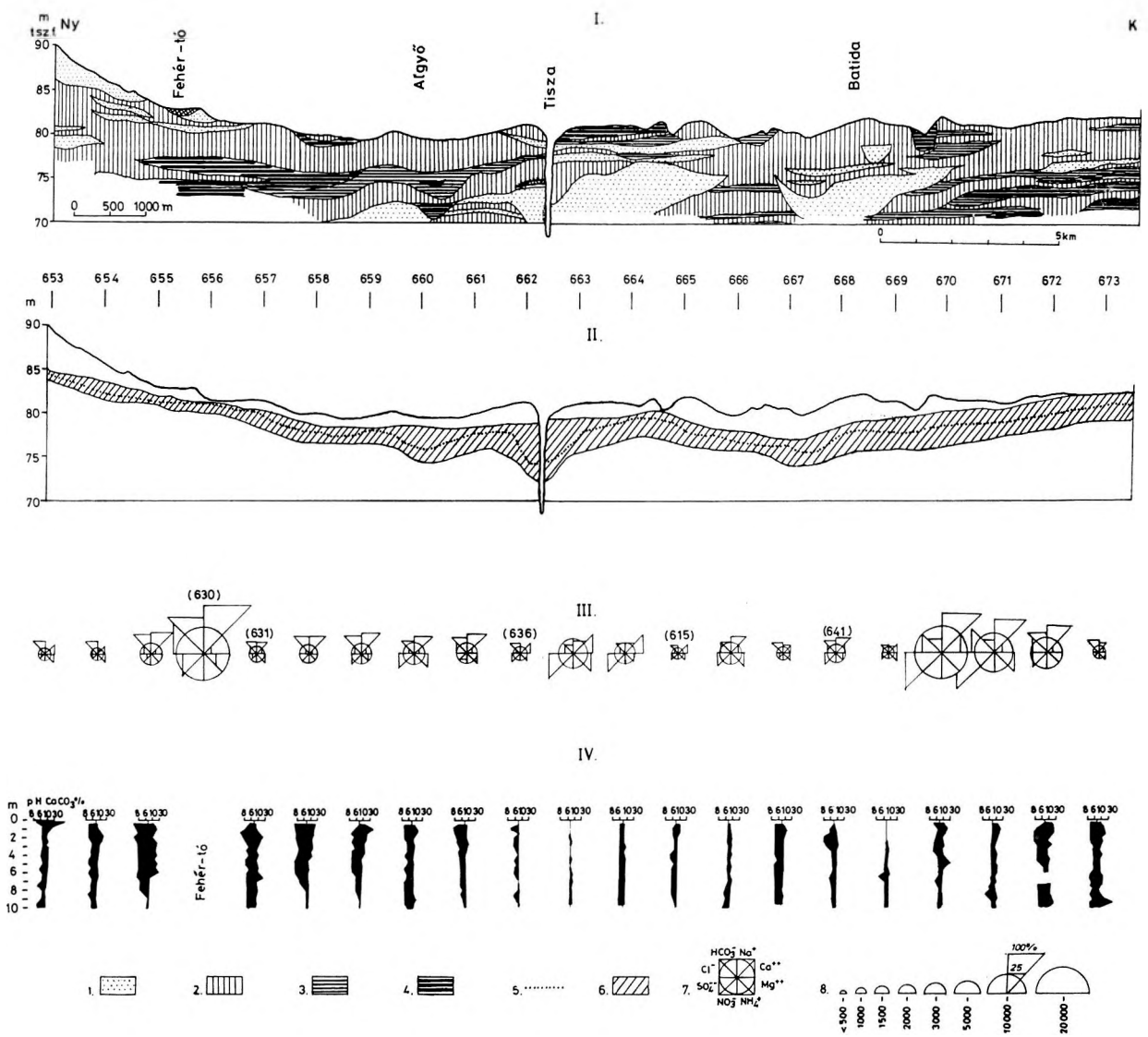
Fig. 363. Geological sketch map of the southern part of the Tisza valley and the platform of Orosháza

Holocene: *1.* fresh shed material, *2.* sand, blown sand, *3.* silt, *4.* clay. Pleistocene: *5.* sand, blown sand, *6.* loess, sand flour, *7.* silt, *8.* clay

A Csongrád—Szeged közti Duna szakasz 74 km hosszúságú, a terület maga légvonalban 50 km hosszú, 15—30 km széles és a folyó mindkét oldalára kiterjed. A Tisza 100—150 m széles és 10—15 m mély mederrel folyik át a területen. Vízhozama Szegednél évi átlagban 900 m^3/s; kisvíznél 127 m^3/s, nagyvíznél 3800 m^3/s. A vízszint ingadozása sok év átlagában közel 12 m. Lebegtetve szállított hordalékát közepesen évi 12,4 millió m^3-nek mérték.

A Hármas-Körös évi közepesen 85 m^3/s vizet szállít a Tiszába. A folyó vízszintje 11,2 m-es ingadozást mutat. A Maros 190 m^3/s vizet hoz átlagosan és vízszintje 6,8 m-t ingadozik. Hordalék szállításukról nincs elegendő adatunk.

A déli Tisza-völgy felszíne 80 m tsz. f. átlagos magasságban fekszik. Legnagyobb részt a Tisza mai hordalékának anyagai fedik: iszap és agyag. Néhány helyen azonban kis magasságkülönbséggel pleisztocén térszíndarabok is kiemelkednek a mai ártérből, ezeket infúziós löszréteg fedi. A löszféle



364. ábra. Földtani szelvény a D-i Tisza-völgy tájáról

I. Földtani viszonyok, *II.* talajvízjáték, *III.* talajvízkémia, *IV.* egymás alatti rétegek pH-ja és $CaCO_3$ tartalma

1. Homok, *2.* homokliszt, lösz, *3.* iszap, *4.* agyag, *5.* a talajvíz megütött szintje, *6.* a talajvízjáték zónája, *7.* az ionok helye a diagramban, *8.* Than-féle egyenérték%, összes oldott só (mg/l)

Fig. 364. Geological section of the southern part of the Tisza valley

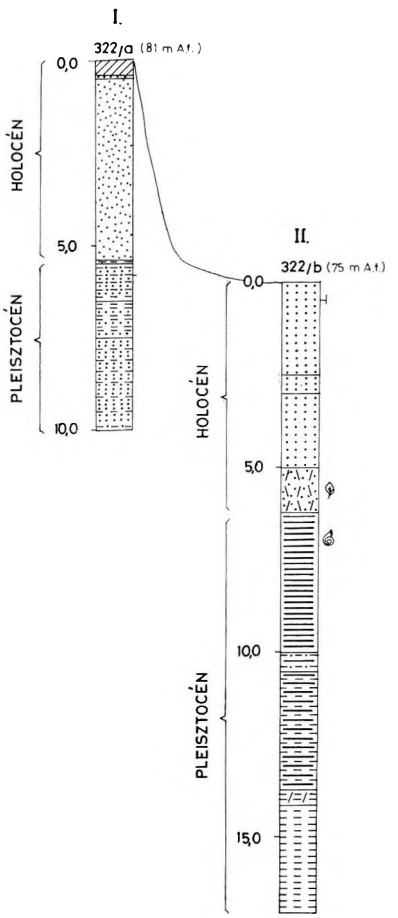
I. Geology, *II.* zone of the ground-water fluctuation, *III.* chemistry of the ground-water, *IV.* pH and $CaCO_3$ content of the layers

1. Sand, *2.* sand flour, loess, *3.* silt, *4.* clay, *5.* the entry of the ground-water in the hole, *6.* zone of the fluctuation of the ground-water table, *7.* location of the ions on the chemical diagram, *8.* equivalent percent. Total amount of the dissolved solids in the water mg/l

anyagok itt a Tisza déli szakaszának táján végig nagy szerepet játszanak a felszín és felszín közeli rétegek felépítésében. Ez a pleisztocén végi porhullásnak köszönhető, hiszen a Duna—Tisza köze homokjából kiszitált poranyag nagy része ide került, de valószínű, hogy a nagyon lusta folyású nagy folyók hordalékában is sok a por finomságú (0,02—0,06 mm ∅) anyag, amit általában a lösz uralkodó szemcsefrakciójának tartunk. A homoklisztféleségekhez képest aránylag kevés a homokréteg a déli Tisza-völgyben, eltekintve a hátság felől néhol a Tiszáig nyúló futóhomok domboktól. Az elemzések szerint igazi finom agyag is kevés van az ártéren. Uralkodó a löszféleségek mellett a homoklisztes iszap, homokos iszap. A rétegek éles határral váltják egymást. Nagyon kevés helyen találunk a folyóvízi feltöltődésnek megfelelő lassú felfinomodást. A homokrétegek éles határral váltanak át iszapba, agyagba, vagy homoklisztbe és fordítva.

Az alsó Tisza-völgy üledékeinél felmerül a homokliszt-képződmények genetikájának kérdése. Azokat a képződményeket, amelyek szemcseösszetételében a homokliszt frakció (0,02—0,06 mm ∅) uralkodó (40—50 súlyszázalék, vagy több), — amennyiben szerkezetük nem mond ellene és mésztartalmuk is megfelelő (10—20%) — hullópor eredetű képződménynek, lösznek tekintjük. Ez a szemcseösszetétel az Alföldön és a Dunántúlon is a pleisztocén löszöket jellemzi. A Hortobágyon ugyan már találkoztunk lösz szemcsézettségű rétegekkel holocén térszínen, de itt a déli Tisza-völgyben nemcsak jelenkori ártéren, de mederkitöltésként is feltártak olyan képződményeket, amelyek a pleisztocén löszök szemcseszerkezetét mutatják. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a folyó löszterületekről hoz hordalékot és bizonyos folyássebességnél ezt a szemcsefrakciót rakja le, de az is elképzelhető, hogy bármilyen hordalékból adott sebességnél a homokliszt ülepedik le.

Nem könnyű a holocén és pleisztocén rétegek elkülönítése a Tisza völgyében és a völgyperemeken. A löszrétegek hajlataiba betelepült iszap- vagy agyagréteg feltehetően holocén, bár helyenként ezek az iszaprétegek folytatólagosan a löszrétegek alatt is megtalálhatók. Ilyen esetben és a mai ártér feletti magasságban az agyag- és iszaprétegek pleisztocén korúak lehetnek. Általában a finomszemű rétegek 2 m vastagságú tagja tekinthető holocén korúnak ott, ahol az üledékképződés a holocénban folyamatos volt.



365. ábra. A Tisza-meder üledékei Mindszentnél
I. Tisza-part, *II.* Tisza-meder

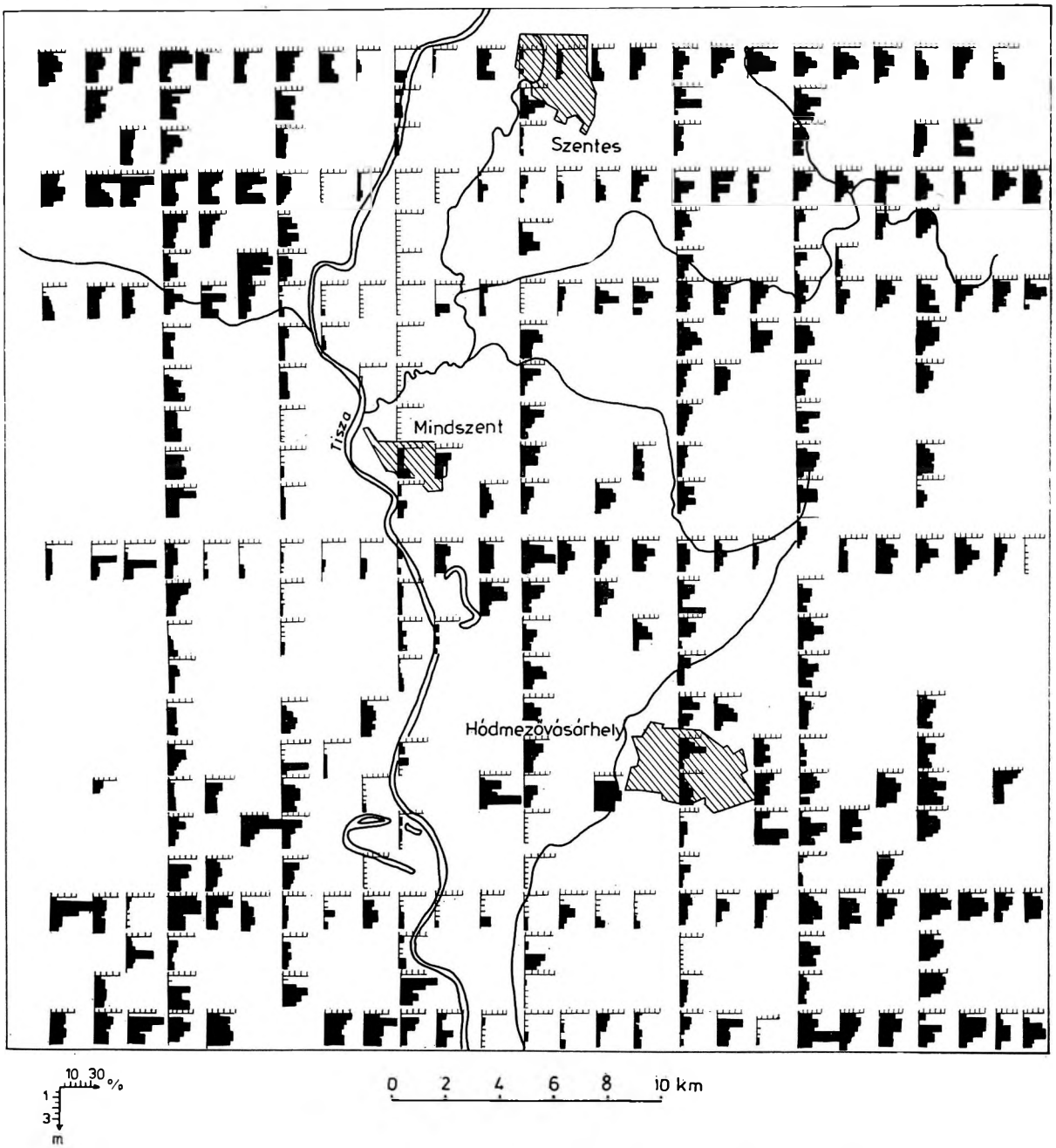
Fig. 365. The sediments of the Tisza-channel at Mindszent
I. Riverbank, *II.* sediments of the river bed

A Tisza D-en kisvíz idején 5—6 m mélyen folyik a jobb parti árvízmentes térszín alatt. Mindszentnél a meder alatt 6 m vastag a jelenkori homokos üledék. Alatta 4 m vastag agyag települ, azalatt pedig 7 m agyagos iszapot fúrtak meg. A bal oldali partfalban egy 0,25 m vastag löszsapka után 6 m homoküledék következik, kb. a mederfenék szintjéig. Itt egy nagyon vékony iszapréteg után néhány méteres iszapos homok következik. A 6 m-es homokréteg holocén korú lehet.

A Tisza-völgy D-i felén a mésztelenség csökkenti a talajok termőerejét. Egy részletesebb tanulmány kimutatta, hogy a felszínközeli rétegek mésztelenek, de 1—2 m mélységben legtöbb helyen mészgazdag rétegeket lehet találni, 20—30% $CaCO_3$-tartalommal.

Még egy érdekes jelenségre mutattak rá az itt végzett tanulmányok. A talajvíz és a talaj között ioncserék mennek végbe és ezek eredménye az, hogy a kalciumsók a talajvízben oldatba mennek és a feltalaj mészszegény marad. A talajban ezzel szemben a nátriumsók szaporodnak fel. A talaj és talajvíz mésztartalma a Dél-Tiszántúlon egymás tükörképét mutatja.

A talajvíz közepes szintje mélyebben áll itt a Tisza-völgyben, mint a Duna—Tisza közi hátsági homokban, vagy az orosházi hátság egyes öblözeteiben. Valószínűleg szerepe van ebben a Tisza leszívó hatásának is, hiszen a fúrások és mérések főleg nyáron készülnek, amikor a folyón kisvíz van. De szerepet játszhatnak a löszfele anyagok is, amelyek alatt mindenütt a környezetnél mélyebben áll a talajvíztükör. A vízszintingadozás ezzel szemben nagy. Ennek oka egyrészt a Tisza közelsége, hiszen annak vízszintje 11 m-es ingadozást végez és ez a parti területekre kihat. A másik ok az, hogy a talajvíztartó réteg finomszemű homok, vagy sokszor iszap, ebben az anyagban pedig ugyanaz a vízmennyiség-növekedés vagy csökkenés függőleges irányban nagyobb ingadozást idéz elő, lévén a szabad hézagtérfogat ezekben az anyagokban kisebb, mint a durva homokban, vagy kavicsban.

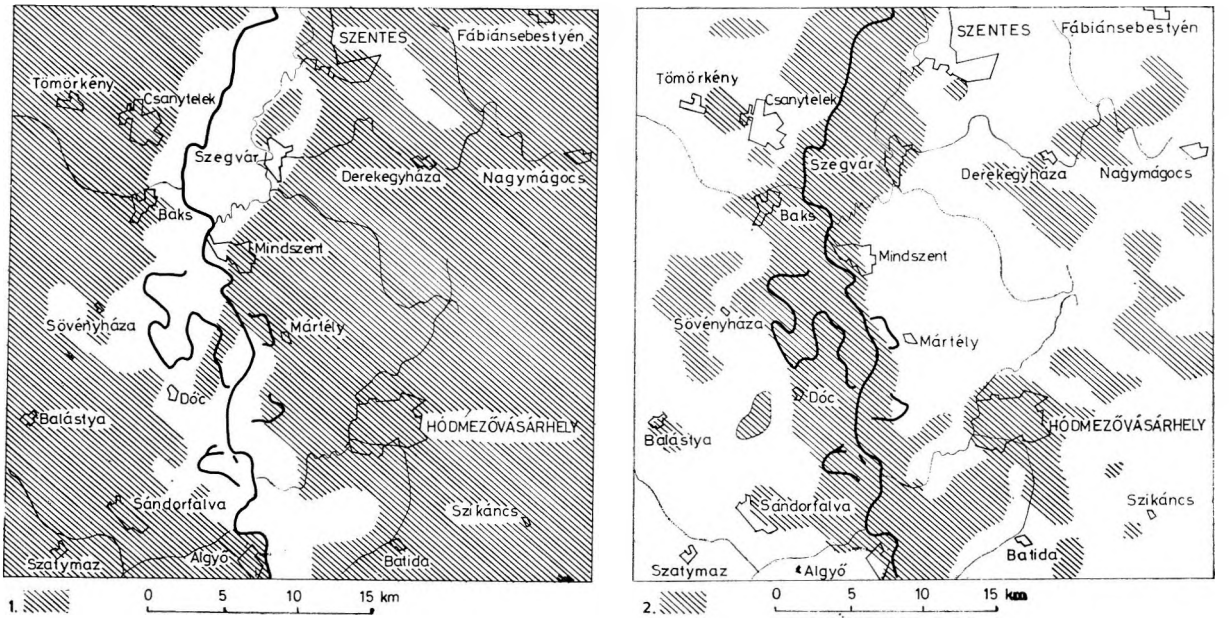


366. ábra. A talaj mésztartalma 0—3 m mélységig a Hódmezővásárhelyi térképlapon

Fig. 366. Lime content of the soil dawn to 3 m depth in the region of Hódmezővásárhely

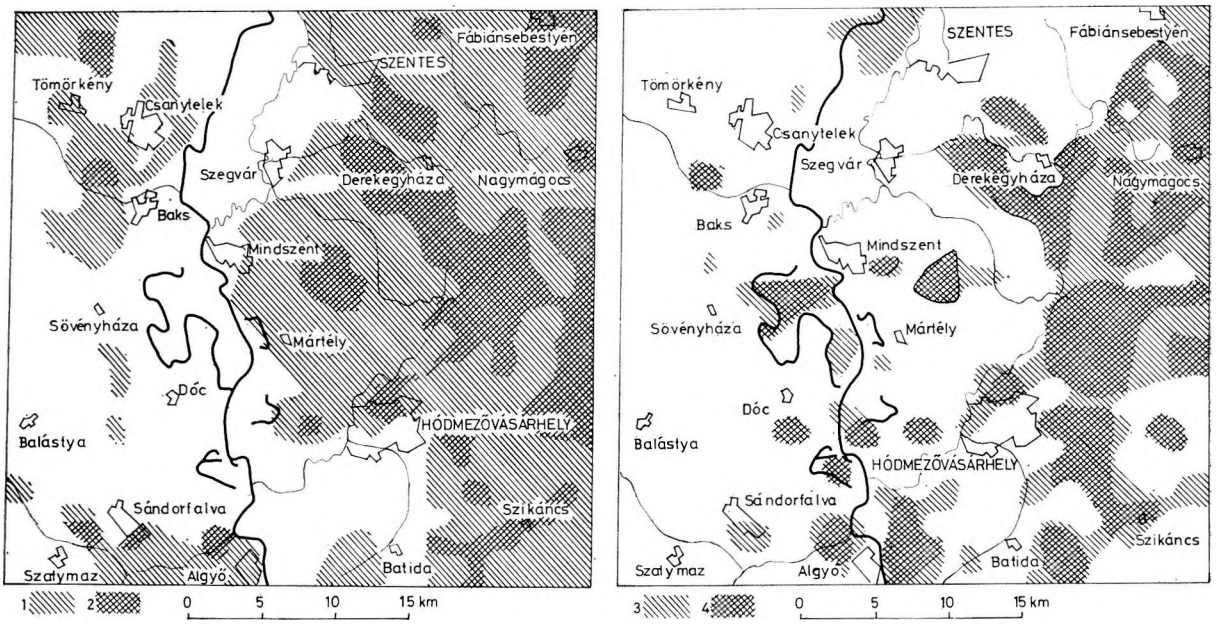
Az 1950—54-ben készült talajvízkút kataszter alapján 1960-ban kiadták az Alföld 1:200 000 ma. talajvíztérképét, amely az Alföldön közel 750 000 kút térképezése és mérése alapján készült. A térkép megbízhatóságát az alföldi tanyák igen sűrű kúthálózata biztosította. 1966 és 1980 között e terület is részletes földtani térképezés alá került és a geometrikus rendbe telepített sekélyfúrásokban a talajvíz szintjét is megmérték, mégpedig a talajvíztükör jelentkezési mélységét és nyugalmi szintjét. A régi és új földtani felvételek között eltelt 15—30 esztendő több helyütt lényeges változást okozott a talajvízhelyzetben. Ennek vannak természetes okai, így az, hogy az 1950—52-es esztendők hosszú idő áttekintésében a legszárazabb évek voltak, míg az 1970-es évek többsége nagyon csapadékos volt. Mesterséges ok viszont, hogy a mind jobban elterjedő öntözésnek is talajvízszint-emelő hatása van.

A talajvízkémia a folyómenti terület jellegzetes képét mutatja. A medrek mentén a vízben kevés oldott só van. Ahol viszont nagyon rétegzett az anyag és különböző — de mindig finom szemcsézett-



367. ábra. Mésztartalom a talajban és a talajvízben a hódmezővásárhelyi térképlapon
1. 5%-nál nagyobb $CaCO_3$ tartalom 1,5 m mélységben, *2.* 100 mg/l-nél több Ca^{++}

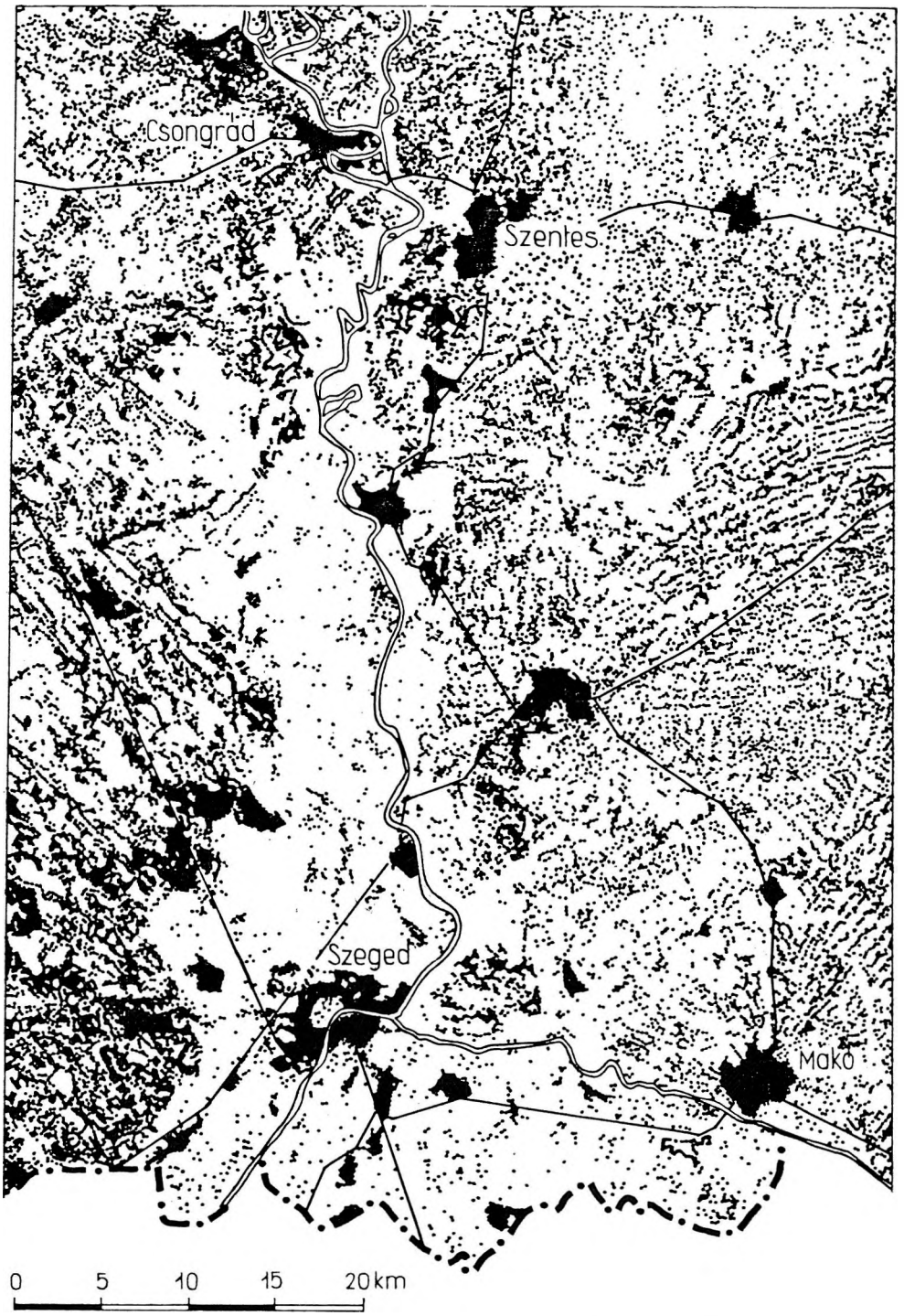
Fig. 367. Lime content of the soil and of the ground-water in the region of Hódmezővásárhely
1. More than 5% $CaCO_3$ content in the soil in 1.5 m depth, *2.* more than 100 mg/l Ca-ion in the ground-water



368. ábra. A talajvíz nátrium- és szulfát-ion tartalma a hódmezővásárhelyi térképlapon
1. 40% egyenértéken felüli Na^+, *2.* 1000 mg/l-nél több Na^+, *3.* 40% egyenértéken felüli SO_4^{--}, *4.* 1000 mg/l-nél több SO_4^{--}

Fig. 368. Sodium (Na) and sulphate content of the ground-water in the region of Hódmezővásárhely
1. More than 40 equivalent percent Na^+, *2.* more than 1000 mg/l weight Na^+, *3.* more than 40% equivalent SO_4^{--}, *4.* more than 1000 mg/l SO_4^{--}

ségű — kőzetek követik sűrűn egymást, ott az ingadozó talajvíztükör sok anyagot old ki a kőzetekből és ásványosodott lesz. Itt is, mint a Tiszántúl mélyterületein másfele is, nátrium- és hidrogén-karbonát-ion (sziksó) van legnagyobb mennyiségben a vízben. Az erősen ásványosodott vizekben a nátrium-ion mellett sok a magnézium, a kationok között pedig a szulfát- és klorid-ion.



369. ábra. Ásott kutak sűrűsége Szeged térségében 1951-ben

Fig. 369. Density of the dug wells in the region of Szeged 1951

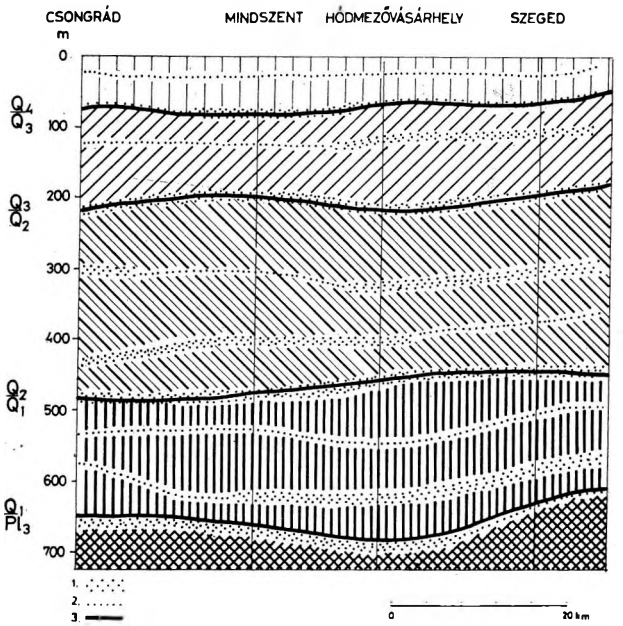
Mélységi vízben a déli Tiszántúl az Alföld leggazdagabb tája. A terület felszíni rétegei 100—200 m mélységig agyagosak, onnan lefelé 1000—1300 m-ig egymást követik a jobbnál jobb vízadó rétegek. 1500—2000 m körül újra jó vízadó rétegek vannak, de ezekből már forró víz jön. A kedvező nyomásviszonyok miatt a 100—200 m mélységű kutakból már felszökő víz nyerhető. E viszonyoknak és a rossz talajvíznek tudható be, hogy az országnak ezen a részén mélyítették le a legtöbb artézi kutat. 1980-ban 5400 fúrt kutat tartottak nyilván Csongrád megyében. Közöttük 3000-nél több volt 100—350 m mélységű. Ezek tehát a legjobb, leghasználhatóbb vízadó rétegek. E rétegek a középső-pleisztocénbe tartoznak. A pleisztocén rétegsor 500—700 m mélységig tart ebben a medencerészben. Alatta

a felső-pannóniai rétegek következnek 2000—2300 m mélységig, majd az alsó-pannóniai 3000—5000 m mélységig. A medencealjzat a Tisza-völgy déli részén idős kristályos kőzetekből áll. Ezekre helyenként nem túl nagy vastagságban mezozóos kőzetek (triász, jura, kréta) és paleogén—miocén takaró rétegek települnek.

Víz- és szénhidrogén-kutatás szempontjából a neogén pannóniai rétegek a legfontosabbak. Ezek vastagsága Hódmezővásárhelyen eléri a 4440 m-t, a kvarter rétegekkel együtt 5130 m-t. Szénhidrogén szempontjából az algyői mező ma az ország leggazdagabb termelő területe. Termálvíz termelés tekintetében a Szentes—Hódmezővásárhely—Szeged folyosó a legjelentősebb. Az Alföldnek ezen a táján hasznosítják leginkább a mélységi vizek hőenergiáját. E területeken 1000—2000 m körüli mélységből 50—98 °C hőmérsékletű víz termelhető és egy-egy kút 2000 l/p vizet szolgáltathat, méghozzá úgy, hogy a víz a felszín fölé szökik 20—30 m-re, kivételesen még magasabbra. Az ivóvizet adó 200 m mélység körüli artézi kutak átlagosan 100 l/p vizet adnak 2—5 m nyugalmi vízszinttel a terep fölött és 20 °C körüli hőmérséklettel.

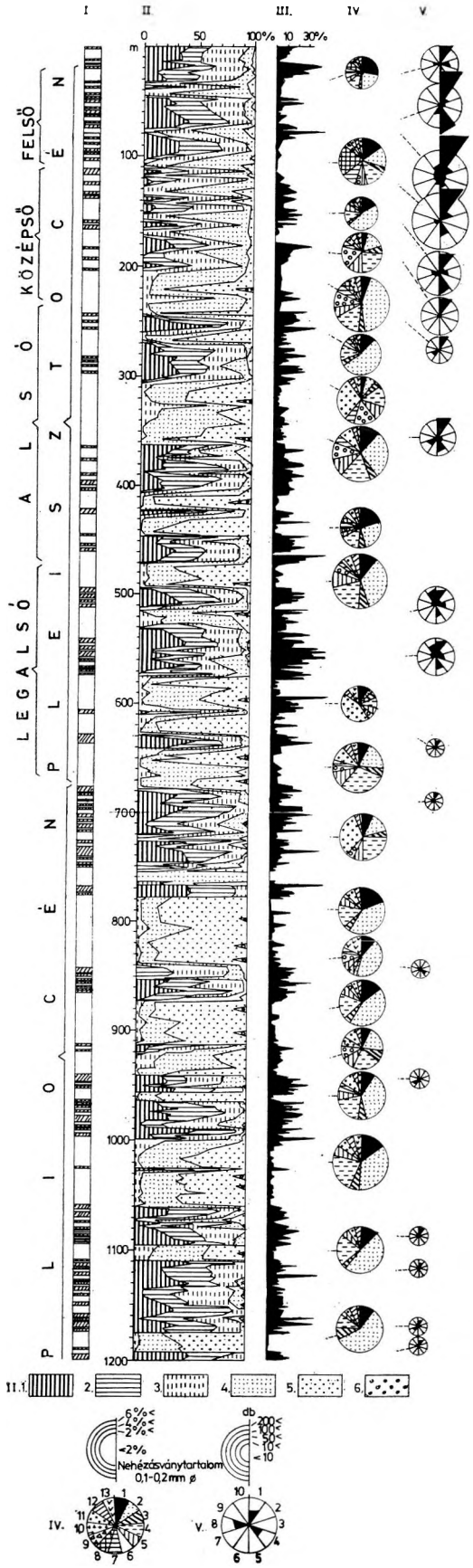
A negyedidőszaki rétegeket a MÁFI csongrádi (1200 m) és mindszenti (1500 m mély) alapfúrásaiból ismerjük. Csongrádon 650—680 m-ben mutatták ki a pleisztocén talpát, Mindszenten 680 m-ben. Mindkét fúrásban a rétegek szemcseösszetételében kimutathatók voltak a folyóvízi üledékciklusok. Ezek alapján a felső-pleisztocén vastagsága 50 m körüli; a középső-pleisztocén talpa Csongrádon 130 m, Mindszenten 120 m; az alsó-pleisztocén talpa Csongrádon 440 m, Mindszenten 400 m; a legalsópleisztocén talpa, s ezzel a negyedidőszaki rétegek egész vastagsága Csongrádon 650—680 m; Mindszenten 680 m. Mindkét fúrás lefelé nem tarkaagyagos rétegsorral folytatódik — mint az Alföldön általában —, hanem ugyanolyan homokos, kavicsos összlettel, amilyen a negyedidőszakra volt jellemző. A kavicsos rétegek Csongrádon még 1200 m mélységben is előfordultak, Mindszenten 1060 m-ben abbamaradtak. A faunaadatok nem adnak támpontot a bizonytalan kvarter—pliocén határ megállapítására és a pleisztocén belső tagolásának bizonyítására, paleomágneses vizsgálatokat pedig itt a rétegeken nem végeztek. Az üledékciklusok alapján végzett kvarter tagolás kísérleti jellegű.

A csongrádi fúrás alapján 4 vízfigyelő kutat építettek ki a 200, 400, 600 és 1000 m körüli mélységi szintekre. A mindszenti fúrásból szintén négy kutat építettek ki, de itt további 3 mélységkategóriát is megvizsgáltak próbaszivattyúzással. A csongrádi kutak néhány éve íróműszeres megfigyelés alatt állnak, így a különböző mélységű víztartókban lebonyolódó nyomásváltozások szabályszerűségeinek megállapítása módunkban áll. Több kútban éveken át folytatott mérések azt bizonyították, hogy azokon a területeken, ahol a mélységi vízadókban a nyomásgradiens a mélységgel növekszik, ott a vízszintekben mutatkozó évszakos és sokéves ingadozás is nagyobb a mélyebb rétegekben. Ahol viszont a nyomásgradiens negatív, vagyis a mélység felé haladva, a víztartók vízszintje nem magasabban, hanem egyre mélyebben áll és nyugszik meg, ott az ingadozás mértéke lefelé csökken.



370. ábra. Negyedkori üledékciklusok a D-i Tisza-völgyben
1. Ciklust indító és záró durva üledék, *2.* bizonytalan határ, *3.* sztratigráfiai határ

Fig. 370. Quaternary fluvial sedimentary cycles in the southern part of the Tisza valley
1. Coarse sediment beginning and closing the cycle, *2.* uncertain boundary, *3.* stratigraphic boundary

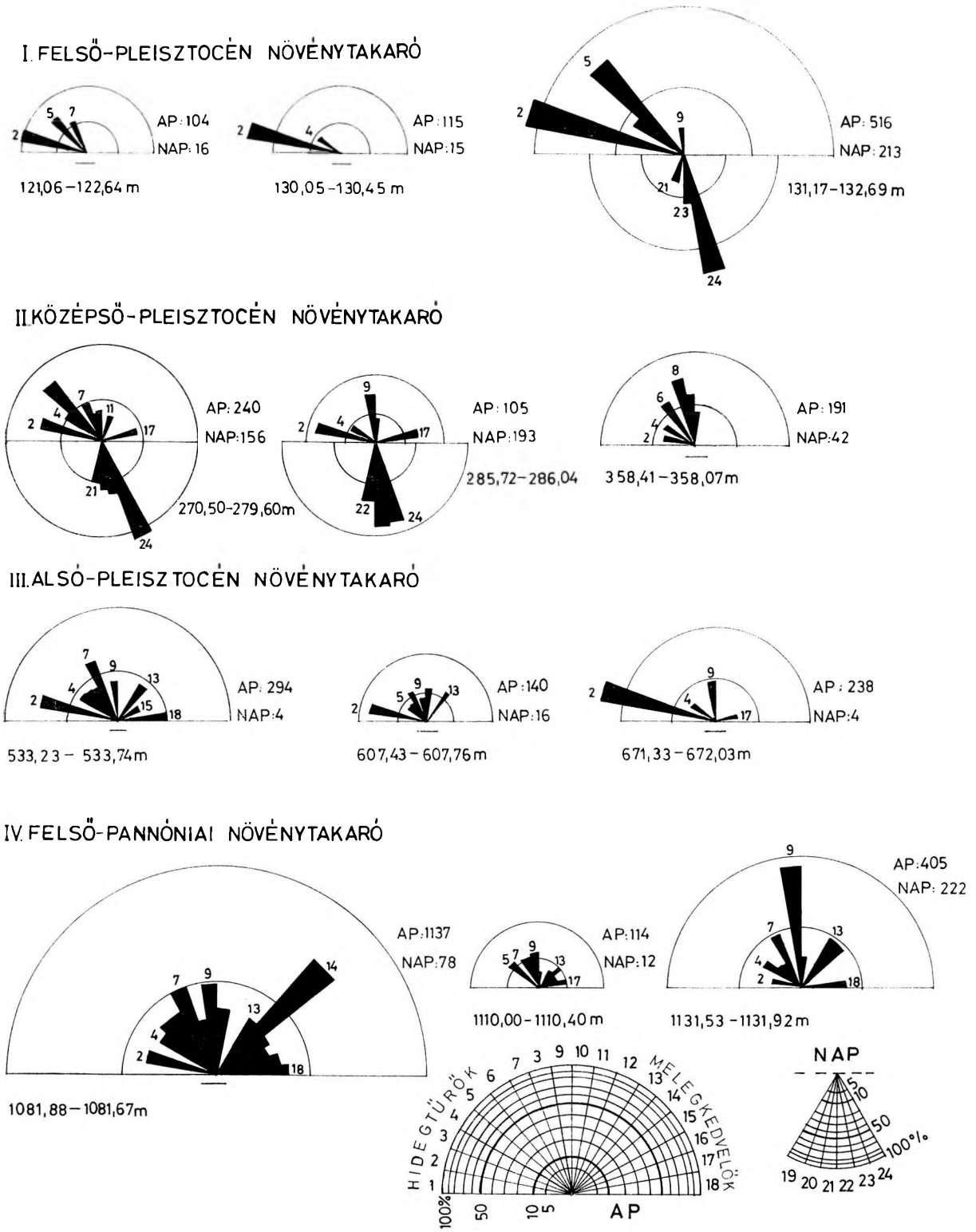


371. ábra. A csongrádi fúrás komplex szelvénye. Szerkesztette: Rónai A. és Franyó F.

I. Fosszilis mocsári és talajszintek, *II.* szemcseösszetétel: *1.* Agyag (0,005 mm ∅-ig), *2.* finom kőzetliszt (0,005—0,02 mm ∅), *3.* durva kőzetliszt (0,02—0,06 mm ∅), *4.* finom- és aprószemű homok (0,06—0,2 mm ∅), *5.* közép- és durvaszemű homok (0,2—2,0 mm ∅), *6.* murva és kavics (2,0—5,0 mm ∅), *III.* $CaCO_3$ tartalom, *IV.* nehézásvány tartalom: *1.* hematit, magnetit, ilmenit, leukoxén, *2.* gránát, *3.* disztén, staurolit, kloritoid, *4.* epidot, pisztacit, piemontit, zoizit, klinozoizit, *5.* tremolit, aktinolit, antofillit, glaukofán, szilimanit, *6.* zöld amfibol, *7.* barna amfibol és lamprobolit, *8.* hipersztén, *9.* augit, *10.* biotit, *11.* klorit, *12.* rutil, brookit, atanáz, cirkon, titanit, turmalin, apatit, *13.* limonit, pirit, sziderit, karbonátok, agyagásványok, *V.* Ostracoda: *1. Candona paralella* G. W. Müller, *2. Candona neglecta* G. O. Sars, *3. Candona rostrata* Brady-Norm., *4. Candona protzi* Hartwig, 5. *Ilyocypris gibba* Ramdohr, *6. Cyclocypris laevis* O. F. Müller, *7. Cyclocypris huckei* Triebel, *8. Lymnocythere inopinata* Baird, *9. Lymnocythere sanctipatricii* Brady-Rob, *10. Cytherissa lacustris* G. O. Sars

Fig. 371. Complex geological profile of the Csongrád borehole. Plotted by A. Rónai and F. Franyó

I. Fossil soils in the profile, *II.* granulometry: *1.* clay, *2.* fine silt, *3.* coarse silt, sand flour, *4.* fine-grained sand, *5.* middle and coarse-grained sand, *6.* gravel, *III.* $CaCO_3$ content. *IV.* Heavy minerals: *1.* hematite, magnetite, ilmenite, leucoxene, *2.* garnet, *3.* disthene, staurolite, chloritoide, *4.* epidote, pistacite, piemontite, zoisite, clinozoisite, *5.* tremolite, actinolite, anthophyllite, glaucophane, sillimanite, *6.* green amphibolite, *7.* brown amphibole and lamprobolite, *8.* hypersthene, *9.* augite, *10.* biotite, *11.* chlorite, *12.* rutile, brookite, athanase, zircon, titanite, tourmaline, apatite, *13.* limonite, pyrite, siderite, carbonates, clay minerals, *V.* Ostracoda finds: *1. Candona paralella* G. W. Müller, *2. Candona neglecta* G. O. Sars, *3. Candona rostrata* Brady-Norm., *4. Candona protzi* Hartwig, *5. Ilyocypris gibba* Ramdohr, *6. Cyclocypris laevis* O. F. Müller, *7. Cyclocypris huckei* Triebel, *8. Lymnocythere inopinata* Baird, *9. Lymnocythere sanctipatricii* Brady-Rob, *10. Cytherissa lacustris* G. O. Sars

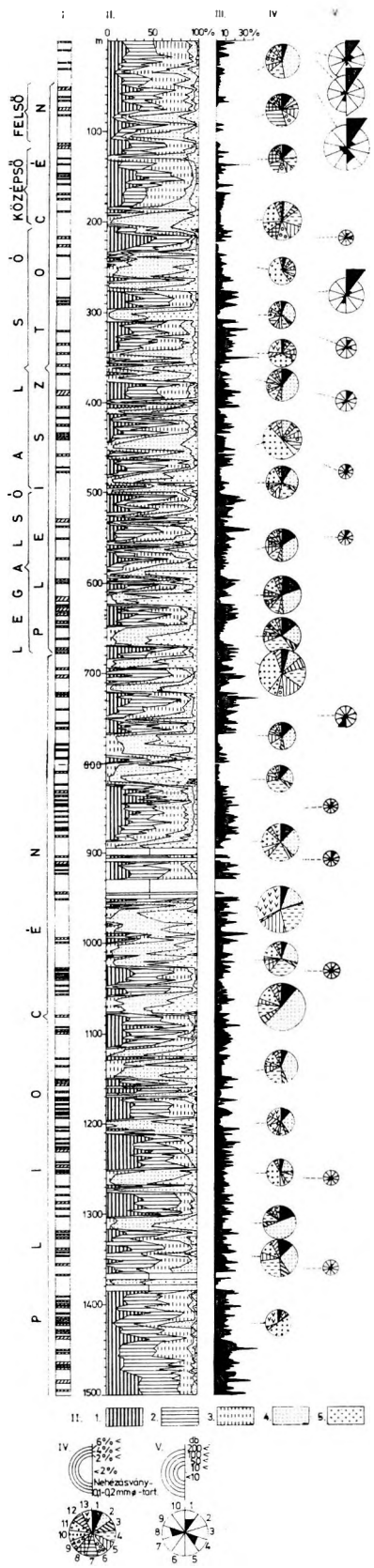


372. ábra. A csongrádi fúrás pollen leletei

Arbor pollenek: *1.* Pinus cembra, *2.* Pinus silvestris, *3.* Larix, *4.* Picea, *5.* Salix, Betula, *6.* Fagus, Acer, Populus, Carpinus, *7.* Abies, Juglans, Corylus, *8.* Quercus, Tilia, Fraxinus, *9.* Alnus, *10.* Ulmus, *11.* Castaneae, *12.* Taxodiaceae, *13.* Tsuga, Carya, Pterocarya, *14.* Nyssa, Ostrya, *15.* Ginkgo, Podocarpus, *16.* Zelkova, Engelhardtia, *17.* Rhus, Ilex, Hedera, Ericaceae, *18.* Cedrus, Palma, Pinus haploxylon. Non arbor pollenek: *19.* Mycophyta, *20.* Bryophyta, *21.* Pterydophyta, *22.* Potamogatonaceae, *23.* Gramineae, *24.* Varia

Fig. 372. Pollen finds in the Csongrád borehole

I. Upper Pleistocene, *II.* Middle Pleistocene, *III.* Lower Pleistocene, *IV.* Upper Pannonian



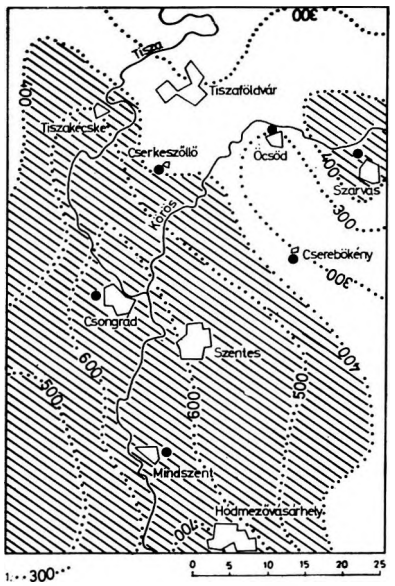
373. ábra. A mindszenti fúrás komplex szelvénye. Szerkesztette: Rónai A. és Franyó F.
A jelmagyarázatot lásd a 371. ábránál

Fig. 373. Complex geological profile of the borehole of Mindszent. Plotted by A. Rónai and F. Franyó
For explanation see Fig. 371



374. ábra. A MÁFI mindszenti kúttelepe

Fig. 374. The check-wells of Mindszent

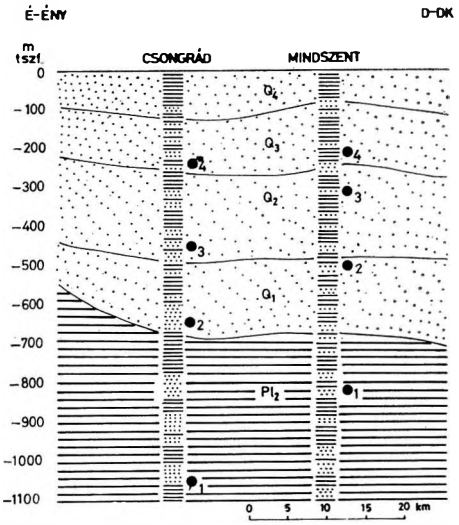


375. ábra. Dél-tiszai MÁFI kutak

1. A negyedidőszaki rétegek vastagsága (m)

Fig. 375. Location of the Geological Institute's check-wells in the southern part of the Tisza valley

1. Thickness of the Quaternary sediments (m)

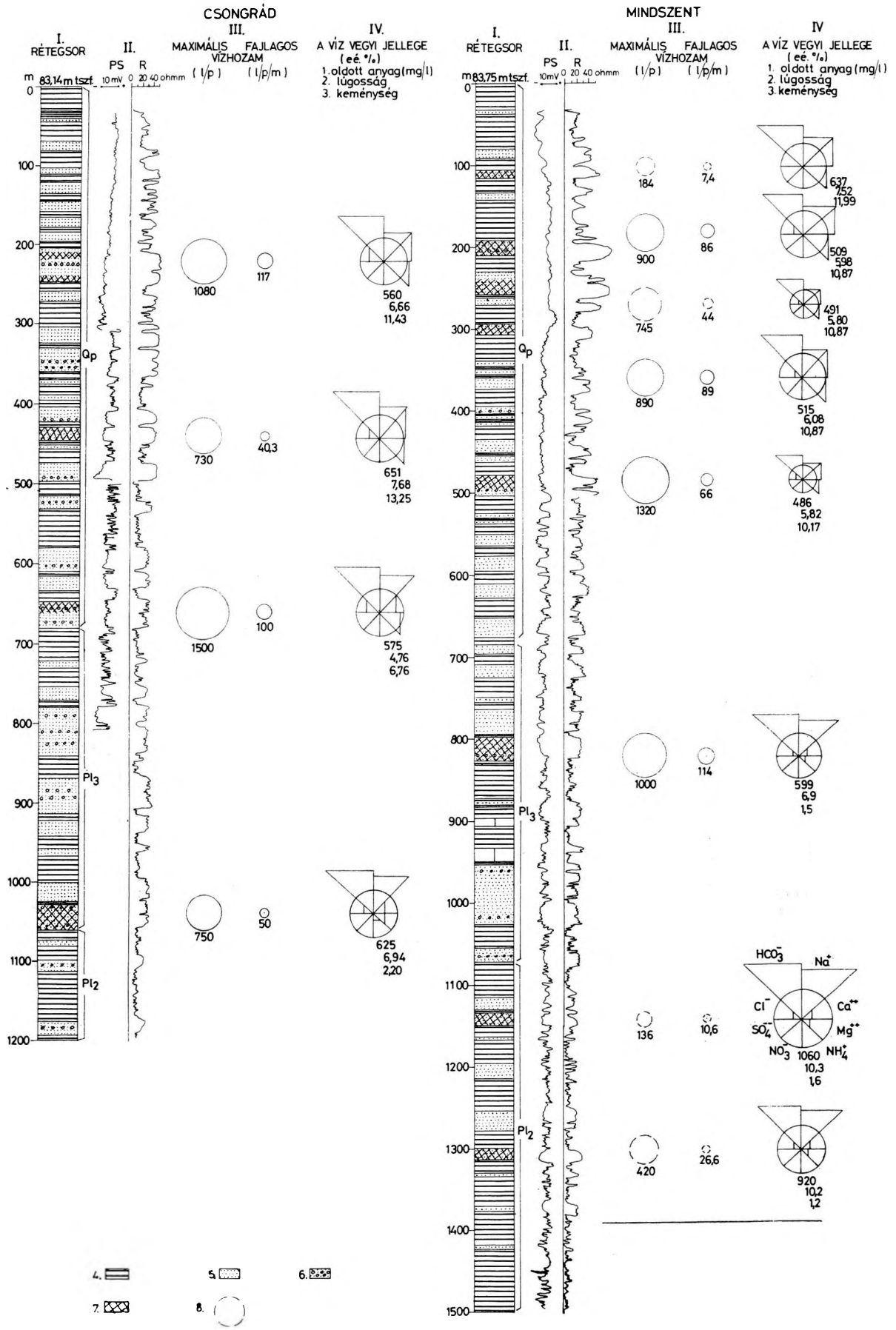


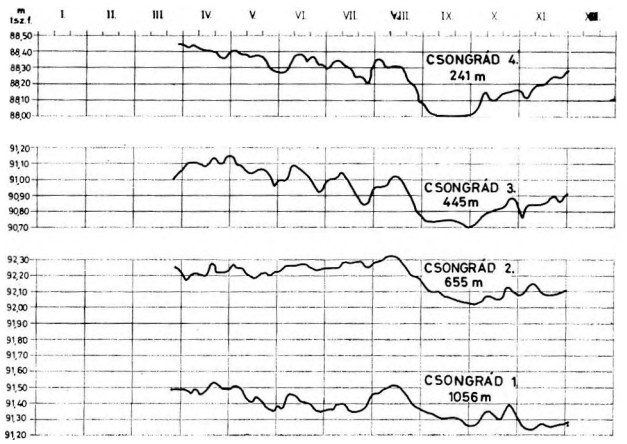
376. ábra. A dél-tiszai MÁFI kutak rétegtani helyzete

Fig. 376. Stratigraphic position of the check-wells in the south Tisza region

Ilyen helyzetben vannak a MÁFI kecskeméti kútjai. Csongrádon pozitív a nyomásgradiens, de a kutak rendellenesen viselkednek. A csongrádi és mindszenti kutakból mind a nyomás- és hőmérsékleti viszonyokra, mind a vízhozamokra nézve a mélységgel haladó adatsort kaptak az 1973 óta végzett mérésekből. Az eredmény azt mutatja, hogy a nyomás és hőmérsékleti értékek az első 200—300 m mélység felé haladván gyorsan növekednek. Ettől a mélységtől lefelé a növekedés lassul és a két fúrás között mutatkozó különbségek elenyésznek. Figyelemre méltó, hogy a nyomásgradiens növekedése Csongrádon nagyobb, a hőmérséklet növekedése viszont Mindszenten. Ebből az tűnik ki, hogy a felszín alatti vízáramlás Csongrád felől Mindszent felé halad és hidegebb víz áramlik a melegebb terület felé. A vízhozamok tekintetében csak annyi állapítható meg, hogy a csongrádi rétegek vízben gazdagabbak a mindszentieknél.

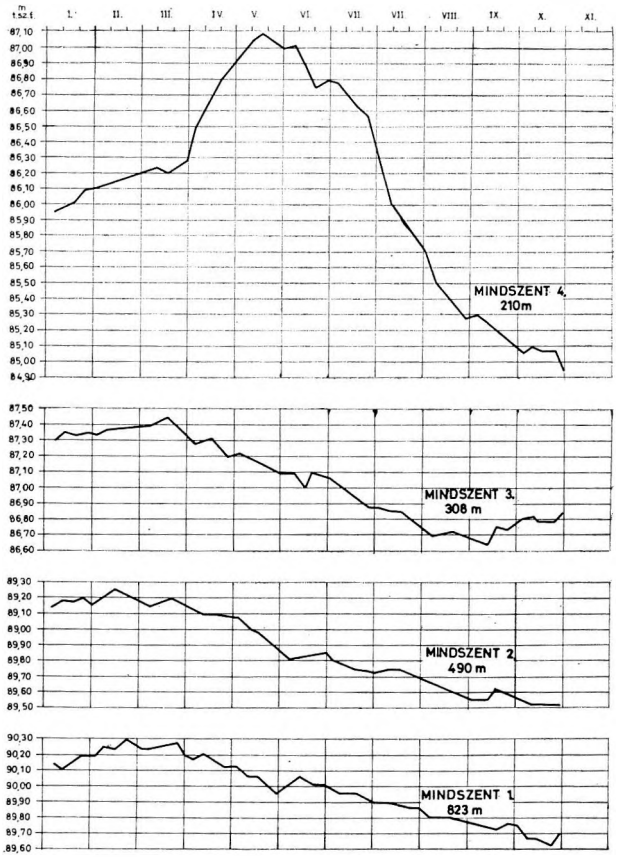
A mélységi vízszintek évi ingadozása a szokásos képet mutatja, tavasszal magas vízállást, ősszel alacsonyat. Az ingadozás nagysága a mélység függvényében viszont nem mindenben az alföldi sza-


CSONGRÁD
I. RÉTEGSOR
II. PS R
III. MAXIMÁLIS VÍZHOZAM (l/p) FAJLAGOS (l/p/m)
IV. A VÍZ VEGYI JELLEGE (eé. ‰)
1. oldott anyag (mg/l)
2. lúgosság
3. keménység
m
83,14 m tszf.
10 mV
0 20 40 ohmm
Qp
Pl3
Pl2
1080
117
560
6,66
11,43
730
40,3
651
7,68
13,25
1500
100
575
4,76
6,76
750
50
625
6,94
2,20
4.
5.
6.
7.
8.
MINDSZENT
I. RÉTEGSOR
II. PS R
III. MAXIMÁLIS VÍZHOZAM (l/p) FAJLAGOS (l/p/m)
IV A VÍZ VEGYI JELLEGE (eé. ‰)
1. oldott anyag (mg/l)
2. lúgosság
3. keménység
m
83,75 m tszf.
10mV
0 20 40 ohmm
Qp
Pl3
Pl2
184
7,4
637
7,52
11,99
900
86
509
5,98
10,87
745
44
491
5,80
10,87
890
89
515
6,08
10,87
1320
66
486
5,82
10,17
1000
114
599
6,9
1,5
136
10,6
420
26,6
920
10,2
1,2
HCO3−
Na+
Cl−
Ca++
SO4−
Mg++
NO3
1060
NH4+
10,3
1,6



378. ábra. Vízszintingadozás 1980-ban a csongrádi észlelő kutakban

Fig. 378. Fluctuation of the ground-water level of 1980 in the check-wells of Csongrád



379. ábra. Vízszintingadozás 1979-ben a mindszenti észlelő kutakban

Fig. 379. Fluctuation of the ground-water level of 1979 in the check-wells of Mindszent

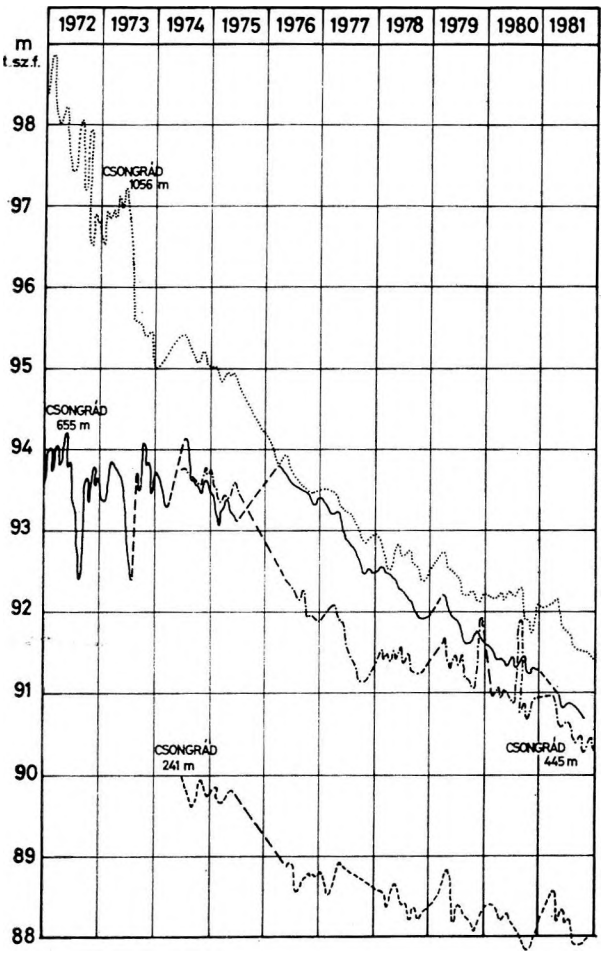
377. ábra. Vízföldtani szelvény a csongrádi és mindszenti kutakról

1. Oldott anyag (mg/l), *2.* lúgosság, *3.* keménység, *4.* az ionok helye a diagramban, *5.* agyag, iszap, *6.* homok, *7.* kavicsos homok, *8.* próbaszivattyúzás eredménye, kút nem készült

Fig. 377. Hydrogeological profiles of the wells of Csongrád and Mindszent

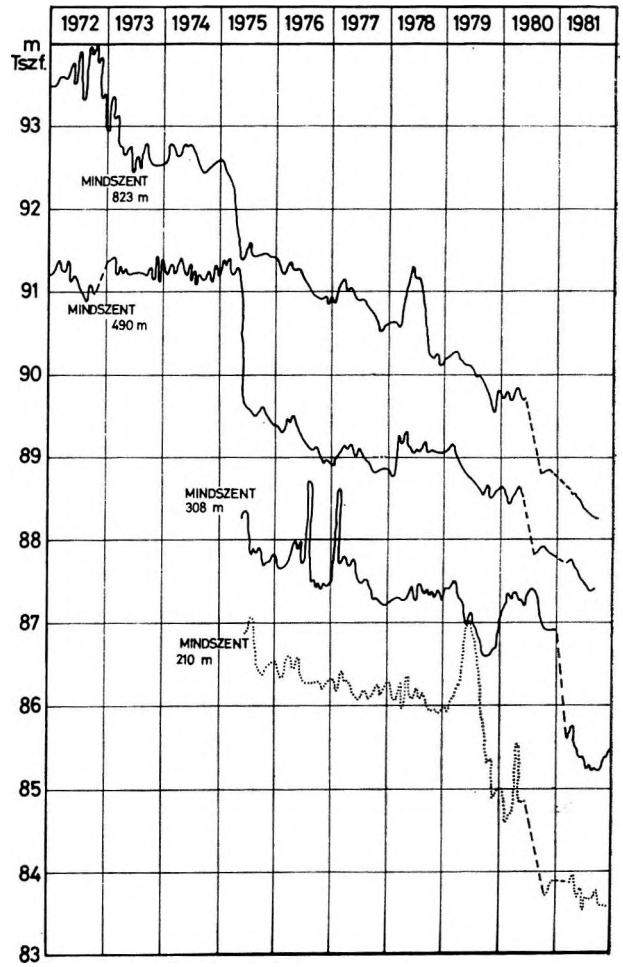
I. Lithological log, *II.* geophysical log, *III.* maximum yield of well l/min: specific yield l/min/m, *IV.* chemical type of water (equivalent %)

1. Dissolved solids mg/l, *2.* alkalinity, *3.* hardness, *4.* location of ions on the chemical diagram, *5.* clay, *6.* sand, *7.* gravelly sand, *8.* result of pumping test (no check-well constructed)



380. ábra. Sokévi vízjárás a csongrádi figyelt kutakban

Fig. 380. Long-term fluctuation of the ground-water level in the wells of Csongrád



381. ábra. Sokévi vízjárás a mindszenti figyelt kutakban

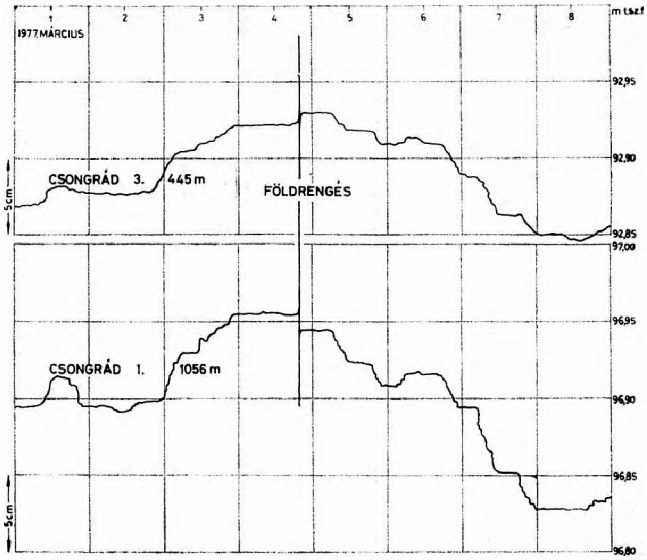
Fig. 381. Long-term fluctuation of the ground-water level in the wells of Mindszent

bályok szerint alakul. Csongrádon pozitív nyomásgradiens van, itt tehát a mélyebb vízadó rétegekben nagyobb vízszintlengést kellene tapasztalnunk, de ez nem így van. A vízszintmozgás amplitúdója lefelé haladva csökken, úgy, ahogy az a negatív nyomásgradiensű területeken megszokott. Mindszenten is ez a helyzet az 1979. évi észlelés szerint. 1980-ban ezek a kutak javítás alatt álltak, ezért az 1980. évi észlelés hiányos. A több éves vízjáték görbéje mindkét helyen és minden mélységkategóriában süllyedő tendenciát mutat. Mindszenten a süllyedés enyhe, Csongrádon azonban feltűnően nagy. 1973—1980 között 8 év alatt a 3 mélyebb kút vízszintje 4-4 m-t süllyedt. Mindszenten ez a süllyedés csak 2 m-es és időközben jelentős visszaemelkedés is mutatkozik az idősorban.

A csongrádi kutakon felsorolt íróműszerek a távoli földrengéseket is jelzik. Több messzi földrengés mellett kiemelendő, hogy az 1976. évi július 27-i kínai földrengést a csongrádi 445 m mély kút 13 mm-es amplitúdóval, az 1056 m mély kút 11 mm-es amplitúdóval jelezte. Az 1977. március 4-i romániai földrengést a két kút 94 mm-es, ill. 124 mm-es lengéssel érzékelte.

Ásványkincsek terén a terület legértékesebb kincse az olaj és földgáz. A Tisza-völgy déli szakasza ma az ország legjobb szénhidrogén-termelő területe. Algyő a központ, de körülötte több gázt és olajat tartó szerkezetet tártak fel. Az algyő—deszki szénhidrogénmező 1965 óta szerepel az ország energiamérlegében. A termelőfúrások itt 2500—3500 m mélységre hatolnak. A csillámpalából és paragneiszből álló metamorfit aljzat 5000—6000 m mélységben van. Az ópaleozóos medencealjzatra közvetlenül alsó-pannóniai képződmények települnek. Csak néhány fúrás talált vékony miocén foszlányokat a paleozóos aljzat felett, vagy állt meg ilyenben. Az olajkincs a pannóniai képződményekben van több szintben.

Az olaj csak drágább, de nem értékesebb a víznél. A terület legnagyobb és pótolhatatlan felszín alatti kincse a mélységi víz. A Kisalföld mellett ez a Kárpát-medence artézi- és termálvízben leggazdagabb területe. A kutak ezrei ontják itt közel 100 év óta a pompás lágy vizet és a negyedkori me-



382. ábra. A romániai földrengés hatása a csongrádi MÁFI kutakban

Fig. 382. The effect of the Rumanian earthquake in 1977 on the ground-water level oscillation in the wells of Csongrád

dence vízkincse eddig még nem mutat kiapadást, bár egyes helyeken a víznívó csökkenése jelentős. A termálvíz 1000—2000 m mélységből szintén bőséges és használják melegházakban növénytermesztésre, állattenyésztő telepek, kórházak, iparvállalatok, városrészek fűtésére. A geotermikus gradiens ugyan valamivel alacsonyabb ezen a területen, mint az alföldi átlag; 20 m/°C, míg az Alföldön az átlag 18 m/°C. Ez azt jelenti, hogy 1000 m mélységben 60 °C vizet várhatunk, 2000 m-ben pedig 100 °C körülit. A hőmérséklet-eloszlás nem egyenletes. A fentebb megadott értékektől 10—20°-os eltérések is adódhatnak. Nem az átlagosnál magasabb hőmérsékleti anomália teremt itt felszín alatti hőenergia termelésre alkalmas helyeket, hanem az a tény, hogy 1500—2500 m mélységben kitűnő vízadó homokrétegek találhatók. Van tehát közvetítő anyag, ami a hőenergiát felszállítsa. Egy-egy hévíztermelő kút 1500—2000 l/p vizet ad és a víz nyugalmi szintje 1000 m-es mélységből 15—20 m-rel van a terepszint felett; 2000 m mélységből 40—60 m magasra szökik a víz.

Építőanyagok terén néhány homok- és agyagbánya (Csongrád, Szentes, Derekegyháza, Mindszent, Hódmezővásárhely, Szeged, Szőreg, Makó) jelent nyersanyagkincset.

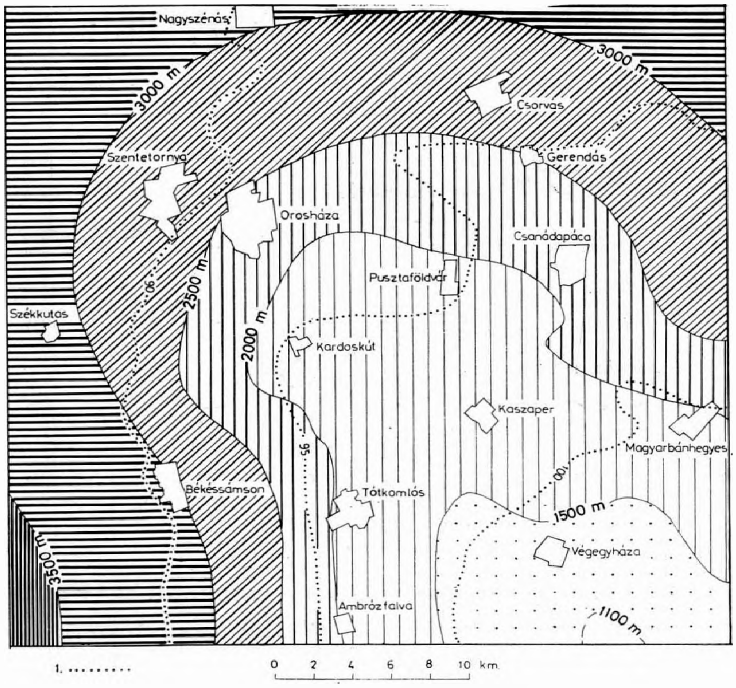
A déli Tisza-völgy talajai jók, a mezőgazdasági termelés jó eredményeket mutat. Az öntözés, melegházi termelés terjed, s ha megépült a Duna—Tisza csatorna, a terület mezőgazdasági fejlődésének még nagyobb lehetőségei lesznek.

A D-Alföld egyetlen nagy városa Szeged a Tisza—Maros torkolata mellett és a Tisza átkelőhelyén. Nem központja egyik felsorolt természetes tájnak sem, hanem közvetítő közöttük. Az első világháború utáni területrendezés igen kedvezőtlen gazdsági helyzetbe hozta, megfosztotta megélhetési területe nagy részétől. A kormányok iskolák telepítésével igyekeztek kárpótolni a várost, elveszett gazdasági energiáiért. A szegedi József Attila Tudományegyetemen tanszéke van a földtannak, kőzettannak, geokémiának. Az Alföld földtani kutatásának több kiválósága működött Szegeden. Így egy ideig Sümeghy J., később Miháltz I. Az OKGT geológus szolgálata sok kiváló szakembert foglalkoztat és nevel. A Tisza árvizeivel folytatott küzdelem sok tekintetben iskolája a magyar hidrogeológia tudományának.

Jelenleg Szeged környéke nagyszabású átalakuláson megy át. Az olaj- és gázmezőkre épülő vezetékrendszerek és finomítók, továbbá a háttéripar megváltoztatja a környék arculatát.

Az orosházi hátság

Hegyalja és Arad felől a medence aljzatát képező alaphegység messze benyúlik Battonya—Orosháza tájáig. A hegység fokozatosan lejt, Battonyánál már 1000 m vastagságú pannóniai üledék takarja. Orosházánál 2500 m, aztán meredekebben mélyül és Fábiánsebestyénnél a felette lerakódott törmelékes üledéksor megközelíti a 4000 m vastagságot. Ez a nagy mélységű vályú Ny-ról és É-ról körülveszi azt a magasabb alaphegység részt, amelynek tetői Végegyháza és Pusztaföldvár között 1600—1700 m mélységben vannak a mai felszín alatt. A prekambriumi alaphegységet részben mezozóos (triász, jura) rétegek fedik, részben közvetlenül pannóniai képződmények települnek rá. A megemelt aljzaton a pannóniai képződmények és a rájuk telepedő negyedidőszaki rétegek is kisebb vas-



383. ábra. Az orosházi tábla neogén aljzata. Szerkesztette: Szepesházy K. 1978
1. A mai felszín domborzati vonalai

Fig. 383. The Neogene basement of the Orosháza platform. Plotted by K. Szepesházy 1978
1. Orographic guide lines of the actual surface

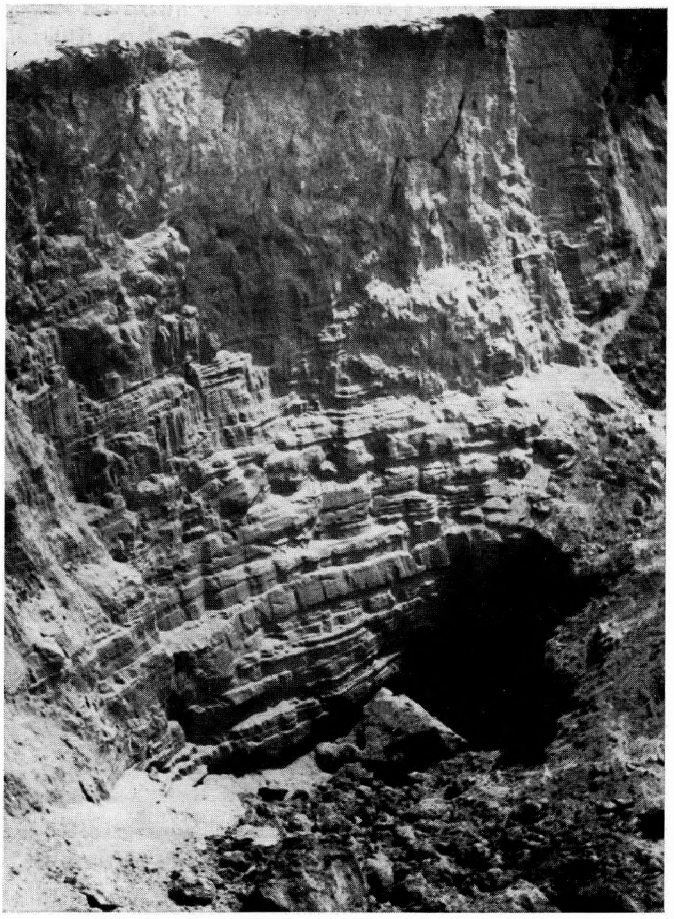


384. ábra. Orosháza, homokgödör
1 m lösz alatt réteges folyóvízi homok

Fig. 384. Sand pit at Orosháza. Fluvial sand layer below thin loess cover

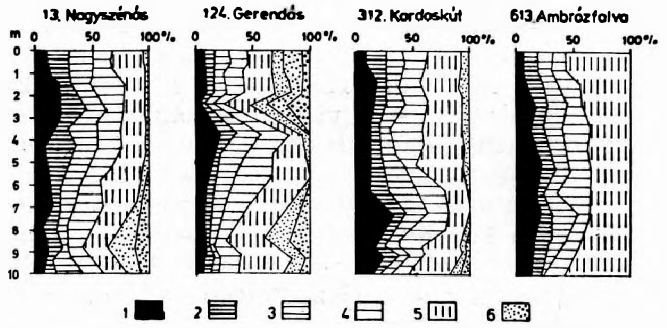
tagságban fejlődtek ki és magasabb helyzetben vannak. Ez a magasabb helyzet a mai felszín domborzatában is megmutatkozik. Az orosházi pannóniai küszöbön települt folyóvízi és eolikus üledékek felszíne jó 10 m magasságkülönbséggel emelkedik ki a Tisza-völgy és Körös-völgy 80—85 m magasan fekvő síkságából. A Körös-völgytől és Tisza-völgytől az országhatárig terjedő terület kb. 6000 km² kiterjedésű. Felszíne alföldi viszonylatban elég változatos, bár a ma már csak időnként vízzel telt régi folyóágakat kísérő homokdombok néhány méter magasak csak. A felszínnek a folyók árterületéből való kiemeltségét mutatja az, hogy a fedő képződmény a terület nagy részén lösz. Ezért békési lösztábla néven is említi az irodalom. A lösz hol homokos, hol iszapos, agyagos, ún. infúziós lösz, csak helyenként találunk a típusos löszhöz közel álló képződményt. A pontosabb szemcseelemzések a löszrétegeket erősen iszaposnak—agyagosnak mutatják. Feltűnő a finomszemű anyagok nagyon szabályos osztályozatlansága. Igen sok képződményben a felszíntől 10 m mélységig a finom és durva agyag, finom és durva iszap és homokliszt szemcseosztályok súlyaránya majdnem teljesen egyenlő. Így nem könnyű az anyagnak megfelelő nevet adni. A térképező akkor is bizonytalanságban van, ha részletes laboratóriumi szemcseelemzések állnak rendelkezésére. A felszíni löszrétegek aránylag vékonyak, az 1—2 m-t ritkán haladják meg. Alattuk löszös homok, löszös iszap és folyóvízi finom homok vagy öntésagyag következik. A lösztáblákat a Maros régi fattyúágai járják át. Jól felismerhető medrek vonulnak ott is, ahol ma víz nem folyik bennük. A régi medreket régi parti homokdombok kísérik, néha párhuzamosan több vonulatban. E dombok homokanyaga is lösszel kevert. A régi medrek között és körül szikesedő régi ártereket találunk. Ezek anyaga folyóvízi iszap, agyag, néha lösziszap. A medrekben szikesedő iszapot, agyagot találunk. Ezek a medrek nagy területeket kalandoznak be. A fattyúágak sokat vándoroltak a rossz lefolyású területen. Orosházát kerülik meg É-on a legnagyobb medrek, a városon halad át egy második medersor. D-re a Száraz-ér adja a harmadik meder-övezetet. Az első kettő a Tiszába köt be, a Száraz-ér a Marosba is, a Tiszába is.

Az orosházi hátság földtani különállóságát legjobban a mélyföldtani viszonyok domborítják ki. A neogén aljzatban egy több mint 2000 m magas kiemelkedés nyúlik be DK-ről ÉNy-ra és lejt körkörös irányban igen egyenletes lejtők mentén az orosházi lap szélei felé. A lap DNy-i és DK-i csücske között az aljzatban 2400 m szintkülönbség van. A benyúló hegység a lap közepén egy hegy-nyereg után újra kissé kiemelkedik és 1600 m-re megközelíti a felszínt, ugyanakkor a terület DNy-i és



385. ábra. Fokozatos átmenet a lösz és a homok között (Mezőkovácsháza)

Fig. 385. Gradual transition between sand and loess layers

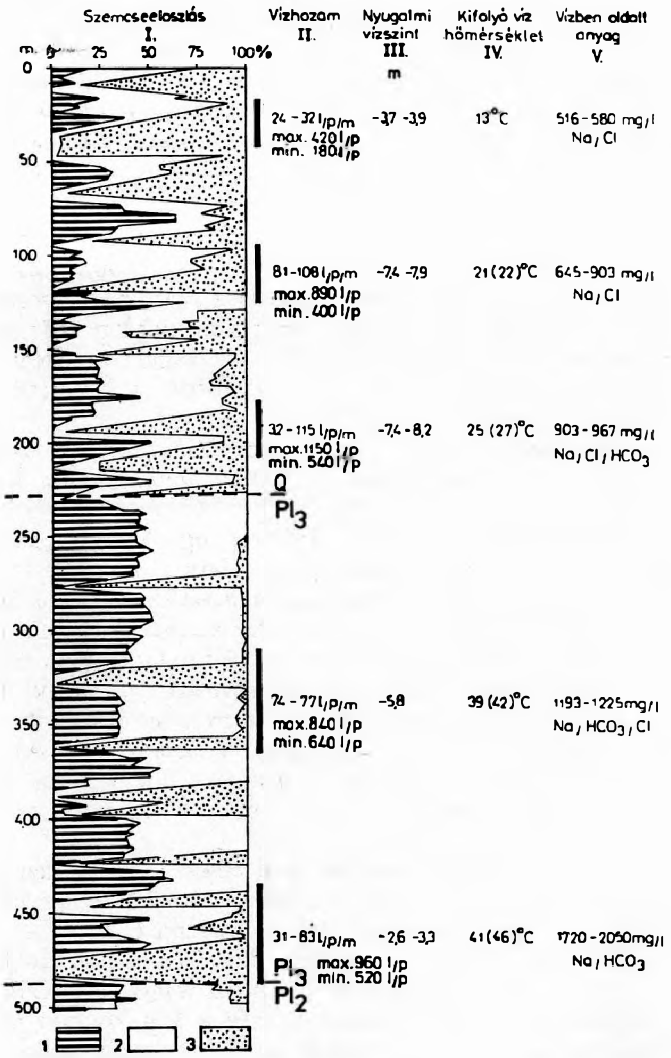


386. ábra. Finomszemű rétegek osztályozatlan szemcseeloszlása az orosházi lapon.
Folyóvízi és eolikus üledékek keveredése

1. Finom agyagfrakció (0,000—0,002 mm ∅), *2.* durva agyagfrakció (0,002—0,005 mm ∅), *3.* finom iszapfrakció (0,005—0,01 mm ∅), *4.* durva iszapfrakció (0,01—0,02 mm ∅), *5.* homokliszt (lösz) frakció (0,02—0,06 mm ∅), *6.* homokfrakciók (0,06—2,0 mm ∅)

Fig. 386. Unsorted granulometry of fine grained sediment beds in the Orosháza region.
Mixture of fluvial and eolian sediments

1. Fine clay fraction, *2.* coarse clay fraction, *3.* fine silt fraction, *4.* coarse silt fraction, *5.* sand flour fraction (loess), *6.* sand fraction



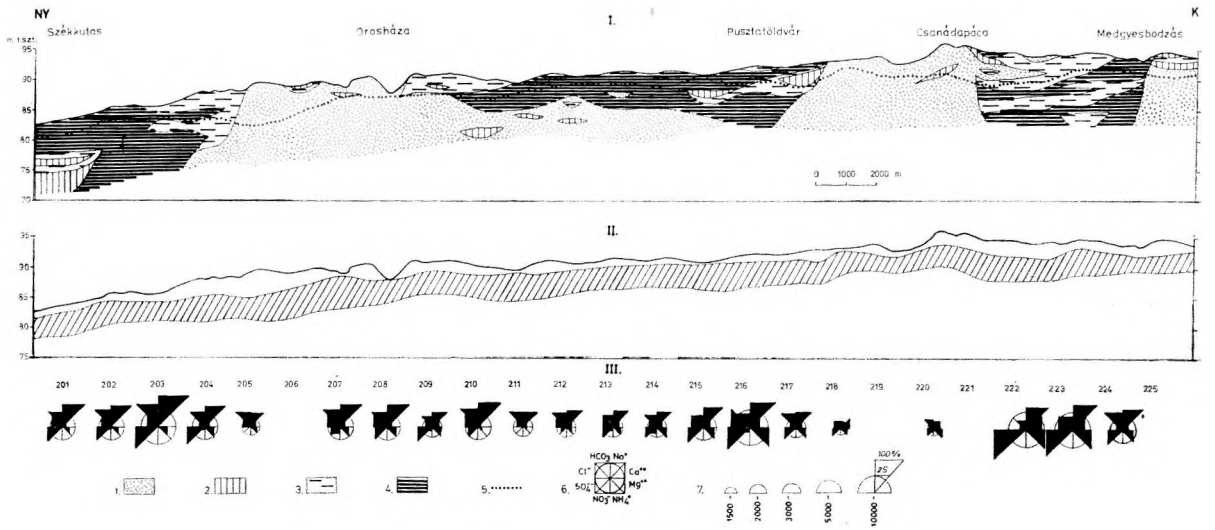
387. ábra. A tótkomlósi fúrás és vízadó rétegei. Szerkesztette: Franyó F.

1. Agyag (0,000—0,005 mm ∅), *2.* durva iszap és homokliszt (0,005—0,06 mm ∅), *3.* homok (0,06—0,5 mm ∅)

Fig. 387. Profile of borehole Tótkomlós and its water bearing layers. Plotted by F. Franyó

I. Granulometry, *II.* water yield, *III.* piezometric water level, *IV.* temperature of the outflowing water °C, *V.* dissolved solids of water

1. Clay, *2.* silt and sand flour, *3.* sand



388. ábra. Orosháza környéke

I. Földtani viszonyok, *II.* a talajvízjáték zónája, *III.* talajvízkémia

1. Homok, *2.* homokliszt, *3.* kőzetliszt, *4.* agyag, *5.* a talajvíz jelentkezési szintje, *6.* az ionok helye a diagramban, *7.* az összes oldott só súlya (mg/l)

Fig. 388. Geological section across the Orosháza platform

I. Geology, *II.* the zone of the fluctuation of ground-water level, *III.* ground-water chemistry

1. Sand, *2.* sand flour, *3.* silt, *4.* clay, *5.* ground-water level, *6—7.* total weight of the dissolved solids in ground-water

ÉK-i csúcsai 3600 m és annál nagyobb mélységbe süllyedtek le. A Battonya—Pusztaföldvár paleozóos és mezozoós hegyvonulat nyúlik itt be mélyen a Körös—Tisza torkolata felé. Az alaphegység kiemelkedésének körvonalait a mai felszín domborzata is követi nagy vonalakban. A három oldalról holocén mély süllyedékekkel körülvett pleisztocén térszínbe az elég erős lejtéssel érkező Maros ágak vágtak völgyeket a pleisztocén végén és kanyargós, kis esésű medreik mentén homokrétegeket raktak le. Ilyen homoköv fogja körül Orosházát. Délebbre a Száraz-ér már csak bevágott, de jelentős mennyiségű üledéket nem rakott a partjaira.

A talajvíz közel van a felszínhez. A parti homokdombok alatt éri csak el a 4—6 m mélységet, egyébként 2—3 m-re mindenütt ott találjuk, ahol a felszíni löszréteg nem fejlődött jól ki. Ez utóbbi helyeken a leggyakoribb talajvízmélység 3—4 m.

A talajvíz évi és sokévi ingadozása 2—3 m körül mozog. Az agyagos felszínek alatt a talajvíztükör rendesen nyomás alatt áll. A fúrásokban és kutakban a megjelent talajvíz néhány óra alatt megemelkedik. Az emelkedés mértéke 1—2 m, kivételesen azonban 4—5 m is lehet. Az oldott só jelentős területeken kevesebb az Orosháza környéki talajvizekben, mint általában az Alföld mély fekvésű vidékein. Vannak viszont vidékek igen ásványosodott talajvízzel is. Nagy általánosságban 2—3 g/l oldott anyag van a vízben és nincs annyiféle típus, mint más alföldi tájakon. Találtak azonban vízmintát 10—22 g/l sótartalommal is. Az uralkodó kation mindenütt a nátrium (átlag 800 mg/l, maximálisan 2800 mg/l). Az anionok között a HCO_3 és a SO_4 vezet. Szulfát-ion általában 400—800 mg/l van a vízben, de elérheti a 4800 mg/l-t is. Ca-ion kevés van a vizekben, több a magnézium-ion. Az anionok között nagy elterjedésben találunk klorid-ionokat is, nem ritka az 1000 mg/l-en felüli érték sem.

Mélységi vízben a terület nem szegény, de nem is gazdag. A homokos, kavicsos altalajú területeken 50 m mélységig már jó vízadókat találunk, másutt 100—300 m-ig kell lemenni bőséges vízadó rétegért. Ebből a mélységből 50—100 l/p vízmennyiség várható.

A negyedidőszaki rétegek 200—400 m vastagok; Mezőkovácsházától ÉNy felé, Nagyszénás—Gádoros felé vastagodnak. A nyomásviszonyok a lap Ny-i felén és a DK-i sarokban kedvezőbbek. Itt már 150—200 m mélységből felszökő víz várható, míg a lap közepe táján 300 m-nél mélyebbre kell fúrni. A negyedidőszaki rétegek alatt 200—400 m vastag tarkaagyagos (levantei) üledékek találhatók. Ezek rossz vízadók, viszont alattuk a felső-pannóniai rétegsorokban már vannak homokos rétegek. A jó termálvizet adó felső-pannóniai rétegek talpának mélysége ezen a területen 800 és 2200 m között van.

Pontosabb adataink a Tótkomlós környékén folytatott vízkutatás területéről vannak. Itt 234 m-ben állapította meg Franyó F. a negyedidőszaki rétegek talpmélységét és onnan lefelé 480 m-ig a levantei agyagos rétegsort. Innen lefelé a felső-pannóniai rétegek következnek. 5 szintben találtak jó

vízadó rétegeket, ezeknek fajlagos hozama 30 és 115 l/p/m között váltakozott. A legjobb réteg 200 m mélység körül van, ennek maximális hozama meghaladta az 1000 l/p-et. A réteg talphőmérséklete 27 °C, a víz oldott anyagtartalma pedig 900 és 1000 mg/l körül járt. A víz nátrium-kloridos és hidrogén-karbonátos. A vizek sótartalma felülről lefelé szabályosan nő; 30—40 m mélyen 500—600 mg/l körül van a sótartalom, 120 m-ben 640—900 mg/l között; 200 m mélységben 900 és 1000 mg/l között; 350 m körül 1200 mg/l; 400—500 m között 1700—2000 mg/l.

A negyedidőszaki rétegekben a nyomásgradiens negatív, lefelé haladva a vizek nyugalmi szintje mind mélyebben áll. 250 m körüli mélységben fordul a helyzet, a nyomásgradiens pozitívre fordul és innen lefelé a nyugalmi szintek emelkednek. 500 m mélységben a kifolyó víz hőmérséklete 41 °C, a talphőmérséklet 46 °C, a geotermikus gradiens 13 m/°C, ami magas hőmérsékleti anomáliát jelent. A jó vízadó szintek a hátság keleti részén 100—200 m mélységben vannak, nyugati felén 400—500 m mélységben.

Néhány homok- és agyagbányán és a felszín alatti vízkincsen kívül a szénhidrogének adnak jelentőséget a területnek. Pusztaföldvár és Végegyháza környéke van a legjobban feltárva. Ez a terület jó példa a magyarországi szénhidrogénvagyon földtani elhelyezkedésére és a kitermelés nehézségeire. Az olaj és földgáz kis szerkezetekben szétszórva fordul elő, így kutatása is, termelése is költséges. Az olaj- és gáztároló kőzet a pannóniai rétegsorhoz tartozik, a bányászat 1500—2500 m mélységből történik. A legjelentősebb mezők Pusztaföldvár, Pusztaszőlős és Battonya környékén vannak.

Löszterülethez illően az orosházi hátság az ország mezőgazdasági termelésben élen járó területeinek egyike. Mészgazdag mezőségi talajai és löszös homokjai termékenyek. Búzából, kukoricából a legjobb átlagokat mutatja. Aránylag kevés a szikes területe.

* * *

A történelem úgy hozta magával, hogy az Alföld déli vidékei fejlődtek ugrásszerűen a legutóbbi évtizedekben. Ennek döntő földtani oka az itteni kőolaj- és földgázmezők feltárása. Azt is mondhatnánk, hogy a „történelem", amelyről itt szó van, tulajdonképpen a tudomány története, a földtudományé, amely ezt a ma annyi mindent mozgató nyersanyagot és energiaforrást feltárta s amely ezekhez az eredményekhez évtizedekig tartó céltudatos munkával jutott el. Amikor a kőolajgeológia e jelentős munkáját méltatjuk, nem feledkezhetünk el a hidrogeológusok még több évtizede tartó kutató munkájáról, amellyel az Alföld népének száz évvel ezelőtt már egészséges ivóvizet adtak és a vízellátást a felszín alól azóta is biztosítják. Az artézi víz feltárása az Alföld gazdaságának meghatározó fellendítője volt. A geológiának ez a ma látványosan fejlődő két szakága szoros követője az agrogeológiának és az abból tovább fejlődött talajtudománynak, amely az Alföldön fejlődött naggyá.

Az agrogeológiával, mélységi vízkutatással és az olajkutatással a síkvidéki geológia eredményeiben és hasznosságában felzárkózik a klasszikus hegyvidéki geológia ásványkincs-kutató teljesítményei mellé.

THE QUATERNARY OF THE GREAT HUNGARIAN PLAIN

The landscape

To discover the geological particularities of a big lowland, which at a first glance looks monotonous and offers no curiosity, that may be an aim what can stimulate passionate research. The Great Hungarian Plain, called "Alföld" in Hungarian, is the biggest sedimentary basin in Europe, filled with Neogene sediments in great thickness. It has an area of 100 000 km^2, its average height is about a hundred m above the sea level and half of it is as flat as no more than 3–4 m of topographic level differences can be found on it. Walking on the Plain one can distinguish three kinds of deposits on its surface: wind-blown sand on the hills; loess and loess-like sediments situated above the level of the actual flood-plains; and silty clay in flat alluvial areas. A close look shows more differences in the sedimentary cover than was told above. The picture is more varied as taken from a satellite photo or from a detailed geological map. The variety is more obvious if we consider not only the top sediments of the surface, but also the stratification of the different layers forming various successions just under the surface. Differences are in age genetics, lithological composition, granulometric structure and chemical composition of the layers. These differences have a role in agrogeology, engineering geology, hydrogeology and also in the protection of the natural environment, in this modern branch of applied geology.

The main river of the Great Plain is the Tisza. Although the Danube is four times bigger than the Tisza, it marks the western border of the Plain but has a minimum share of catchment area in it. The Tisza, flows in the middle of the Plain and gathers tributaries almost from the whole lowland territory.

Due to fundamentals such as surface morphology, kinds of rock, river pattern and geological structure, characteristic regions have developed within the Great Plain. There are two sandhill regions, one between the rivers Danube and Tisza, with another in the northeastern part of the Plain, the Nyírség. Some loess-covered flat regions, such as Jászság, Hajdúság and Nagykunság are situated above the actual flood-plain level. They represent the Late Pleistocene surface. The main Holocene regions are: the Danube valley between Budapest and Mohács, the Szamos plain beyond Nyírség, the Hortobágy flood plain and the Körös basin.

Six chapters of this book have to give general information about the geology of the entire Great Plain, whereas the seventh chapter treats separately the geology of the most important regions. The meso-regions are grouped in two mega-regions: the territory between the Danube and Tisza and the Trans-Tisza territory.

Among the morphological and geological properties of the regions, the ground-water conditions are crutial importance. On a considerable part of the Plain the phreatic ground-water level lies near the surface, in a depth of one metre or less. On the other hand, there are regions where the average depth of the ground-water level is more than 10 m, and the seasonal fluctuation of the water level reaches 4–6 m. The odd thing about the quality of the ground-water is the peculiar diversity of its chemical components and the high degree of the mineralisation. This is due to the great variety of the finely stratified fluvial sediments, deposited on the flat surface by ever wandering rivers. Special importance must be attached to the sedimentary sequence through which the water level fluctuation takes place.

The sequence may be composed of lithologically very different sediments even in adjacent territories. The quality of the ground-water depends on the dissolved material of the different sedimentary beds belonging to the zone of fluctuation.

There are no extensive forests on the Plain. Some woods and groves are following the river channels. Nowadays there are also wood plantations scattered here and there. Characteristic sceneries are the vast grasslands, the meadows and pastures, many of which are spreading eastward from the Tisza river. There are extensive flat salty areas without any vegetation and also are hilly regions where the wind-blown sand is still actually moving among the bare dunes. The major part of the territory is ar-

series ranged stratigraphically to the Levantian substage. The lower part of the Upper Pannonian formation contains the oil and gas reserves of the Great Plain and it is rich in thermal water, too. The upper part of the formation includes brown coal (lignite) deposits near the edge of the Plain.

At the terminal part of the Pliocene the basin bottom became land surface due to the epirogenetic rise of the whole Carpathian territory. Fluvial sedimentation started in the inner part of the basin about the beginning of the Quaternary. As a result of a fluvial activity 600–700-m-thick sedimentary series were deposited in the deepest part of the basin.

Detailed paleontological studies were devoted to trace the biostratigraphic Plio-Pleistocene boundary, which was uncertain because the faunal sterility of long sedimentary sequences. Neither the cooling of the climate could be proved for lack of pollens in the sterile series. There have been found no reliable criteria to establish the stratigraphic inner boundaries of the Quaternary as correlated with the four big glaciations observed and demonstrated in the Alps. Peleontological investigations could only identify two biostratigraphic units in the Pleistocene fauna, an Older and Younger Pleistocene. It was in the middle part of our century when more faunal zones were distinguished in the Pleistocene (KRETZOI 1953, 1982) and much more climatic cycles were evidenced upon the results of pollen statistics (RÓNAI 1969).

Significant scientific achievements have produced the paleomagnetic analyses made on the core samples of two boreholes put down in the Körös Basin. This is a deep Quaternary local depression, where the sedimentation was continuous during the Quaternary. All paleomagnetic reversals and events have been demonstrated in the cores back to 5 million years. The change of the limnic sedimentation into fluviatile was synchronous to the Matuyama–Gauss reversal (2.4 mill. y.). The paleomagnetic events contributed to the dating of the inner boundaries of the Quaternary sequence.

Another tool for stratigraphic correlation was recognised in the granulometric cyclicity of the fluvial sedimentary sequences, which could be correlated with the vertical Quaternary tectonic movements. The Pliocene tectonic movements can be characterised by uniform sinking processes over large areas in the Pannonian Basin. On the contrary, the Quaternary vertical movements have produced small blocks. In the earliest Pleistocene, which lasted from the Matuyama–Gauss paleomagnetic polarity change to the Olduvai event (2.4–1.6 mill. y.) the climate was moderately warm but very humid. The humidity was the decisive difference as compared to the Late Pliocene climate, which was hot and dry, almost desertic in the Carpathian Basin. During the earliest Pleistocene 100–150 m thick fluvial sequence was deposited in the three deepest local depressions.

The Early Pleistocene lasted from the Olduvai paleomagnetic event to the Brunhes–Matuyama reversal (1.6–0.7 mill. y.). The climate of this period changed very often. Moderately warm, temperate and cool periods alternated several times and the humidity also changed frequently. Not only the main annual temperature and the sum of the humidity was different, but the seasonal distribution of the precipitation and the temperature changed characteristically. In the Early Pleistocene about 200-m-thick sediment sequence was deposited in the three deepest local depressions. The other parts of the lowland territory sank a few ten meters only, except for the Nyírség where innumerable rivers coming from the North-Eastern Carpathians developed a big common delta.

The Middle Pleistocene sediments can hardly be differentiated from the Upper Pleistocene ones. The climate of both times was cold with few and short intervening temperate periods. There are no paleomagnetic events upon which the inner boundary be set between the two last stratigraphic units. The time span of 700 000 years includes the three last glaciations and almost the whole time which formerly was called Pleistocene. This is the really cold part of the Pleistocene in comparison with the respectively slightly warmer earliest and early periods. In the international geological literature the chronostratigraphic boundary between Upper and Middle Pleistocene is uncertain. Most stratigraphers consider the last two glaciations assignable to the Upper Pleistocene, which gives a time span of about 250–300 000 years. Others trace boundary in between the last and "next to last" glaciations, which means about 130 000 years.

During the last 700 000 years the subsidence was widespread over the entire Plain, but there were some opposite movements, too. The middle part of the region between the Danube and the Tisza as well as the region of Nyírség were lifted up at the end of the Late Pleistocene. Consequently, the fluvial sands on the surface transformed into wind-blown sands in a thickness of 30–50 m. This time coincided with the time of formation of the loess layers, therefore loess intercalations are to be found among the wind-blown sand layers. The speed of subsidence was generally slow in the Middle Pleistocene and faster in the Late Pleistocene. Thick silty and clayey layers represent the Middle Pleistocene in the borehole profiles. More sandy and partly gravelly are the sediments deposited during the Late Pleistocene. The big gravelly dejection cones of the Maros, Szamos and Sajó rivers advanced forward from the uplifted peripheries toward the inner part of the big Basin. Holocene sediments cover the big actual flood areas of the rivers. They represent about one quarter of the whole territory of the Great Plain. The thickness of the Holocene layers, gravels, sands and silts only exceptionally exceeds 2–4 m. In some parts of the huge alluvial plains big peaty layers have developed.

Detailed studies were devoted to the Quaternary climate history of the Great Hungarian Plain and they have provided remarkable results. For the 2.4 million years of the Quaternary, 25 remarkable climatic changes have been proved by numerous pollen finds. The Great Plain is a buffer territory between the big European climate zones, lying in the geometrical middle point of the continent. The Carpathian Basin is the meeting place of the oceanic, continental, boreal and mediterranean climate zones. The different influences are alternating in the daily and seasonally weather conditions, but there are months, even years during which one or the other effect is prevailing. The meteorological observations, dating back to more than 200 years, show that there were many years long periods too with the domination of one or the other influence. We can discover the same symptom investigating the many thousand years long climate periods of the past. The global changes in the European climate were not restricted to the growth or diminution of the annual temperature and of the humidity, but modification have been caused of the different seasonal distribution of these elements.

The climate of the Pannonian Basin was warm enough and very humid in the Earliest Pleistocene. During this 800 000-year-long period seven major climate cycles could be determined, during which the temperature and humidity changed considerably. By and large this was a temperate warm climate, the continuation of the hot and dry Pliocene climate, with diminishing warmth and growing humidity. The oceanic influence was dominating. During Early Pleistocene time the mediterranean climate influence entered the Carpathian Basin beside the oceanic one. They could prevail because the Alps and Dinarides had not emerged considerably yet. The Lower Pleistocene shows nine major climate cycles during a 900 000-year-long period. The climate was by and large a temperate forest climate. The warm and cool periods followed each other with greater differences than before. There were bigger changes in the seasonal distribution of the humidity, too. During this long period there could be demonstrated mediterranean climate cycles with hot and dry summers and mild humid winters, that is what the arboreal pollens suggest. The orography of the southern part of the Carpathian Basin facilitated the prevalence of the mediterranean climatic influence in this time. Towards the end of this period the climate came nearer to the present climate of the Northern European cyclonic zone, to the zone of the west winds. Upon pollen statistics, six climate cycles can be distinguished in the Middle Pleistocene and four ones in the Late Pleistocene. They were almost entirely cool or cold. Four of the cycles were humid and six were dry. The climate on the whole resembles the North Scandinavian climate of today.

Investigating the succession of the climates in the Pannonian Basin, we can discover a geographically S–N wandering character of the climate zones. In the earliest Pleistocene the climate of the Pannonian Basin was like the present climate in the North African coastline. Thence in the Early Pleistocene we had a climate of Italy and Greece. Thereafter it was followed by the cool climate of Continental Europe during the Middle Pleistocene and, at the end of the Late Pleistocene, the climate was like that of Scandinavia nowadays.

Concerning the tectonic development of the Great Plain, it can be observed as a certain balance between the subsidence of basin and the uplift of the mountain territories in the Carpathian Basin. During the Quaternary the maximum size of subsidence was 700 m in the Lowland, and the maximum size of uplift was 400 m in the mountains. The mountainous regions are twice bigger than the lowland surfaces. The total Quaternary denivellation exceeded thousand metres. The main fault lines stretch go from SW to NE, but there are secondary lines in N–S direction and also NW–SE crosslines.

In spite of the remarkable tectonic movements taking place during Quaternary time, the present-day grade of seizmicity of the Hungarian Great Plain is low. Hundred years of precise observation shows only a few earthquakes with the biggest ones hardly reaching degree 8 on the Richter Scale. Especially aseizmic is the Trans-Tisza territory. The earthquakes are not associated with the main Quaternary tectonic lines.

The geomorphology of the Great Hungarian Plain and the Quaternary rocks

Three geomorphological levels can be distinguished on the surface of the Great Plain. The lowermost one is the actual alluvial plain, the flood plain, covered by gravel, sand and silt. The second level is the Upper Pleistocene surface which lies 2–6 m higher than the flood-plain of the rivers in our days. Generally it is covered by loess and loess-like silts and clays. The third level is the surface of the sand dunes, that rises a few ten metres above the Holocene flat levels.

Rivers determine the topographic features of the lowland's surface. There are two great sandy-gravelly dejection cones on the Plain. The Danube built the first one southward from Budapest, the second is the Nyírség in the northeastern part of the Lowland, formed by numerous rivers coming from the rainy Eastern Carpathians. The wind-blown sand is well-sorted granulometrically. The diameter of the main particle size is 0.1–0.2 mm representing 70–80% of the material.

Loess-like sediments cover the greater part of the flatlands, lying a little higher above the inundation plain. The thickness of the loess sediment is only a few metres; thicker loess sequence can be found in the peripheries of the Lowland and in Hajdúság. In the inner part of the lowland the loess cover is more silty than the typical loess and has a smaller lime content. It is a sort of marshy loess, infusion loess as called after the Hungarian nomenclature. That means that the sand flour carried on by the wind was then deposited on a wet surface or even in shallow water on the alluvial plain, and was mixed with fine-grained fluvial material. On the large flat plains, where the seasonal floods have deposited their finest material, we find many kinds of silt and clay. The proportion of them reaches 60–70% in some boreholes where the sinking was slow. The thickness of the clayey top sediments reaches 10–15 m in the Hortobágy and Nagykunság regions.

The largest amount of the Quaternary sediments was carried and deposited by the Tisza river on the Great Plain. The Tisza carries usually much more floating load than the Danube though the water output of the latter is three-four times bigger. More than 1/3 part of the Great Plain was regularly inundated by the floods of the Tisza river before the river regulations. At flood times the Danube inundates at the most 1/20 part of the Great Plain. Beside the Tisza it is the Körös river which carries the largest part of the sediments across the Great Plain.

The flood plains have variable micromorphology, due to the wandering rivers, the abandoned channels, the sand dunes accompanying the living branches and the backwaters. Apart from distinctly shaped forms there are very flat inundation plains, marshy depressions, peaty bogs. The morphology of the loess surfaces is much more even. There are extensive tablelands situated a bit higher than the flood plains without any kind of microrelief on their surface. On the other hand, there are again regions where the Pleistocene loess table lies in the shadow of a higher situated and well-watered region. In this case the creeks and brooks coming from the wet region cut narrow but deep channels into the loess surface. Most diversified is the morphology of the sandhill regions. All kinds of dune forms can be found here, but at the same time with large dry valleys and round flat surfaces, too. There are regions where the surface of the dunes are totally bare and the sand is still moving. Beside the main surface deposits there are others, which are present in small areas only. Such are the different evaporites: the meadow chalk or lime mud, the very widely stretching alkali salts and the iron ore concretions in sandy valleys. It is worth mentioning the specific red clays, which are found in the peripheries of the Plain and are alternating locally with loess layers. The original material of these formations is mostly eolian sand flour mixed with deluvial and eluvial slope material.

The geological key boreholes and the artesian drillings have discovered the complete Quaternary sedimentary series of the Great Plain. Gravelly beds are only found in the peripheries close to the foot of the mountains. It was only the Danube river that carried gravel far into the basin. We can find huge gravel cones deposited in the beginning of the Quaternary on the surface southward from Budapest (Pestlőrinc, Vecsés). Farther towards SE these gravels have been found in growing depth: in a distance of 20 km at 50 m depth; in 80 km distance at 200 m depth; in 160 km distance at 500–600 m depth. The terminal of the Danubian gravels is the local sub-basin between Csongrád and Szeged. This is the deepest local basin and the biggest and best underground water reservoir of the Great Plain. The two other deep side-basins, the South Jászság and the Körös basin were filled with fine-grained material: fine sand, sandflour, silt and clay.

The core material of the key boreholes have been granulometrically analysed very detailedly in the Sedimentary Laboratory of Szolnok. The analyses demonstrated granulometric cycles in the sedimentary series. It was found that the cyclic sedimentation is characteristic of fluvial deposits. The granulometric composition of the limnic sediments differs distinctly from the fluvial ones. Two kinds of fluvial sedimentary cycles can be distinguished: the complete, or symmetrical cycle and the semi-cycle. The complete one starts with coarse material, which turns gradually finer during sedimentation. The middle of the cycle is composed of the finest material, usually of fine silt or clay. Then the sedimentation continues with gradually coarser and coarser material and the cycle ends with coarse sand or gravel. The semi-cycle starts, like the complete one, with coarse material, but ends with the finest material. The silty-clayey beds pass sharply into coarse material initiating a new cycle.

The geologist, working in lowland territories, has much trouble with the classification and denomination of the mixed loose clastic sedimentary rocks. In most cases there are no real clays, silts or sands in the field, but mixtures. Thus the denomination of the material is a long and complicated procedure (e.g. yellow fine sand with some silty content and a little clay fraction; or, dark brown meadow clay with a large quantity of silt stratified with fine sand and sand flour etc.).

For the new and complex mapping of the Great Hungarian Plain, a very simple method was adopted for marking the granular loose material of mixed granulometry. The marking started from the granulometry. The main particle size fraction was marked with single code numbers:

(1) gravel
(2) sand
(3) sand flour
(4) silt
(5) clay

The sediment was marked with these numbers put in order according to the weight they shared in the whole material. For example, 452 represents a silt (4) material in which the clay particle size fraction (5) has the second rate and the sand (2) is also present with significant weight. It was decided to use the code number of a granulometric fraction twice if its weight exceeds 60% of the material. For instance, 332 is a typical loess sediment, the weight of the sand flour fraction being higher than 60% in it and in the second place there is also sand in the granulometry. As in the sand sediments the weight of the sand fraction is usually over 60% the code number begins with double 2 and the third number refers to the grain size of the sand:

(221) coarse sand
(222) middle grained sand
(223) small grain sand
(224) fine sand

If the sand material contains silt or clay fractions in a considerable weight, they can be represented by a fourth number using a decimal point. E.g. 224.5 = fine sand with significant clay fraction. The code numbers proved very useful at the mapping. They helped to identify the similar sedimentary rocks in an extensive and variegated territory.

Above the Pannonian limnic layers and below the Quaternary fluvial sediments a specific variegated clay sequence is intercalated in most parts of the Plain. Its thickness may be 200–400 m, and it was deposited during the latest Pliocene. It is a terrestrial formation with very unsorted granulometry and characteristic by the fact that it is unfossiliferous. After the drying out of the Pannonian Lake the surface materials were redeposited several times by the rivers and by terrestrial mass-movements on the slight slopes. The lime content was leached out and the material shrunken into concretions. Due to the unsorted character it is best compressed and so most impervious.

The heavy mineral composition of the sands was analysed in order to discover the origin of the river loads and of the material deposited over the alluvial plains. It is rather complicated to draw inferences from the heavy mineral composition of the river sands to the mountainous source area. The Carpathian mountains are built of very different rocks and most part of the rivers flow across many parts of the mountains. The big rivers can gather similar heavy minerals from very different places along their long course in the mountains.

Ground-water conditions

In the Great Hungarian Plain the phreatic water level has vital importance. It generally lies near the surface and the agriculture as well as the engineering have much to do with this water. Not less important are the artesian waters, because the first water horizon is in most cases very mineralized, unsuitable for drinking and for other purposes, too. In Hungary 80% of the drinking water supply comes from underground sources.

The mean level of the phreatic water lies in 3 m depth below the surface. There are huge areas, where the depth is about 1 m or less. There are again others, not so extensive, where the depth is 6–8 m, in some parts more than 10 m. The water table fluctuates seasonally and according to multi-year periods. The size of the fluctuation depends on the humidity of the climate and on the granulometric condition of the water-bearing layers. In gravelly beds the fluctuation is small, usually a few dm only, in coarse sand it is 1–2 m yearly, in fine sand and silt 2–4 m, and in clays even more. The biggest fluctuation occurs in the fissures of clayey beds. The range of the multiannual fluctuation exceeds with 1–2 m the seasonal one. In the trendline of the multi-year fluctuation one can observe 14–16 and 28–30 year-long rising and sinking periods.

The yield which can be produced from the uppermost waterbearing layer is generaly small. Only the gravelly beds give a major amount of water, but areally they are of a small extent. From sandy aquifers lying near the surface the normal dug wells can produce 5–10 l water per minute, because the layers are thin and the grain-size is fine. In coarse sand the yield of phreatic wells can be 50–100 l/min. The horizontal flow of the ground water is very slow in phreatic aquifers due to the small gradient of the layers and to the fine particle size granulometry. It explains the very different chemical composition of the ground water in neighbouring territories. The richest regions in phreatic water are: 1) the Holocene Danube valley from Budapest to Baja; 2) the mouth of the Sajó river; 3) the mouth area of the Szamos and Tisza rivers.

The chemical character of the uppermost ground water shows an astonishing variety over the Great Plain. Close to each other we can find water with 400–500 mg/l and with 2000–5000 mg/l dissolved solids content. The kind of salts can be very different also. Widespread are the alkaline waters with overwhelming sodium-hydrogencarbonate content. Frequent are the bitter waters with sodium or magnesium-sulphate ions. Here and there there are sodium chloridic waters. Near to the rivers and in sandy hills there are also normally mineralised calcium-hydrogencarbonate waters.

In the years of 1950–1954 parallel with the geological mapping all the dug wells over the Great Plain were registered. Around 700 000 wells had been listed. The depth of the wells, the depth of the water table below the surface, the amount of water in wells, the temperature of water and the type of construction of the wells were measured and registered. From many wells water sample was taken for chemical analyses. The results of the registration and the mapping have been published in a monograph edited in 1956. Later, in 1961, a map was compiled and printed showing the average depth of the ground water table below the surface on a scale of 1:200 000.

The knowledge of the deeper-situated ground waters derives from thousands of artesian drills and wells, constructed during the last hundred years. In monitoring the makeup of the Great Plain especially that of the Trans-Tisza region, the discovery of the artesian aquifers and the drilled wells had crucial importance. The river pattern is very poor here, and the uppermost ground water very mineralized, almost undrinkable. The first artesian wells were constructed in 1878 and 1884. It was quite a miracle for the country people to see the thick water columns bursting out from the soil and rising as highly as to ten or twenty metres above the surface providing clear and healthy water where the lack of water had been the greatest evil. In a few years hundreds of artesian wells were drilled, and after twenty years, at the end of the century more than one thousand artesian wells were put in function in Hungary, mostly in the Great Plain.

We find the best artesian aquifers in a local basin around the southern part of the Tisza river. Excellent sandbeds are to be found here in a depth ranging from 200 to 400 m and the pressure conditions are also favourable. The water in wells rises above the surface already from 100–200 m depth and the water of the flowing wells is very good for drinking. The temperature of water coming from these depths is about 20–30 °C, which means that the drinking water has to be cooled. The yield is good, 200–300 l/min. can easily be gained from a simple well. The mineralization of the water is very low, solids by 300–400 mg/l, mainly sodium-hydrogencarbonate, are dissolved in it. The deeper-situated layers are also rich in water. Sandy-gravelly beds are to be found down to a depth of 1000–1200 m. From a depth of 1600–2000 m excellent thermal water can be gained in a rather big amount.

There is no side-basin in the Great Plain, which is so extensive with so good aquifers in such a big number, other than this one in the southern zone of the Tisza river. The Szatmár plain has also good aquifers, but only 100–200 m deep. There are numerous sandy layers in the hills of Nyírség in 200–300 m depth. The yields are medium, the quality is good. The pressure conditions are disadvantageous as compared to the situation in the southern Tisza basin. Going downward the water heads stand lower and lower. It is almost the same situation as in the sandhills between the Danube and the Tisza.

There are regions in the Great Plain which are very poor in artesian water. Such is the southern part of Jászság, where exploitable aquifer can only be found deeper than 500–700 m. Poor is in artesian water the Körös basin and not very rich is the Nagykunság.

The pressure conditions have outstanding importance in the Great Plain. In the hilly sand regions the pressure gradient is negative down to about 500–800 m. In this depth the negative gradient changes to a positive one. Overflowing water can only be found deeper than 1000 m. The low-situated flat areas in the Trans-Tisza region have positive pressure gradient. The water heads rise as we go deeper and deeper in the basin. The rate of the rising is different horizontally as well as vertically. It depends on many factors, such as the distance from the peripheries, the thickness and the granulometry of the aquifers, the character of the sedimentary series above and below the aquifer, the dipping of the layers, the tectonic makeup etc. Beside the territories with positive and negative pressure gradient, there are others, where there is no gradient, where the water table is hydrostatically balanced. Negative is the pressure gradient in the sandhills between the Danube and the Tisza and in Nyírség. Positive is the gradient along the foothills of the mountains and around the sandy hills.

The Hungarian Basin is known for its conspicuous geothermal anomaly. While outside the Carpathians the underground temperature is growing in every 30–35 m depth interval by 1 °C, in the Hungarian Basin 18 m is the average distance for 1 °C growth of temperature. It means that we can gain 70–80 °C warm water from as deep as 1000 m. There are, however, deviations from this average. In some parts of the Plain a depth interval of 8–10 m is enough for a temperature growth of 1 °C to be recorded. There are other places where 28–30 m is necessary to achieve the same growth. The explanation of the geothermal anomaly is the higher situated and thinner Earth's crust below the

Great Plain. The local differences in the anomaly are caused by the lithologies and stratification of the Quaternary and Pliocene sedimentary sequences in the different parts of the basin. About 400 thermal wells are now functioning in the Great Plain.

The mineralization of the artesian waters is very uniform. It is in striking contrast with the varied mineralization of the phreatic waters. In the deep-situated Quaternary and Pliocene sediments there are only two kinds of water: Ca-Mg/hydrogencarbonate and Na-hydrogencarbonate waters. The first is to be found in the infiltration regions, in the sand dunes and in the peripheries; the latter is in the deep-situated layers of the flat regions with positive pressure gradient. In gravelly and coarse sand sequences the mineralization is little (0.5–1.0 g/l), in the clayey-silty sediment series, where the water lies in fine sand and silt, the mineralization is bigger (2–3 g/l). In sandy-gravelly sediments the mineralization of water is growing with the depth, in clayey-silty layers the mineralization is high even in the uppermost layers. The chemical components of the artesian waters are changing from time to time even if there was no water production from the wells. The change does not follow one direction. The amount of dissolved salts or any of the ions can increase or diminish and the trend may change reversely, too. A disadvantage of the artesian waters is given by their gas content. It is small in the Quaternary and Pliocene aquifers, nevertheless, it causes inconveniences for the construction of wells and in confined waterworks. The gas can filter from deeper situated layers upward and can be syngenetic in swamp-peaty beds. Most frequently it is methane gas (CH_4) which appears in the wells, but there are also wells with N_2 and CO_2 gas content.

Water of the Quaternary layers is in communication with atmospheric waters. The recharge of the water-bearing beds comes from the surface. Fossil water can only be expected in the Lower Pannonian layers, where the water has sodium-chloridic character. The infiltrating atmospheric water carries Ca-Mg/carbonate solution and maintains this chemical character in gravelly and coarse sand layers to a depth of 300–600 m. Towards the depth the quality of the water changes to Na-hydrogencarbonate type. That change occurs as a rule when water crosses silty and clayey beds in its long way toward the depth. In clayey and silty sequence the change of Ca-Mg and Na ions proceeds already near the surface in the downward-seeping water. So just below the ground surface the water has sodium hydrogencarbonate character.

The velocity of the horizontal seepage can be examined by hydrodynamic and hydrochemical measurements in limited areas. To check the long-distance water movement in a huge basin, such as for instance in the Great Hungarian Plain, is really a hard task. To get information on the movement of water in the different deep aquifers with different granulometry and structure, the Hungarian Geological Institute constructed check-wells in the Great Hungarian Plain. The check-wells are equipped with automatically recording piezometers, which display the movements in the order of millimeter.

The written curves of the water level movements display the fluctuations caused by the earth tide, by atmospheric pressure changes, by seasonal and multiannual discharge and recharge in the underground aquifers. The size of the fluctuation caused by tidal movements is about 2–3 cm, that of the atmospheric pressure changes is 10–20 cm; the seasonal fluctuation ranges between 1 and 3 m and the multiannual fluctuation exceeds many metres in the Great Hungarian Plain. Both fluctuations caused by the earth tide and by atmospheric pressure change appear with the biggest amplitude in the deepest wells and are sometimes unobservable in shallow wells.

Very regular is the seasonal fluctuation of water table in different depths. It appears in all depths at about the same time. In spring there is a rise in the water level in all wells. It culminates at the end of the season. The summer begins with a decrease of the water level, the lowest point sets in autumn. Then it begins again a rise at the end of the autumn and a standstill follows in winter. This regime of the water level fluctuation can easily be explained in the uppermost phreatic aquifer. In springtime the infiltration of the thawing snow rises the ground water level. In summer, the decrease of the water table can be attributed to the heavy evapotranspiration. The rise in autumn can be ascribed to the rainy autumnal season and the standstill in winter to the frozen surface. This explanation cannot be applied to the water fluctuation observed in the aquifers situated at depths ranging from 500 to 1000 m. These aquifers are covered by many-hundred-metre-thick impermeable or semipermeable layers. Only with the propagation of the pressure waves—descending from the infiltration territories—can be explained the seasonal water level fluctuation appearing without retardation in great depths. The velocity of the pressure waves is enough to transfer the rise of the water level from the regions of infiltration to the middle part of the Great Plain and to depths of many hundred metres in a few days.

The size of the yearly fluctuation of the water table is influenced by the humidity of the year. In humid years with thick snow in winter and with rainy autumn, the range of the fluctuation is bigger at every depth than in a year of drought. In any case the range of the water level fluctuation is proportionate to the recharge of the aquifers. The rise of water level indicates that the process of the recharge has started. But the water flows very slowly toward the middle part of the basin and

to a greater depth. Whatever slow is the movement of water, the underground circulation is steady. Water moves from the infiltration territories toward the middle and the bottom of the basin. From the accumulation centre, water moves upward, giving way to the superior pressure. The upward movement proceeds as far as to the uppermost aquifer. From here the evapotranspiration transmits water to the air, and closes the circulation.

It is very difficult to measure the speed of the water flowing through innumerable and differently permeable layers for a long distance. However the speed has crutial importance, because the real recharge of the deep-situated aquifers depends on the speed of the filtration. In our days isotopic measurement helps to assess the absolute age of the underground waters. C^{14} measurements made by the Laboratory of the Institute of Water Management (VITUKI) have demonstrated that waters infiltrated in the northern mountain regions moved in the Plain 50 km in a depth of about 100 m within 8000–10 000 years. Waters recorded in a depth of 1100 m turned out to be 22 000 years old in the middle part of the Plain (Csongrád).

Economic geology

Centuries ago the traditional aim of the geological reconnaissance was to discover mineral resources. It happened only in the second part of the past century that attention was paid to the geology of the lowlands, at that time seemingly lacking in useful mineral resources. First the soils were mapped in the Plain. In this respect the agrogeological mapping, which started in Hungary at the end of the 19th century, was a pioneering activity. The first international agrogeological conference was organized in Budapest in 1909. Later oil and gas fields were discovered in the Plain and, apart from them, the underground water has become the most important "mineral" resource of the Great Plain. Nevertheless the agricultural land and the fertile soils were always and remain to our days the most important national wealth of the Great Plain.

One may adopt very different methods of soil classification and for their mapping all over the world. In spite of many endeavours to find an internationally acceptable classification of the soils and though the international soil maps are compiled on small scale, the detailed soil maps are being very differently prepared in the various countries even today.

The soil mapping always had an adjoint purpose in each country. It was expected that the map give a basic economic evaluation of the land. The point was to help the valuation of the land properties, giving basis for the fiscal taxation. Such an evaluation of the rent of the agricultural properties was fixed in Hungary in 1913 to serve as a basis for taxation till today. The revision of this work is in progress in our days.

The value of the agricultural land depends not only on the geological properties but on human impacts, too. The most efficacious alteration in the rent of the land can be achieved by irrigation. In Hungary, the first attempt for constructing large-scale irrigation plants on the Great Plain was made between the two great wars. The actual works started after the Second World War. Two dams were built on the Tisza river at Tiszalök and Kisköre. Main irrigation canals were constructed to make possible the irrigation of about 400,000 hectare land. But the capacity of the irrigation plants was not utilised entirely for years. Only a third or a half of the equipped territory was watered regularly. The technical construction work had not been squared with the education of the peasants. Irrigated farming is a special culture, it needs a very intensive schooling when introduced in a new territory.

Although the difficulties are big and of many kinds, the irrigation is essential for the economic development of the Great Plain. The future project is the third dam, which is to be established at Csongrád. This will accomplish the canalisation of the Tisza river and will render possible the creation of the Danube–Tisza navigation canal, somewhere in the middle part of the sandhill region.

One of the most harassing lack is the missing of building materials in the Great Plain. No hard rocks, no gravel, not even sharp grained sand are available. The rounded grains of the windblown sand are not appropriate for building. The lack of the mineral building materials is all the more sensible, because there are no forests on the lowland, the timber is also missing. There are some brickyards based on loess and loesslike materials, but the quality of their products is not first class. The deficiency of the building materials on one hand, the shallow depth of the ground water table on the other, furthermore the delicacy of the loose granular sediments at foundation make that the engineering geology has to accomplish many difficult tasks and has an outstanding importance in every kind of construction on the lowland.

Lowland clays are very good for pottery. Pottery has ancient tradition in the Trans-Tisza region. Famous artisans are working today at Mezőtúr, Hódmezővásárhely, Orosháza, Szentes.

It was in the first years of the 1960s that relatively rich oil and gas fields were discovered in the Great Plain. The oil and gas prospection and production started in the Transdanubian part of Hun-

gary, in the 1930s. Investigations were also made in the northern part of the Alföld (1918–1936 and 1950–1953), later on in the middle part, around Szolnok (1953–1960), but with little success. A few gas-producing wells were established, but oil was found in small quantity. In 1964 it was discovered the oil field near Szeged and Algyő, that became the most productive area in the country.

The oil and gas are stored in Pliocene and Miocene sediments at about 2500–3500 m depth. The reserves are not big. The producing structures are of small or medium size, and scattered over large areas. The prospecting was followed in the middle and southern part of the region between the Danube and Tisza and in the Trans-Tisza region near the Transylvanian border. The oil and gas prospection discovered thermal water in many places. They were utilised as thermal baths, but much more for heating of glass houses, greenhouses and, at places, heating buildings and hospitals. The best reserves of thermal water are to be found in the lower part of the Upper Pannonian (Pliocene) layers. They are filled with anomalously hot water. The depth of these sediments is 1600–2400 m in the southern part of the big lowland.

The impact by man is decipherable from the surface of the big Plain. The first effect of the human activity was the deforestation of the lowland. Though originally only groves and wood galleries flourished along the rivers, even much of the trees fell victim to fire. An influence of human origin was the regularization of the rivers and the drainage of about one fourth of the territory of the big Plain. Thanks to the river regularization and to the drainage, the size of the arable land grew by 2.5 million hectares at the expense of pastures and meadows. Considerable work was done to ameliorate the salty surfaces and to drain the peaty areas.

With the growing density of the population the settlements increased, the road net thickened, the extent of gardens, households and farms increased. The development also brought about disadvantageous effects. The pollution of the rivers, lakes and the ground water is a big problem all over the Plain today.

Nowadays, the protection of the natural environment is major concern of the geologists. The designation of rubbish grounds and dung water depots, the prevention of the damages caused by chemical fertilizers and plant protectors against pesticides, necessitates the assistance of the geologist. A kind of protection of the natural environment is the establishment of national parks and protected national areas. There are two natural park territories now in the Great Plain; the Hortobágy and the Kiskunság National Parks.

Apart from the activity of the Hungarian Geological Institute, which is a central State Institute, Geological Local Bureaus were organised in several parts of the country. The Bureau of Szeged and Debrecen serve the territory of the Great Plain. The scope of the Bureau's duties is the engineering-geological detail mapping, the search for local construction materials, the scientific control of mining activities, the collaboration with local authorities in town and land planning and in the protection of the natural environment.

The region between the Danube and Tisza

The region between the two big rivers consists of three parts. The Holocene Danube valley; the northern part of the sand hills, which leans against the Tertiary hills of the Gödöllő region; the southern sandy island with a separate morphology. The basin bottom declines from NW to SE. It is formed from Paleozoic and older rocks, here and there covered with relatively thin Mesozoic and Tertiary layers. The thickness of the Pannonian (Pliocene and Miocene) granular layers is 400–1000 m in the northern and western part; 2000–3000 m in south-east. The thickness of the Quaternary is 50–100 m in the northern and western part, 300–600 m in the south-eastern corner.

The Holocene Danube valley

After the Danube breaks through the defile of Visegrád and turns sharply to the south its alluvial valley is narrow as far as it approaches the surroundings of Budapest. Southward from Budapest the Holocene valley gets widening and its width is 15–20 km in a distance of 50 km from Budapest. The valley is quite flat, but there are some little sand dunes near the bank of the river channels. The broad valley stretches about 200 km long to the south and then it narrows again below the big island of Mohács. This is the recent alluvial plain of the river with two surface level; the New Holocene one, 2–4 m high above the mean water level of the river, and the Old Holocene one, which lies about 6–8 m high above the river.

Most parts of the surface is covered with a narrow silty and loamy stratum. In relatively small areas there is river sand on the surface. The top of them were transformed to windblown sand. Underground a coarse gravel bed stretches overall, the thickness of it makes a few meters in the northern part of the valley and 15–20 m in the southern part. The fine grained cover over the gravel bed also is thickening from north to south. Below the Holocene layers here and there, there are appearing Pleistocene sediments, which have been saved from the erosion of the Danube. Some little spots of the Tertiary Pannonian surface have even been remained as testimony hills amidst the recent Danube sediments. The thickness of the Pannonian layers changes between 50–100 m below the recent Danube valley.

The phreatic water is stored in the gravel bed, but the water level rises up into the fine-grained cover. The seasonal fluctuation of the water level is small in the gravel layer, it grows but in the sand and the silt cover. The average depth of the water table is 1–2 m, it is only deeper in the dunes bordering the river channels. The phreatic water is generally mineralized, 2–3 g/l dissolved solids can be measured in the water samples. Frequent are the sodium-hydrogencarbonate waters in connection with the salt-affected soils. The artesian wells produce water from the Pannonian (Pliocene) beds. The Holocene gravels, close to the surface, are full of water, however the water is usually very salty and it can easily be polluted from the surface.

Mineral resources of the region are sand and gravel as building materials. Huge gravel pits are under exploitation southward from Budapest (Délegyháza). The most important mineral resource is the agricultural land, the soil. It is fertile on the Old Holocene surface rising above the actual floodplain. On the young Holocene surface there are extensive salty soils.

The sandhills between the Danube and Tisza

This region is a huge fluvial dejection cone made by the Danube during the Quaternary. The Danube roved over the whole territory and deposited its loads everywhere. Its gravel is to be found in increasing depth from Budapest to Csongrád and Szeged. Its sand, silt and loam sediments are to

be found everywhere and in every depth. The surface is covered with windblown sand and with loess. At the end of the Pleistocene the territory was tectonically lifted up. The fluvial sand has been transformed to blown sand and loess was settled between the sand dunes. In the northern part of the territory the loess layers are thin and they are appearing in small ranges. In the southern part of the region the loess is the dominating sediment and the blown sand slips in small bands into the loess cover. In contrast to the actual surface, the Neogene basement is a huge inclination from N to S and from W to E. The thickness of the Quaternary layers grows from 20 m to 400 m from north to south and from 50 m to 500 m from west to east. The Pannonian (Pliocene and Miocene) limnic sediments have a thickness of 500–1000 m in northwest and 3000–4000 in the southeast.

The phreatic ground-water table lies near the surface, its average depth is about 2 m. Bigger depth can be found under the highest elevations, in the northern part of the region, around Lajosmizse and Kecskemét (4–6 m), and in the southern part, below the southwest fringe of the sand hills, and below a thick loess sequence (8–10 m). The water bearing layers are thin and in spite that there are several aquifers in the very stratified sequences, the amount of the water stored in the layers is small. The phreatic ground-water is not so mineralized, as it is in the Trans-Tisza territory. The average content is below 1 g/l. Nevertheless there are places where the dissolved solids amount to more than 2–3 g/l. The latter are waters with sodium-hydrogencarbonate, others with high sulphate content.

In the deeper Quaternary sedimentary series there are many water-storing layers. If the amount of the phreatic water is small, or if the uppermost aquifer is polluted, being close to the permeable surface, one can find enough good water in a depth of 100–200 m. But the yield of the wells is mediocre. The conditions of the water supply are investigated by five well plants of the Geological Institute, situated along a line from west to east across the sand hills. The check-wells are registrating the water-level fluctuations, that is the pressure changes at 5 places in 15 different depths. Half of the wells discover the Quaternary aquifers, the other half those of the Upper Pannonians. The results of the last ten years observation show a constant lowering of the piezometric heads. The pressure gradient is negative in the wells of the sandhills. It is about 500 m deep, where the gradient turns to become a positive one. The geothermal anomaly is not so high as everywhere in the Trans-Tisza region. A single exception is, near the Tisza river, the region of Tiszakécske, where the highest anomaly was measured in the whole Great Plain.

Mineral resources are lacking in this region, as like as in other places of the Great Plain. The most important wealth is the soil. In the past centuries the sandy soil was estimated as a poor soil. Now, after the spreading of orchards and vineyards, the value of the sandy lands has grown considerably. The oil and gas prospecting started soon enough in this region after the second world war. Investigations were made in the neighbourhood of Nagykőrös, Kecskemét, Kerekegyháza, Izsák with no significant result. Later in the southern part of the sand dunes, gas producing structures of middle capacities were discovered (Üllés, Ásotthalom, Zsana).

The Tisza valley

The Tisza is the main river of the Great Plain. It flows in the N–S axis of the lowland. Its catchment area embraces the major part of the flat land and also the sandhills between the Danube and the Tisza. The Danube, the bigger river, gathers the water of a few little creeks from a small territory of the sandhills. The major part of the hills is drained by the Tisza. The Tisza springs in the NE part of the Carpathian Mountains (the Woody Carpathians) in a height of 800 m. Along its 960 km long course it drains a territory of 157 000 km^2 large. Only about 250 km of its course flows through mountain territory, 710 km from its entire length is the lowland section. In the mountains the river has a very steep gradient, on the lowland it is the most inert, lazy stream. Its slope gradient is 4.4 cm/km along its lowland section, but along the last 350 km of its course the slope gradient is only 2.3 cm/km. As the river steps out to the Great Plain at Tokaj its flood plain grows enormously. The width of the recent flood plain changes between 10–25 km, but there are sections, where the floods inundate territories which are some 30–40 km away from the river banks.

Though the Tisza river has appeared only from as late as the end of the Pleistocene, it wandered over vast territories during the short Holocene period. The same is to be told of its tributaries. Therefore the present morphology of the surface does not correspond with the past morphology, subsisted in the different periods of the Holocene and Pleistocene. Due to the same reason the present morphologic regions do not correspond to the geological regions, which developed during the Quaternary.

The yield of the Tisza river is mediocre. In the middle part of the Great Plain it is 600 m^3/s. The Danube carries four times more water at the same latitude. However the floods of the Tisza are much more dangerous, because the river carries 40 times more water in flood time than at low level. In the case of the Danube this ratio is only 1:10. The individuality of the Tisza river is also reflected by its load-carrying capacity. Extremely big is the quantity of the floating load of the river. At the gauge

station of Szeged the average quantity of the floating river load is 12.2 million m^3 per year. More than the floating load of the Danube at the same latitude. This enormous river load is spreading over the bottom of the huge alluvial plain at least twice a year.

The plain of Szatmár

Between the sandhills of the Nyírség and the volcanic mountain range, which follows as an inner ring the Carpathians, there is a little lowland intersected by innumerable rivers and brooks on the surface. It is the meeting place of the Szamos, Kraszna, Túr and Tisza rivers mentioning the significant ones only. The lowland is a foredeep before the Northeastern Carpathians, filled with Pannonian lake sediments in a thickness of 500–1000 m, and with Quaternary fluvial sediments in a thickness of 50–200 m. The rivers are running from all directions toward the plain with big fall and their slope gradient decreases abruptly at the border of the plain. Consequently, gravel beds deposited in many rows one above the other in the bottom of the small basin. The surface sediments are sand, silt and peaty loam. Ground-water is abundant in any depth.

Mineral resources are sand and gravel, peat and underground water.

The region between the Tisza and the Bodrog river

A large number of the rivers coming from the very precipitous Carpathians converge between the Zemplén mountain and the sandhills of Nyírség. They enter together in the middle part of the Great Plain through the Tokaj-gate. Before this gate there is a large bay between the rivers Bodrog and Tisza. Today the main channel of the Tisza lies in the middle part of the bay, but there was a branch which once flew just below the hills of Nyírség. The northern part of the bay is called Bodrogköz, the southern part Rétköz. Silty-clayey layers cover the surface with peaty areas. Some windblown sand ranges cross the bay coming from the northeast, from a region, which once was a part of the Nyírség, before the Tisza broke through the sandhills.

The ground-water level lies close to the surface and is mineralised enough. The Tokaj-gate collects all running waters from a rather big territory and leads them through a narrow defile to the middle part of the Great Plain. The veritable plain begins beyond the Tokaj-gate.

The region of Mezőség and Taktaköz

A huge alluvial plain is opening in front of the Tisza river after having passed the Tokaj-gate. The river is winding with big curves over the land changing several times its flow direction. Southward the Pannonian block of the Hajdúság drives it toward the west, then the barely covered foothills of the Zemplén mountain pushes it to the south. At its right bank a little poorly drained bay stretches, called Taktaköz. Further more downwards a large meadow land opens, the Mezőség, between the foothills of the Bükk mountains and the Tisza river. It is a flat territory, covered partly by a thin loess layer, elsewhere by silty-clayey soils and sodic soil big areas. The thickness of the Quaternary layers grows from the foothills towards the river bank and reaches over there about 100 m depth. Below the Quaternary sequence the Upper Pannonian layers hide a lot of lignite beds. Over large territories the lignite beds are settled close to the surface, under a few metres of Quaternary cover. The location is suitable for open cast mining. The vast gravel field at the lower section of the Sajó river has an economic importance. All the other brooks have deposited their gravel fans along the foothills, but they are of small extent.

The ground-water table lies near the surface and there are vast territories, where the ground-water steps to the surface in springtime and are staying there over months. Near the western border of the Mezőség a check-well plant was constructed by the Geological Institute, at Erdőtelek. Four wells are registrating the water-level fluctuations in 18 m, 78 m, 249 m, 321 m depths. The first two wells are tapping Quaternary aquifers, the lower two Upper Pannonian layers. Both sequences are rich in water, the specific yields are 200–300 l/min/m. The pressure gradient is negative till the depth of 300 m, below that level the gradient becomes positive. It means that the atmospheric precipitation has the possibility to filter through the differently permeable layers till 300 m depth. The chemical type of the waters reconfirm the seepage conditions. Till 300 m depth the waters have calcium-magnesium-hydrogen carbonate character. Below this depth the sodium content begins to grow and takes the dominating place of the calcium. The water heads of all wells show a continuous sinking course from 1973 to 1980. Locally the geothermal anomaly is high. There is a thermal bath in Mező-

kövesd, where the water is taken from 860 m depth from Mesozoic layer. The temperature of the water is 76 °C in this depth, which proves a high geothermal gradient: 13 m/°C.

Many boreholes for oil were deepened in the region of Mezőkeresztes in the first years of 1950-s, but without considerable result.

Jászság

If we follow the foothill plain toward west moving away from the Tisza river, we reach a county, which has a firm geographic individuality, called Jászság. "Jász" is the name of an ethnic group which has inhabited the territory since the Hungarian contest, in the 9th century. The axis river of the county is the Zagyva, which follows a very straight N–S tectonic line between the mounts of Mátra and Cserhát. Reaching the plain the river changes its flow direction and bends to SE toward the Tisza. The northern part of the county is covered by the debris cones of three rivers: the Galga, Zagyva and Tarna. They are forming a rather low topographic chain before the foothills. The southern part of the county is quite flat. Large sodic soils cover the scarcely inhabited surface.

In the northern part a loess zone follows the fringe of the mountains. It is crossed by the Tarna river and by a gravelly sand range following the river. This range makes a half arch in SW direction along the former course of the Tarna. The northern part of the Jászság is a fertile and densely populated land. The Quaternary sedimentary sequence has a thickness of 100–200 m in the northern part and 300–400 m in the south. Below the Quaternary sediments 1500–2000 m thick Pannonian lake deposit can be found in the middle part of the region, thickening toward the south.

The phreatic ground-water level lies in 3–4 m depth in the northern part of the region and in 5–6 m depth in the southern part. The south Jászság is renowned from the deeply situated ground-water level and from the extraordinary big seasonal and multi annual fluctuation of this level. The ground-water lies and moves in clayey-silty layers, which cover in big thickness the surface. It is obvious that the ground-water is very mineralized in the clayey sediments. Sodium hydrogencarbonate and sodium-magnesium sulphate are the dominant ions in the water.

The south Jászság has another extraordinary property, too. The Quaternary sediments as well as the Upper Pannonian ones are very clayey down to a depth of 700–800 m. In consequence, the quantity of the underground water is exceptionally small. This is one of the regions of the Great Hungarian Plain which is very poor in underground water.

Two geological key boreholes have been drilled in the Jászság territory. One was put down at Jászladány in 1965, the other at Hevesvezekény in 1971. The Jászladány borehole, which was sunk to a depth of 950 m, has turned out to be a veritable "museum" of different paleontological finds. The Quaternary stratigraphy of the region could have been determined with enough accuracy based upon the Mollusca, Ostracoda, Vertebrata and pollen finds in the bore cores. The Plio–Pleistocene boundary was found at a depth of 432 m. The Levantian and Upper Pannonian boundary was found at 735 m. The Quaternary sediment series has been proved continuous and divided in four parts.

Upper Pleistocene	0–130 m
Middle Pleistocene	130–270 m
Lower Pleistocene	270–345 m
Lowest Pleistocene	345–432 m

The stratigraphic division has been changed later, after having the results of paleomagnetic measurements at disposal. 50 m from the top of the cores was considered as to be Upper Pleistocene, from 50–130 m the layers were put in the Middle Pleistocene. The other divisions did not change.

In the four parts 24 climate zones have been demonstrated upon the pollen finds. Pollens were very numerous in the cores all along the boreholes. Except at the end of the Pliocene sequence. The granulometric analyses of the core samples showed 10 fluvial sedimentary cycles in the Quaternary sediment sequence. The scientific results achieved at Jászladány served as a basis of comparison with the analyses and results of the later-drilled holes and core samples analysed.

The geothermal conditions at Jászladány agree with the average temperature anomaly, characteristic of the whole territory of the Great Plain. The average geothermal gradient is 18 m/°C in the Great Plain.

In order to get information on the conditions of water supply in the southern Jászság, the Geological Institute profited the geological key boreholes to construct artesian observation wells to the best aquifers. In Jászladány 4 check-wells were built to the following depths: 12 m, 168 m, 331 m, 907 m. The wells proved the very poor capacity of the aquifers. The specific yield of the wells were 5.4; 1.9; 3.2; 15.1 l/min/m. The water of the wells was very mineralized. The salt content was diminishing toward the depth.

12 m	3.8 g/l
168 m	2.0 g/l
907 m	1.5 g/l

More or less the same situation was found in another borehole of the region, at Hevesvezekény.

The Gödöllő hills

At the northwestern edge of the Great Plain the boundary toward the mountains has a curvilinear configuration. A range of the Pannonian hills, the Gödöllő hills, are running crossward here, toward the middle part of the Plain. The hills are tectonically densely dismembered. The main tectonic lines are directed straight N–S. The Galga and Zagyva rivers follow this fault line while they flow among the mountains. Nevertheless the continuation of this fault line can be searched for onwards among the Gödöllő hills till the first section of the Rákos brook. The abrupt edge of the hills northwest from Cegléd coincides with the N–S Zagyva line. Besides this fault some other longitudinal and crosswise tectonic lines can be demonstrated in the region.

The core of the Pannonian hills consists of clay and sand layers. The hills are covered by loess sequence the thickness of which can reach 25–30 m. The stratification of the loess sequences and the intercalated fossil soils were very carefully investigated in this region (Mende).

The first ground-water level lies in a depth of 25–30 m on the top of the hills. The water is not very mineralized, it is Ca–Mg hydrogen carbonatic type. On the flat surface around the hills the ground-water level lies again near the surface. There are few artesian wells in the hilly region. First because the Pannonian layers are poor of water, secondly because the pressure conditions are disadvantageous.

The Nyírség

After having roughly demonstrated the regions on the right side of the Tisza river, let us see now the geological and geomorphological land units on the left side. The first is the large sandhill region, called Nyírség. Without tectonic reflection and conception, the existence of this geological body cannot be explained. It is a large island, which emerges to a height of 60–70 m from the flat plain around. It has no connection with any mountain feature which could explain the origin of the fluvial gravel and sand composing the core of this big territory in a thickness of 100–300 m. The area of the Nyírség is about 5000 km^2. It stretches about 110 km long in N–S direction, its maximum width being 50 km. The hypsometric niveau of the plain around the sandhills is 100–110 m above sea level. The summits of the hills go to 180 m height. The east and west boundary of the main body of the sand region follows a strait N–S line.

The Pannonian lake sediments, which form the bottom of the Quaternary sandhills, lie in a depth of 100–300 m below the sandy surface. At the north edge of the hills the Quaternary sediment sequence is 50–100 m thin. The major part of the Quaternary sediments is sand with rather thin silty and clayey intercalations. At the bottom there are gravelly or gravel beds, but in the eastern part only. Below the Pannonian limnic sediments the boreholes found an extremely thick Miocene volcanic rock series, which could be the subsided prolongation of the Zemplén mountains or, maybe the continuation of the northeastern volcanic chain, the Vihorlát, Gutin, Avas. The drillings did not reach the bottom of the volcanic layers till 3000 m depth. There is no knowledge about it, what kind of rocks—probably Paleozoic—form the bottom of the Miocene formation.

The territory was the huge dejection cone of the rivers, which came from the very rainy Woody Carpathians during the first part of the Quaternary. At the end of the second part of the Quaternary the territory had been lifted up. The rivers walked round the emerged territory and deepened the surrounding to such an extent that the territory obtained the shape of a terrestrian island. The sand layers on the surface have been transformed to windblown sand, and the morphology of the surface became hilly. The ranges of the sandhills conserved the N–S direction of the former river valleys. At the south border of the sand island the sediments change to sandy loess and to loess. Westward, the sandhills are bordered by the loess-table of the Hajdúság. The sand of the Nyírség is poor in lime content. This is a difference compared with the kind of sands in the Danube–Tisza region. The grains of the sand layers in the Nyírség are not so well rounded and they are coarser than the grains of the Danubian sands. They are closer to the type of the fluvial sands. Which means they are younger as the wind-blown sands.

The phreatic ground-water lies everywhere close to the surface, and if it is not polluted from above, it is good drinking water. The pollution is easy through the sandy surface. The deeper-situated Quaternary layers are storing good and enough water. The 100–200 m deep wells can cover the supply.

Due to the orography, there are no overflowing wells. The water level of the drilled wells lies 10–20 m deeply under the surface. There are very few thermal wells and baths in the Nyírség. The water temperature in the Quaternary and Miocene layers corresponds to the average value of the Great Plain.

Hajdúság

The region, which is called Hajdúság, is a small, but very characteristic part of the Great Plain. It is a long and narrow piece of the Pannonian surface, which emerges relatively high—as a little table—from the neighbourhood. The Pannonian top-layers approach here the actual surface very closely. They are covered by a loess coat, which is about 10–30 m thick at the most. Below the loess cover there are Quaternary sand and clay layers. Amidst the loess and clay layers there are intercalated special red clay zones in several beds. Nevertheless the thickness of the whole Quaternary sequence is 50–100 m only. The Hajdúság loess is a kind of intermediate formation between the typical loess and the infusion loess. This territory was a relatively high-situated part of the Great Plain, which was never flooded by river. There are no fluvial sediments settled on it.

This highly situated Pannonian ridge formed a dam against the river deltas by which the Nyírség area has been built. It is also the frame of the sand dunes on the west side of the Nyírség nowadays. The north part of the loess table is abruptly cut down by the Tisza river. This part forms the opposite doorpost of the Tokaj gate, facing to the Kopasz-hegy. The south end of the loess region is not so well determined. The long and narrow Pannonian table gets widening and lowering as we go to the south and the semi-typical loess sediment gradually changes to sandy loess, silty loess, to the kind of loess homely in the Alföld.

It is not easier to trace the west and east boundary of the Hajdúság loess table. The Hortobágy and the Tisza rivers have eroded the west border of the Hajdúság. The rivers enlarged their alluvial plain to the detriment of the loess table. In the same time on the eastern border wind-blown sand rests on the loess table, originating from the higher situated Nyírség, pushing the boundary between the loessic and sandy territories more towards the east in detriment of the loess surface. In consequence of the bilateral assaults the Hajdúság loess table got a fringed shape. The table is about 90 km long and 10–20 km wide. The Hajdúság table forms an intermediate step between the Hortobágy plain, which lies at 90 m height above the sea level, and the Nyírség, the core body of which lies above 150 m. The surface of the Hajdúság is in 110–120 m height above the sea level. Below the Pannonian and Miocene layers Paleozoic and Mesozoic mountain ranges are found in the bottom of the basin, extending in SW–NE direction. They are situated relatively high here, which is proved by the small thickness fo the Pannonian layers. The thickness of the Pannonian layers is 300–400 m in the northern part of the region and 1100–1300 m in the south.

The phreatic ground-water table lies relatively deep (5–15 m) under the loess table. There are places where the uppermost water level lies deeper than 20 m below the surface. The conditions of the water supply are not good in the Pannonian strata. The wells have small yield and the pressure conditions are not the best. Between the two World Wars oil prospecting drillings were made in this area, without considerable success. The explorers found excellent thermal water in Hajdúszoboszló. After having drilled further boreholes for water supply, they developed the biggest thermal bath in Hungary at Hajdúszoboszló. Later on the thermal water prospecting has continued in Debrecen and a nice thermal bath was constructed in the town, which lies right on the Nyírség–Hajdúság frontier.

The most important natural wealth in this region is the agricultural land. The loess soil is very fertile and the territory is proper for every kind of cultures.

Hortobágy

Hortobágy is the name of the huge alluvial plain, which stretches from Tiszalök to Tiszafüred and Karcag. It is also the name of the river, which springs in the northern part of this plain and flows in its axis toward south, and falls into the Körös river. The plain is about 80 km long and 20–40 km wide. It is really so much of a plain, that there are not even a few meter high elevations on it. The region is the floodplain of the Tisza. Before the regulation of the river, the floods, coming from the Tokaj-gate, had swept through the whole plain staying there for months. The coarse material of the river load accumulated in sandhills formed along the bank of the river. The fine-grained material moved to the distant flat alluvial surface. The surface therefore is covered by silt, sand flour and clay. The thickness of the alluvial clay deposits is more than 10 m along the Hortobágy river, which is the draining channel of the region.

The soil of the plain is mostly natronized salty soil with barren surface. Nevertheless there are small parts where the level of the surface is higher situated than the flood plain and the soil is not natronized, but fertile. Sometimes 20–40 cm topographic difference is enough to change the fertility. Yet dominant are the deserted surfaces, uninhabited waste lands. The people use the territory as pasture ground and call it "puszta".

Long ago endeavours were made to ameliorate the deserted land by irrigation, by the construction of fish ponds, by special soil treatment. A rather big part of the Hortobágy is now a National Park, a reservatum for plants and birds. It is also a touristic sight and showplace. Famous are the stud farms and horse races.

The ground-water lies near the surface (1–2 m) in the middle part of the plain, a little bit deeper in the north and south part (3–5 m). The seasonal and multiannual fluctuation of the ground-water level is big: 1–3 m seasonally, 3–5 m in longer periods. The chemical components of the dissolved solids are very different in the water. There are good drinking waters as well as very mineralized, sodium-rich and sulphate-rich waters. There are places, where the chlorid-ion content is striking high. It was considered that the salt water filtrates along tectonic lines from the deep situated Miocene salty rocks upwards to the surface. Later detailed investigations did not justify the supposition.

Between the two World Wars to the order of the Hungarian Government some oil prospecting boreholes were drilled in the territory, but without considerable success. In the Quaternary layers, the thickness of which is 200–300 m, there are good aquifers with healthy and abundant water.

A scientific key borehole was drilled in the northern part of the territory, close to the village of Egyek in 1972. The borehole was deepened to 700 m depth. The Plio-Pleistocene boundary was found in 250 m depth. Below that the drilling advanced in Levantian clay sediments till 500 m and stopped in Upper Pannonian lake sediments. Though the profile was rather clayey, several good water stocking layers were found, first of all, in the Quaternary sequence.

Waters are of calcium-hydrogencarbonatic character down to the depth of about 50 m. Below that the dominant salt is sodium-hydrogencarbonate. Three check-wells were constructed in Egyek for the observation of the artesian water level fluctuation. Two wells observe the movements in the Quaternary sediments, one is put down to the depth of Levantian–Upper Pannonian boundary. The regime of the water level fluctuation in the wells is very regular. A gradual decline of the water table has been registered during the last 10–12 years in the deepest aquifer (494 m) only.

Region in the middle section of the Tisza river

The middle section of the Tisza river between the Tokaj-gate and Szolnok is morphologically not at all monotonous territory. Between the two distant alluvial plains, the Mezőség on the right side of the river and the Hortobágy on the left side, there is a large zone, which follows closely the river and which is formed from innumerable abandoned river channels with a big number of sand dunes following the channels. The sand dunes developed in parallel ranges follow two distinct directions: N–S and NW–SE. These latter seem to be earlier in age and it is possible that they are not the dunes of Tisza river, but of the ancient Sajó. This hilly region is broad enough (25–30 km) in the vicinity of Kisköre, where the second Tisza dam has been built in 1975–1980. A lot of huge abandoned meanders can be found here, the size of which are larger than the actual meanders of the Tisza river. It suggests that a bigger river was running here in the beginning of the Holocene.

Between the sandhill ranges there are silty-loessial sediments in the trenches; here and there patches of sodic soils can be found and all these in a confused labyrinth. The meander zone of the Tisza today is a wide band, dissected in small blocks which seem to be governed by tectonic movements. The right bank of the river is not so diversified. It is almost flat and a major part of the territory is covered by loess. Little brooks and temporary creeks are joining the Tisza. The surface of the southern part can be utilised as pasture only. The Kisköre dam was built in this region and the huge irrigation plant with the main canals and small distributor pipes. The reason of the establishment of this great work is the aridity of the region. The climate is warm in summer, the rainfall very little. Extensive salty soils cover the surface, the melioration of which was expected from the irrigation.

The first ground-water level lies in 1–2 m depth below the surface and in 4–6 m depth in the sand dunes. The fluctuation of the ground-water level in 2–6 m depends on the distance from the river and the granulometric composition of the layers with water moving therein. The first water-bearing layers contain rather salty water. The sodium and sulphate content is big everywhere.

The Quaternary sediments are mostly clayey. The artesian water supply can be taken from a few sandy layers with moderate yield.

The long-term geological mapping work started in this middle part of the Great Plain in 1964–1965 and this has given opportunity to make some experimental geological key boreholes to depths

ranging from 100 to 300 m. Later these holes were used for the construction of check-wells. This is the explanation why we have several artesian check-wells of limited depth in this region. From north to south, they are at Besenyszög, Óballa, Szolnok, Tószeg and Öcsöd. The wells are tapping Quaternary layers with little yields and strongly fluctuating water heads. The mineralization is growing with the depth.

Nagykunság

This is the very middle of the Great Plain. It is the most remote from the mountain regions, most flat and most clayey on the surface as well as in greater depths. It has no running water on the surface. The rivers flow around the borders of the region, the land has no water on the surface and very little below that. The first underground water level lies 8–10 m deep in some parts of the territory and has 2–3 g/l of dissolved solids. The fluctuation of the water level is big, it can be 5–8 m in some years.

In contrast to the flat surface the basin bottom has a varied relief. The hard rock bottom lies in a depth of 2500–3000 m in the southern and western part of the region and in 1400–1700 m in the northern part. A Cretaceous flysch range runs here from SW to NE as a 1000 to 1500-m-high mountain. Under the south part of the region Paleozoic and older metamorphic rocks constitute the basement. They are overlapped by 1200–1300-m-thick Pannonian lake sediments and 200 to 300-m-thick Quaternary layers. The territory is the southern continuation of the clayey Hortobágy plain. The pressure conditions as well as the chemical type of the underground water change very rapidly horizontally and vertically alike. The Quaternary sediment sequence has few and thin waterbearing beds. In the Pliocene sequence the hydrogeological conditions are slightly better. Thermal baths and the hot water utilisation proves this.

The Hungarian Geological Institute had made a 500 m deep geological key borehole near Kengyel. Another 800 m deep borehole was put down by the oil prospection near Karcag. Both drills crossed rather clayey layers. Some sandbeds were in the upper part of the holes. The Quaternary bottom was found in 200 m depth near Karcag, and in 300 m depth at Kengyel. Utilising the Kengyel borehole, the Geological Institute constructed three artesian check-wells to the following depths: 66 m; 177 m; 311 m. This well plant was the first check-well group established in the Great Plain, which is regularly in function from 1967. Later on a fourth well was built to the phreatic water level at 13 m depth. The pressure gradient is negative down to about 100 m, which is extraordinary, because we are in the middle part of the Great Plain on a flat surface, where the positive pressure gradient is normal. The gradient changes from negative to positive one below 100 m. The yield of the aquifers is very small, generally about 5 l/min/m. The geothermal gradient is 13.0 m/°C, thus the thermal anomaly is greater, than it is usual on the Great Plain. The mineralization of the waters is rather high. In the Kengyel borehole the weight of the dissolved solids is growing from the top to a depth of 300 m, from 881 g/l to 1783 g/l. The seasonal ground-water level fluctuation is less than 1 m. There is a tendency of lowering in the piezometric level observable in the last years. In the deepest well the piezometric water level sank nearly 5 m during 14 years. The velocity of the horizontal seepage in these fine-grained material is very slow, also slow is the recharge to the aquifers.

The only mineral resource of the region is the clay for brickyards and for pottery. There is a little gas production from the Karcag borehole.

The Körös basin

Among the rivers of the Great Plain the Körös river is the second in importance after the Tisza. It is not the biggest tributary of the Tisza, but it waters the biggest part of the lowland. It flows in the W–E axis of the eastern half of the Great Plain. Considering its length, its water yield and the size of its catchment area it ranks after the Maros and the Szamos. The major part of the course of the two other tributaries falls to the mountain territories, whereas the Körös flows in a long section across the plain. The main river is formed by four confluent smaller rivers: Sebes–Körös (Fast-streaming Körös), Fehér-Körös (White Körös), Fekete-Körös (Black Körös) and Berettyó. The length of the river is 364 km, its catchment area is 27,500 km^2, and its water discharge at the mouth of the river is 105 m^3/s.

The Körös and its tributaries are gathering waters from a huge mountain territory and the debris of many kinds of rocks. The debris is deposited in the Körös basin, which is a subsidiary side basin of the Great Plain. It is the second deepest Pliocene–Pleistocene depression in the frames of the Great Plain. The Paleozoic basin bottom lies here in a depth of 3000–4000 m. It is overlain directly by Miocene (Lower Pannonian), Pliocene (Upper Pannonian) and Quaternary deposits. The

thickness of the Quaternary sequence is 200–500 m and mostly consist of silts and clays with intercalated few and thin sand beds. The sediment series represents the whole Quaternary without considerable hyatuses. This was proved by the paleomagnetic measurements made on the core samples of two boreholes sunk in the Körös Basin at Dévaványa and Vésztő. In the bore cores the measurements displayed all polarity changes and events, known from the international paleomagnetic scale. The distances between the paleomagnetic polarity changes measured on the cores were proportionate to the time elapsed between the polarity reversals.

The surface of the Körös basin is covered by Holocene alluvial silts and clays. Here and there remnants of the Pleistocene surface can be found with loessial sediments. There are large marshy territories with peat layers. The territory was frequently inundated with water staying for long time on the surface.

The rivers are coming with steep slopes from the 1000–1800 m high mountains. As they are reaching the border of the lowland at about 100 m height above sea level, the slope of the channels becomes very moderate. The rivers begin meandering, bifurcating. They are changing several times their course. Though the territory is crossed by innumerable abandoned river branches. The alluvial plain changes for a marshy lake during the flood time. After the regulation of the rivers the peaty areas have been drained and the floods warded off.

The protection against repeated sudden floods is the most embarrassing problem of the region. The four initial rivers, which compose the Hármas-Körös (Three-branched Körös) river collect the running waters from a large mountain territory facing west, where the precipitation carrying winds are coming from. The rivers, as they reach the lowland, are converging to one point and they meet in the surroundings of Gyoma. From here waters are carried away in one single channel, called Hármas-Körös. The capacity of the united river bed, which has to carry away the average water output of the member rivers, cannot receive and hold the flood waters if they are coming in at the same time. The member rivers can carry all together cca 2000 m^3/sec amount of water in flood time, and the united Hármas-Körös can carry away at maximum 1200 m^3/sec water only. The surplus must be spread out over the alluvial plain. The total floating load of the member rivers is about 500 000 m^3 in a year, and the Hármas-Körös can carry away 400 000 m^3 as maximum. The difference is sedimented yearly on the plain.

It goes from the above related circumstances that the phreatic ground-water level lies close to the surface in many places and it is also easy to understand that the fluctuation of the water level is big in the clayey-silty sediments. The phreatic ground-water is generally mineralized. The average salt content is about 2 g/l, but water samples with 5–6 g/l, even over 10 g/l dissolved solids were found.

Though the Körös basin is the second deepest Quaternary local basin within the frames of the Great Plain, it is poor in artesian water. Among the clay and silt sediments few are the sandbeds, and if there are some, they are thin and mostly fine-grained. The Hungarian Geological Institute established four geological key boreholes across the territory of the Körös basin in W–E direction. The boreholes were put down near Szarvas, Dévaványa, Vésztő and Komádi. Later 15 artesian check-wells were built upon the results of the boreholes. 3 wells at Szarvas, 4–4 wells at Dévaványa, Vésztő and Komádi have been constructed to check the level fluctuation in different depths. Part of the wells are tapping Quaternary layers, and others the Pliocene aquifers. The yield of the check-wells is small: 10–20 l/min/m. The yearly fluctuation of the water table grows from the surface toward the depth. The multiannual curve of the water level regime is tending downward. It was the Szarvas well-plant, where the automatic water gauge was first installed in 1975. From that time we have continuous written data from the piezometric fluctuation. The pressure gradient is positive in all four wells. That means that the ground-water moves upward in the investigated part of the basin. The infiltration territories are remote, situated beyond the political frontier, in the foothill region of the Transylvanian mountains. The water quality shows some relation with the atmospheric water in the shallow depth, in two wells out of the four (Dévaványa, Komádi). In the deeper situated aquifers and in the two other wells (Szarvas, Vésztő) the waters have sodium-hydrogencarbonate character at every depth. The total weight of the dissolved solids is slightly growing to the depth. Water temperature in the four check-wells corresponds to the normal situation in the Great Plain. The geothermal gradient is 16–18 m/°C. We can expect about 60 °C warm outflowing water from the depth of 1100 m.

Two of the boreholes in the Körös basin became renowned on account of the paleomagnetic measurements made on the core samples taken from the holes. From the Dévaványa (1116 m) and from the Vésztő (1200 m) boreholes core samples were sent to Halifax (Canada) for paleomagnetic polarity measurements to be made in the Laboratory of the Dalhousie University. The data have proved that the Quaternary and the Pliocene sedimentation was continuous in this region, with a fundamental contribution to the knowledge of the Quaternary stratigraphy secured. In correlation with sedimentological, faunistic and floristic finds and facts, the Plio–Pleistocene boundary was found

around the time of the Matuyama–Gauss paleomagnetic boundary, that is 2.4 million years ago. The Olduvai event is the dividing zone between the Oldest and the Old Pleistocene (1.8–1.6 mill. years). The Brunhes–Matuyama paleomagnetic boundary divides the Lower Pleistocene from the Middle Pleistocene. Between the Middle and Upper Pleistocene there is no paleomagnetic event that can serve as the stratigraphic division. The sedimentation rate can also be determined from the paleomagnetic data. This rate was almost steady (0.2 mm/year) during the Quaternary in the Körös basin. The paleomagnetic measurements served as basis for the time schedule of the fluvial sedimentation cycles and for the chronological succession of the climate periods, which have been established upon the pollen finds.

The Körös basin was the place of oil and gas prospection in the 1960–1970 years, but as to now without considerable success. The agricultural productivity of the region is also moderate.

The southern section of the Tisza valley

The most valuable part of the Great Lowland is in every respect the southern part of the Tisza valley. The most productive and best cultivated agricultural land can be found here. This is the richest subsurface water reservoir. Some industries also developed in the region the raw material of which can be found in the territory. Last but not least the richest oil and gas fields were discovered here. The oil production promoted a considerable processing industry. The people of the region have appropriate capacities to utilize the favours of the nature. They are creative in economic, cultural and organisatory play-ground. Szeged, the centre of the region is a town of schools, industry and arts.

The Tisza river flows through this territory in a 100–150 m broad and 10–15 m deep channel, carries in average 900 m^3/s water and yearly 12 million m^3 suspended load. The range of the water level fluctuation is 12 m. The Körös river carries on an average 85 m^3/s water. The Maros river is transporting 190 m^3/s water into the Tisza. As for the Tisza and Körös rivers, their floods and caprices were the educators of the Hungarian hydrologists and engineers, who possess international reputation.

The alluvial plain of the Tisza river is surrounded by flood-prevented surfaces covered by fertile loess soils. The uppermost ground-water level lies in 3–4 m depth and is strongly mineralized. There is an opposition in the lime content of the phreatic ground-water and of the soils. Where the soils are poor in $CaCO_3$ the ground-water has it copiously and where the ground-water has no Ca ions, the soils have them.

The best artesian aquifers are to be found in 200–400 m depth and have clear soft water with little dissolved material. These are the best aquifers all over the Great Plain. The mapping staff of the Hungarian Geological Institute set two important geological key boreholes in the territory: at Csongrád and Mindszent. The boreholes crossed nearly 700 m of Quaternary beds and stopped at the depths of 1200 m and 1500 m respectively, in Pliocene sediments. In the drilled sections are built of silty and clayey rocks to as deep as 100–200 m. Below this level, the major part of the layers are sandy, and sometimes even gravelly. The most sand beds were found in the Csongrád borehole, they were the coarsest too and could be followed down to a depth of 1100 m. This part is the deepest point of the Quaternary sedimentation and the central part of the Quaternary accumulation. The Mindszent borehole was 1500 m deep and though it has also crossed many sand layers, the clayey layers represented a bigger proportion than those of the Csongrád borehole section.

In Csongrád and in Mindszent artesian check-wells were constructed for the best aquifers in different depths. The water heads of these wells have shown a considerable decline in the last 8–10 years. The South-Tisza region is the best thermal water reservoir of the Great Plain. The geothermal anomaly is not so high as in the middle part of the Great Plain, but here there are thick sand layers with large quantities of water in the depth interval of 1500–2500 m. The pressure conditions are excellent. From a depth of 100–200 m one can have overflowing water and the water heads rise 15–20 m high above the surface from a depth of 1000 m, to 40–60 m high from a depth of 2000 m. The thermal wells are best exploited in the towns Szentes, Szeged and Hódmezővásárhely.

The Orosháza plateau

This area, which is surrounded by three rivers, is a region of half-circular shape, slightly elevated above the alluvial plains. The surface is covered by loess deposits, which are intersected by fluvial channels and riverside sandhills. There is no running water now in the channels and the sandhills are in transition to become blown sand. The surface is flat, excepted the former river channels and the following sand borders.

The deep core of the plateau is formed by a higher part of the hard rock basin bottom protruding

from SE to NW. The Neogene basement of the plateau lies 1000 m higher than the surroundings. The buried mountain range strikes in SE direction and attaches to the Transylvanian mountains which emerge to the surface in a distance of 50–60 km. The thickness of the Quaternary fluviatile layers is 250–350 m in the middle part of the region and the Pliocene (Pannonian) sequence does not surpass 1500–2000 m. The plateau is a prosperous agricultural land, with good soils and the cultivation of various profitable plants. The mother rock of the soils is a sort of clayey-silty-sandy loess with very mixed granulometry. The granulometric mixture of the sediments is characteristic in vertical and horizontal directions, too. It is due to the innumerable abandoned river channels, former creeks, widening alluvial strips and buried or unburied sandy river borders or to the several redeposition of the material.

The uppermost ground-water level lies in 4–6 m depth below the surface. Its mineralization is low, about 1–2 g/l dissolved solids are found in the water samples. The major component is the sodium hydrogen carbonate. The fluctuation of the water level is 2–4 m yearly.

Among the Quaternary sediments there are good artesian waterbearing layers. The yield of the artesian wells is 500–1000 l/min, the type of the water is sodium hydrogen carbonate. The pressure conditions are not good, the pressure gradient is negative to a depth of 200–300 m. At the same time the geothermal gradient is 13 m/°C in the middle part of the plateau, which is far better than the average of the whole Plain.

The territory is poor in mineral resources. Beside some sand and clay pits, the oil prospection produced very modest results in the region of Pusztaföldvár and Battonya. The gas-and-oil-bearing structures are small and areally dispersed. The main economic wealth is the agricultural land and the subsurface water.

IRODALOM—REFERENCES

Alföldi L. et al. 1968: Budapesti hévizek. — VITUKI Közl. 20. Budapest.

Arany S. 1954: Az alföldi szikes talajok osztályozása. — Orsz. Mezőg. Min. Int. Évk.: 29—52.

Aubouin J. 1965: Geosynclines. — Elsevier Co.

Aujeszki L.—Frank M.—Papp F. 1949: Magyarország gyógyfürdői. — Balneológiai könyvtár. 1: 64.

Árkai P. 1977: Low-grade metamorphism of Paleozoic sedimentary formations of the Szendrő-Mountains. — Acta Geol. Hung. 21 (1—3): 53—80.

Bacsák Gy. 1944: Az utolsó 600 000 év története. — Besz. a Földt. Int. Vitaül. Munk.: 221—244.

Bacsák Gy. 1955: A pliocén és pleisztocén az égi mechanika megvilágításában. — Földt. Közl. 85: 70—105.

Bacsó N. 1959: Magyarország éghajlata. — Akad. Kiadó, Budapest.

Báldi T. 1981: Az alsómiocén vitakérdésekről és az eusztáziáról. — Ősl. Viták 27: 41—57.

Balkay B. 1960: A magyarországi földkéreg szerkezete. — Geofiz. Közl. 9: 5—21.

Balla Z. 1981: Magyarország kréta—paleogén képződményeinek geodinamikai elemzése. — Ált. Földt. Szemle. 16: 89—180.

Ballenegger R. 1916: A magyarországi talajtípusok mechanikai vizsgálatának eredményei. — Földt. Int. Évi Jel. 1915-ről: 487—505.

Ballenegger R. 1946: Adatok a magyarországi talajok kémiai összetételének ismeretéhez. — Földt. Int. Évi Jel. 1916-ról: 531—583.

Ballenegger R.—Finály I. 1963: A magyar talajtani kutatás története 1944-ig. — Akad. Kiadó, Budapest.

Balogh K. 1964: A Bükkhegység földtani képződményei. — Földt. Int. Évk. 48: 245—719.

Balogh K. 1972: Historical review of conceptions referring to the Pannonian Mass. — Geologické Práce, 58: 28—55.

Balogh K. 1973: A dél-alföldi neogén transzgressziós rétegsorok üledékjegyei. — Földt. Közl. 103 (3—4): 251—269.

Balogh K.—Barabás A. 1972: The Carboniferous and Permian of Hungary, Szeged. — Acta Univ. Szegediensis 20 (2).

Balogh K.—Rónai A. 1965: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. Eger. — Földt. Int. kiadv.

Banner J.—Jakabfy I. 1968: A közép-Dunamedence régészeti bibliográfiája. — Akad. Kiadó, Budapest.

Barnabás K.—Strausz L. 1947: A Délnyugat dunántúli pannónikum. — Földt. Közl. 77: 81—188.

Bárdossy Gy.—Meskó L.—Póka T.—Sajgó Cs.—Tomschey O. 1970: Sediment-petrographische Untersuchung der tertiären Gesteine des Algyőer Gebietes (Südost Ungarn). — Acta Geol. Hung. 14: 251—269.

Bartha F. 1975: A magyarországi pannon képződmények horizontális és vertikális összefüggései és problematikája. — Földt. Közl. 105 (4): 399—418.

Bartha F. 1978: A magyarországi pannon biofáciesei és a pannon tó kiédesedése. — Földt. Közl. 108 (3): 255—271.

Bartha F.—Kleb B.—Kőrössy L. 1971: A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai. — Akad. Kiadó, Budapest.

Bendefy L. 1934: A magyar föld szerkezete. Belső kontinentális kéregmozgások a Kárpát-medencében. — Magyar Föld. Elbert és Tsa. Budapest.

Bendefy L. 1964a: Geokinetic and crustal structure conditions of Hungary as recorded by repeated precision levelings. — Acta Geol. 8: 395—411.

Bendefy L. 1964b: Az 1964. évi szkopjei földrengés magyarországi vonatkozásai. — Földr. Ért. 13 (1): 31—56.

Bendefy L. 1965: A Magyar-medence mélyszerkezetének balkáni, dinári és Kelet-alpi vonatkozásai. — Földr. Ért. 14 (4).

Bélteky L. 1954: A mélységi vízkészlet. — Magyarország vízkészlete. I. Mennyiségi számbavétel. VITUKI: 101—112.

Bélteky L. 1960: A hazai termális vizet feltáró kútfúrás fejlődése és legújabb eredményei. — Hidr. Közl. 46 (4): 276—292.

Bélteky L. 1963: Magyarország területének geotermikus viszonyai a legújabb vízfeltáró fúrások adatai alapján. — Hidr. Közl. 43: 401—411.

Bélteky L. 1964: Újabb adatok a hazai geotermikus vizsgálatokhoz. — Geofiz. Közl. 12: 3—47.

Beudant F. S. 1822: Voyage minéralogique et géologique en Hongrie, pedant l'année 1818. — Paris.

Bergreen W. A.—Bürckle L. H.—Cita M. B. et al. 1980: Toward a Quaternary time scale. — Univ. Washington. Quaternary Research. 13: 277—302.

Berényi D. 1964: Észak- és Közép-Tiszántúl éghajlati viszonyai. — Földr. Évk.: 447—471.

Bérczi I. 1969: Az algyői felsőpannóniai homokkő üledékföldtani vizsgálata. — Földt. Közl. 99: 337—350.

Bérczi I.—Viczián I. 1973: Üledékes kőzettani vizsgálatok a dél-alföldi neogénben. — Földt. Közl. 103 (3—4): 319—339.

Bércziné Makk A. 1978: Tengeri felsőperm üledékek Budapesttől DK-re a Sári-2. sz. szénhidrogénkutató fúrásban. — Földt. Közl. 108: 313—327.

Bigazzi G.—Bonadonna F.—Jaccarino I. 1973: Geochronological hypothesis on Plio-Pleistocene boundary in Latium region. — Boll. Soc. Geol. It. 92: 391—422.

Bodoky T.—Jánváry J.—Nemesi L.—Polcz I.—Szeidovitz Gy.-né 1977: Komplex geofizikai kutatások eredményei a Nyírségben. — Ált. Földt. Szemle 10: 5—44.

Bogárdi J. 1971: A vízfolyások hordalék szállítása. — Akad. Kiadó, Budapest.

Bogdánfy Ö. 1901: Vízépítés kiváló tekintettel hazai viszonyainkra. I. Hidrológia. II. A természetes vízfolyások hidraulikája — Patria Irod. Váll.

Bogdánfy Ö. 1924: Az Alföld hidrológiája. Vízimunkálatok az Alföldön. — Debrecen.

Boldizsár T. 1964: Magyarország geotermikus térképe és földi hőárama. MTA X. Oszt. Közl. 33 (1—4): 307—327.

Boros Á. 1958: A magyar puszta növényzetének származása. — Földr. Évk. 7: 33—52.

Borsy Z. 1961: A Nyírség természeti földrajza. — Akad. Kiadó, Budapest.

Borsy Z. 1965: Görgetettségi vizsgálatok a magyarországi futóhomokokon. — Földr. Évk. 14: 1—16.

Borsy Z. 1973: A magyarországi futóhomok területek lösz, homokos lösz és löszös homok takarója. — Földr. Közl. 21 (2): 181—184.

Borsy Z. 1980: A Nyírségben végzett geomorfológiai kutatások újabb eredményei. — Acta Ac. Paed. 8: 19—36. Nyíregyháza.

Budapest hévizei 1968: VITUKI.

Bulla B. 1934: Magyarországi löszök és folyóteraszok problémái. — Földr. Közl. 62: 7—9.

Bulla B. 1941: A Magyar medence pliocén és pleisztocén teraszai. — Földr. Közl. 4: 199—230.

Bulla B. 1953: Az Alföld felszínének kialakulása. — MTA. 8: 59—67.

Bulla B. 1956: A magyar föld domborzata fejlődésének ritmusai az újharmadkor óta a korszerű geomorfológiai szemlélet megvilágításában. — MTA Tört. Oszt. 7 (4): 281—296.

Bulla B. 1962: Magyarország természeti tájai. — Földr. Közl. 86: 1—16.

Bulla B. 1964: Magyarország természeti földrajza. Egyetemi Tankönyv. — Tankönyvkiadó, Budapest.

Bulla B.—Mendöl T. 1947: A Kárpát-medence földrajza.

Chaline J. 1977: Essai de stratigraphie biologique et climatic du Pleistocène, du Pliocène et du Miocène. — CNRS. Dijon.

Charlesworth J. K. 1957: The Quaternary era. — Ed. Arnold. I—II. London.

Cholnoky J. 1910: Az Alföld felszíne. — Földr. Közl. 38: 413—436.

Cholnoky J. 1928: Magyarország földrajza. — Tud. gyűjtemény. 15. Pécs.

Cholnoky J. 1936: Magyarország földrajza. — Föld és Élete. 1—6.

Cooke H. B. S.—Hall J. M.—Rónai A. 1979: Paleomagnetic, sedimentary and climatic records from boreholes at Dévaványa and Vésztő, Hungary. — Acta Geol. Hung. 22 (1—4): 89—109.

Cooke H. B. S. 1981: Age control of Quaternary sedimentary/climatic record from deep boreholes in the Great Hungarian Plain. — Quaternary Paleoclimate.: 1—12. Norvich.

Comptes rendus de la première conférence internationale agrogéologique. 1909. — Földt. Int. kiadv.

Császár G.—Hámor G.—Haas J.—Halmai J.—Korpás L. 1982: A fiatal alpi tektonikai fázisok szerepe Magyarország földtani fejlődésmenetében. — Földt. Int. Évi Jel. 1980-ról: 501—508.

Csiky G. 1963: A Duna—Tisza köze mélyszerkezeti és ősföldrajzi viszonyai a szénhidrogénkutatás tükrében. — Földt. Közl. 67: 19—36.

Csomor D.—Kiss Z. 1962: Magyarország szeizmicitása. — Geofiz. Közl. 11: 1—11.

Cziráki J. 1960: A hazai termális vizek. — Hidr. Közl. 40 (6): 507—515.

Dank V. 1963: A délalföldi neogén medencék rétegtani viszonyai és kapcsolatuk a dél-baranyai és jugoszláviai területekhez. — Földt. Közl. 93. (2): 304—324.

Dank V. 1965: A délalföldi neogén medencerészek mélyszerkezeti viszonyai és kapcsolatuk a dél-baranyai és jugoszláviai területekkel. — Földt. Közl. 95 (3): 123—139.

Dank V.—Bán Á. 1960: Az algyői kőolaj- és földgázelőfordulás földtani viszonyai és termeltetésének elvei. — Földt. Kut.

Dobos I. 1965: Az Alföld levantei képződményeinek rétegtani vizsgálata és vízföldtani jellemzése. — Földt. Közl. 95 (2): 230—239.

Embey Isztin A. 1981: Hazai bazaltos kőzeteink fő alkotórészeinek statisztikai vizsgálata: Kísérletek a bazaltok tektonikai helyzetének meghatározására. — Földt. Közl. 111 (1): 43—58.

Erdei F. 1937: Futóhomok. A Duna—Tiszaköz földje és népe. — Athaeneum, Budapest.

Erdélyi M. 1955: A Dunavölgy nagyalföldi szakaszának víztároló üledékei. — Hidr. Közl. 35.

Erdélyi M. 1979: A magyar medence hidrodinamikája. — VITUKI Közl. 82. Budapest.

Erdélyi M. 1981: A felszín alatti vízmozgásoknak vizsgálata közvetett módszerekkel a Magyar Medence példáján. — MTA X. Oszt. Közl. 14: 3—74.

Eysinga F. W. B. van 1975: Geological time table. — Elsevier Sc. Publ. Comp. Amsterdam.

Fairbridge W. Rhodes 1970: World paleoclimatology of the Quaternary. — Revue de Geogr. Phys. 12 (2): 97—104. Paris.

Ferenczy I. 1937: A Csonka Szatmár és Csonka Bereg megyékben végzett földtani kutató munka eredményei. — Földt. Int. Évi Jel. 1929—32-ről: 301—325.

Frank M.—Papp F.—Sarló K. 1949: Magyarország ásványvizei. — Balneológiai Közl. 2 (72).

Franyó F. 1963a: Talajvízkutakból történő öntözés lehetőségei a hevesi és jászsági területen. — Földt. Int. Évi Jel. 1960-ról: 59—73.

Franyó F. 1963b: A futóhomok és a lösz települési viszonyai a Duna—Tisza köze középső részén. — Földt. Int. Évi Jel. 1961-ről. II: 31—46.

Franyó F. 1966: A Sajó—Hernád hordalékkúpja a negyedkori földtani események tükrében. — Földr. Ért. 15 (2): 153—178.

Franyó F. 1977a: Az erdőtelki Et-1. sz. kutatófúrás földtani és vízföldtani eredményei. — Földt. Int. Évi Jel. 1975-ről: 99—112.

Franyó F. 1977b: A Magyar Állami Földtani Intézet 1968—75 között mélyített kutatófúrásai az Alföldön. — Földr. Közl. 1—3. 25 (101): 60—71.

Franyó F. 1978: A hevesvezekényi Hv-1. sz. alapfúrás földtani és vízföldtani eredményei. — Földt. Int. Évi Jel. 1976-ról: 131—154.

Franyó F. 1979: Az Egyek-1. sz. kutatófúrás földtani és vízföldtani eredményei. — Földt. Int. Évi Jel. 1977-ről: 85—111.

Franyó F. 1980: Újabb felszínfejlődés-történeti és vízföldtani eredmények a Duna—Tisza közi kutatófúrások alapján. — Földr. Ért. 4 (29): 409—443.

Franyó F. 1981: A szarvasi Sz-1. sz. alapfúrás földtani és vízföldtani eredményei. — Földt. Int. Évi Jel. 1979-ről: 121—142.

Franyó F. 1982: The scientific and practical significance for investigating the Quaternary fluviatile alluvial fans of the foreland of the Bükk and Mátra Mountains. — Quaternary Studies in Hungary (INQUA Hung. Nat. Comm.): 95—105.

Gajdos I.—Pap S. 1977: Töréses formaalakulás lehetőségei az alföldi pliocén üledékekben. — Földt. Közl. 107 (3—4): 437—456.

Galli L. 1977: A földtan alkalmazása a víz- és mélyépítésben. — VIZDOK. Budapest.

Galli L.—Vitális Gy. 1972: Síkvidékek és folyóvölgyek légifényképeinek vízföldtani és műszaki értelmezése. — Hidr. Közl. 10.

Gárdonyi J. 1932: A régi felsőrendű szintezési alappontok magasságainak változásai. — Geol. Közl.: 93—106.

Gedeonné Rajetzky M. 1973: Fosszilis folyóvízi üledékek mikromineralógiai spektrumának értelmezése recens hordalékvizsgálatok alapján. — Földt. Közl. 103 (4).

Géczy B. 1972: The origin of the Jurassic faunal provinces and the Mediterranean Plate tectonics. — Ann. Univ. Sci. 16: 99—114. Budapest.

Géczy B. 1973: Plate tectonics and paleogeography of the East-Mediterranean Mesozoic. — Acta Geol. Hung. 17.

Géczy B. 1975: A jura-időszak klímája lemeztektonikai megvilágításban. — MTA X. Oszt. Közl. (8): 1—2.

Grecula P.—Kaliciak M.—Varga J. 1977: Hornadaski Zlomovy system a jeho problemy. — Min Slovaca. 9: 419—448.

Groholy T. 1960: Adatok a Nagyalföld geofizikai kutatási eredményeiből. — Magy. Geofiz. 7 (2—3): 81—92.

Győrffy I. 1943: Magyar falu, magyar ház. — Budapest.

Hadzi E.—Aleksic V.—Pantić N.—Kalenic M. 1974: The Alpides of Southeastern Europe in the light of plate tectonics. — Belgrad Univ. Economic Geol.: 275—310.

Halaváts Gy. 1869: A magyarországi artézi kutak története, terület szerinti eloszlása, mélységük, vizük bőségének és hőfokának ismertetése. — Földt. Int. Alk. Kiadv.

Halaváts Gy. 1896: Az Alföld Duna—Tisza közti részének földtani viszonyai. — Földt. Int. Évk. 11 (1): 116—174.

Hámor G. 1981: Magyarország szerkezetének és fejlődéstörténetének vázlata. In Földt. kirándulások a Mo.-i molassz területeken. — Földt. Int. kiadv.

Hanusz I. 1883: A Tisza fejlődésének törvénye. — Földr. Közl. 11: 198—208.

Horváth F.—Stegena L.—Géczy B. 1975: A Pannon medence késő kainozóos fejlődése. — Földt. Közl. 105 (2): 101—123.

Horusitzky H. 1898: Löszterületek Magyarországon. — Földt. Közl. 18: 29—36.

Horusitzky H. 1906: Előzetes jelentés a Nagy-Alföld diluviális mocsár löszéről. — Földt. Társ. Kiadv. 8—9.

Horusitzky H. 1929: Az agrogeológia múltja és feladatai hazánkban. — Földt. Közl. 53: 3—15.

Horusitzky H. 1932: A „mocsár-lösz" terminológiájáról. — Földt. Közl. 62: 213—220.

Ihrig D.—Mátrai I.—Starosolszky Ö. 1973: Kiskörei vízlépcső. — Vízügyi Közl.

Inkey B. 1893: Tájékozódás az Alföld képződményeiben és talajviszonyaiban. — Földt. Int. Évi Jel. 1892-ről: 165—174.

Jantsky B. 1979: A mecseki gránitosodott kristályos alaphegység földtana. — Földt. Int. Évk. 60.

Jaskó S. 1947: Lepusztulás és üledék felhalmozódás Magyarországon a kainozoikumban. — Földt. Közl. 76: 26—36.

Jaskó S. 1977: A neogén medencék az Alp-Kárpáti hegységrendszerben. — Földt. Közl. 3—4: 421—430.

Jaskó S. 1981: Üledékfelhalmozódás és kőszénképződés a neogénben. — Földt. Int. Alk. Kiadv.

Jámbor Á.—Korpásné Hódi M. 1971: A pannóniai képződmények szintezési lehetőségei a Dunántúli-középhegység DK-i előterében. — Földt. Int. Évi Jel. 1969-ről: 155—196.

Jámbor Á.—Korpásné Hódi M. 1980: A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. — Földt. Int. Évk. 62.
Jánossy D. 1979: A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces faunák alapján. — Akad. Kiadó, Budapest.
Johan B. 1943: A magyar közegészségügy területi kérdései. — MTA III. Oszt. Közl. Népegészségügy 21: 1—24.
Joó I. et al. 1979: Map of recent vertical crustal movements in the Carpatho—Balkanic region. — Cartogr. Research Inst. Budapest.
Juhász Á. 1964: Adatok a Duna—Tisza köze É-i részének mélyföldtanához. — Földt. Közl. 94: 184—194.
Juhász Á. 1966: Kapcsolat a Tisza-völgyi és a Duna—Tisza közi paleogén üledékgyűjtők között. — Földt. Int. Évi Jel. 1964-ről: 535—544.
Juhász Á. 1969: A Duna—Tisza köze mélységi magmás és metamorf képződményei. — Földt. Közl. 99: 320—336.
Juhász Á.—Vass G. 1975: Mesozoische Ophiolite im Beckenuntergrunde der Grossen Ungarischen Tiefebene. — Acta Geol. Hung. 18: 349—358.
Juhász J. 1955: Felszín alatti vízkészletünk. — Hidr. Közl. 1—2: 21—35.
Juhász J. 1968: Hidrogeológia. I—II. — Budapest.
Kaán K. 1939: Alföldi kérdések.
Kádár L. 1935: Futóhomok tanulmányok a Duna—Tisza közén. — Földr. Közl. 63: 4—15.
Kádár L. 1939: Tektonikus tájelemek az Alföldön. — Földr. Közl. 67: 342—351.
Kádár L. 1956: A magyarországi futóhomokkutatás eredményei és vitás kérdései. — Földr. Közl. 4: 143—163.
Kádár L. 1960: Az Alföld felszínének kialakulásáról. — Földr. Közl. 8 (1): 3—10.
Kádár L. 1964: A Magyar-medence feltöltődése. — Acta Univ. Debr. 13: 167—183.
Károlyi Z. 1960: A Tisza mederváltozásai. — VITUKI tanulmányok. 102.
Károlyi Zs. 1960: A vízhasznosítás, vízépítés és vízgazdálkodás története Magyarországon. — BME. Közp. Könyvtár Tud. Tört. kiadv. 13.
Kenessey B. 1931: Az Alföld állítólagos kiszárítása, elszikesítése és öntözésének kérdése. — Vízügyi levél: 3—27.
Kerekes J. 1941: Hazánk periglaciális képződményei. — Besz. a Földt. Int. Vitaül. Munk. Évi Jel. 1941-ről. Függelék: 97—141.
Kertai E. 1963: Magyarország nagyobb vízépítési műtárgyai. — Vízlépcsők. OVF. Budapest.
Kertai Gy. 1957: A magyarországi medencék és kőolajtelepek szerkezete a kőolajkutatás eredményei alapján. — Földt. Közl. 87 (1): 383—394.
Kertai Gy. 1960: A magyarországi szénhidrogénkutatás eredményei 1945—1960-ig. — Földt. Közl. 90: 406—418.
Kézdi Á. 1970: Talajmechanika. — I—II.: 499—515. Tankönyvkiadó, Budapest.
Kleb B. 1971: A pannon emeletbeli kiédesedés üledékföldtani és geokémiai vizsgálata. — In Magyarországi pannonkori képződmények kutatása: 173—198.
Kordos L. 1979: A magyarországi paleoklimatológiai kutatások módszerei és eredményei. — Orsz. Meteorológiai Szolg. Hiv. Kiadv. 50.
Korim K. 1966: The connate waters of the Hungarian Neogene. — Acta Geol. Hung. 10: 407—426.
Korim K. 1978: A hazai hévíz-előfordulások hidrogeológiai alapjai. — MTA X. Oszt. Közl. 11 (3—4): 255—275.
Korim K. 1981: Üledékes medencékben előforduló termálvizek kutatásának módszerei és eszközei. — Geoinform Szemle.
Kovács Gy. 1973: A felszín alatti vizek hidrológiai vizsgálata. — Tankönyvkiadó, Budapest.
Kovács Gy.—Erdélyi M.—Korim K.—Major P. 1972: A felszín alatti vizek hidrológiája és hidrogeológiája. — VITUKI.
Kovács S. 1980: A triász hallstatti mészkőfácies ősföldrajzi jelentősége az északalpi fáciesrégióban. — Földt. Közl. 110: 360—381.
Kőrössy L. 1956: A Tiszántúl északi részén végzett kőolajkutatás földtani eredményei. — Földt. Közl. 86: 390—402.
Kőrössy L. 1959: A Nagy Magyar Alföld flisjellegű képződményei. — Földt. Közl. 89 (2): 115—124.
Kőrössy L. 1963: Magyarország medenceterületeinek összehasonlító földtani szerkezete. — Földt. Közl. 93: 153—172.
Kőrössy L. 1970: Entwicklungsgeschichte der Neogenen Becken in Ungarn. — Acta Geol. Hung. 14: 421—429.
Kretzoi M. 1953: A negyedkor taglalása gerinces fauna alapján. — MTA. Alföldi kongr. 8: 89—97.
Kretzoi M. 1955: Adatok a Magyar medence negyedkori tektonikájához. — Hidr. Közl. 44.
Kretzoi M. 1969: A magyarországi quarter és pliocén szárazföldi biosztratigráfiájának vázlata. — Földr. Közl. 3: 179—204.
Kretzoi M.—Krolopp E. 1972: Az Alföld harmadkorvégi és negyedkori rétegtana az őslénytani adatok alapján. — Földr. Ért. 21 (2—3): 133—158.
Kretzoi M.—Pécsi M. 1982: A pannóniai medence pliocén és pleisztocén időszakának tagolása. — Földr. Közl. 4: 300—326.
Kreybig L. 1937: A Magyar Királyi Földtani Intézet talajfelvételi vizsgálati és térképezési módszere. — Földt. Int. Évk. 3 (2): 145—216.
Kreybig L. 1944a: A Tiszántúl. — Magy. tájak földt. leír. — Budapest.
Kreybig L. 1944b: Magyar tájak talajismereti és termeléstechnikai leírása. Tiszántúl. — Budapest.
Kriván P. 1953: Die Bildung der Karbonatsedimente im Zwischengebiet von Donau—Theiss. — Acta Geol. Hung. 2: 91—108.
Kriván P. 1955: A közép-európai pleisztocén éghajlati tagolódása és a paksi alapszelvény. — Földt. Int. Évk. 43: 365—440.

Kriván P. 1957: Hagerman szemcsealaktani módszerének üledékföldtani értékelése. — Földt. Közl. 87 (3): 295—301.

Kriván P. 1960: A Duna ártéri színlőinek kronológiája. — Földt. Közl. 90: 56—71.

Kriván P. 1967: A magyar negyedkor földtani helyzete és feladata. — Földt. Közl. 97 (3): 326—330.

Krolopp E. 1970: Őslénytani adatok a nagyalföldi pleisztocén és felső pliocén rétegek sztratigráfiájához. — Ősl. Viták. 41: 5—43.

Krolopp E. 1973: Negyedkori malakológia Magyarországon. — Földr. Közl. 2: 167—171.

Kukla G.—Nakagawa A. 1977: Late-Cenozoic magnetostratigraphy Quaternary research 7. — Univ. Washington: 283—293.

Lampl H.—Hollósy F. 1947: A Duna—Tisza csatorna. — Földműv. Min. kiadv. Budapest.

Laubscher H. P. 1971: Das Alpen-Dinariden Problem und die Plinspastik der südlichen Tethys. — Geol. Rundschau 60 (3): 831—833.

Láng S. 1949: A teraszképződés. — Hidr. Közl. 29 (11—12): 360—365.

Láng S. 1960: A Délkelet-Alföld felszíne. — Földr. Közl. 8: 31—43.

Lászlóffy W. 1932: A Tisza-völgy. — Vízügyi Közl.: 108—142.

Lászlóffy W. 1982: A Tisza. Vízi munkálatok és vízgazdálkodás a tiszai vízrendszerben. — Akad. Kiadó, Budapest.

Lengyel E. 1930: Alföldi homokfajták ásványos összetétele. — Földt. Közl. 60: 67—75.

id. Lóczy L. 1881: A folyóknak, mint geológiai tényezőknek munkája. — Mérnök és Építész Egylet Közl. 15. Budapest.

id. Lóczy L. 1912: Alföldünk artézi kútjai. — Földt. Közl. 41: 113—150.

id. Lóczy L. 1918: Magyarország földtani szerkezete. — In A Magyar Szt. Korona országainak leírása. Budapest.

ifj. Lóczy L. 1923: Magyarország hegyszerkezetének vázlata. — Földt. Szemle 1: 109—115.

ifj. Lóczy L. 1939: A magyar medencerendszer geomorfológiája különös tekintettel a petróleum kutatásra. — Földr. Közlem. 57: 380—395.

Magnetostratigraphic polarity units 1979: A Supplementary chapter of the ISSC International Stratigraphic Guide. — Geology: 578—583.

Magyarázók Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához: Békéscsaba 1975, Budapest 1966, Debrecen 1966, Eger 1965, Kecskemét 1967, Kiskunhalas 1971, Kisvárda 1975, Miskolc 1975, Mohács 1973, Sátoraljaújhely 1968, Szeged—Gyula 1964, Szolnok 1967.

Magyarország Éghajlati Atlasza 1960: Orsz. Meteor. Int. — Akad. Kiadó, Budapest.

Magyarország építőipari, építőanyagipari, ásványbányászati, kohászati és talajjavító ásványi nyersanyagvagyonának mérlege. 1980. — Közp. Földt. Hiv. Budapest.

Magyarország hévízkútjai. — VITUKI. I.: 1965, II.: 1971, III.: 1977.

Magyarország Hidrológiai Atlasza 1960. — VITUKI.

Magyarország vízkészlete 1954: 1. Mennyiségi számbavétel. — VITUKI.

Mankinen E. A.—Dalrymple G. B. 1979: Revised geomagnetic polarity time scale for the interval 0—5 m. y. B. P. U. S. Geol. Survey. Menlo Park, California. — Journ. Geophys. Res.: 615—626.

Mayr F. C. 1979: True and false variations of the magnetic field. — Univ. Québec. 35. Montreal.

Meszéna B. 1978: A Kiskunhalas Ny-3. szénhidrogénkutató fúrással feltárt alsópannóniai boltozat és proterozói migmatit képződményeiről. — Földt. Közl. 108: 53—64.

Miháltz I. 1947: A Duna—Tisza csatorna geológiai viszonyainak tanulmányozása. In Duna—Tisza csatorna. — Földműv. Min.: 189—199.

Miháltz I. 1953a: A Duna—Tisza köze déli részének földtani felvétele. — Földt. Int. Évi Jel. 1950-ről: 113—139.

Miháltz I. 1953b: Az Alföld negyedkori üledékeinek tagolódása. — Alföldi kongr. MTA. OK. 9: 109—117.

Miháltz I. 1953c: Az Észak-Alföld keleti részének földtani térképezése. — Földt. Int. Évi Jel. 1951-ről: 61—65.

Miháltz I. 1953d: Erosionszyklen-Anhäufungszyklen. — Acta Min. Petr. 8: 51—62.

Miháltz I. 1967: A Dél-Alföld felszínközeli rétegeinek földtana. — Földt. Közl. 97 (3): 294—307.

Mike K. 1974: Hordalékkúpok üledékritmusai a Körösvidék földtörténeti elemzésének tükrében. — Földr. Közl. 22 (98) (4): 292—312.

Molnár B. 1960: Pliocén és pleisztocén lehordási területváltozások az Alföldön. — Földt. Közl. 96 (4): 403—413.

Molnár B. 1964: A magyarországi folyók homoküledékeinek nehézásvány-összetétel vizsgálata. — Hidr. Közl. 44 (8): 347—355.

Molnár B. 1965: Adatok a Duna—Tisza köze fiatal harmadidőszaki és negyedkori rétegeinek tagolásához és származásához nehézásvány összetétel alapján. — Földt. Közl. 95: 217—225.

Molnár B. 1967: A Dél-Alföld pleisztocén fejlődéstörténetének ritmusai és vízföldtani jelentőségük. — Hidr. Közl. 47: 537—552.

Molnár B. 1972: A Nagyalföld negyedkori üledékkomplexumainak genetikája. — Kandidátusi értekezés, kézirat.

Molnár B. 1973: Az Alföld harmadidőszak-végi és negyedkori feltöltődési ciklusai. — Földt. Közl. 103: 294—310.

Molnár B. 1977: A Duna—Tisza köz felsőpliocén (levantei) és pleisztocén földtani fejlődéstörténete. — Földt. Közl. 107 (1): 1—16.

Mörner N. A. 1972: The cold warm changes during the last ice age. —: 51—77. Stockholm.

Mosonyi E.—Papp F. 1959: Műszaki földtan. — Műszaki Kiadó, Budapest.

Mottl M. 1941: Az interglaciálisok és interstadiálisok a magyarországi emlősfauna tükrében. — Földt. Int. Évk. 35 (3): 5—40.

Mucsi M. 1973: A Dél-Alföld földtani fejlődéstörténete a neogénben. — Földt. Közl. 103 (3—4): 311—318.

Nemesi L.—Hobot J.—Varga G.—Draskovits P.—Görgei J. 1981: A Tiszavidék és a Tiszántúl mélyszerkezetének geoelektromos kutatása. — Geofiz. Közl. 27: 3—98.

Nikiforova K. V. 1977: The boundary between the Neogene and Quaternary. — Giornale di Geologia. 2/a. 41: 217—224.

Ozoray Gy. 1965: Rétegvízemeletek az Alföldön. — Földt. Int. Évi Jel. 1963-ról: 27—34.

Pantó G.—Kovách A. et al. 1967: Sr Check of a synthian igneous activity and metamorphism in north-eastern Hungary. — Acta Geol. Hung. 11: 279—287.

Pasteiner D. 1902—1903: A Tisza folyó lebegő hordaléka. — Vízrajzi Évk. 17: 122—170.

Pávai Vajna F. 1925: A földkéreg legfontosabb tektonikus mozgásairól. — Földt. Közl. 55: 63—85.

Pávai Vajna F. 1930: Magyarország hegységeinek szerkezeti vázlatai. — Földt. Közl. 60: 7—33.

Pávai Vajna F. 1953: Az alföldi Dunamellék rétegtana és hegységszerkezete. — Földt. Int. Évi Jel. 1955-ről: 69—74.

Pécsi M. 1959a: A magyarországi Dunavölgy kialakulása és felszínalaktana. — Akad. Kiadó, Budapest.

Pécsi M. 1959b: A negyedkori tektonikus mozgások mértéke a Duna-völgy magyarországi szakaszán. — Geofiz. Közl. 8 (1—2): 73—83.

Pécsi M. 1967: A löszfeltárások üledékeinek genetikai osztályozása a Kárpát-medencében. — Földr. Ért. 16: 1—18.

Pécsi M. 1977: A hazai és az európai löszképződmények paleogeográfiai kutatása és összehasonlítása. — MTA. X. Oszt. Közlem.: 183—221.

Pécsi M. 1980: A Pannóniai-medence morfotektonikája. — Földr. Ért. 1: 105—127.

Pécsi M.—Sárfalvi B. 1960: Magyarország földrajza.

Pécsi M. et al. 1961: A tiszai Alföld. — Akad. Kiadó, Budapest.

Pécsi M. et al. 1967: A dunai Alföld. — Akad. Kiadó, Budapest.

Pécsi M.—Pécsiné Donáth É.—Szebényi E.—Hahn Gy. 1977: A magyarországi löszök fosszilis talajainak paleogeográfiai értékelése és tagolása. — Földr. Közl. 1—3: 94—137.

Pécsi M. et al. 1982: Quaternary studies in Hungary.

Péczely Gy. 1965: Az Alföld éghajlata. — Földr. Közl. 13 (89) (2): 105—133.

Prinz Gy. 1914: Magyarország földrajza. — Földr. Int. Rt. Budapest.

Prinz Gy. 1936: Magyar földrajz. I. Magyarország tájrajza. — Magyar föld, magyar táj.

Réthly A. 1912: Adatok az Alföld szerkezetéhez. — Földr. Közl. 40 (6): 114—127.

Réthly A. 1913: Magyarország földrengési térképe. — Mat. Term. Tud. Ért. 31: 602—625.

Réthly A. 1947: Budapest éghajlata.

Réthly A. 1952: A Kárpát-medencék földrengései. — Akad. Kiadó, Budapest.

Révész I. 1980: Az Algyő-2 telep földtani felépítése, üledékföldtani heterogenitása és ősföldrajzi viszonyai. — Földt. Közl. 110 (3—4): 512—539.

Rohringer S. 1936: Talajvízszint tanulmányok a Duna—Tisza közén. — Vízügyi Közlem. 1—3: 34—46.

Rónai A. 1936: Egy harmonikus államterület képe. — Földr. Közl. 1—5: 9—28.

Rónai A. 1942: Hazánk. — Orsz. Közoktatásügyi Tanács. Nemzetnevelők Könyvtára 1.

Rónai A. 1945: Középeurópa Atlasz. — Államtudományi Int. kiadása. Balatonfüred.

Rónai A. 1953: Az 1951. évi talajvíztérképezés. — Földt. Int. Évi Jel. 1951-ről: 75—82.

Rónai A. 1956: A magyar medencék talajvize. — Földt. Int. Évk 46 (1).

Rónai A. 1958: Magyarország talajvizeinek vegyi jellege. — Hidr. Közl. 1: 42—54.

Rónai A. 1959: Adatok a folyók üledékképző munkájának ismeretéhez. — Hidr. Közl. 1: 1—16.

Rónai A. 1960: Magyarország felszín alatti vizei. — Földt. Közl. 90 (4): 419—423.

Rónai A. 1961: Az Alföld talajvíztérképe. — Földt. Int. Alk. Kiadv.

Rónai A. 1963: Az Alföld negyedkori rétegeinek vízföldtani vizsgálata. — Hidr. Közl. 5: 378—391.

Rónai A. 1964: Hydrogeological study on the Quaternary deposits of the Great Hungarian Plain. — Bull. de Assoc. Internat. d'Hydrology Scientif. 9 (3): 24—30. Gent—Brügge.

Rónai A. 1965a: Neotectonic subsidences in the Hungarian Basin. Internat. Studies on the Quaternary. — Special G. S. A. Papers. 84: 219—232. New York.

Rónai A. 1965b: Some observations concerning to Quaternary. Sedimentation in Hungary. — Acta Geol. Hung. 9: 17—32.

Rónai A. 1965c: Subsurface waters in deep Quaternary basins. — Acta Geol. Hung. 9: 433—442.

Rónai A. 1967a: Magyarország földtani térképe 200 000-es sorozat. Szolnok. — Magyarázó, 5. vált. Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1967b: Magyarország földtani térképe 200 000-es sorozat. Kecskemét. — Magyarázó, 5. vált. Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1968a: The Quaternary of the Hungarian Basin. — Intern. Geol. Congr. Prague.

Rónai A. 1968b: The Pliocene-Pleistocene boundary in the Hungarian Basin. — Acta Geol. Hung. 12 (1—4): 219—230.

Rónai A. 1969a: Az Alföld földtani atlasza. Szolnok. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1969b: Eine vollständige Folge quartärer Sedimente in Ungarn. — Eiszeitalter und Gegenwart. 20: 5—34. Öhringen.

Rónai A. 1969c: A medencebeli pleisztocén sztratigráfia hazai eredményei. — Földr. Közl. 18: 218—229.

Rónai A. 1970: Lower and Middle Pleistocene flora in the Carpathian Basin. — Paleogeography-Paleoclimatology, Elsevier Co.: 265—285.

Rónai A. 1971: Magyarország földtani térképe. 200 000-es sorozat. Kiskunhalas. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1972a: Hydrogeological maps of lowland territories. — Intern. Ass. Hydrogeol. Memoires. 9 (10): 539—542. Congress of Tokyo.

Rónai A. 1972b: Negyedkori üledékképződés és éghajlattörténet az Alföld medencéjében. — Földt. Int. Évk. 61 (1).

Rónai A. 1973a: Hydrogeological and engineering geological lowland mapping in Hungary. — IX. Carpatho-Balcanic Geol. Cong. 4: 419—428.

Rónai A. 1973b: Negyedkori kéregmozgások térképe Magyarországon. — MTA. X. Oszt. Közl. 6 (1): 241—243.

Rónai A. 1974: Az Alföld földtani atlasza. Csongrád. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1975a: Adatok az Alföld vízadó rétegeiről. — Földt. Közl. 105 (3): 275—296.

Rónai A. 1975b: Az Alföld földtani atlasza. Heves. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1977: Negyedidőszaki kéregmozgások a Magyar medencében. — Földt. Közl. 107 (3—4): 431—436.

Rónai A. 1978a: Caractère hydrogéologique essentiel de la Grande Plaine Hongroise. — Conférence Intern. Hydrogéologie des grandes basins sedimentaires: 462—483.

Rónai A. 1978b: Vízjárás a magyar Alföld mélységi víztartóiban. — Vízügyi Közlem. 3: 374—400.

Rónai A. 1979a: Lowland barrages and reservoirs in the Great Hungarian Plain. — Bull. of Intern. Ass. Eng. Geol. 20: 260—264. Krefeld.

Rónai A. 1979b: Fundamentals of engineering geological maps. — Bull. Intern. Assoc. Engin. Geol. 19: 62—68. Krefeld.

Rónai A. 1979—80: Az Alföld földtani atlasza. Karcag. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1980a: Az Alföld földtani atlasza. Püspökladány. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1980b: Groundwater level and fluctuation. In G. J. Halasi-Kun: Pollution and water resources. — Columbia University. Pergamon Press: 1—24. New-York.

Rónai A. 1981a: A földtani ismeretek fejlődése az Alföld medencéjéről. Békéscsaba. — Alföldi Tanulmányok: 7—34.

Rónai A. 1981b: Neogene—Quaternary boundary in the Hungarian Great Plain. — Proceed. Field. Conf. India: 151—152. Calcutta.

Rónai A. 1981c: Az Alföld földtani atlasza. Gyoma. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1982a: A negyedidőszaki és felső-pliocén süllyedés menete a Körös-medencében. — Földt. Int. Évi Jel. 1980-ról: 77—80.

Rónai A. 1982b: Az Alföld földtani atlasza. Békéscsaba. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. 1982c: The development of Pliocene and Quaternary depression in the Great Hungarian Plain. — In Paleolimnology of Lake Biwa. 9: 3—25.

Rónai A. 1982d: Coherency between the water supply and water level fluctuations in underground aquifers. — In Quaternary Studies in Hungary: 271—284.

Rónai A. 1982e: Komplex síkvidéki földtani kutatások és agrogeológiai kapcsolataik. — MTA. X. Oszt. Közl. 15. (1—2): 183—188.

Rónai A. 1982f: A Magyar Állami Földtani Intézet mélységi vízfigyelő kútjainak észlelési adatai. 1967—1981. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. et al. 1948: Dunavölgy és környéke. 1 milliós földrajzi, gazdasági és települési térkép. — Magyarázó a Dunavölgy térképhez.

Rónai A.—Balogh K. 1965: Magyarország földtani térképe. — 200 000-es sorozat. Eger. — Magyarázó. Földt. Int. kiadv.

Rónai A.—Moldvai L.—Franyó F. 1963: Magyarország földtani térképe. 200 000-es sorozat. Debrecen. — Magyarázó. Földt. Int. kiadv.

Rónai A. et al. 1974: Magyarország földtani térképe. 200 000-es sorozat. Szeged. — Magyarázó. Földt. Int. kiadv.

Rónai A. et al. 1975: Magyarország földtani térképe 200 000-es sorozat. Békéscsaba. — Magyarázó. Földt. Int. kiadv.

Rónai A. et al. 1976: Az Alföld földtani atlasza. Tiszafüred. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A. et al. 1978: Az Alföld földtani atlasza. Hódmezővásárhely. — Földt. Int. kiadv.

Rónai A.—Szemethy A. 1979: Az Alföld kutatás újabb eredményei. Paleomágneses vizsgálatok laza üledékekben. — Földt. Int. Évi Jel. 1977-ről: 67—83.

Rónai A.—Cooke H. B. S.—Hall I. M. 1979: Paleomagnetic sedimentary and climatic records from boreholes Dévaványa and Vésztő (Hungary). — Acta Geol. Hung. 22 (1—4): 89—109.

Rónai A. et al. 1980: Az Alföld földtani atlasza. Szeged. — Földt. Int. kiadv.

Scheffer V. 1954: A magyarországi szintváltozások izosztatikus jellege és a szintezési alappontok magasságainak időbeni értékjavítási lehetősége. — MTA. Min. Tud. Oszt. Közl. 13: 13—25.

Scheffer V. 1957: Adatok a Kárpát-medencék regionális geofizikájához. — Geofiz. Közl. 6 (1—9): 73—103.

Scheffer V. 1963a: A geotermikus mélységlépcső regionális értékei a Kárpát-medencék területén. — Magyar Geofizika 4 (1—2): 1—6.

Scheffer V. 1963b: Adatok a Vardaridák és a Bánáti árok felszín alatti vonulatainak követéséhez a Kárpát-medencében. — Földt. Közl. 93 (3): 286—303.

Scherf E. 1935: Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai. — Földt. Int. Évi Jel. 1925—28-ról: 265—273.

Scherf E. 1938: Versuch einer Einteilung des ungarischen Pleistozäns auf moderner poliglazialistischer Grundlage. — III. Intern. Quartär. Konfer. Wien.

Scherf E. 1948: A szabolcs megyei sósvizek (Tiszaháza stb.) geológiai és kémiai viszonyai. — Magy. Pénz. Min. Jelentés a jövedéki mélykutatás 1947/48. évi munkálatairól: 159—230.

Scherf E. 1967: Mikrotektonikai és hidromorfológiai kapcsolatok az Alföld déli részén és ezeknek gyakorlati jelentősége. — Hidr. Közl. 6: 322—330.

Schmidt E. R. 1939: A kincstár magyarországi szénhidrogénkutató mélyfúrásai. — Földt. Int. Évk. 34 (1).

Schmidt E. R. 1957: Geomechanika.

Schmidt E. R. 1964: A hévízkutatás módszerei és eredményei Magyarországon. — Földt. Int. Évi Jel. 1961-ről: 33—66.

Schmidt E. R. et al. 1961: Magyarország vízföldtani atlasza. Vázlatok és tanulmányok Magyarország vízföldtani atlaszához. — Földt. Int. kiadv.

Sidó M. 1969: Magyarországi turon foraminiferák. — Földt. Közl. 99 (3): 245—252.

Sidó M.—Zalányi B.—Schréter Z. 1974: Neue paleontologische Ergäbnisse aus dem Oberpaläozoikum des Bükkgebirges. — Akad. Kiadó, Budapest.

Simon L. 1966: A pleisztocén rétegvizek nyomásviszonyai az Alföldön. — Földr. Ért. 15 (3): 281—297.

Slavik J.—Čverčkó J.—Rudinec R. 1968: Geology of Neogene vulkanism in East Slovakia. — Geol. Prace. 44—45: 215—239.

Somogyi S. 1960: Hazánk folyóhálózatának kialakulása. — Kandidátusi értekezés, kézirat.

Somogyi S. 1961: Hazánk folyóhálózatának fejlődéstörténeti vázlata. — Földr. Közl. 85 (1) 26—50.

Somogyi S. 1964: A szikes talajok képződésének földrajzi tényezői Magyarországon. — Földr. Közl. 12 (88): 219—346.

Somogyi S. 1967: Ősföldrajzi és morfológiai kérdések az Alföldről. — Földr. Ért. 16 (3): 319—337.

Stefanovits P. 1956: Magyarország talajai. — Akad. Kiadó, Budapest.

Stefanovits P.—Szűcs I.—Győri D.—Kleh Gy.—Máté F.—Szebényi L.-né 1955: Magyarország genetikus talajtérképe. 1: 200 000.

Stegena L. 1958: A Nagy-Alföld geotermikus viszonyai. — Geofiz. Közl. 7 (3-4): 229—238.

Stegena L. 1964: Magyarország geotermikus térképei. — Geofiz. Közl. 13: 221—230.

Stegena L. 1967: A Magyar medence kialakulása. — Földt. Közl. 97: 278—285.

Stegena L. 1972: Lemeztektonika, Tethys és a Magyar medence. — Földt. Közl. 102: 280—300.

Sümeghy J. 1929: Az Alföld geotermikus gradiense. — Földt. Int. Ért. 18 (3—9): 273—370.

Sümeghy J. 1937: A Nagykunság képződményei. — Földt. Int. Évi Jel. 1929—32-ről: 409—438.

Sümeghy J. 1941: A Magyar medence pliocénjének és pleisztocénjének osztályozása. — Besz. a Földt. Int. Vitaül. munkálatairól. — Földt. Int. Évi Jel. 1940-ről: 65—87.

Sümeghy J. 1944: A Tiszántúl. — Magyar tájak földt. leír. 6 (1—2).

Sümeghy J. 1947: Adatok az Alföld földtani felépítéséhez. — Földt. Int. Évi Jel. 1947-ről: 61—71.

Sümeghy J. 1952: A Duna—Tisza közének földtani vázlata. — Földt. Int. Évi Jel. 1950-ről: 233—262.

Sümeghy J. 1953: Medencéink pliocén és pleisztocén rétegtani kérdései. — Földt. Int. Évi Jel. 1951-ről: 83—107.

Sümeghy J. 1954: Magyarország talajvízviszonyai. — Felsőokt. Jegyzetellátó, Budapest.

Sümeghy J. 1955: A magyarországi pleisztocén összefoglaló ismertetése. — Földt. Int. Évi Jel. 1953-ról: 395—403.

Szabó J. 1861: Geológiai viszonyok és talajnemek ismertetése. I. Békés és Csanád megye. — Gazd. Egyes. 3.

Szabó J. 1862: Egy kontinentális emelkedésről és süllyedésről Európa délkeleti részén. — MTA. Évk. 10 (93).

Szabó J. 1880: A talajnemek geológiai, kémiai és fizikai vizsgálata. — Magyar orvosok és természetvizsgálók 20. nagygyűlésének munkálatai.

Szabó J. 1886: A jégkorszak hatása Magyarországon. — Földt. Közl. 18: 367—371.

Szabó P. 1955: A Duna—Tisza közi felső-pleisztocén homokrétegek származása ásványos összetétel alapján. — Földt. Közl. 85: 442—456.

Szabolcs I.—Darab K.—Várallyay Gy. 1968: Az öntözés talajtani feltételei és lehetőségei Szolnok, Hajdú-Bihar, Békés és Csongrád megyék területén. — Agr. és Talajt. 17 (4): 453—464.

Szalai T. 1977: A Kárpátok szintézisével foglalkozó irodalom történeti áttekintése. — Földt. Közl. 107: 295—307.

Szalay Á.—Szentgyörgyi K.—Szőts A. 1978: A Nagyalföld mezozóos képződményei. — Ált. Földt. Szemle: 109—134.

Szádeczky-Kardoss E. 1936: Pleisztocén struktúrtalajok az alföldi és bécsi medencékben. — Földt. Közl. 66: 213—218.

Szádeczky-Kardoss E. 1938: Geologie der rumpfungarländischen kleinen Tiefebene mit Berücksichtigung der Donaugoldfrage. — Sopron.

Szádeczky-Kardoss E. 1966: Magmachemismus, Magmatektonik und Unterströmungen im Karpatenbeckensystem. — Acta Geol. Hung. 10. 371—395.

Szádeczky-Kardoss E. 1970: A litofáciesek ciklusossága, az üledékképződés sebessége és az endogén—exogén folyamatok paleoklimatikus hatásai. — MTA. 3 (1—3): 259—267.

Szádeczky-Kardoss E. 1972: A mediterrán típusú szubdukció s a Kárpát—Pannon—Dinarid szerkezet modellje. — MTA. X. Oszt. Közl. 5: 113—122.

Szádeczky-Kardoss E. 1978: Tiszia és lemeztektonika. — Földr. Közl. 102: 305—315.

Szebényi L. 1955a: Rétegtömörödés és szerkezetalakulás. — Földt. Közl. 85 (4): 425—441.

Szebényi L. 1955b: Artézi vizeink függőleges irányú mozgásáról. — Hidr. Közl. 11—12: 737—740.

Szebényi L. 1956: Az artézi víz utánpótlásának kérdése az Alföld északi peremén.

Szebényi L. 1962: A hévizeinkkel kitermelhető hőkészlet. — Hidr. Közl. 42: 227—232.

Szebényi L. 1973: Az alföldi mélységi vizek nyomás és áramlási viszonyai. — MTA. Földt. és Bány. Tud. Oszt. Közl. 131—146.

Széles M. 1966: Őslénytani adatok az alsó- és felső-pannon alemeletek elhatárolásához. — Földt. Int. Évi Jel. 1964-ről: 559—568.

Széles M. 1971: A Nagyalföld medencebeli pannon képződményei. — In Magyarországi pannóniai képz. kut.: 253—344.

Szénás Gy.—Nagy M. 1964: A magyar medence sajátos geofizikai alkata. — Geofiz. Közl. 13: 231—241.

Szentes F. 1949: A kárpáti hegyrendszer helyzete az alpesi orogénben. — Földt. Közl. 79: 89—94.

Szentes F. 1961: Magyarország hegyszerkezeti térképe. — Földt. Int. Évi Jel. 1957—58-ról: 7—24.

Szepesházy K. 1959: Az alföldi olajkutató mélyfúrások alsó pannóniai üledékeinek kőzettani vizsgálata. — OKGT Adattár, kézirat.

Szepesházy K. 1967: Kőzettani adatok Törtel mélyföldtanához. — Földt. Int. Évi Jel. 1965-ről: 459—476.

Szepesházy K. 1968: A kristályos aljzat fontosabb képződményei a Duna—Tisza köze középső és déli részén. — Földt. Int. Évi Jel. 1966-ról: 257—289.

Szepesházy K. 1973a: A Tiszántúl északnyugati részének felsőkréta és paleogén korú képződményei. — Akad. Kiadó, Budapest.

Szepesházy K. 1976: A Duna—Tisza köze déli részének metamorf kőzetei. — Földt. Int. Évi Jel. 1973-ról: 147—166.

Szepesházy K. 1973b: A Duna—Tisza köze déli részének metamorf kőzetei. — Földt. Int. Évi Jel. 1973-ról: 147—166.

Szepesházy K. 1977: Az Alföld mezozóos magmás képződményei. — Földt. Közl. 107 (3—4): 384—397.

Szepesházy K. 1979a: A neogén képzőmények aljzatának szintvonalas térképe. — In Rónai A.: Az Alföld földtani atlasza. Karcag.

Szepesházy K. 1979b: A Tiszántúl és az Erdélyi Középhegység nagyszerkezeti és rétegtani kapcsolatai. — Ált. Földt. Szemle. 12: 121—178.

Szepesházy K. 1980: A Tiszántúl és az Erdélyi Középhegység nagyszerkezeti kapcsolatai. — Földt. Int. Évi Jel. 1978-ról: 173—186.

Szepesi K.—Székyné Fuchs V. 1959: Az alföldi lösz szerepe a szikes talajok képződésében. — Földt. Közl. 89: 53—64.

Szilvágyi I. 1965: A mérnökgeológia—építésföldtan fogalma, tárgyköre, vizsgálati módszere, kapcsolódása a földtani és mérnöki tanulmányokhoz. — Mérnöktovábbképző Int. kiadv.

Szónoky M. 1978: A felsőpannóniai medenceperemi és medencebelsejei összletek kőzetszerkezetének összehasonlítása. — Földt. Közl. 108 (4): 476—498.

Szurovy G. 1948: A Nagy Magyar Alföld fejlődéstörténeti és hegyszerkezeti vázlata. — Földt. Közl. 78: 206—216.

Telegdi Roth L. 1879: A rákos-ruszti hegyvonulat és a Lajtahegység déli részének geológiai vizsgálata. — Földt. Közl. 9 (3—4): 99—110.

Telegdi Roth L. 1884: Umgebung von Kismartin, Erläuterung zur Geol. Karte der Länder der Ungarischen Krone. — Blatt C. 1:144 000.

Telegdi Roth K. 1929: Magyarország geológiája. — Tud. Gyűjt. Pécs.

Timkó I. 1943: A Duna—Tisza közi hegységrögök és azok déli lejtőjéhez csatlakozó dombvidék: a tiszai Alföld, Nyírség és Hortobágy egy részének talajviszonyai. — Földt. Int. Évi Jel. 1941-ről: 180—191.

T. Kovács G. 1978: Paleozoic and Precambrian Formations of the Algyő, Ferencszállás and Kiskundorozsma Areas. — Acta Min. Petr. Szeged. 23 (2): 267—278.

Treitz P. 1898: Szikes terület Magyarországon. — Földt. Közl. 28 (1): 19—29.

Treitz P. 1903: A Duna—Tisza közének agrogeológiai leírása. — Földt. Közl. 33: 297—312.

Treitz P. 1924: Magyarország talajrégióinak átnézetes térképe. 1: 1000 000. — Magyarázó az országos átnézetes klímazonális talajtérképekhez.

Ubell K. 1959a: A talajvízjárás törvényszerűségei. — VITUKI Besz. az 1959-es évről: 108—122.

Ubell K. 1959b: A talajvízháztartás és jelentősége Magyarország vízgazdálkodásában. — Vízügyi Közl. 1952 (2): 185—251.

Újlaki Nagy Á. 1939: Őstermelő gazdaságunk jelene és jövője.

Urban B. 1978: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Gliederung des Altquartärs der Niederrheinischen Bucht. — Geol. Inst. Univ. Köln.

Urbancsek J. 1960: Az alföldi artézi kutak fajlagos vízhozama és abból levonható vízföldtani és ősföldrajzi következtetések. — Hidr. Közl. 40 (5): 398—403.

Urbancsek J. 1963a: A földtani felépítés és a rétegnyomás közötti összefüggés az Alföldön. — Hidr. Közl. 3: 205—218.

Urbancsek J. 1963b: Pliocén és pleisztocén üledékek földtani szintezésének újabb lehetőségei a vízföldtani kutatásban. — Hidr. Közl. 43 (5): 392—400.

Urbancsek J. 1965a: A Nyírség, a Bodrogköz és a Rétköz, valamint a Bereg—Szatmári-síkság vízföldtani viszonyai. — Földr. Ért. 14 (4): 421—443.

Urbancsek J. 1965b: Az Alföld negyedkori földtani képzőményeinek mélyszerkezete. — Hidr. Közl. 45 (3): 111—124.

Urbancsek J. 1964: Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere. — 1—9.

Urbancsek J. 1981: A negyedkori üledékek vastagsága. — In Rónai A.: Az Alföld földtani atlasza. Magyarázó, Békéscsaba.

Vadász E. 1953: Magyarország földtana. — Akad. Kiadó, Budapest.
Vadász E. 1954: Magyarország földtana nagyszerkezeti vázlata. — MTA. OK. 14 (1—3): 217—255.
Vadász E. 1955: A Magyar Alföld mélyszerkezete. — Természet és társadalom: 518—522.
Vándorfy R. 1965: Az alföldi szénhidrogén-telepek és azok földtani jellemzése. — Földt. Közl. 95 (2): 164—181.
Vándorfy R. 1968: Az alföldi szénhidrogénkutatás legújabb eredményei. — Földt. Közl. 98 (1): 67—75.
Vendl A. 1928: A Duna budapesti homokjának ásványai és kémiai összetétele. — Anyagvizsg. Közl. 6 (3): 107—120.
Vendl A. 1952—53: Geológia I—II. — Tankönyvkiadó, Budapest.
Vendl A.—Takács T.—Földvári A. 1934: A Budapest környéki löszről. — Mat. Term. Tud. Ért. 52: 713—787.
Vízfolyások minőségi számbavétele 1957: VITUKI.
Vízkészletgazdálkodási évkönyv: 1962—1980: VITUKI.
Vízrajzi évkönyv. — 1930—1980. VITUKI.
Völgyi L. 1965: A Nagyalföld középső részének mélyföldtani vizsgálata. — Földt. Közl. 3: 140—163.
Völgyi L.—Suba S.—Balla K.—Csalagovits I. 1970: Magyarország szénhidrogéntelepei. — Algyő.
Vörös A. 1978: A magyarországi jura ősföldrajzi helyzete faunavizsgálat alapján. — MTA. X. Oszt. Közl. 11.
Wein Gy. 1972: Magyarország neogén előtti szerkezetföldtani fejlődésének összefoglalása. — Földr. Közl. 96 (4): 302—328.
Wein Gy. 1978: A Kárpát-medence alpi tektogenezise. — Földt. Int. Évi Jel. 1976-ról: 245—255.
Zólyomi B. 1958: Budapest és környékének természetes növénytakarója. — In Budapest természeti képe: 528—532.