

ÁLTALÁNOS  
FÖLDTANI SZEMLE

---

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Általános Földtani Szakosztályának  
időszakos kiadványa

Szerkeszti

Szalai Tibor:  
a Szakosztály Vezetőségének közreműködésével

Magyarhoni Földtani Társulat  
Budapest, 1974.



elérte volna. A mezozoós alaphegységnek a Bugyi környékeivel azonos kifejlődésű középső triász dolomitját az Si-2. és az Uh-1. jelű fúrások is elérték. A részletes mélyföldtani viszonyokat JUHÁSZ Á./1964./ feldolgozása alapján a 2/b. ábrán mutatjuk be.

A 3.sz. ábra a vizsgált terület regionális földtani helyzetét szemlélteti Magyarország legfontosabb nagyszerkezeti egységeihez viszonyítva. A fúrásokkal feltárt karbonátos képződmények - a kőzettani vizsgálatok alapján - bükki/dinári, délalpi/ kifejlődésűeknek bizonyultak /Térképmagyarázók: 1966-1967./

Emiatt WEIN Gy./1969/ a magasrög környezetét az ún. Igal-Bükki eugeoszinklinálishoz sorolta. A terület délkeleti része az ún. Lóczy-küszöb prekambriumi-paleozoós kristályos kőzetövéhez tartozik, amelynek jelenlétét nemcsak a regionális geofizikai és földtani vizsgálatok valószínűsítik, hanem az egyes mélyfúrásokban /pl. Bu-4./ talált epimetamorf kőzettörmelékek is /JUHÁSZ Á.: 1964./. A két szerkezeti egységet egymástól az eredetileg még a breton fázisban kialakult ún. Zágráb-Kulcsi fő szerkezeti vonal választja el.

Az eugeoszinklinális északi elhatárolása területünkön eléggé bizonytalan. Az egyes szerzők általában a délegyháza-alsónémedi tektonikai árok /gravitációs minimum/ környezetében feltételezik a Magyar Középhegységi vályú eltérő kifejlődésű paleo-mezozoós összletének, illetve a két geoszinklinálist elválasztó Balaton-Velencei kristályos vonulat folytatásának megjelenését.

Legújabban SZÁDECZKY-KARDOSS E. akadémikus /1973./ ugyanitt jelölte meg az ún. "Középhegységi betolódási szutúra" nyomvonalát, amely az újalpi mozgások során létrejött két szerkezeti vonalnak, az ún. Balaton-vonalnak és a Darnóvonalnak felel meg.

A geofizikai kutatások területünk északi részén eddig csak a neoid szerkezetalakulásra vonatkozóan szolgáltatott adatokat. Ezek szerint a terület az ún. Buzsák-Bükkaljai paleogén szerkezeti övhöz tartozik. A mezozoós szerkezeti építmény vizsgálatánál földtani extrapolációkra, analógiákra vagyunk utalva. Az újabb szlovákiai

/Pelsőc környéki/ fúrások a középhegységivel analóg gömöri kifejlődésű triász-képződmények fekvőjében bükki típusú mezozóikumot tártak fel /SZEPESHÁZY K. szóbeli közlése/. Az 1973.évi nagybátonyi hévizkutató fúrás a -1664 m-es szintben szintén bükki típusú, gyüredezett, grafitnyomos és anhidrites csikokkal tarkított anizusi-ladini mészkő- és dolomitrétegekbe jutott, amely felett ugyancsak gömöri típusú, de az oligocénbe sorolt kristályos mészkövet harántoltak. Mivel mindkét fúrás kivülesik az Igal-Bükk eugeoszinklinális eddig ismert északi határvonalán, ezért ismételten felmerül a két üledékgyűjtő rátolódásos, tektonikus érintkezésének valószínűsége. Ennek lehetőségére a Középhegység felszíni részének, illetve a Budai hegységnek a szerkezeti viszonyai alapján már sokan rámutattak /PÁVAY VAJNA F.: 1930; HORUSITZKY F.: 1943; SZENTES F.: 1948; 1961; ALFÖLDI L.: 1968; WEIN Gy.: 1969./

A szerkezeti viszonyok vizsgálata nemcsak a rétegvizek áramlási viszonyai és az egyes vízfajták kapcsolata szempontjából fontos, hanem - a két geoszinklinális mezozóikumának eltérő karsztvízföldtani sajátosságai miatt - döntő jelentősége van a terület aljzatának a budapesti hévizek alááramlásában játszott szerepe megítélésénél /VENDEL M.-KISHÁZI P.: 1963-64;/.

A 4/a. és 4/b.sz. ábrákon a vizsgált terület környezetének mélyföldtani viszonyait mutatjuk be a két fő szerkezeti irányban.

A túlmagasított szelvényeken markánsan jelentkezik a bugyi-ürbőpusztai triász rög aszimmetrikus, pikkelyes felépítése DDK-i irányban - amelyet már JUHÁSZ Á./1964/ is feltételezett- míg NYDNY-KÉK-i irányban szimmetrikus sasbércnek tekinthető. A felpikkelyeződés nem helyi jellegű, hanem az ún. Zágráb-Kulcsi fő szerkezeti vonal mentén tovább nyomozható Ujhartyán-Farmos felé.

Kialakulása a középhegységi, mecseki stb. analógiák /SZENTES F.: 1961; WEIN Gy.: 1969./ alapján a "középső" krétában lejátszódott intenzív kompressziós mozgásokra /ausztriai fázis/ vezethető

vissza, amikor az Igal-Bükki üledékgyűjtő még az ún. geoszinklinális állapotban volt. A későbbiekben részben további térrövidülés, részben lazulás által másodrendű diszlokációs övek alakultak ki /KÖRÖSSY L.: 1963./, amelyek az alaphegységet magas és mély rögvonulatokra tagolták /paleogén szerkezeti építmény/, majd az újabb mozgások során létrejött harmadrendű diszlokációs vonalak az egyes rögvonulatokat különálló rögökre szabdalták. Ezzel az utóbbi "szétdarabolódásos" neogén szerkezetalakulással kapcsolatos az említett sasbérc /L. 4/b.sz.ábra/ is.

Vizföldtani ősföldrajzi szempontból figyelemreméltó, hogy az ausztriai mozgások során létrejött bugyi szerkezet csak viszonylag rövid ideig lehetett kitéve a felszíni karsztosodási folyamatoknak, mert már a felsőkréta-alsóeocén időszakban betemetődött a tőle D-re található prekambriumi-ópaleozóos képződmények törmelékanyagával. A terresztrikum anyagának szemcsenagysága, osztályozatlansága és koptatottsága közeli, viszonylag enyhe reliefenergiájú lepusztulási térszinre utal. A Lóczy-hát kristályos képződményei egészen a miocén közepéig kiemelt helyzetben maradtak, emiatt a mezozóos rög ismételt karsztosodása nem következhetett be a neogénben, mert mire egyes helyeken a fedőképződményei lepusztultak, megindult az alsópannóniai transzgressziós üledékképződés, amely a rögöt újra betemette.

### Vizföldtani viszonyok

A bugyi-ürbőpusztai rög környezetében lemélyített szénhidrogénkutató fúrások közül eddig egyet sem képeztek ki véglegesen víztermelésre, a legtöbb esetben fúrás közben sem végeztek hidrogeológiai vizsgálatokat, nem észleltek jelentősebb iszapelszökéseket stb.

A Bu-1. jelű fúrásban a -57,84 és -279,6 m közötti - az alsópannontól a triász mészkőig terjedő - csövezetlen szakaszból mindössze 6,0 l/p; 20 C<sup>o</sup>-os felszálló édesvizet nyertek.

A Bu-5.jelű fúrást -611 és -615 m szintek között perforálták. A középső triász mészkőből 37,0 m<sup>3</sup>/nap, azaz kb. 22,0 l/p hideg édesvizet termeltek dugattyúzással, -560,0 m-es üzemi vízszint mellett.

Részletes vízmintaanalízis egyik fúrásból sem áll rendelkezésre. A fenti adatok viszont szintén arra utalnak, hogy a rög bükki típusú középső triász mészkövei csak kismértékben, vagy egyáltalán nem karsztosodottak.

A karsztos hévizeknek a vizsgált területhez legközelebb eső feltárásait az új budafoki fúrás /1973./, valamint a Tétényi úti kórház közephegységi kifejlődésű triász mészkőre és a Csepeli Strandfürdőnek az alaphegységgel közös karsztvizrezervoárt képező felső eocén mészkőre telepített hévízkútjai jelentik. Ezeket a dél-budapesti hévizeket önálló típusba sorolják, mivel alacsonyabb hőmérsékletűek, vegyi jellegük azonban a magasabb hőmérsékletű vizekével azonos módon vezethető le a hideg karsztvizből. ALFÖLDI L. /1968./ ezt a látszólagos ellentmondást - amely vízkeveredéssel nem lenne magyarázható - a VENDEL M.-KISHÁZI P. /1963-64./ -féle elmélet alapján rövidebb alááramlási úthossz feltételezésével oldotta fel és így jutott arra következtetésre, hogy az áramlás iránya a délegyháza-alsónémedi árok vonalában fordul meg, ami a két geoszinklinálist esetleg elválasztó kristályos küszöb, vagy pedig a Középhegységi vályúnak az Igal-Bükki eugeoszinklinális paleo-mezozóikumával való tektonikus érintkezése esetén egyaránt bekövetkezhet. A rátolódásos szerkezetet - a gemechanikai megfontolásokon túlmenően - azért is tartja figyelemreméltónak, mert ebben az esetben az egész alááramlási rendszer kényszerpályái is adottaknak tekinthetők.

Az alaphegységre települt, felsőpannóniainál idősebb képződmények - az említett felsőeocén mészkövektől eltekintve - nincsenek vízföldtanilag feltárva, de kőzettani kifejlődésük alapján elsősorban csak izolált "porózus lencséket" tartalmazhatnak, túlnyomásos-fosszilis sósvizekkel. Túlnyomó részben vízzárónak és közepesen hőszigetelőnek tekinthetők. Az oligocén képződmények szivárgási tényezője legfeljebb  $10^{-9}$  m/sec, a felsőkréta-paleogén terresztrikum és a miocén vulkáni tufaösszlet  $k=10^{-7}$  m/sec értékkel jellemezhető. /L. BÖCKER T. és társai: 1974./

Azokon a helyeken, ahol a szerkezeti mozgások ezeket a paleogén és neogén tömegeket is elvetették, a törések zúzott zónáiban fennáll a különböző korú képződmények közötti vízcsere, illetve kommunikáció lehetősége.

A felsőpannon összlet alsóbb tagozata - az ország egyéb medenceterületeihez hasonlóan - területünkön is héviztároló, elsősorban a mélyebb tektonikai árkokban. Az 1973-ban létesült Ráckevei Strandkutat a -860,87 és -998,00 m szintek között 4 szakaszban szűrőzték, szabad kifolyással +0,55 m szinten kezdetben 365 l/p, majd 396 l/p 42 C°-os vizet szolgáltatott, -10,30 m-es üzemi szint mellett 800 l/p, -19,8 m-es üzemi szint mellett 1000 l/p volt a hozama. A kút nyugalmi vízszintje felszíni méréssel +7,2 m/ kb. 100 m A.f./, a -850 m-ben végzett mélységi nyomásmérés eredménye 83,2 att, a talphőmérséklet 950 m-ben 61 C°, 1059,4 m-ben pedig 71 C° volt. /A számítható geotermikus mélységlépcső  $G_{m_v} = 17,40 \text{ m/C}^\circ$ , az országos átlagnál alacsonyabb./ A kitermelt víz közepes keménységű /9,5 nk°/, alkáliákat tartalmazó, Ca-Mg-hidrogénkarbonátos jellegű, 750,30 mg/l összes sótartalommal; haloid mikroelemtartalma csekély, mérhető mennyiségű gázt nem tartalmaz. /VITUKI-hévízkútkataszter adatai/. A közölt értékeket nem lehet a mélyebb felsőpannon homokrétegekre általánosítani, mivel legközelebb hasonló kiképzésű hévízkutakat csak Nagykőrösön vagy Cegléden találunk.

A legfelső pannonkori homokrétegekre települt a terület ivóvízkútjainak jelentős része /L. 1.sz. helyszínrajz/. Vizsgálataink elsősorban erre az egységesnek tekinthető ivóvíztárolóra vonatkoznak, amely helyenként közvetlen kapcsolatban áll az alsó pleisztocén kori durva homokos vizadókkal. /Összevontan "vizműves rétegcsoport"-nak is nevezik./

Az összlet vastagsága 50-200 m között változik, a szűrőzhető homokszintek a karotázsszelvények alapján jól párhuzamosíthatók. Az egyes kutak fajlagos hozama 80 l/p/m körül változik, maximális vizadóképességük átlagosan 250-300 l/perc. A kitermelt víz enyhén Na-hidrogénkarbonátos, 20 nk°-nál kisebb keménységű,

1000 mg/l-nél kevesebb összes oldott anyag tartalommal, lefelé haladva a Na-ion mennyisége növekedik. /SCHMIDT E.R. és társai: 1962; RÓNAI A.: 1965, 1967./

A fiatalabb negyedkori rétegek vízföldtani viszonyai eltérőek a Dunavölgyben és a Duna-Tisza közti homokhátság területén.

A dunavölgyi, 30-70 m vastag pleisztocén-óholocén kavicságyból 500-1000 l/p vizet is ki lehet venni, 1,0 m-nél kisebb depresszióval. Az oldott sótartalom a felszinközeli talajvizben magas, a mélyebb szintekben - a "vizműves rétegekhez" hasonlóan - kisebb mint 1000 mg/l; jellege Ca-hidrogénkarbonátos /ERDÉLYI M.: 1967./.

A homokhátság délebbi területein az összlet vastagsága a 200-300 m-t is eléri, de csak az egykori Duna-medrek durvább üledékeiből lehet 100 l/p/m-nél nagyobb fajlagos hozamú víztermelésre számítani. Az oldott sótartalom a 100-200 m körüli mélységközben 500 mg/l körül van, a keménység is alacsony, ami a csapadékból való közvetlen beszivárgás következménye /SIMON L.: 1964; RÓNAI A.: 1967./.

Gázos vizű kutakat SÜMEGHY J./1944./ és SCHMIDT E.R. /1962./ a terület É-i, ÉK-i részén, a Szigetszentmiklós-Délegyháza-Alsónémedi vonalon ismertettek, az újabb vizsgálatok /VITUKI, VIFUV, FTV, OGIL: 1973-74./ ugyanitt mutattak ki mérhető mennyiségű metángázt ivóvizkutakban.

A gázos vizű felsőpannon kutak vize töményebb, 1000 mg/l feletti sótartalommal jellemezhető, a Cl-ion tartalom is magas, ami mélyebb rétegekből történő utánpótlódásra utal /pl. a Szigethalom, Pestvidéki Gépgyár új 250 m-es kútjánál a sótartalom 1270 mg/l, a Cl-ion mennyisége a depresszióval egyenes arányban növekedik./.



## Hidrodinamikai vizsgálatok

A Magyar Medence egészére vonatkozó kutatások /ALMÁSSY E.: 1962; ERDÉLYI M.: 1973; RÓNAI A.: 1965-72; SZEBÉNYI L.: 1971. stb./ szerint a negyedkori és felsőpannon rétegvizek egyik fő utánpótlódási területe a Duna-Tisza Közi Homokhátság illetve a Gödöllői-Albertirsai pannon hátság, amelyek "negatív függőleges nyomásgradiensűek" /lefelé haladva a vizek nyomása a hidrosztatikusnál kisebb mértékben növekedik, a felszín közeli vizek lefelé szivárognak/, a dunavölgyi rész-tájégség és a Tisza völgye pedig "pozitív függőleges nyomásgradiensű" megcsapolási terület /lefelé haladva a hidrosztatikusnál nagyobb a nyomásnövekedés, a rétegvizek felfelé szivárognak/. A kétfajta terület között semleges, közelítőleg hidrosztatikus nyomásállapotú részek találhatók a homokhátság K-i és Ny-i peremén. A nyomásanomáliák összhangban vannak a geotermikus anomáliákkal és az üledékek osztályozottságával. /SIMON L.: 1964./.

A hátság területén beszivárgó csapadékvíz ún. lokális-/helyi, sekélymélységű/, intermedier-/közbenső/ és regionális-/nagy-kiterjedésű és nagymélységű/ "áramlási pályákon" keresztül jut a Duna és - sokak által feltételezetten - a Tisza megcsapoló törésvonalaihoz.

Az alkalmazott tudományok területén gyakran előfordul, hogy egy-egy fogalmat nem a pontos fizikai definíciójának megfelelően értelmezzük. Az új terminológiák használata esetén fokozottan fennáll a "többértelműség" veszélye.

A nyomás közismerten vektormennyiség, amelyet nagyságán kívül iránya is jellemez, gradiense viszont - definíció szerint - csak valamilyen skaláris mennyiségnek lehet. A "függőleges nyomásgradiens" elnevezése a kőolajföldtani - tároló-mérnöki gyakorlatból származik, valószínűleg az eredeti angolnyelvű kifejezés szó szerinti fordítása. Valójában piezometrikus gradiensről beszélhetünk, amelyet a különböző megcsapolási mélységekhez tartozó nyugalmi vízszintekből differenciahányadosként

számítunk. Iránya mindig arra a piezometrikus vízszint-felületre merőleges, amelyre vonatkozik, - tehát vízmozgás, szivárgás esetén általában eltér a függőlegestől, amely csak hidrosztatikus állapotban lehetséges. A hidrosztatikustól eltérő nyomásállapot egyébként nem feltétlenül jelenti egyúttal az adott közeg áteresztőképességének megfelelő sebességű vízmozgást is, mert létezik egy olyan minimális, ún. küszöbgradiens, amelynél kisebb nyomáskülönbség mellett a szivárgás a közettömegben nem indul meg /KOVÁCS Gy.: 1972./. Ez az érték jellemző egy-egy adott kőzettípusra, laboratóriumi vizsgálatokkal meghatározható.

A TÓTH J./1963./ és ERDÉLYI M.:/1973./ által kimutatott ún. "áramlási pályák" nem azonosak az egyes vízrészecskék által ténylegesen megtett szivárgási úthosszakkal, hanem többé-kevésbé azok átlagaként, eredőjeként értelmezhetők, mivel a vízmozgás a valóságban a földtani-szerkezeti adottságok által megszabott kényszerpályákon megy végbe. Fizikai /hidromechanikai/ értelemben véve ezek az "áramlási pályák" olyan mértékben felelnek meg az elméleti áramvonalaknak, amennyire a piezometrikus szintfelületek az equipotenciális /azonos helyzeti energiájú/ felületek megfelelői. Minnél nagyobb a szivárgási küszöbgradiens hatása /vagyis minnél finomabb szemcséjű törméléses üledéket, vagy egyre kisebb keresztmetszetű repedésekkel átszőtt szilárd-összeálló közettömeget vizsgálunk/ annál nagyobb az elméleti értékektől való eltérés.

A terület felszínalatti vizeinek kapcsolata, illetve a szivárgási paraméterek meghatározásánál a fenti összefüggések figyelembevételére törekedtünk.

A hidrodinamikai törvényszerűségek vizsgálatára területünk alkalmasnak mutatkozott, mert mind a három fajta nyomásállapotú tájegységet magában foglalja, az emberi beavatkozás pedig kismértékű.

Az 1 sz.helyszinrajzon feltüntettük a felsőpannon ivóviztároló rétegcsoport nyugalmi piezometrikus vízszintjeit. A figyelembe-

vett kutakat karottázsszelvényük és szűrőzött szakaszaik alapján ellenőriztük. Mint látható, a vízszintek a fenti szabályokat csak tendenciajelleggel követik: a hátság és a Duna közötti területen, az úrbőpusztai triász-rög és a délegyháza-alsónémedi árok vonalában határozott depresszió jelentkezik. A helyi vízszintsüllyedés mélypontjai 20-30 m-rel alacsonyabbak, mint amennyinek a Duna megcsapoló hatását figyelembevéve lenniük kellene /L. a szelvények kinagyított vízszintjeit is a 4/a-b. sz. ábrákon/.

A depresszió É-i részén feltételezhető, hogy a legfelső pannon vizadókból felfelé, a pleisztocén rétegekbe történik vizátadás, amelyeknek vízmérlege a belvizcsatornák és a kavicsbányászat vizelvonuló hatása miatt negatív.

A bugyi-úrbőpusztai rész-depresszió ugyanolyan aszimmetrikus, mint az alaphegység-rög: D felé visszaduzzasztás jelentkezik, amelyhez közvetlenül csatlakozik a depresszió mélypontja az É-i oldalon, a két területrész megfelel a pikkely torlódási, ill. fellazulási övezetének.

Figyelembevéve, hogy a triász rétegek helyenként közvetlenül érintkeznek a pannon rétegekkel /L. 2/b sz. ábra/, arra a következtetésre kell jutnunk, hogy a felsőpannóniai összletből vizelvonás történik a magasrög É-i oldalán az idősebb képződmények hasadozott - zúzott zónáiba. Az alaphegység-rögnek ez a bukógáthoz és víznyelőhöz hasonló viselkedése egyúttal további közvetett bizonyítéka a pikkelyes szerkezetnek. A depresszió ÉÉNy-DDK-i irányítotttsága ezenkívül valamilyen fiatal, feltehetőleg neogén vagy a neogénben újraéledt szerkezeti törés jelenlétét is bizonyítja.

Mivel a víz csak egy nagyobb potenciálú hely felől áramolhat egy kisebb potenciálú hely felé, ezért el kell vetnünk azt a feltételezést, hogy az Urbőpuszta területén leszivárgó rétegvizek esetleg a középhegységi kifejlődésű karbonátos alaphegység főkarsztviktárolójába juthatnak.

A karsztos hévizek hőmérséklete és nyomásállapota ugyanis akkora, hogy ilyen kommunikáció esetén Bugyi-Urbőpuszta térségében az észlelt depresszióval ellentétesen a karsztból kellene a pannon felé vizátadásnak bekövetkeznie.

Eszerint a leszivárgó vizeknek a rögtől nem nagy távolságra ismét be kell kapcsolódiuk a rétegvizek felszínközeli vízforgalmába egy olyan helyen, ahol a potenciál a leszivárgásra utaló depresszió mélypontjánál is kisebb. Ilyen lehetőség csak Délegyháza-Alsónémedi környékén található, ahol az esetleg feláramló felmelegedett vizek a pleisztocén rétegösszlet felé továbbáramolhatnak.

A feltételezett áramlás térbeli, túlnyomórészt függőleges jellegéből következik, hogy az észlelt nyomásanomáliák nem korlátozódhatnak a felsőpannon, " vizműves réteg - csoport " - ra, hanem - regionálisan vizzáró fedő hiányában - a negyedkori rétegekben is jelentkezniük kell.

Az 5.sz.ábrán SIMON L. 1964 évi, az alsópleisztocén rétegösszlet átlagos nyugalmi vízszintjeire vonatkozó térképének részletét mutatjuk be. A depresszió itt is felismerhető, az 1. és 5. sz.ábrák között lényeges eltérés csak az ÉK-i területre szorosan látható, amely a megfelelő feltárások egykori hiányával és részben az eltérő méretarányal is magyarázható. A két térképet összevetve megállapíthatjuk, hogy a feltételezett leszivárgás helyén az alsópleisztocén-vízszintek magasabbak, a feláramlás helyén pedig alacsonyabbak a felsőpannon rétegek nyugalmi vízszintjeinél.

A Bugyi-Ürbőpuszta környéki szórványos adatok szerint a rögtriász mészkövet megcsapoló fúrásokban a pannon vizadókénál alacsonyabb nyugalmi vízszintek voltak észlelhetők.

A piezometrikus gradiensek tehát a feltételezett leszivárgási területen valóban negatív, a feláramlás területén pedig pozitív értékűek, azonban a feltárások kis száma, időbeli eltérése és a megcsapolási szintek bizonytalanságai miatt számszerű meghatározásuk értelmetlen lenne.

Közvetlen hidraulikai úton viszont nagyságrendileg meg tudjuk becsülni a magasrög környezetében leszivárgó vízhozam átlagértékét a felsőpannon vízszintekből az alábbi megfontolások alapján:

1./ A magasrög környezetében kialakult depressziórész alakja a siksugaras /hengersizmetrikus/ potenciálos áramlásra utal, amely első közelítésben a DUPUIT-THIEM-féle függvényvel írható le. Ebben az esetben a nyomás alatti porózus réteget megcsapoló kútra vonatkozó formula alkalmazható:

$$Q = \frac{2 \cdot M \cdot m \cdot k_h \cdot s}{\ln \frac{R}{r_0}} \quad /1./$$

ahol  $m$  a réteg vastagsága m-ben;  $k_h$  a vízszintes áteresztőképessége m/sec-ben,  $s$  a kútbeli leszívás /a "nyugalmi" és "üzemi" vízszintek különbsége/ m-ben,  $R$  a depressziós távhatás;  $r_0$  pedig a vizkivétel keresztmetszeti sugarai, szintén azonos mértékegységben.

2./ Az alaphegység-rögöt tehát a felsőpannon vizadókra telepített nagyátmérőjű kútnak tekintjük. A "kútbeli leszívás" értékét attól az elméleti, egyenletes esésű potenciálfelülettől számítjuk, amely a triász-rög vizelvonó hatása nélkül jelentkezne, ugyanigy kapjuk meg a különböző irányokban érvényes  $R_1$  hatástávolság-értékeket is /L. 4/a-b. ábra/.

Az "egyenletes esésű" potenciálfelület illetve piezométerfelszín meghatározásánál nem vagyunk spekulatív megfontolásokra utalva. A Magyar Medence egészére szerkesztett, általában 1:500000 ill. 1:1000000 léptékű térképeken ugyanis az általunk kimutatott lokális áramlás hatása már nem jelentkezik, emiatt is jutottak az idézett szerzők arra a következtetésre, hogy a hátságok területén leszívargó vizek fő megcsapolását a Duna vonala jelenti. A regionális feldolgozások közül ERDÉLYI M./1973/ térképe kizárólag a negyedkori összletre vonatkozik, ezért SZEBÉNYI L./1971/ térképét vettük alapul, amely a maximálisan 200 m terep alatti mélységben található vizadók átlagos nyugalmi piezometrikus szintjeit ábrázolja az 1.sz. ábrával megegyező módon. A regionális vízszinttérképet átszerkesztve az 1.sz. ábra méretarányának megfelelően, majd kivonva belőle az utóbbit, a 6.sz. ábrán vékony folytonos vonalakkal feltüntetett depressziótérképet kapjuk. A nagyítás természetesen nem torzításmentes, de ezt ellensúlyozza, hogy kiküszöböltük a helyi anomália vizsgálatánál zavaró hatású ÉK-DNy-i regionális vízszintváltozásokat, amelyek az 1.sz. ábrán még felismerhetők és miattuk a vízszintsüllyedés ÉK-i irányban csökken, DK felé pedig növekedik.

A kapott depresszióeloszlást mindenekelőtt a vizmozgás feltételezett siksugaras-kvázipotenciálos jellegének ellenőrzésére használhatjuk fel SCHMIEDER A./1971./ módszerének alkalmazásával. Belátható ugyanis, hogy a DUPUIT-THIEM-féle függvény - az állandók összevonásával- az alábbi általános alakra hozható:

$$s = A \cdot Q = B \cdot Q \cdot \ln \frac{R}{3}$$

/2./

illetve

$$q = \frac{Q}{S} = \frac{1}{B \cdot \ln \frac{R}{s}}$$

Ebben az esetben  $s$  a vízszintsüllyedés egy adott pontban/m/,  
 $B$  a tárolókőzet vízvezetőképességi és geometriai jellemzői-  
től függő állandó,  $R$  a már említett depressziós távhatás/m/,  
 $s$  pedig az áramkép geometriai középpontjától mért távol-  
ság  $m$ -ben /kút esetében  $s = r_0$ /.

Ha a 6.sz. ábrán látható depresszió valóban leírható a DUPUIT-  
THIEM-féle függvényvel, akkor valamilyen szelvény mentén fel-  
vett tetszőleges pontokhoz tartozó  $s_i$  vízszintsüllyedés-érté-  
kek a depresszió középpontjától mért megfelelő  $s_i$ -távolsá-  
gok logaritmusainak függvényében egyenest kell alkossanak.

Ebben az esetben a depresszió középpontjától bizonyos távol-  
ságra valóban siksugaras és kvázi-potenciálos a vízmozgás és  
a kapott egyenesek iránytangense alapján közelítőleg a pannon  
rétegek átlagos vízvezetőképessége /transzmisszibilitása/ is  
meghatározható a következő összefüggésből:

$$T_a = /k_h \cdot m/ \cdot a = -0,366 \cdot \frac{Q}{tg \psi} \quad /3./$$

ahol  $\psi$  az egyeneseknek a vízszintes /logaritmikus/ tengely-  
lyel bezárt szöge. Tehát a vízvezetőképesség az egyenesek i-  
ránytangensével fordítottan arányos /SCHMIEDER A.:1971./

A 7/a-d. ábrákon látható, hogy valóban egyeneseket kaptunk a  
felvett szelvényekben, - tehát feltevésünk igazolódott-ezek  
az ún. vízmozgási jelleggörbék viszont jellegzetes töréspontokkal  
is rendelkeznek.

A /3./ jelű összefüggés szerint a töréspontokban hirtelen  
változik a transzmisszibilitás, amelynek két oka lehet:

- 1./ a  $k_h$  szivárgási tényező változhat, - ez bekövetkezhet  
hirtelen szemcsenagyság-változás vagy a rétegdőlések  
megváltozásának a hatására /Ismeretes, hogy a  $k$ -ténye-  
zők általában a rétegződés irányában a legnagyobbak, ar-  
ra merőlegesen pedig minimális értékűek./

2./ változhat a réteg "m" vastagsága is.

Földtani értelemben mindkét lehetőség szerkezeti törések, vetők jelenlétére vezethető vissza, amelyek a szedimentációt megelőzően, vagy azt követően is létrejöhetnek.

Valamennyi depressziószelvény jelleggörbéjének feltűnő sajátossága, hogy a vízszintsüllyedés mélypontjai közelében az iránytangenseik alacsonyak, ami a kiemelt rögök környezetében lerakódott és a fúrásokkal is bizonyított pannonkori abrázációs törmelékek nagy vízvezetőképességét jelzi. Következésképpen nemcsak a bugyi-ürbőpusztai leszivárgási területen, hanem a Délegyházamelletti feláramlási területen is egykori kiemelt rögök jelenlétével kell számolnunk.

A többi töréspont kisebbmértékű vízvezetőképesség-változást jelez a kiemelt rögöktől távolabbi területeken. Az egyes kutak karotázsszelvényeinek összehasonlításával megállapítható volt, hogy jelentősebb fáciesváltozásokkal a "vizműves rétegek" esetében nem kell számolni, de a pannon összlet vastagságát előzetesen preformáló, vagy utólagos módosulását előidéző szerkezeti törésekre joggal számíthatunk. Az egyes jelleggörbe-szakaszok törésiránya alapján meghatározható a vetők menti elmozdulás iránya is: aszerint, hogy a vízvezetőképesség növekedik-e, vagy pedig csökken. A jelleggörbék kiértékelésénél viszont azt is figyelembe kell vennünk, hogy ha a vizsgált szelvény nem mindenütt merőleges a depressziós szintvonalakra /L. pl. al6.sz.szelvényt!/, akkor a görbéken olyan töréspontok is jelentkeznek, amelyeknek semmiféle vízföldtani vagy szerkezeti szerepe nincsen, csak geometriai /leképzési/ torzítást bizonyítanak.

A jelleggörbék töréspontjait a 6.sz. ábrán is feltüntettük a megfelelő szelvényeken és azt tapasztaltuk, hogy több közülük határozott egyenes vonalak mentén jelenik meg. Ezeknél egyúttal a görbeszakaszok törésiránya is azonos. Összekötve ezeket a pontsorokat, több önálló törésrendszer volt felismerhető a területen.



Közülük a leghatározottabban a fiatal negyedkori törésvonalakat lehet megkülönböztetni, amelyek teljes mértékben megegyeznek a MIKE K./1971./ által, részletes fúrásadatok alapján, az Ósduna hordalékkúpjának vastagsági viszonyait is figyelembevéve szerkesztett "posztpannon-negyedkori" vetővonalakkal /L. a 8.sz. ábrán/.

Figyelemreméltó, hogy a szerkesztés eredményeképpen Majosháza mellett kimutatható volt az a kiemelt pannon rög, amely felszíni feltárásból is ismert.

Az ábrán igen sok, pannóniainál idősebb szerkezeti vonalat is kaptunk, amelyek rendre megegyeznek a KÖRÖSSY L./1963./ által kimutatott első-, másod-, és harmadrendű diszlokációs vonalakkal. Közülük a Zágráb-Kulcsi fő szerkezeti vonalat és a Balaton vonalat emeltük ki. Az utóbbinál is rátolódásos-kompressziós jelleget látszanak bizonyítani a környezetében található relative kiemelt rögök is.

Azonkívül tehát, hogy igazolható volt a vizmozgás feltételezett kvázi-potenciálos jellege, bebizonyosodott, hogy a SCHMIEDER A./1971./ -féle grafikus eljárás a kőolaj- és hévízkutatásban alkalmazott nyomásemelkedési görbékkel azonos módon "vetőszerkesztés"-re is felhasználható. Ez utóbbiakkal szemben nagy előnye, hogy nem igényel költséges műszeres vizsgálatokat és nagyobb területre biztosít ellenőrizhető információkat a szerkezeti adottságokról és a mértékadó szivárgási paramétereikről. A módszer jellegéből következik, hogy ilyen módon is csak a vízföldtanilag jelentős szerepű törések mutathatók ki, részleges vizsgálatokhoz, egy-egy kútkörzet jellemzésére pedig nem alkalmas.

A leszivárgó vízmennyiség számítását - a jelleggörbék tanúsága szerint - egzakt módon a fő törésirányokban külön-külön kellene végezni az eltérő hatástávolságok miatt. Ezenkívül célszerű lenne különválasztani a rögök környezetének durva törmelékes területét a távolabbi részek középszemű homokos vízvezető-szintjeitől is, mert az iránytangensek alapján - azonos vastagság mellett - kb. egy nagyságrendnyi eltérés mutatkozik a szivárgási tényezők között:  $10^{-4}$  illetve  $10^{-5}$  m/sec értékekkel jellemezhe-

tők. A számítás finomítása azonban egyúttal hibaforrást, a szórás növekedését is jelentheti, ezért a területi átlagértékeket vesszük alapul. Eszerint  $k_h = 5 \cdot 10^{-5}$  m/sec.

A mértékadó rétegvastagság a leszivárgás helyén  $m = 50,0$  m.

A "kútbeli leszívás" esetében a 6.sz.ábrán látható értékből le kell vonnunk az egyes rész-depressziók egymásrahatása miatti többlet-vízszintcsökkenést, amely abból származik, hogy a viz egyrésze nem az idősebb képződmények közvetítésével, hanem a pannon rétegeken keresztül közvetlenül áramlik ÉÉNY-i irányba. /TÓTH J./1963./ szóhasználatával: "rövidrezárja az áramlási pályát"

Emiatt  $s = 32,0$  m /L.4/a-b.ábrák./

A legbizonytalanabb az alaphegység repedezettségének figyelembevételére az  $r_0$  kútsugár meghatározására. A bugyi-ürbőpusztai rögnek a felsőpannon rétegekkel érintkező felülete a 2/b.sz. ábra alapján kb.  $7,5 \text{ km}^2$ , vagyis  $7,5$  millió  $\text{m}^2$ . A zúzott zóna miatt minimálisan  $4,0$  %-os felületi áttörtséget tételezhetünk fel, ennek alapján a hézagok összes felülete  $F' = 300000 \text{ m}^2$ .  $r_0$  ennek a területnek az egyenértékű sugara:

$$r_0 = \sqrt{\frac{F'}{\pi}} = \sqrt{\frac{300000}{3,14}} = 307 \text{ m}$$

Az átlagos hatástávolság a 4/a-b ábrák szerint:

$$R'_a = \frac{17,5 + 23,6 + 17,0 + 16,8}{4} = 19,6 \text{ km} = 19600 \text{ m}$$

$$\frac{R'_a}{r_0} = \frac{19600}{307} = 63,9 \quad \ln \frac{R'_a}{r_0} = \ln 63,9 = 4,15$$

Ezeket az értékeket az /1./ jelű képletbe behelyettesítve:

$$Q = \frac{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot 50 \cdot 32}{4,15} = 0,121 \text{ m}^3/\text{sec} = \underline{\underline{7260 \text{ l/perc}}}$$

Vagyis a vizelyonás kb. 6 db. átlagos dunavölgyi kavicsra telepített öntöző csőkút illetve 24 db, a felsőpannóniai "vizmüves rétegekre" telepített ivóvízkút hozamával egyenértékű, az összlet

teljes vízforgalmát tekintve nem jelentős - figyelembevételével, hogy ennek a vízmennyiségnek egyrésze felülről, a fedő pleisztocén rétegvizekből pótlódik.

A feláramlási terület vízforgalma az áramlási keresztmetszet bizonytalanságai és a felszíni befolyásoló hatások miatt nem határozható meg ilyen egyértelműen, ezért közvetett módszerek alkalmazására vagyunk utalva, amelyeket egyúttal a leszivárgó vízmennyiségre vonatkozó számításunk ellenőrzésére is felhasználunk.

### Geotermikus vizsgálatok

A terület geotermikus viszonyaival elsőként SÜMEGHY J. foglalkozott 1929 évi összefoglaló munkájában /"Die geothermische gradienten des Alföld": idézi SZEBÉNYI L.:1973./, majd pedig a Tiszántúl c. monográfiájában /1944/. Vizsgálatai során sekély-mélységű ivóvizkutak kifolyóvíz-hőmérsékletei alapján termális anomália vonalakat /1929/ illetve negyedkori törésvonalakat/1944/ határozott meg, amelyek lényegében megegyeznek MIKE K./1971/ legnagyobb elvetési magasságú töréseivel, illetve a hidraulikai úton szerkesztett legfiatalabb törésvonalak egy részével /L.4/a-b. és a 6,8.sz.ábrákat/.

A ráckevei hévízkút adatain kívül jelenleg is csak néhány talp-hőmérséklet-mérés eredménye áll rendelkezésünkre. Közülük egy alsónémedi 120 m-es kútnál  $7,0 \text{ m/C}^{\circ}$ -os, a többi esetben  $18,0$ - $26,2 \text{ m/C}^{\circ}$ -os mélységlépcső számítható.

A vizsgált kutak kifolyóvíz-hőmérsékleteit a megcsapolási mélység függvényében a 9/a sz.ábrán tüntettük fel. A terület átlagos látszólagos geotermikus gradiense  $0,074 \text{ C}^{\circ}/\text{m}$ , az országos átlagnál magasabb, egészében véve pozitív anomáliát jelent.

Ez törvényszerű is, mert a kutak többsége a süllyedékek területén létesült.

A feltételezett leszivárgás helyén a területátlaghoz képest jelentős negatív, a feláramlás helyén pedig kiugróan pozitív anomáliát tapasztaltunk, amelyek a piezometrikus gradiensekkel azo-

nos módon jelzik a lokális vizáramlást. A leszivárgó vizek sebességét a LIEBE P. által kidolgozott módszer szerint számítjuk az áramlás hatására a kőzetösszletben létrejövő hőfluxus-változás alapján /ALFÖLDI L. és társai: 1973; BÜCKER T. és társai: 1974./ Első közelítésként feltételezzük, hogy az áramlás túlnyomórészt az alaphegység hasadékaiban megy végbe.

A Bu-1. jelű fúrás adatai alapján 200 m mélységben a viz hőmérséklet-növekedése :  $\Delta t = 7 \text{ C}^\circ$ , a gradiens-változás  $\Delta G_t = 0,0384 = 3,84 \cdot 10^{-2} \text{ /L. sz. ábra/}$ . A mészkő hővezetőképessége /de WIEST, R. J. M.: 1965/:  $K = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ cal/cm.sec.C}^\circ$ . Ezek alapján a hőfluxus-változás közelítőleg:

$$\Delta \Phi = \Delta G_t \cdot K = 3,84 \cdot 10^{-2} \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} = 2,88 \cdot 10^{-4}$$

Ezt a hőt a leszivárgás közben felmelegedő viz vonja el:

$$\Delta \Phi = c \cdot v_v \cdot \Delta t \quad /4./$$

ahol  $c = 1,0 \text{ cal/gC}^\circ$ ; a viz fajhője.

A leszivárgó viz átlagos sebessége a -200 m-es terep alatti szinten:

$$v_v = \frac{\Delta \Phi}{c \cdot \Delta t} = \frac{2,88 \cdot 10^{-4}}{1,0 \cdot 7,0} = 4,11 \cdot 10^{-5} \text{ cm/sec} = 4,11 \cdot 10^{-7} \text{ m/sec}$$

A hidraulikai számításnál figyelembevett áramlási keresztmetszet alapján a vízhozam:

$$Q = F' \cdot v_v = 3,0 \cdot 10^5 \cdot 4,11 \cdot 10^{-7} = 1,236 \cdot 10^{-1} \text{ m}^3/\text{sec} =$$

$$= \underline{7410 \text{ l/perc}}$$

Ha a számítást a bugyi-ürbőpusztai rög környékén található kutat átlagadatai alapján, a pannon rétegek fekjét figyelembevéve végezzük /100 m-es mélységben  $\Delta t = 3,5 \text{ C}^\circ$ ;  $\Delta G_t = 4,7 \cdot 10^{-2} /$ , szivárgási közegként pedig az abrázíós törmeléket, vagy a felsőkréta-alsóeocén teresztrikumot tételezzük fel, amelyeknek átlagos hővezetőképessége egyaránt  $3 \cdot 10^{-3} \text{ cal/cm.sec.C}^\circ$ , eredményül  $v_v = 4,03 \cdot 10^{-7} \text{ m/sec}$  értéket kapunk, amely éppen 7260 l/p vízhozamnak felel meg!

A 9/b. ábrán a látszólagos geotermikus mélységlépcső területi eloszlását mutatjuk be. A szerkesztéshez csak az 50 m-nél mélyebb kutakat használtuk fel, az egyes értékek számításánál egységesen  $10\text{ C}^{\circ}$  évi középhőmérsékletet vettünk figyelembe.

Látható, hogy a feltételezett leszivárgás helyén igen erős a negatív anomália: a  $G_m$  értéke meghaladja a  $60\text{ m/C}^{\circ}$ -ot is, az izovonalak pedig követik a zágráb-kulcsi főtörésvonal NyDny-KÉK-i csapását. A bugyi-ürbőpusztai rögnek ezt a "hűtőhatását" elsőként STEGENA L./1957./ mutatta ki felszinközeli talajhőmérsékletmérésekkel. A Bu-1. és Bu-2. jelű fúrásokon keresztül fektetett szelvényben pontonként két-két mélységben mérte a hőmérsékletet, amelyek a rög felett mindkét esetben minimumot jeleztek. A talajhőmérsékletek differenciahányadosait a szelvény mentén felrakva kirajzolódott a rög pikkelyes alakja és a főtörésvonal környezetének nagy elvetési magassága, amit az 1963-ban lemélyített Bu-4. jelű fúrás egyértelműen igazolt /L. 4/a.sz. ábra/.

A negatív hőmérsékleti anomália miatt a rög területén gazdaságos hévizbeszerzés nem remélhető.

A helyi áramlási rendszer és a szerkezeti viszonyok vizsgálata szempontjából a Szigethalom-Délegyháza-Alsónémedi területrészen észlelhető pozitív anomáliák / $10\text{ m/C}^{\circ}$ -nál kisebb mélységlépcsőjű foltok/ döntő jelentőségűek. Ezek irányítottsága még a rög környékénél is határozottabb, a felmelegedett rétegvizek feláramlását jelzik a "Balaton vonal" környezetében. Felismerhetők az ÉK-Dny-i regionális rétegvizáramlás anomáliaterületei is a Duna-Tisza közti homokhátság és a Duna folyó környezetében.

Mivel a 9/b. ábra szerkesztésénél igen eltérő mélységű kutak adatait használtuk fel, ezért a szerkezeti viszonyok részletes elemzésére kevésbé alkalmas. Abban az esetben, ha a kifolyóvíz- vagy talphőmérsékletek két különböző mélységszintre vonatkoznának, akkor a belőlük szerkeszthető geotermikus maradékanomália térképet a hidraulikai jellemzőkhöz hasonlóan lehetne kiértékelni. A fő szerkezeti vonalak azonban így is jól azonosíthatók.

A hidraulikai és geotermikus adatok egyezése alapján a feltételezett áramlási rendszert bizonyítottaknak tekinthetjük.

A leszivárgás tényleges mélységére vonatkozóan nem rendelkezünk közvetlen adatokkal. A vízzáró alsótriász és felsőperm képződmények közelségét figyelembevéve az alaphegység felszínének környezetét tekinthetjük a vízáramlás határmélységének.

A feláramlás területén, az átlag- és szélsőértékek alapján egyaránt egy-két nagyságrenddel nagyobb sebesség-értékeket kapunk, ha a számítási mélységet azonosan 100-200 m-nek, a szivárgási közeget pedig nedves homoknak  $/K_g = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{C}^0 /$  tételezzük fel. A hozam meghatározásánál ebben az esetben is jelentkezik az áramlási keresztmetszet bizonytalansága.

Tudjuk viszont, hogy Délegyháza-Alsónémedi környékén nemcsak a feláramló felmelegedett rétegvizek jelennek meg, hanem oldalirányból, a pannon és pleisztocén vizadókon keresztül közvetlen hidegvizhozzáfolyás /L. 1. és 6.sz.ábrák!/ is növeli a hozamot, tehát a pozitív hőmérsékleti anomáliának még annál is nagyobbak kell lennie, mint amennyire az a 9/a-b.ábrákról leolvasható. Ebből a szempontból az említett alsónémedi kút talphőmérséklete és az alsónémedi tektonikai árok környezetébe telepített kutak gázossága, Cl-ion- és összes oldott sótartalma is igen figyelemreméltó tények. Ismeretes, hogy ez a területrész a dél-budapesti hévizek alááramlásának lehetséges visszafordulási helye. Erre utalnak a karsztos hévizek rádióaktív-izotópos abszolút kormeghatározásának eredményei /ALFÖLDI L.:1973./ és a hidraulikai számítások /SÁRVÁRY I.: 1972./ is. A szerkezeti adottságok, az ún. "Balaton vonal" mentén kimutatott relative kiemelt helyzetű rögök alapján fel kell tételeznünk, hogy a délegyházai pozitív anomáliát előidéző hőtöbblet közvetve a feláramló karsztos hévizekből is származik. Ilyen módon a terület rétegvizei és a karsztos hévizek egységes áramlási rendszert alkotnak.

Fenti következtetésünk véglegesen csak az alsónémedi gravitációs minimum területén létesítendő 2500-3000 m körüli mélységű fúrások talphőmérsékletei és termoszelvényei alapján ellenőrizhető. A területen alapfúrás lemélyítését korábban - kőolajföldtani megfontolásokból - már CSIKY G./1968/ is javasolta. A fúrásos kuta-

tás egyúttal alapvető jelentőségű nagyszerkezeti kérdésekre adhat választ /SZÁDECZKY-KARDOSS E.: 1973/.

Az eredmények bizonyos mértékű kontrollja a területhez közeleső, hasonló szerkezeti adottságokkal rendelkező alaphegység-rög összehasonlító vizsgálatával biztosítható.

### A turai rög környékének összehasonlító vizsgálata

A regionális földtani vizsgálatok /L. 3.sz.ábra/ szerint a turai -relative kiemelt - mezozoós rög szintén az ún. Balaton-Darnó vonalak környezetében található. A terület vázlatos földtani szelvényét - CSIKY G./1968/ és a Tóalmás környéki fúrások alapján - a 10.sz.ábrán közöljük.

A rög területén, a Tu-1.jelű fúrásban olyan - nóri emeletbe sorolt - triász mészkövet harántoltak, amely kétségtelenné teszi a Budai hegységgel, illetve a dunabalparti karsztos alaphegység-rögökkel fennálló ősföldrajzi kapcsolatot. A környékbeli hévízfúrások részben közvetlenül a felsőtriász képződményeket /Gödöllő G-3./ részben a velük összefüggő felsőeocén kori lithothamniumos mészkövet /G-1., ill. Tu-4./ érték el. Az Igal-Bükki eugeoszinklinális üledékeit és bükki típusú alkáli-diabázt harántoltak a Tó-1. és Tó-2.jelű fúrások.

Tura, Galgahéviz, Hévizgyörk, Bag stb. környékén a pannon rétegvizek nyomása és hőmérséklete közismerten erős pozitív anomáliát mutat. A relative kiemelt mezozoós rög környezetében a vizzáró oligocén és miocén képződmények települési helyzete alapján jelentős elvetési magasságú neogén szerkezeti törés mérhető le /L. 10.sz.ábra/. A turai hévízkút hidrodinamikai adatai, valamint a rétegvizkutak gázossága is azt bizonyítják, hogy a mezozoikumból a pannon rétegekbe vízfeláramlás van, s emiatt észlelhetők a porózus rétegekben is rendellenesen magas hőmérsékletek és nyugalmi vízszintek.

A terület egyik figyelemreméltó jellemzője, hogy az eocén mészkőre települt Tu-4. hévízkút 95 C<sup>o</sup>-os kifolyóvíz-hőmérséklete és a felsőpannon öszzlet mélyebb porózus szintjeit megcsapoló Tó-3. jelű fúrás 46 C<sup>o</sup>-os értéke alapján egyaránt 23,0 m/C<sup>o</sup> látszólagos geotermikus mélységlépcső számítható, ami a jelentős megcsapolási mélységkülönbség mellett csak a feláramlással magyarázható. A turai érték arra is utal, hogy igazi pozitív anomáliáról, a geoizotermák megváltoztatásáról semmiképpen sem beszélhetünk. Eltekintve attól, hogy ezek az értékek az országos átlagnál /18,0 m/C<sup>o</sup>/ nagyobbak, feltétlenül figyelembe kell vennünk azt - a "budapesti termális vonalnál" is ismeretes - tény, hogy a hasadékokban mozgó karsztos hévizek fűtik fel a rögöt és környezetét. Ennek figyelembevételével a tényleges geotermikus mélységlépcső a 33,0 m/C<sup>o</sup> körüli értékre adódik /ALFÖLDI L.:1973/.

A budapesti hévizek védőterületével kapcsolatos említett hidrológiai számítások /SÁRVÁRY I.: 1971/ és a vizminták abszolút kormeghatározása elég jó nagyságrendi egybeeséssel igazolták azt a feltételezést, hogy a turai rög környezete is az alááramlás egyik szinguláris helye, ahol az áramlás visszafordul, s így a feláramlási jelenségek is az Alsónémedi-Délegyháza környéki esethez hasonlatosak.

Az alapvető különbséget a részletesen vizsgált terület és a Tura-Tóalmás környéke között a negatív anomáliaterületek hiánya jelenti ez utóbbi helyen. Ennek oka, hogy az Igal-Bükki eugeoszinklinálishoz tartozó képződmények itt nincsenek kiemelt helyzetben, s a hideg rétegvizek mélybeszivárgását a felszíni-felszinközeli kőzettani viszonyok sem teszik lehetővé. A rétegvizek helyi /lokális/ "áramlási pályái" ezért a vizsgált szelvényre merőlegesen, a Cserhát hegység és a Gödöllői dombság felől, valamint a Galga-völgy felső szakaszán alakulhatják ki /L.5.sz.ábra/.

A két terület felszínalatti vízáramlási rendszereinek összefoglaló vázlatát a 11 sz.ábrán mutatjuk be. Látható, hogy a karsztos



hévizek feláramlása a Magyar Középhegységi Vályú D-i, DK-i határához kötött, a feláramló vizek kényszernályaait a Balatonvonal szerkezeti jellemzői determinálják.

A rétegvizek "áramlási pályái" szorosan kapcsolódnak a feláramlási zónához, a felszínalatti vizek együttesen egységes vízáramlási rendszert alkotnak.

### Összefoglalás

A tanulmány elsődleges célja a Magyar Medence hidrodinamikai jellemzőinek vizsgálata, az általános összefüggések finomítása volt egy konkrét részterületen, a területi vízgazdálkodási követelményeknek megfelelően.

Megállapítható, hogy a medenceméreteken jelentkező regionális rétegvízáramlási pályákat a helyi földtani és szerkezeti adottságok igen nagymértékben befolyásolják, sok esetben az általános geohidrológiai kép felismerését is megnehezítik. A felszínalatti vízkészletadatoknak /vízszintek, hőmérsékleti- és vízminőségi jellemzők, üzemi viszonyok stb./ a földtani szerkezeti adottságok elemzésén alapuló mennyiségi vizsgálata azonban lehetővé teszi, hogy megbízhatóbban ítéljük meg az egyes részfolyamatoknak a rendszer egészében elfoglalt helyét és súlyát. A kvantitatív elemzés egyúttal további földtani-szerkezeti összefüggések felismerését is biztosíthatja.

A földtani, hidrogeológiai, hidrodinamikai-hidraulikai és geotermikus vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a terület felszínalatti vizei összefüggő áramlási rendszert alkotnak.

A részletes eredmények az alábbiak:

- 1./ A bugyi-ürbőpusztai eltemetett mezozoos alaphegységörög környezetében a rétegvízkészlet egyrésze az idősebb képződmények hasadozott-zúzott zónáin, abráziós törmelékein keresztül megcsapolódik és ezáltal a korábbi szerzők által megállapított regionális ÉK-DNy-i rétegvízáramlási irányra közel merőleges

"lokális áramlási pálya" alakul ki.

A leszivárgó vizek Délegyháza-Alsónémedi térségében felfelé áramlanak és ismételten bekapcsolódnak a felszinközei vízforgalomba.

- 2./ A leszivárgás helyén negatív-, a feláramlás helyén pozitív piezometrikus és geotermikus gradiensek észlelhetők, az áramlásban a negyedkori összlet vize is résztvesz.
- 3./ A lokális rétegvizáramlás hatására keletkező depresszió elemzésével megállapítható volt, hogy az áramlás lényegében permanens, kvázi-potenciálos és siksugaras, a DUPUIT-THIEM-féle függvényel megbízhatóan jellemezhető. A leszivárgó vízmennyiség a hidraulikai és a geotermikus számítások szerint egyaránt 7260 l/perc értékűnek adódott.
- 4./ A bugyi-ürbőpusztai ~~ing~~ környezetében, a leszivárgás helyén egyértelműen kizárható volt a rétegvizeknek a budapesti hévizes karszttal való kapcsolata, valamint a magasrögből való gazdaságos hévizbeszerzés lehetősége. A kedvezőtlen adottságok az alaphegység kőzettani felépítésével /kevésbé karsztosodott, bükki típusú paleo-mezozóos képződmények/ és szerkezeti helyzetével egyaránt összefüggenek.
- 5./ A rétegvizek kémiai összetételének, a kutak kifolyóvíz-hőmérsékleteinek és nyugalmi vízszintjeinek, valamint a szerkezeti adottságoknak az együttes elemzésével megállapítható volt, hogy a délegyháza-alsónémedi feláramlási területen nemcsak helyi jellegű rétegvizáramlás, hanem a - feltehetően középhegységi kifejlődésű- karbonátos alaphegység karsztos hévizeinek is szerepük van a pozitív geotermikus anomália létrejöttében. A karsztos hévizek és a rétegvizek kapcsolata Délegyháza és Tura környékén azonos jellegű, a két terület szerkezeti adottságai is párhuzamosíthatók egymással, a feláramlási helyek a Magyar Középhegységi Vályú DK-i, K-i határaihoz kötöttek.
- 6./ A rétegvizek mozgásviszonyainak vizsgálatánál alkalmazott SCHMIEDER-féle grafikus ellenőrzési módszerrel kapcsolatban megállapítható volt, hogy eredeti rendeltetésükön túlmenően a jelleggörbék földtanilag is értelmezhetők és a nyomásemelkedési görbékhez hasonló módon alkalmasak elfe-

dett medenceterületeken a szerkezeti törések kimutatására.

- 7./ Az elvégzett vizsgálatok alapján a terület szerkezeti viszonyai is részletesebben feltárhatók voltak, segítségével pontosabban lehetett egymástól elhatárolni a Magyar Középhegységi Vályúhoz, illetve az Igal-Bükki eugeoszinklinálisához tartozó medencerészeket.

Az eredmények alapján célszerűnek látszik az ország területén ismert többi - relative kiemelt - mezozoós szerkezet /pl. a mezőkeresztesi, igali, inkei stb. rögök/ környezetének komplex hidrodinamikai vizsgálata.



## I R O D A L O M

- 1./ ALFÖLDI László /1968/: A budapesti hévizek általános vízföldtani viszonyai.  
"Budapest hévizei" pp.25-45.  
Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet kiadása, Budapest
- 2./ ALFÖLDI László /1973/: A budapesti hévizek és a Gerecse-aljai barnaszénbányászat vízföldtani kapcsolatának kérdései.  
Bányászati és Kohászati Lapok -Bányászat. 106 évf.1973/12. sz.pp.831-843.
- 3./ ALFÖLDI László-ERDÉLYI Mihály-GÁLFI János-KORIM Kálmán-LIEBE Pál /1973/: Geotermikus vízáramlási rendszer Tiszakécske környékén  
VITUKI 1973 évi Tudományos Napok III.Ülésszak: Felszín alatti vizek hidrológiája /sokszorosított anyag, p.17/  
Budapest, 1973.november 16.
- 4./ ALMÁSSY Endre /1962/: A mélységi vizek nyomásállapota  
"Vázlatok és tanulmányok Magyarország Vízföldtani Atlaszához" pp.23-46.
- 5./ BÖCKER Tivadar-CSOMA Jánosné-LIEBE Pál-LORBERER Árpád - MAJOR Pál-MÜLLER Pál /1974/: A felszínalatti vízkészletek komplex kutatása a bükkábrányi tervezett külfejtés környezetében.  
"Matematikai módszerek, számítástechnika a nyersanyagkutatásban" c.ankét anyaga  
Magyarhoni Földtani Társulat Matematikai Földtani Szakcsoportja, Budapest 1974.szeptember 12-13 /Kézirat/
- 6./ CSIKY Gábor /1968/: A szénhidrogénkutatások újabb eredményei az Északi Paleogén Medencében  
Földtani Közlöny XCVIII.kötet /1.füzet pp.29-40.
- 7./ DANK Viktor-BODZAY István /1970/: A magyarországi potenciális szénhidrogénkészletek földfejlődéstörténeti háttere  
Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt jubileumi kiadványa, Budapest

- 8./ ERDÉLYI Mihály/1967/: A Duna-Tisza közének vízföldtana  
Hidrológiai Közlöny 47.évf./6.sz. pp.331-340 és 8.sz.pp.  
357-365.
- 9./ ERDÉLYI Mihály/1973/: A Magyar Medence hidrodinamikája  
VITUKI 1973.évi Tudományos Napok III.ülésszak: Felszinalat-  
ti vizek hidrológiája /sokszorosított anyag, p.26/  
Budapest,1973.november 16.
- 10./ HORUSITZKY Ferenc/1943/: A Budai hegység hegyszerkezetének  
nagy egységei  
Beszámoló a M.Kir.Földtani Intézet Vitaüléseinek munkálatai-  
ról 5.sz. pp.238-251.
- 11./ JÁMBOR Áron-MOLDVAI Lóránd-RÓNAI András és munkatársaik/1966/:  
Magyarázó Magyarország 1:200 000-es földtani térképsorozata  
L-34-II. Budapest megnevezésű lapjához  
Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest
- 12./ JUHÁSZ Árpád/1964/: Adatok a Duna-Tisza köze É-i részének  
mélyföldtanához  
Földtani Közlöny XCIV.kötet/2.füzet pp.184-194.
- 13./ KOVÁCS György/1972/: A szivárgás hidraulikája  
Akadémiai Kiadó,Budapest
- 14./ KÖRÖSSY László/1953/: Adatok az Alföld ÉNY-i részének föld-  
tani ismeretéhez  
Földtani Közlöny 83.kötet/1-3 füzet pp.3-12.
- 15./ KÖRÖSSY László/1963/: Magyarország medenceterületeinek össze-  
hasonlító földtani szerkezete  
Földtani Közlöny 93.kötet/2.füzet pp.153-172.
- 16./ LORBERERNÉ SZENTES Izabella/1973/: A Duna-Tisza köze É-i ré-  
sze felszinalatti vizeinek összefüggésvizsgálata  
Középdunavölgyi Vizügyi Igazgatóság Vízkészletgazdálkodási  
Felügyelete, Budapest /kézirát/ - Budapest p.1-25.
- 17./ LORBERERNÉ SZENTES Izabella-LORBERER Árpád/1974/: A réteg-  
vizforgalom és a mélyszerkezet kapcsolatának vizsgálata a  
Duna-Tisza közének északi részén  
Előadás a Magyar Hidrológiai Társaság és a Magyar Karszt  
és Barlangkutató Társulat által rendezett "Fiatal Hidrogeo-  
lógusok II.Találkozója" c.ankéton. Miskolc 1974.május 23-24.  
MHT-MKBT Közös kiadványa pp.107-119.

- 18./ MIKE Károly/1971/: A Dunavölgy negyedkori szerkezete  
"A Duna folyam atlasza"  
VITUKI kiadása, Budapest
- 19./ Magyarország paleozóos és mezozóos képződményeinek fedetlen földtani térképe /1967/:  
Szerkesztették: Dr.CSALAGOVICS Imre, JUHÁSZ Árpád, Dr.SZEPESHÁZY Kálmán, CSÁSZÁR Géza és Dr.RADÓCZ Gyula  
Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest
- 20./ Magyarország tudományos térképei: I.geotermikus viszonyok /1972/:  
Szerkeszti: Dr.STEGENA Lajos  
Eötvös Lóránd Tudományegyetem Térképtudományi Tanszéke kiadása, Budapest
- 21./ OVF.-OVH VIKÖZ/1963-1974/: Magyarország mélyfúrású kutjainak katasztere I--V.  
Szerkeszti: Dr.URBANCSEK János  
Országos Vizügyi Főigazgatóság /I-II./, illetve OVH-VIKÖZ /III--V./ kiadása, Budapest
- 22./ PÁVAI -VAJNA Ferenc/1930/: Magyarország hegységeinek szerkezeti vázlata  
Földtani Közlöny 68.évf. pp.7-33.
- 23./ RÓNAI András/1965/: A felszínalatti vizek minőségének változása a mélységgel az Alföldön  
Hidrológiai Közlöny 1965/9.sz. pp.419-425.
- 24./ RÓNAI András/1967/: Magyarászó Magyarország 1:200 000-es földtani térképsorozata L-34-VIII. Kecskemét megnevezésű lapjához  
Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest
- 25./ RÓNAI András/1972/: Az Alföld  
Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve LVI.kötet/1.füzet p.356.

- 26./ SÁRVÁRY István /1972/: A budapesti termálvizek védőterülete  
Vizügyi Közlemények, 1972/3.füzet pp.269-280.
- 27./ SIMON László /1964/: Szerkezeti területi típusok néhány vízföldtani törvényszerűsége  
Földrajzi Értesítő XIII.évf. 2.füzet pp.217-241.
- 28./ SCHMIDT ELIGIUS Róbert /1957/: Geomechanika  
Akadémiai Kiadó, Budapest
- 29./ SCHMIDT ELIGIUS Róbert és munkatársai /1962/: Magyarország  
Vízföldtani Atlasza  
Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest
- 30./ SCHMIEDER Antal /1971/: Paramètres hydrauliques des roches aquifères principales à eaux karstiques du Massif Central Hongroise de la Transdanubie et les possibilités des pronostic du débit d'eau  
Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica Academiae Sci. Hungariae, Tomus 6/3-4. pp.429-448.
- 31./ STEGENA Lajos /1957/: Praktische geothermische Untersuchungen in Ungarn.  
Annales Universitatis Scientiarum Budapestensis de Rolando Eötvös nominatae. Sectio Geologica, Tomus I. pp.79-87.
- 32./ SÜMEGHY József /1944/: A Tiszántúl  
Magyar Tájak Földtani Leírása VI. p.208.  
Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest
- 33./ SÜMEGHY József /1947/: A Duna-Tisza csatorna alsónémedi-sári szakaszának kutatófúrásai  
Magyar Állami Földtani Intézet Évi jelentése az 1945 évről, 2.kötet pp.25-29.
- 34./ SÜMEGHY József /1952/: A Duna-Tisza csatorna dunaharaszti szakaszának kutatófúrásai  
Magyar Állami Földtani Intézet Évi jelentése az 1946-47 évekről. 2.kötet pp.3-14.
- 35./ SZÁDECZKY - KARDOSS Elemér/1973/: A Kárpát-pannon terület szubdukciós övezetei  
Földtani Közlöny 103.kötet/3-4 szám. pp.224-244.



- 36./ SZEBÉNYI Lajos /1971/: Magyarország felszín alatti vizeinek összefüggő áramlási rendszere  
MTA Országos Anyag- és Energiaáramlási Ankét anyaga pp. 87-93.
- 37./ SZEBÉNYI Lajos /1973/: Az Alföldi mélyégi vizek nyomás- és áramlási viszonyai  
MTA X.Osztályának Közleményei 6/1-4/ pp.131-145.
- 38./ SZENTES Ferenc /1943/: Aszód távolabbi környékének földtani viszonyai  
Magyar Tájak Földtani Leírása IV. p.68.  
MÁFI kiadása, Budapest
- 39./ SZENTES Ferenc /1948/: Budapest-Dunabalszék távolabbi környékének földtani viszonyai /Kézirat/
- 40./ SZENTES Ferenc /1958/: Budapest és környékének földtani térképe  
"Budapest természeti képe" , Budapest
- 41./ SZENTES Ferenc /1961/: Magyarország hegységszerkezeti térképe  
MÁFI Évi jelentése az 1957-58 évekről pp.7-21.  
MÁFI kiadása, Budapest
- 42./ SZENTES Ferenc /1961/: A magyarországi mezozoos kéregmozgások  
MÁFI Évkönyve 49.kötet pp.741-746
- 43./ TÓTH József /1963/: A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins  
Journal of Geophysics, Res.68/16/ pp.4795-4812.
- 44./ TÓTH József /1966/: Hozzászólás Dr.Szebényi Lajos: "Az artézi víz forgalmának mennyiségi meghatározása " c. tanulmányához  
Hidrológiai Közöny 46.évf. /6 sz. pp.261-264.
- 45./ URBANCSÉK János /1968/: A földtani felépítés és a rétegvíznyomás közötti összefüggés az Alföldön  
Hidrológiai Közöny 43.évf./3 sz. pp.205-218.
- 46./ VENDEL Miklós-KISHÁZI Péter /1963-64/: Összefüggések a melegforrások és karsztvizek között a Dunántúl Középhegységben megfigyelt viszonyok alapján I-II.  
Magyar Tudományos Akadémia X.Műszaki Tudományok Osztálya  
Közleményei 32.kötet /1-4/pp.393-417 és 33.kötet /1-4/

pp.205-233.

- 47./ VITUKI /1965-1972/: Magyarország hévízkútjai I-II.  
Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet kiadása,  
Budapest
- 48./ VITÁLIS György - VITÁLISNÉ ZILAHY Lidia /1973/: Pest  
megye vízföldtani tömbszelvénye /Kézirat/
- 49./ WEIN György /1969/: Tectonic review of the neogen-  
-covered areas of Hungary  
Acta Geologica Acad. Sci. Hungariae, Tomus 13. pp.399-  
436.
- 
- 50./ De WIEST, R.J.M. /1965/: Geohydrology  
Academic Press, New York-London