

# MÉRNÖKGEOLÓGIAI

---

# SZEMLE

---

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Mérnökgeológia — Építésföldtani  
Szakosztályának időszakos kiadványa

**7**

Kézirat

Budapest, 1971.



MÉRNÖKGEOLÓGIAI SZEMLE

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Mérnökgeológia-Építésföldtani Szakosztályának időszakos  
kiadványa

Kézirat

E füzet a Nemzetközi Mérnökgeológiai Társaság 1970. évi párisi kongresszusán elhangzott beszámolót /1/ és a kongresszusi kiadványban megjelentetett cikkeket /2-6/, valamint a kongresszussal kapcsolatban készített két tanulmányt /7-8/ tartalmazza.

Kiadja: MTESZ Magyarhoni Földtani Társulat  
Felelős kiadó: dr.Kriván Pál  
Engedélyszám: 92451-971  
Alak: A/4  
Készült: 450 példányban  
1396-MTESZ Házinyomda, Budapest

## TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
1/ dr.Karácsonyi Sándor: A Nemzetközi Mérnökgeológiai Társaság 1970 évi párisi kongresszusa	3 - 6
2/ dr.Karácsonyi Sándor - dr.Scheuer Gyula: Mérnökgeológiai értékelése a pleisztocén talajfagyási jelenségeknek	7 - 14
3/ dr.Gáspár László: A laza üledékekből készített feltöltések minőségének rendszeres ellenőrzése	15 - 18
4/ Falu János - dr.Karácsonyi Sándor: Az építőanyagipar kiviscskutatásának módszere Magyarországon	19 - 26
5/ Reményi Péter - Varga Márton: A földtani adottságok hatása lakóépületek alapozási költségeinek alakulására	27 - 33
6/ dr.Karácsonyi Sándor - Reményi Péter: A városfejlesztéshez kapcsolódó feltárások jelentősége a mérnökgeológiai térképezésnél	34 - 40
7/ Paál Tamás: Mérnökgeológiai kérdések az alapozás köréből	41 - 47
8/ Szlabóczky Pál: Középszerkezeti elemek /diszlokációk/ kőzetállékonyági jelentősége	48 - 55



## A NEMZETKÖZI MÉRNÖKGEOLÓGIAI TÁRSASÁG 1970. ÉVI PÁRISI KONGRESSZUSA

dr. Karácsonyi Sándor

### I. A Nemzetközi Kongresszus előzménye és célja

A Mérmökgeológiai Nemzetközi Társaság az UNESCO védnöksége alatt 1970. szeptember 8-11.-e között tartotta nemzetközi kongresszusát.

A Nemzetközi Mérmökgeológiai Társaság megalakítását 1968-ban Prágában határozták el. Létrejött az UNESCO védelme alatt és anyagi támogatásával történt. A Társaság megalakításakor a kezdeményező személyeket - így köztük Kertész Pál kollegánkat is - tagsági nyilvántartásba vették. A tényleges és végleges Tagságl kérdés rendezése mind a jogi személyek, mind pedig az egyének vonatkozásában csak ez évben indult meg.

A Nemzetközi Társaság eddigi tevékenysége a párisi rendezvény előkészítésére koncentrált, így ez volt az első jelentős megmozdulása.

A Mérmökgeológiai Nemzetközi Kongresszus célja az volt, hogy a különböző országokban és eltérő adottságok között végzett kutatások és tapasztalatok eredményét összegezze a megjelent szakemberek eszme és tapasztalatcseréjét lehetővé tegye. E mellett a különböző országokból beküldött dokumentációs és térképi anyagokból, valamint korszerű feltáró eszközökből rendezett kiállítás az előadói ülések témakörén felül nyújtott tájékoztatást a korszerű módszerekről.

### II. A kongresszus témakörei, tárgyalási anyaga

A Mérmökgeológiai Nemzetközi Kongresszus programját előre meghatározott szekciók szerint állították össze, amelyek az alábbi témaköröket foglalták magukba:

- 1 - Az építés természetes és ipari anyagai
- 2 - A mérnöki szerkezetekre vonatkozó geológiai jelenségek
- 3 - Talajok és sziklák tulajdonságai
- 4 - Talajok és sziklák mállási jelenségei
- 5 - Talajok és sziklák tömörítési módszerei
- 6 - Feltérési eljárások és technikák /furás, geofizika, helyszíni vizsgálat.../
- 7 - Térképezés a mérmökgeológiában
- 8 - Építési problémák és eseteirások a mérmökgeológiában /gátak, alagutak, városépítés, földalatti tárolás.../
- 9 - Más tárgyak.

Az egyes szekciók keretében megtárgyalt anyagokat azok a tanulmányok képezték, melyeket a jelentkezők előzetesen küldöttek el a kongresszus rendezőségéhez és amelyek a kongresszus időpontjában két kötetes könyv formájában kerültek kézreadásra.

Magyarországról öt tanulmányt küldtek be és közöltek le:

A beküldött és megjelentetett tanulmányok száma kereken 120 volt. A kongresszuson 50 országból mintegy 500 résztvevő jelent meg. Magyarországot a kongresszuson 5 fős delegáció képviselte.

Az egyes szekció-ülések keretében a tanulmányok rövidített ismertetése angol, ill. francia nyelven volt lehetséges és a tolmácsolás is e két nyelvnek megfelelően történt. A beküldött anyagokat általában az előadók ismertették.

Egyes elhangzott előadásokkal kapcsolatban a szekció elnöksége lehetővé tette kérdések feltevését az előadók felé és ezáltal több előadáshoz fűződve élénk vita alakult ki. A magyar anyagokkal kapcsolatban főleg a 3, 6, és 7. Szekcióban elhangzott előadásokra vonatkozóan tettek fel kérdéseket, amelyekre a szerzők, ill. az előadók adták meg a választ.

### III. A tanulmányok áttekintése

A kongresszus anyagaként kiadott cikkekről – nagy számokra tekintettel – rövid áttekintést adni igen nehéz. Megoszlásuk az egyes szekciók között eléggé szélsőséges volt, legkevesebb tanulmány /2 db/ az 1. Szekcióban, legtöbb pedig /32 db/ a 3. Szekcióban jelent meg.

Az 1. Szekció egyik tanulmánya részletesen elemzi a Szajna völgyi kavicsok és a lehordási terület összefüggését.

A 2. Szekció tanulmányai /11 db/ leginkább csuszások és hatásuk vizsgálatára vonatkoznak. Egy-egy tanulmány a feltöltődés és feltöltés geológiai utóhatását, gipsz oldódás okozta felszíni alakváltozás kérdését, valamint a fosszilis talajfagy építésföldtani hatását elemzi.

A 3. Szekció-ban legnagyobb számmal megjelent tanulmányok között az elvi kérdéseken kívül leginkább az agyagok alakváltozása és szerkezete, a pórusvíznyomás és egyéb tulajdonságok kapcsolata, a sziklás kőzetek igénybevételét megelőző vizsgálatok célszerű végzése, valamint esetleírások szerepelnek. Számottevőek továbbá a süllyedéssel, és tömörítéssel kapcsolatos megfigyelések is.

A 4. Szekció tanulmányainak /5 db/ legnagyobb része különböző körülmények között bekövetkezett szikla-mállások jelenségeit és folyamatát ismertetik.

Az 5. Szekció tanulmányai /6 db/ tömörítésre vonatkozó esetleírások mellett a különböző módszerrel végzett talajstabilizálás eredményeit és problémáit érintik.

A 6. Szekció keretében megjelent 14 tanulmány főleg feltárások módszertani kérdéseivel, e mellett pedig különösen a korszerű, de közvetett eredményt szolgáltató mérnökgeofizikai kutatások lehetőségével és eredményeivel foglalkozik.

A 7. Szekció anyagát 20 tanulmány képezi. Legnagyobb részük különböző mérnökgeológiai céltérképezés eredményét mutatja be, vagy az e közben szerzett tapasztalatok levonására törekszik. Több tanulmány a különböző módszerrel végzett mérnökgeofizikai területvizsgálat és a geotechnikai értékelés lehetőségét tárgyalja.

A 8. Szekció 21 tanulmánya elsősorban gátak, alagutak építésénél szerzett tapasztalatokat tárgyalja. Több tanulmány kifejezetten a gáttestre ható különböző irányú és mértékű víznyomás szerepét elemzi.

A 9. Szekció 9 tanulmánya közül több által érintett mikrovizmikus mérések értelmezésénél szerzett tapasztalatokra, mérnökgeológiai modell kialakításának eredményére, az elméleti és gyakorlati kérdések probléma vizsgálatára hívjuk fel a figyelmet.

### IV. A kongresszuson szerzett tapasztalatok

Az előzőekben ismertetettekből is kitűnően meghirdetett szekciók keretében vezér- vagy összefoglalóelőadás nem hangzott el és a szekció-ülések témáját kizárólag a beküldött tanulmányok egyedi ismertetése, valamint az azokhoz kapcsolódó viták képezték. Ez a módszer nem bizonyult sikeresnek, annál is inkább, mivel a világ minden részéről beküldött tanulmányok még egy-egy szekción belül is mind témájukban, mind pedig tárgyalásmódjukban erősen változóak voltak és azonos problémakör esetén is /pl. fagyhatás/ az eltérő földtani adottságok éghajlati és egyéb viszonyok miatt azok között összeshasonlítható következtetések levonása igen sok nehézségbe ütközött.

A beküldött tanulmányok egy részét – egyes esetekben a szerzők távolmaradása, vagy nyelvi nehézségek miatt – nem ismertették, így egyes szekciók programja akadozó, ill. hiányos volt. Kivételt képeztek a magyarországi anyagok előadásai, mivel azok mindegyikét a szerzők, ill. a delegációk résztvevői ismertették.

A feltett kérdések kisebb részben szakmai részletek iránti érdeklődésből adódtak, nagyjából azonban szervezeti problémákat feszegettek. Ilyenek voltak a mérnökgeológiai feladatok finanszírozása, a mérnökgeológiai munkák szervezeti hovatartozása, átfogó



prognosztikus térképezések helyzete és módszere, a térképezés szempontjából elengedhetetlenül szükséges korábbi feltérési adatok hozzáférhetősége és nyilvántartása, stb. Ezekkel kapcsolatban adottságainkat úgy értékelhettük, hogy azok lényegesen kedvezőbbek a kapitalista államokban jelenleg megnyilvánuló lehetőségeknél.

A kongresszus - különösen a kiállítás jóvoltából - igen jó lehetőséget nyújtott a hazánkban is égető mérnökgeológiai kérdések nemzetközi helyzetének felmérésére. E tekintetben leginkább a mérnökgeológiai térképezéshez kapcsolódóan szerezhettünk tájékozódást az egyes országokban folyó térképezés szemléletéről, mélységéről és módszereiről. A bemutatott térképek felölelték mindama térképezési módokat és ábrázolástechnikai kérdéseket, amelyek nálunk is részben az egyes szervezetek részéről alkalmazásra kerülnek, részben pedig állandó problémát okoznak. Tekintettel arra, hogy a kiállított térképek különböző méretarányúak voltak és változó földtani és topográfiai, valamint morfológiai területekre vonatkoztak, jól felmérhettük, hogy az áttekintő prognosztikus térképeknél a hazánkban a KGST ajánlása szerint folyó térképezési mód megfelelő és színvonalában is meghaladja az egyéb helyeken készült térképek megbízhatóságát és ismeretanyagát. Ugyancsak azt is megállapíthattuk, hogy a településfejlesztés és városrendezés szempontjából nálunk alkalmazott 1:10 000 méretarányú részletes mérnökgeológiai térképek a leginkább használhatók, amelyek néhány szempont szerinti kiegészítéssel mindenben megütik a kiállításon bemutatott térképek színvonalát.

A mérnökgeológiai térképezésekhez kapcsolódóan főleg a nyomdatechnikai kérdések okoznak nálunk problémát a bemutatott térképek kiállítási módjából következően is.

A többirányú érdeklődésből is következően megállapítható volt, hogy a törmelékes anyagokból való megbízható mintavétel kérdése világszerte gondot okoz. Erre vonatkozóan - annak ellenére, hogy már megfelelő tapasztalattal rendelkezünk - saját erőnkől kell törekednünk a mintavétel további javítására és különleges eszközök kialakítására. Érdeklődéssel vettük tudomásul, hogy nálunk már eredményes kísérletek történtek szemcsés talajból a fagyasztásos mintavétel megoldására.

Általános tapasztalat volt a hagyományos - furással történő feltérásnak - korszerű, közvetett eredményeket szolgáltató mérnökgeofizikai eljárásokkal történő kombinációjára. Az építőanyagkutató hazai metódika bemutatásánál, ahol ezt a kérdést mi is érintettük, sok volt az érdeklődés és arra lehetett következtetni, hogy e feltérési módok helyes kombinációja külföldön még nem alakult ki. Azt tapasztalhattuk, hogy a geofizikai eljárásokat olyan esetekben is bátrabban használják, amikor annak megbízhatósága esetleg kétséges /pl. természetes és mesterséges üregek repedésrendszerek kutatása/ feltehetően abból a megfontolásból, hogy másfajta eljárásra egyáltalán nem kerülhet sor.

Sok előadás foglalkozott a mérnökgeológiai feladatoknál különösen a rendszerező és feldolgozó munkáknál a számítógépes eljárások alkalmazhatóságának kérdésével. Ennek lehetőségét és előnyét több előadó is kiemelte, azonban az ehhez kapcsolódó viták során tisztázódott, hogy az előadások inkább csak a lehetőségeket vázolták fel és azokat még gyakorlati eredmények csak kevésbé támasztották alá. Megállapíthattuk, hogy helyesek voltak azok a törekvések, amelyeket e téren eddigiekben fejtettünk ki elsősorban a mérnökgeológiai térképezés keretében és fokoznunk kell az erőfeszítéseinket ezzel kapcsolatban, különösen nagytömegű adatok feldolgozásánál és nyilvántartásánál. Ugyancsak lehetőség nyílik a számítógépek alkalmazásával a feltérás kérdésének további finomítására is.

A kongresszus alkalmából a Mérnökgeológiai Nemzetközi Társaság közgyűlését is megtartották, amelyen a magyar delegáció is részt vett. Ennek keretében ismertetésre került a Társaság 1974-ig terjedő időszakára kidolgozott munkaprogramja, továbbá tájékoztatást adtak azon munkacsoportok felállításáról, amelyek keretében az egyes témakörök feladatait az elkövetkezendő időkben részletesebben is megvizsgálják. Ennek során ismertették az egyes munkacsoportok vezetőjéül kijelölt személyeket. Öröndetes volt tapasztalni, hogy a Nemzetközi Társaság vezetőségében, az egyes szekciók elnökségében, de a munkacsoportok vezetői között is a szocialista országok reprezentáns szakemberrel igen nagy számmal szerepelnek.

## V. Általános megállapítások, javaslatok

A kongresszus ezen tulmenő eredményel, valamint a továbbiakra vonatkozó javaslatok:

1. A Nemzetközi Mérnökgeológiai Társaság Mérnökgeológiai Kongresszusa volt az első olyan rendezvény, amelyen magyar szakemberek részt vettek. Ennek egyenes következményeként a jövőre nézve sikerült olyan mélységű kapcsolat kiépítését biztosítani, hogy a Nemzetközi Társaság munkájáról a jövőben közvetlenül kaphatunk információt.
2. Az elfogadott publikációk egy jelentős hányadát a rendező ország szakemberei állították össze. Így igen jelentős eredménynek tekinthető, hogy a különböző szekció-üléseken a magyar szakemberek öt dolgozata került ismertetésre.
3. A kongresszus keretében tisztázódott, hogy a Nemzetközi Mérnökgeológiai Társaság önálló szervezetként működik és a Társaságnak igen sok jogi és egyéni tagja van, többek között a szocialista országokból /Szovjetunió, Csehszlovákia, Lengyelország, stb/ is. Célszerű és kívánatos volna a Társaság munkájába szervezett formában bekapcsolódnunk, mely igen hasznos volna a hazai szakemberek tapasztalatcseréje szempontjából. Mindamellet lehetővé válna, hogy későbbiekben szakembereink is részt vehessenek a Nemzetközi Társaság szervező és előkészítő munkájában. Ennek előfeltétele a tagsági kérdés rendezése. Ez történhet egyrészt a Központi Földtani Hivatalnak, mint szakhatóságnak, vagy a Magyar Tudományos Akadémiának, mint az érintett tudományos egyesület irányító szervének intézkedésében.
4. A Nemzetközi Mérnökgeológiai Kongresszus iránt élénk érdeklődés nyilvánult meg. Résztvevői a világ legkülönbözőbb tájékairól gyűltek össze. E feltétlen pozitív tényező is mutatja, hogy a mérnökgeológiai feladatokkal foglalkozó szakembereknek vannak hasznosítható tapasztalataik, de vannak problémáik is.

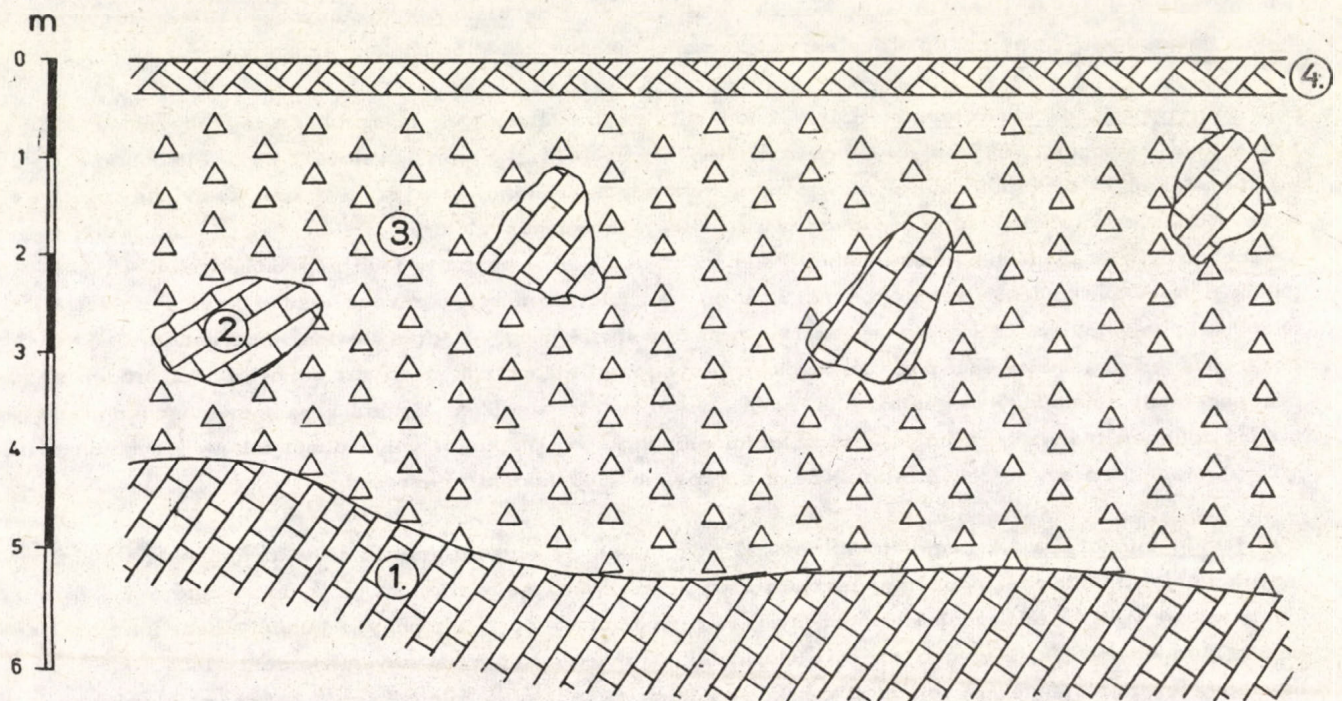
Annak szemlőtt tartásával, hogy minden országban a mérnökgeológiai feladatokat a sajátos építésföldtani adottság, az ott kialakult szervezési, finanszírozási, építési és nem utolsó sorban, technikai feltételek szerint kell megoldani, nem nélkülözhető a más területen szerzett tapasztalatok, módszerek és eredmények.

5. Az a körülmény, hogy a kongresszus résztvevői valóban a világ minden táját felölelően foglalták össze tapasztalataikat, széleskörű tájékoztatást kaptunk az eredményekről. Ennek következményeként azonban a tapasztalatszerzés nem mélyülhetett el, mivel az azonos témakörön belül is a felvetett problémák sokszor nagyon távol álltak egymáshoz. Nyilvánvaló, hogy a Nemzetközi Társaság egyik további feladata lesz az együttműködés és tapasztalatszerzés hatékonyságának fokozása.
6. A különböző szintű és formájú együttműködés lényegében minket érintően is megindult. Ebből kiragadva példaként említhető, hogy a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalathoz október folyamán megkeresés érkezett a francia építésügy egyik kutatóintézetétől, amelyben egyik témánkhoz kapcsolódva együttműködés kiépítését kezdeményezik. Az építőanyagipari kavicskutatás és vizsgálat közös fejlesztésére irányuló kezdeményezés keretében is vannak azonos körülmények, de igen sok az eltérő sajátosság. Ezzel együtt is úgy véljük, hogy egymás kölcsönös segítése és eredményes tapasztalatcsere megvalósítható lesz.
7. A kongresszus anyagát természetesen a résztvevők megkapták. Az FTV Műszaki Osztályán működő Információs Szolgálat elkészítette a kiadványban megjelent cikkek magyar nyelvű címjegyzékét. Ennek felhasználásával a kiadvány anyaga minden érdeklődő számára rendelkezésre áll.

# MÉRNŐKGEOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE A PLEISZTOCÉN TALAJFAGYÁSI JELENSÉGEKNEK

dr. Karácsonyi Sándor - dr. Scheuer Gyula

Az építő tevékenységet megelőzően szükséges a beépítésre kerülő terület igénybevétel lehetőségének és feltételeinek megismerése. A vizsgálatok alapját képező feltárások rendszerint csak a tervezett létesítmények egyes kritikus helyein végezhetők, míg a vizsgálati helyek közötti eltérések lineáris változását tételezzük fel. Bár köztudott, hogy a réteg- és facies-változások leginkább szabálytalanok, ennek ellenére két, egymáshoz közelfekvő vizsgálati hely közötti szabályos átmenet feltételezése az esetek nagy részében indokolt és elfogadható. A település- és iparfejlesztés korszerűbb létesítményei azonban a talaj igénybevételére szigorubb feltételt szabnak, amelyek kielégítése széleskörű építésföldtani előmunkálattal igényel. Így fontos a talajfagy okozta rétegzavargások fellsmerése, hatásuk reális számításbavétele is.



- ① Dolomite of thin stratification
- ② Dolomite blocks
- ③ Dolomite gravel of rock flour
- ④ Rendzina

0 1 2m

1. ábra Fagyaprozódás dolomít felszinen. 1.) Vékonyrétegzett dolomít; 2.) Dolomít blokkok; 3.) Kőzetlisztes dolomít murva; 4.) Rendzina.

## I. A talajfagyási jelenségek típusai és formái

A földtani és geomorfológiai szakirodalom a talajfagyási jelenségek alatt a pleisztocén glaciálisokban a periglaciális területeken lezajlott különböző folyamatok összességét érti. A talajfagy jelenségek legszebb típusai hegységeinkben és azok előterében, továbbá a dombsági részekben fordulnak elő. Ezen kívül terasz kavicsokban, sík és enyhe lejtőjű /homokos/ agyagokon, valamint laza üledékekből felépített lejtős felszíneken kialakult talajfagy formákat ismerünk. Rendszerint a felső zónában, de egyes esetekben 10-20 m-es üledékek letakarva is kimutathatók jelezve az egykori felszínt és az azon végbement folyamatot.

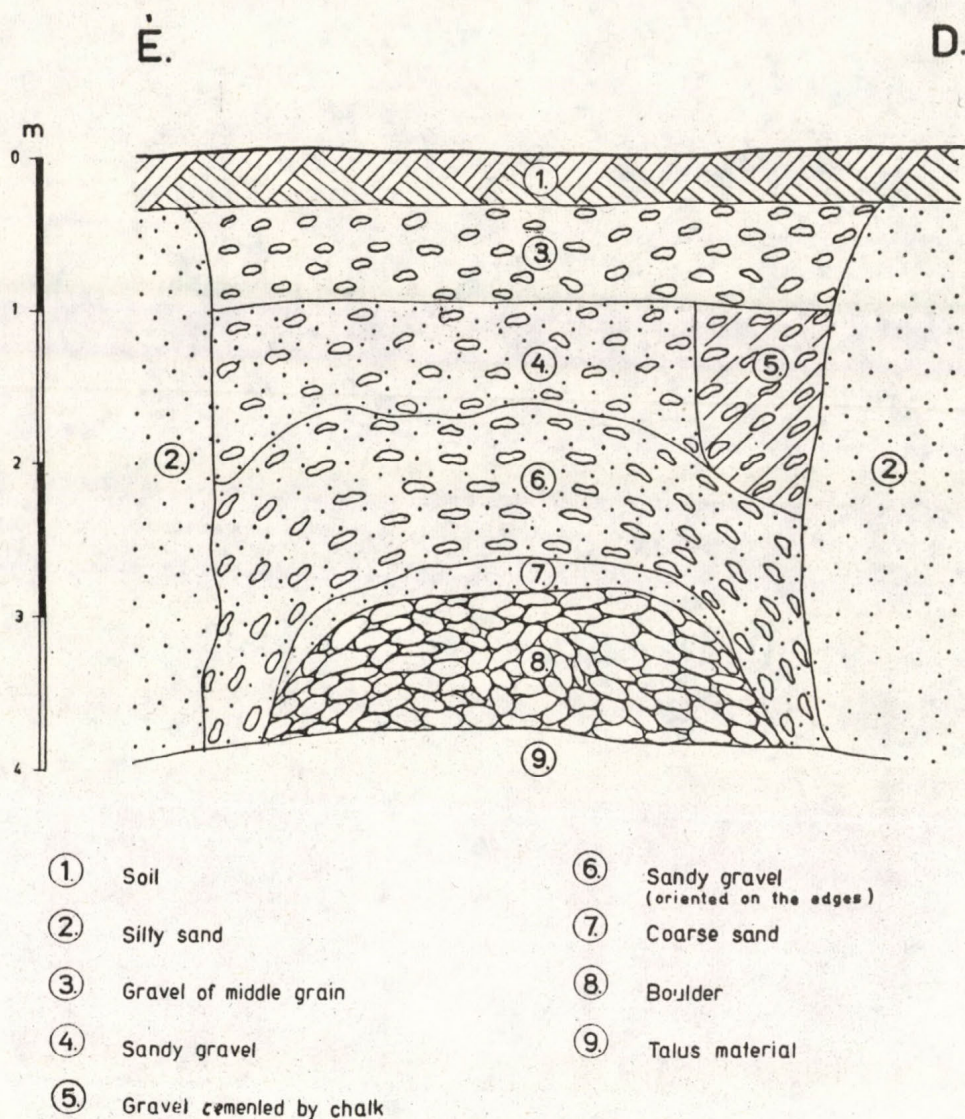
a.) Fagyaprozódás-kifagyás. A pleisztocén jeges klímafázisaiban a kőzetek fagyhatásra történő felaprozódása igen nagymértékű és általános volt. A megfigyelések szerint a kőzetresek és repedések mentén leszivárgó víz megfagyásának hatására egyes helyeken 10-15 m mélységig a szilárd kőzetben aprozódás-murvásodás történt. A kőzetek közül leginkább a dolomit, a mészkövek közül pedig a szarmata mészkő hajlamos a fagyaprozódásra [1. ábra]. A rétegzett kőzetek fagyaprozódása a réteglapok mentén ment végbe. A feltárások szerint a 3-10 cm vastagságú és 10-30 cm nagyságú réteg lapok fekszenek lazán egymáson kimosztva eredeti településükből. Az egyes lazább, kevésbé kötött rétegek a fagyhatásra durva kőzettüszkék szét, a keményebbek pedig kisebb-nagyobb darabokban váltak el.

A kemény kőzetek fagyaprozódását a kőzetminőség mellett egyéb körülmények /a hidrológiai viszonyok/ is befolyásolták. Az adott domborzati viszonyok között a víz a magasabb területekről a mélyebben fekvő részek felé szivárgott, ezért itt a kedvezőbb feltételek miatt ott alakultak ki túlnyomó részben fagyaprozódási jelenségek. Ezért az ép kőzetek váltakoznak, fellazult kőzettörmelékű szakaszokkal.

b.) Fagynyomás okozta rétegzavargás. A fosszilis tundra jelenségek legszebb és legváltozatosabb formái a laza kavicsos, homokos folyóteraszok felső 5-6 m-es szakaszán figyelhetők meg. Ritkábban dolomit törmeléken is előfordulnak fagy okozta rétegzavargások. Különösen a Duna teraszokban nagyon gyakoriak, de más folyókat kísérő kavicsos rétegekben is kimutatták előfordulásukat. A fagy folyamatok a korábbi meleg, csapadékos klímafázisban keletkezett talajokat - agyagos fedő képződményeket - beforgatták a homokos-kavicsos rétegekbe [2. 3. ábra]. Az átforgatott rétegszakasz alatt a kavics zavartalan települési, fagyhatásra utaló jelenségek már nem figyelhetők meg. A terasz kavics háborítatlan alsó része rendszerint színben és szemszerkezetben lényegesen különbözik a zavart zónától. Az eredeti szemcseösszetételt a talajfagy megváltoztatta, szem szerkezeti átrendeződés történt. Egyes szakaszokon a homokfrakció teljesen hiányzik és csak kavics fordul elő, ill. a homok külön válva dúsul fel. A fagyhatás a homokos rétegekben szerkezeti átrendeződést, szorosabb illeszkedést is okozott.

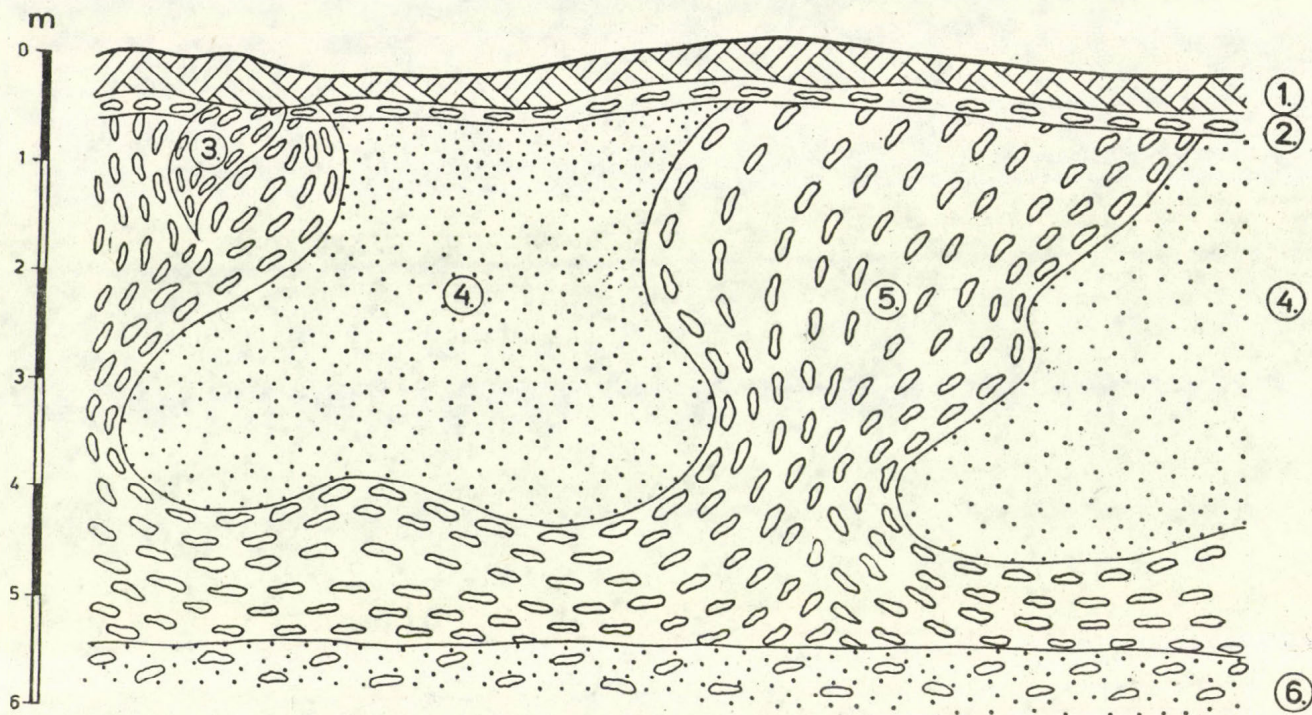
c.) Lejtős talajfolyás. A megfelelő klímaviszonyok mellett az olvadás-fagyás váltakozásának hatására a fagyott talajon talajfolyás indult meg /szoliflukció/. A középhegységek lejtőin és a dombsági részekben ez igen gyakori volt és az irodalmi közlemények is arra utalnak [6, 7, 8], hogy a talajfolyással létrejött üledékek igen elterjedtek. Nagyobb arányú felszínalakító tevékenységet és anyaglehordást elsősorban az agyagos, iszapos rétegekből felépített lejtőkön találunk [4. ábra]. A talajfolyásból származó üledékeknek több fajtája különböztethető meg. Az egyik esetben párhuzamosan egymásra halmozott vékony rétegzett üledékek keletkeztek. A másik változatban az agyagos-iszapos talajok keveredtek kőzetdarabokkal, és homokkal. Ilyen típusú üledékek elterjedése a hegységi és dombsági részekben igen gyakori. A harmadik típusként különíthetjük el az agyagos és iszapos rétegek lassu mozgását és keveredése után völgytalpi felhalmozódását.

d.) A fagyott altalajon végbemenő lehordás. A hóolvadékvizek vagy a csapadék a fagyott talaj felső részét felolvasztva intenzív lehordást tudott végezni. Ennek hatására olyan finom rétegzettségű üle-

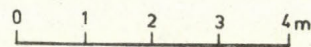


2. ábra Fagyárkos rétegzavargás teraszfelszínen. 1.) Talaj; 2.) Iszapos homok; 3.) Középszemű kavics; 4.) Homokos kavics; 5.) Mésszel összecementált kavics; 6.) Homokos kavics; /a széleken orientált/ 7.) Durva homok; 8.) Görgeteg; 9.) Lejtőtörmelék.

dékek alakultak ki, amelyek az egész országrészben igen gyakoriak. Leggyakrabban homok, lösz és löszfrakciójú anyagok áthalmozása történt ilyen formában /5. ábra/. E csoportba tartoznak rétegzett agyagos löszök, a rétegzett lejtő löszök és lösszerű üledékek. Az agyagos löszök rendszerint igen finoman rétegzettek. A pár milliméter vastagságu homokrétre homokos-agyagos réteg következik, majd iszap



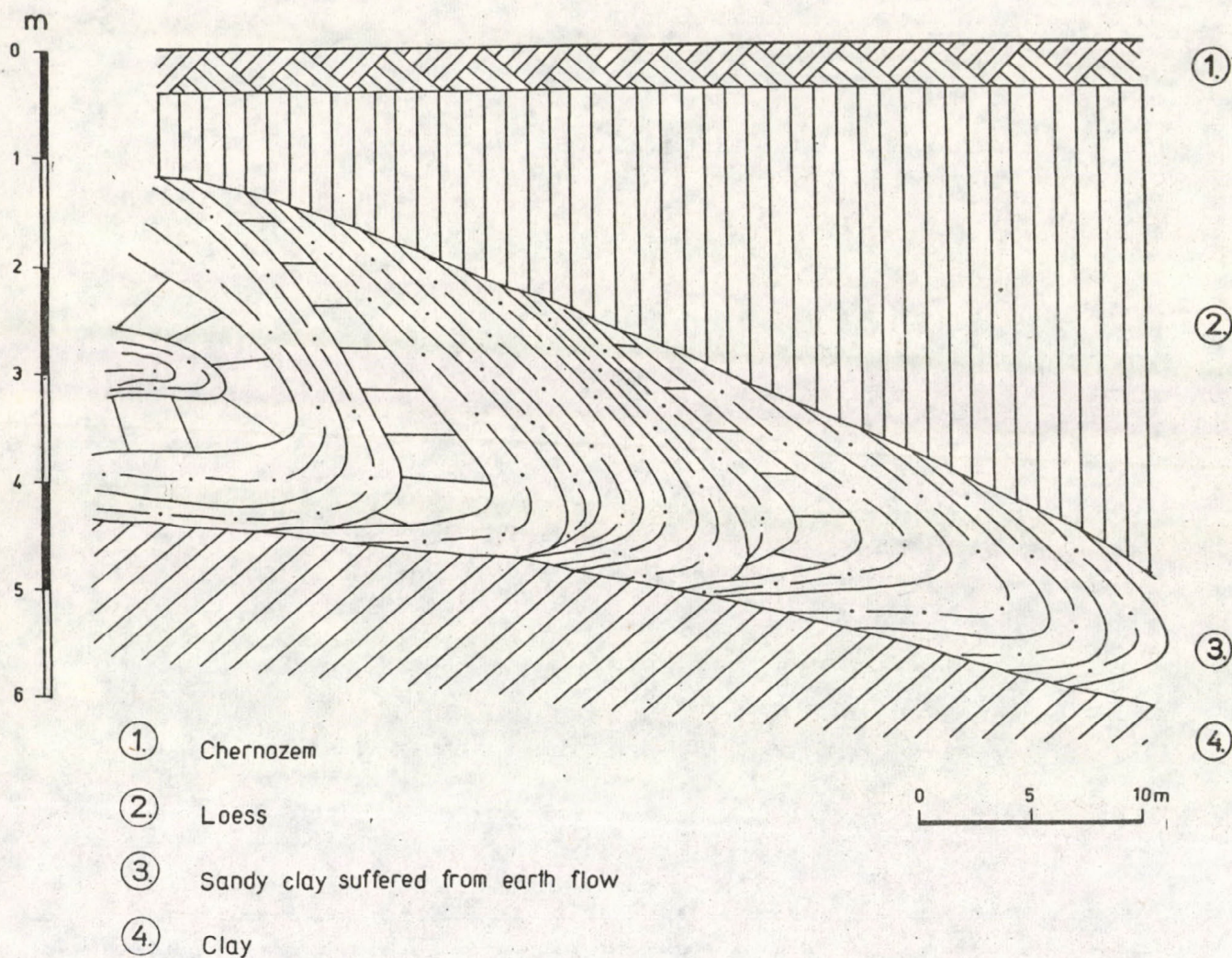
- ① Soil
- ② Gravel string
- ③ Frost wedge filled with gravel
- ④ Silty sand
- ⑤ Slight silty gravel in oriented situation of disturbed strata
- ⑥ Sandy gravel of undisturbed strata



3. ábra Fagynyomás okozta rétegzavargás Duna teraszon. 1.) Talaj; 2.) Kavicszsinór; 3.) Fagyék homokos kavicssal kitöltve; 4.) Iszapos homok; 5.) Zavart települési gyengén homokos kavics; 6.) Zavartalan települési homokos kavics.

/löss frakcióju/ következnek. Ezek váltakozásából épül fel a rétegsor. A homokszemeket gyakran agyaghártya burkolja be. A rétegecskék minden irányban a mai felszín lejtését követik.

A rétegzett lejtő lösz, és löszös frakcióju üledékeknél egyes esetekben a rétegzettség nagyon feltűnő, más esetekben pedig a rétegzettséget csak a talaj vékony réteglapokra való szétesése bizonyítja. Ezek általában a rétegzetlen rétegekkel váltakoznak. Szembetűnő ilyen típusu üledékeknél az, hogy az áthalmozott löszös rétegeket vékonyabb vastagabb, hosszan folytatódó homok, kavics, murva vagy kötörmelék zsinórok tagolják. Gyakorlat a típusosnak látszó löszben elszórtan kavics vagy helyi kötörmelék, mely szintén a lösz áthalmozottságára utal.

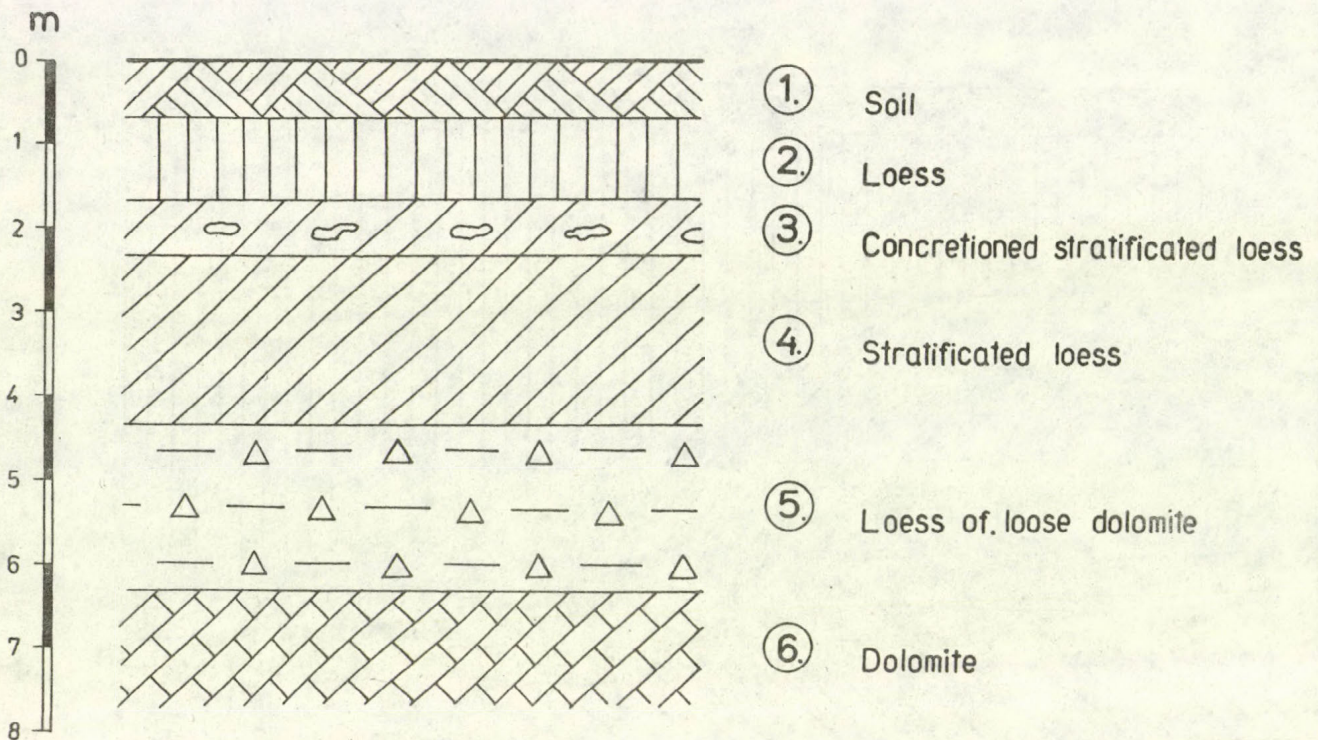


4. ábra Lejtős talajfolyás. 1.) Talaj; 2.) Löss; 3.) Talajfolyást szenvedett homokos agyag; 4.) Agyag.

## II. A talajfagyások építésföldtani értékelése

Az előzőekben vázolt pleisztocén talajfagyási jelenségek többirányú és eltérő építésföldtani problémát okoznak, amelyek felderítése és mérlegelése esetenkénti körültekintő tevékenységet igényel.

a.) Fagyaprózódás. A szilárd kőzet felső, néhány méteren - az építésföldtani vonatkozásban elsősorban jelentős - szakasza változóan fellazult, töredezett. A hézagok laza kőzettörmelékekkel, vízzel és levegővel kitöltöttek. A fagyaprózódás mértéke a kőzet tulajdonságának is függvénye, így vannak jobban és kevésbé fellazult szakaszok. Legérzékenyebbek a vékonypados jól rétegzett kőzetek és a dolomit. A felaprózódás mértéke a nagy tömböktől egészen a kőzetltszig terjed. Így egy rendkívül inhomogén változatos kifejlődésű zóna jött létre, amelyek fizikai tulajdonságai élesen és nagyon változóan térnek el az anyakőzet tulajdonságaitól. A legnagyobb eltérés az építésföldtani szempontból a hézagterfogat megnövekedésében van, amelynek következtében egyenetlen a teherbíróképessége, a terhelés hatására nagymértékben is egyenlőtlenül nyomódik össze. Ezekre a kő-



5. ábra Rétegzett lejtőüledékek rétegszelvénye. 1.) Talaj; 2.) Löss; 3.) Konkréciós rétegzett lösz; 4.) Rétegzett lösz; 5.) Dolomittörmelékes lösz; 6.) Dolomit.

zetekre a talajmechanikában szokványos süllyedésszámítások nem alkalmazhatók. A fellazulás eredményeként a kőzet vízvezetőképessége, a vízzel szembeni ellenállóképessége is megváltozik, és további mállási folyamatnak van kitéve.

b.) Rétegzavargás. A kavicsos rétegben előforduló rétegzavargás szintén a felső 5-6 m-es zónát értheti. A fagynyomás hatására a kavicsos rétegek a finomabb szemű fedőréteget áttörték és rendkívül szeszélyes és változó keveredés, ezen felül a fagyhatásra jelentős szemcseátrendeződés, frakció elkülönülés is bekövetkezett. Így vegyes szemcseösszetételű változó tömörségű és változó fizikai tulajdonságokkal rendelkező zóna képződött. Műután a különböző szélsőséges frakciók kerültek egymás mellé, amelyek minden építéscsodtani tulajdonsága eltérő, igénybevéteük, terhelésük sok esetben rendkívül problematikus. Felismerésük nem mindig egyszerű a szokványos feltárásból a tényleges adottságokra következtetni nagyon nehéz, és rendszerint csak az építőtevékenység során derül ki, amely a tervezettnél költségesebb alapozási megoldásra vezet. Főleg vonalas létesítmények víztelenítésénél és munkagödrök biztosításánál okoznak nem várt súlyos problémát.

Az említett problémákon felül a rétegzavargás a talajvíz kérdést is bonyolítja és a finom frakció a fagyveszélyességet /utépítés/ fokozza.

c.) Fosszilis talajfolyások. Dombvidéken és lejtős területen a felső talajrétegek átázottsága /teltelítettsége/ következtében a lejtő irányában történő elmozdulás következményeként. Főleg agyagos, löszös, finom homokos üledékekben alakult ki. Az elmozdulás során teljes keveredés következett be, így nem az egyes állandó jellemzőkkel rendelkező rétegek a meghatározók, hanem a keveredés hatására átlagértékekkel lehet azokat figyelembe venni. Rendszerint a megfolyt rétegek a lejtőirányban kivastagodnak, ahol egyben a legnagyobb mérvű a keveredés is. Sok esetben az egykori fosszilis talajfolyásokat vékony fiatal üledékek takarják el, amelyek



jelen adottságok mellett állékonyak. A talajfolyást szervezett rétegek anyaga heterogén, változó vízáteresztőképességgel, és talajfizikai tulajdonsággal. Különösen szeszélyesek az egykori sárfolyások területén, mert nem megfelelő felismerés és értékelés esetén újból megindulhatnak, állékonyossági problémát okozhatnak.

d.) Áthalmazódás. A fagyott talaj felengedett felső részén lefolyó víz hatására a lejtőn finoman rétegzett üledékek alakultak ki. Leginkább löszös képződmények áthalmazódása következett be. Ennek következtében a löszös üledékek elvesztették korábbi kedvezőtlen tulajdonságaikat /rozkadóképeség, makroporozitás/ és építésföldtani szempontból kedvezőbb tulajdonságúakká váltak. A furásminták fizikai elemzéséből ez a körülmény nem derül ki, felismerésüket a rétegzettség /főleg a feltárásokban/ megkönnyítheti. A lehordási úton a szemcsék szétválása a mozgás irányában következett be, így finomabb és durvább rétegek közbetelepülése is gyakori /rétegzettség/. Tulajdonságok azonban nemcsak egyértelműen javultak, a rétegzettség hatására a durvább közbetelepüléseknél a vízvezetőképesség jelentősen emelkedett.

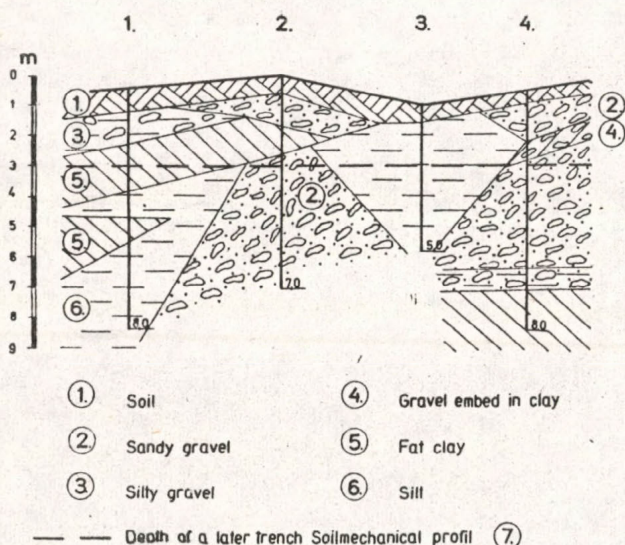
### III. Megállapítások

a.) A pleisztocén talajfagy okozta hatások az érintett rétegek felső zónáiban következtek be, így azok az építésföldtani jellemzőket és tulajdonságokat alapvetően befolyásolják.

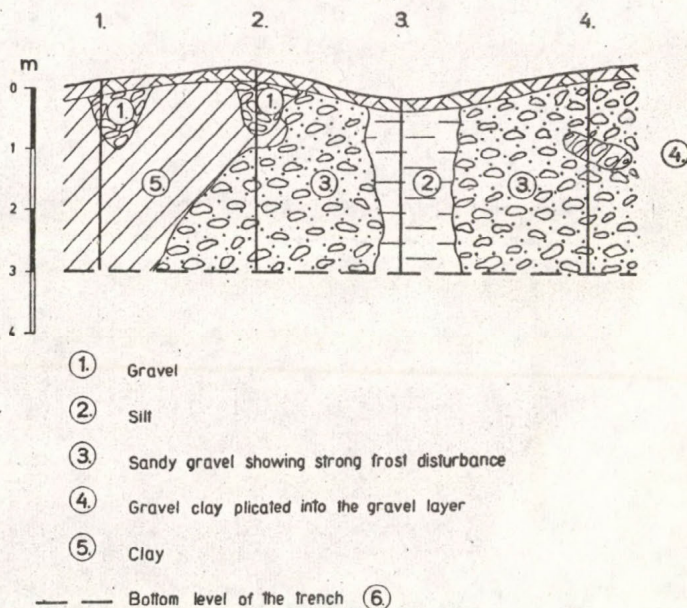
b.) A talajfagy hatások felismerése az előzetes vizsgálat során igen nehéz, a jelenség észlelése leginkább az építő tevékenység során válik lehetségessé /6. ábra/.

c.) A talajfagyhatás okozta rétegváltozások inhomogén zónákat hoztak létre, amelyekben az általános alkalmazott méretezési és számítási módok nem használhatók és esetenkénti egyedül megoldás kialakítását igénylik.

Soilmechanical profil (a)



Actual settling potentialities (b)



6. ábra Rétegzavargás előzetes talajvizsgálat és tényleges feltárás alapján

a.) Talajmechanikai szelvény.

- 1.) Talaj; 2.) Homokos kavics;
- 3.) Iszapos kavics; 4.) Agyagba ágyazott kavics; 5.) Kővér agyag; 6.) Iszap; 7.) Későbbi munkagödör mélysége.

b.) Tényleges település adottságok.

- 1.) Kavics; 2.) Iszap; 3.) Erős fagyavargást mutató homokos kavics; 4.) Kavics rétegbe begyűrődött kavicsos agyag; 5.) Agyag; 6.) Munkagödör fenékszintje;

d.) Mivel a jelenség rendszerint csak az építés idején válhat ismertté a korlátozott lehetőségek a kedvezőtlen költséghatást még fokozottabban érintik,

e.) A pleisztocén talajfagy okozta rétegváltozások jelenségére csak a közelmúltban figyeltek fel a kutatók. Az idevonatkozó ismeretek még nem tekinthetők lezártak és további elemző vizsgálatokat igényelnek. Így e jelenségek építésföldtani értékelése megközelíthetőleg sem lehet teljes és főleg az érdeklődés felkeltését szolgálja.

## A LAZA ÜLEDÉKEKBŐL KÉSZÍTETT FELTÖLTÉSEK MINŐSÉGÉNEK RENDSZERES ELLENŐRZÉSE

dr. Gáspár László

A különböző építkezések során a laza üledékekből világszerte évenként sok százmillió  $m^3$  terhelésnek kitett töltés épül. Ezekről a töltésekről megkivánjuk, hogy a rájuk épülő létesítmény - utpályaszerkezet, vasúti vágány, repülőtéri kifutópálya stb. - igényeinek megfelelően eléggé tömörek és teherbíróak legyenek. A szükséges teherbírás hiánya az egész létesítmény állékonyságát és gazdaságos élettartamát súlyosan veszélyezteti.

A laza üledékekből készített feltöltések minőségét rendszeresen és részletesen ellenőrizni kell. Egyenletes és eléggé nagy teherbírása csak kellően tömör és már gyakorlatilag konszolidálódott földmünek lehet. A laza üledékek gyakran heterogének és így a belőlük készült feltöltések minősége sem egyenletes. Rendszeres ellenőrzésükre ezért csak nagyszámu mérés gyors elvégzésére alkalmas megfelelő módszerek felelhetnek meg.

A mélyépítési létesítmények állékonysága elsősorban a terhelés hatására a földműben bekövetkező alakváltozások nagyságától függ. A töltések minősítésére tehát az alakváltozást mérő módszerek alkalmasak,

### A teherbírás ismert mérési eljárásainak bírálata

A teherbírás dinamikus mérési eljárásai többnyire még kísérleti állapotban vannak és nagy felkészültséget igényelnek. Feltöltések minősítésére egyébként is kevésbé alkalmasak.

A közismert CBR-eljárás /California Bearing Ratio/ egy 5 cm-es terhelet henger behatolási ellenállását méri. A penetrométerek és szondák működési alapelve is hasonló. Ezek a módszerek a töltés nyírószilárdságáról nyújtanak tájékoztatást, így erre a célra nem alkalmasak.

Az alakváltozás mérésére világszerte a tárcsás próbaterhelés terjedt el. Ezzel a módszerrel a teherbírás különböző jellemzői az összenyomódással szemben tanusított ellenállás mérése alapján határozhatók meg. A mérés során 30-75 cm átmérőjű merev tárcsának lépcsős terhelés következtében előálló süllyedését határozzuk meg. A terhelés és az összenyomódás közötti összefüggésből számítjuk ki a különböző alakváltozási jellemzőket.

A jól ismert tárcsás próbaterhelés tehát hosszabb ideig tart, költségesebb mérőberendezést igényel és az eredmények lassan értékelhetők ki, így ez is kevésbé alkalmas erre a célra.

Az ugyancsak közismert behajlásmérés egyszerű eszközzel és gyorsan elvégezhető. A behajlás az a rugalmas alakváltozás, amely egy nehéz jármű gumibroncsa által átadott terhelés hatására következik be. Hátránya, hogy csak olyan szilárd felületen alkalmazható, amelyen a gumibroncs nem hagy nyomot, tehát a laza üledékeken általában nem.

A szerző több éves kísérletsorozattal kidolgozta a tárcsás behajlásmérést. Ez a módszer egyesíti a tárcsás próbaterhelés és a behajlásmérés előnyeit, vagyis a gyors és egyszerű behajlásmérést alkalmassá teszi a laza üledékekből készített feltöltések minősítésére.

A továbbiakban ezt az eljárást ismertetjük.

### A tárcsás behajlásmérés végrehajtása

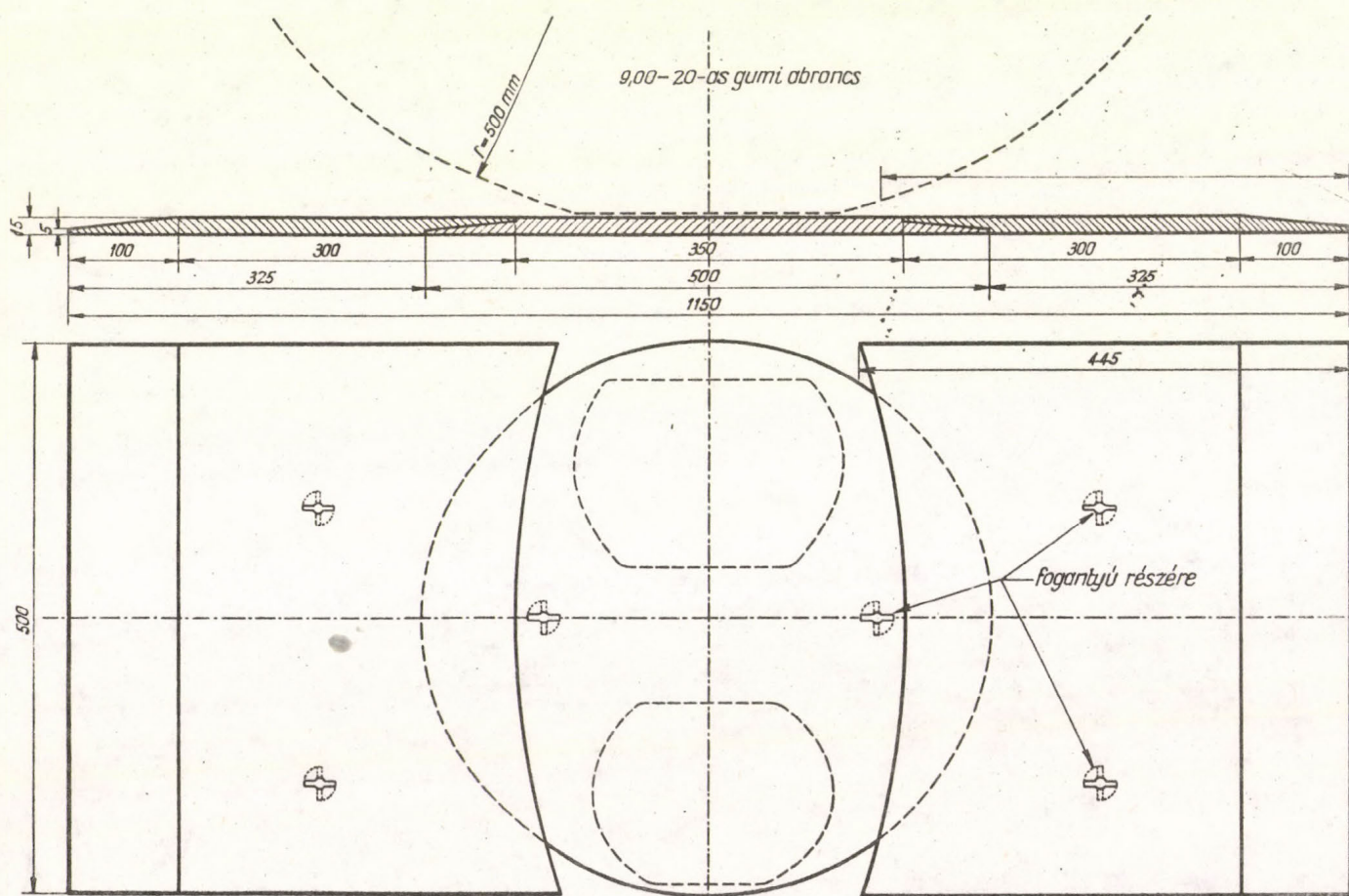
A vizsgálathoz a következő eszközök szükségesek:

- a.) 50 cm  $\phi$ -jű merev tárcsa, 15-20 mm vastag acéllemezből,

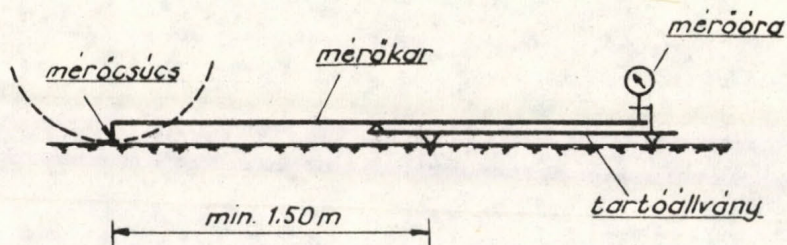
- b.) 2 db feljáró lemez /rámpa/ az a.) alatti tárcsához való csatlakozásuk az 1. ábrán bemutatott módon ferde lapolással kiképezve,
- c.) 2 db fogantyú az a.) alatti tárcsa és a b.) alatti feljáró lemezek mozgatására,
- d.) lehetőleg 6 Mp, de minden esetben 5 és 8 Mp közötti hátsó tengelynyomású, kéttengelyű ikerabroncsos tehergépkocsi, autóbusz, vagy más nehéz jármű,
- e.) behajlásmérő készülék: merev mérőkar és tartóállvány. A mérőkar a tartóállványon rögzített tengely körül függőleges irányú mozgást képes végezni. Egyik vége a tartóállvány végén elhelyezett mérőórával érintkezik, a másik vége tompa mérőcsucsban végződik. A tartóállvány három lábon nyugszik, ezek közül legalább kettő állítható. A mérőcsucstól a hozzá közelebb eső lábak legalább 1,5 m-re vannak. A készülék vázlatát a 2. ábra mutatja be.
- f.) Fém egyengető lap, lapát és finom homok.

A terhelő gépkocsit bal hátsó ikerabroncsával a kiválasztott mérési hely mellé állítjuk. A laza üledékekből készített töltés felületét ott kb. 1,2 x 0,6 m-es részen egyengetjük. Ha a főkéletes felfekvést durva szemcsék /pl. kavicszemek, száraz talajrögök, stb/ akadályozzák, akkor arra finom homokot terítünk olyan vastagságban, hogy az a mélyedéseket teljesen kitöltse. A felületet a tárcsa forgatásával is jól el lehet egyengetni.

Az egyenletessé tett felületen elhelyezzük a tárcsát és a két feljáró lemezt. A csatlakozásoknál a tárcsa széle mellé célszerű előzetesen vékony homokréteget hinteni. A lemezek így kissé magasabban fekszenek és nem nyonják le a tárcsa szélét. A tárcsa és a feljárólemezek között mintegy 2-2 mm-es hézagot hagyunk.



1. ábra Földművek tárcsás behajlásméréséhez ikergumiabroncs alá helyezhető tárcsa fel- és lejáró lappal



2. ábra A behajlásmérés elvi vázolata

A lemezek elhelyezése akkor megfelelő, ha azok átlós irányban lévő széléit megnyomogatva billegést nem tapasztalunk. A lemezek széléinél az 5 mm-es lépcsőt kissé túltöltött homok- vagy talajszórással egyenlítjük ki. Ezután a gépkocsi óvatosan tolat hátra, amíg a gumiabroncsok egész terjedelmükkel a tárcsán felfekszenek. A gépkocsi felhajtását és irányba állítását 1,5 - 2,0 m hosszú léccel jól elő lehet segíteni, ha a léceket a gépkocsi hossz tengelyével párhuzamosan a tárcsa szélétől kb. 20 cm-re helyezzük el. Tapasztalataink szerint a lécek elhelyezése legfeljebb az első néhány mérésnél lehet szükséges. A gépkocsi keresztülhajt a tárcsán és a két ránpán, majd ezt még egyszer megismétli. Így biztosítottuk a tárcsa tökéletes felfekvését.

A gépkocsi harmadszor is felhajt a tárcsa közepére és ekkor elhelyezzük a behajlásmérő készüléket. A mérőóra állását leolvassuk.

A gépkocsi legalább 1,0 m-rel előrehajt és a mérőórát újra leolvassuk. A két leolvasás különbsége a rugalmas alakváltozás - vagyis a tárcsás behajlás - nagyságát adja meg.

A mérést még egyszer, vagy kétszer megismétljük. Két mérés átlaga akkor vehető, ha az eltérés 10 %-nál nem több. Ellenkező esetben még egy mérést végezzünk és az átlagot a valószínűtlen érték elhagyásával képezzük. A 7-8 perces tartó mérési idő tovább rövidíthető oly módon, hogy a méréssorozathoz két tárcsát és két pár feljáró lemezt használunk. Ilyenkor az egyik mérés alatt a következő mérési helyen elhelyezzük a másik tárcsát és feljáró lemezeit. Így a mérőkocsi odaérkezésekor a mérést azonnal meg lehet kezdeni. Az első tárcsa a második mérés alatt helyezhető ismét el.

A behajlást 3,0 Mp kerékterhelésre vonatkoztatva adjuk meg. Az átszámítások a terhelés és a behajlás közötti összefüggést lineárisnak tételezzük fel.

Megjegyezzük, hogy a terhelésnek kitett földművek teherbírását csak akkor érdemes mérni, ha a tömörített laza üledékek legfeljebb földnedves állapotúak. A nem tömörített és elnedvesedett kötött talajok elégtelen teherbírását mérés nélkül is észlelni lehet. Ezekben ugyanis a tömörítő eszköz vagy a gépkocsi mély nyomot hagy, vagy elsüllyed.

A tárcsás behajlás önmagában csak egyes nagyobb töltések teherbírásának viszonylagos összehasonlítására szolgálhat. A mérési metodika kialakítása után ezért a szerző számos kalibráló méréssorozatot végzett. Ezek során különböző összetételű töltések ugyanazon pontjain a tárcsás behajlás mérésével egyidejűleg tárcsás próbaterhelést is készített. A megfelelő értékek korreláció számítása alapján a következő tájékoztató jellegű összefüggéseket állapította meg:

Tárcsás behajlás $s_r$ mm	Statikus rugalmassági modulus $E_2$ kg/cm <sup>2</sup>	Ágyazási együttható C kp/m <sup>3</sup>	CBR érték %
1,0	700	11	17 - 20
1,2	600	9	12 - 16
1,5	500	7,5	9 - 11
1,8	400	6	7 - 8
2,5	300	4,5	5 - 6
3,7	200	3	4
7,0	100	1,5	2 - 3

A tervező esetenként előírja, hogy mekkora kell legyen a töltés teherbírása.

Befejezésül beszámolunk a tárcsás behajlásmérés egy másik alkalmazási lehetőségéről. Az építkezések során a bevágásokból kitermelt gyengébb minőségű sziklás kőzeteket a töltésekbe kell beépíteni. Ilyenkor a töltés tömörsége az ismert eljárásokkal nem ellenőrizhető. A gyors tárcsás behajlásméréssel viszont a töltés egyes rétegeinek a teherbírását részletesen ellenőrizni lehet. A teherbírás a töltés minőségéről jobb képet ad, mint a tömörség.

A VII. autópályánk egyik nagy töltésének építésekor kedvező tapasztalatot szereztünk ezzel a megoldással. Ez a töltés max. 30 kg súlyú szikladarabokat tartalmazó laza üledékből épült. A töltés valamennyi rétegén 20 - 25 m-ként mértük a tárcsás behajlást. Így olyan jó minőséget sikerült elérni, hogy a teherbírás ingadozása nem érte el a 10 %-ot. Az egyenletes teherbírás a betonburkolat állékonyságának egyik alapvető feltétele.

A tárcsás behajlásméréssel gyorsan meg lehetett állapítani azt a tömörítési járatszámot is, amely az előirt teherbírás eléréséhez esetenként szükséges.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A gyakran heterogén laza üledékekből épített töltések minőségét részletesen ellenőrizni kell. A töltések teherbírása főleg a terhelés hatására bekövetkező alakváltozás nagyságától függ. A teherbírás ellenőrzésére a dinamikus és a penetrációs mérési eljárások kevésbé alkalmasak. A közismert tárcsás próbaterhelés költséges és lassú. A gyors és egyszerű behajlásmérés viszont a laza üledékeken általában nem alkalmazható.

A szerző új módszere - a tárcsás behajlásmérés - egyesíti a két utóbbi eljárás előnyeit.

A megméréendő felületre helyezük az 50 cm átmérőjű merev acéltárcsát a rámpákkal. Erre hajt rá a kb. 3 Mp kerékterhelésű jármű az egyik iker abroncsával. A behajlásmérővel megmérjük a terhelet tárcsa alatti rugalmas alakváltozást. Egy ismételt mérés 5-6 percig tart. A szerző kalibráló mérés sorozattal meghatározta a tárcsás behajlás és a teherbírás ismert jellemzői között a tájékoztató összefüggést.

A tárcsás behajlásméréssel részletesen ellenőrizni lehet a sziklás töltések minőségét, mert ezek tömörsége nem mérhető.

## AZ ÉPÍTŐANYAGIPAR KAVICSKUTATÁSÁNAK MÓDSZERE MAGYARORSZÁGON

Falu János - dr. Karácsonyi Sándor

### 1. A kavicskutatás általános szempontjai

Az építőipar egyik legnagyobb tömegű alapanyag igényét a betonkészítéshez szükséges adalékok biztosítása képezi. A betonkészítés szokványos anyagaként általában a természetes állapotú homokos kavics felel meg legjobban.

Az európai kavicstermelési adatok szerint betonadalékanyag ellátásban egyre nagyobb arányokban törekednek a kavics felhasználására, mivel a termékelőállítás költségei lényegesen kisebbek, mint a kőbányászati betonadalék előállításánál. Magyarország földtani felépítése következtében ez a tendencia még erőteljesebben érvényesül, mint Európa többi országában, mivel az ország felszínének túlnyomó többsége nagyvastagságú lazaüledékekkel fedett. Ebből adódik, hogy a kavicstermelés mennyisége Magyarországon 1955-1970 között a négyszeresére növekedett ugyanezen időszak alatt a nagy kőbányákkal rendelkező országoké csak 1,5 - 2 -szeresére.

A fentiekből következik, hogy világszerte növekszik az igény a beton minőségével szemben is, ezzel párhuzamosan az adalékanyaggal. Így fokozott kíváncságot, hogy mindenütt az adottságok és lehetőségek figyelembevételével a legcélszerűbb feltételeket tervszerű kutató előmunkálattal alapozzák meg.

Magyarországon a folyóvizek pleisztocén időszak felhalmozó munkájaként igen nagy kiterjedésű kavicsmezők ismertek, melyek anyaga a legmesszebbre néző távlati igényeket is sokszorosan meghaladja. A kavics felhalmozódása azonban területileg nem egyenletes. Egyes részeken mint pl. a Duna, Hernád, Rába mentén igen nagy a készlet, más területeken viszont, mint pl. az Alföld közepén, gyakorlatilag nincs hasznosítható kavicselőfordulás. Természetesen ugyancsak változó a hasznosítható kavics minősége. A kavicsot lezáró fedőréteg, és a kitermelést befolyásoló egyéb feltételek is alapvetően eltérőek az egyes előfordulások esetében.

A gazdaságföldrajzi tényezők miatt a mennyiségi és minőségi igények is területileg változóak. A cél az, hogy minden területen a leggazdaságosabb módon legyen a szükséges kavicsmennyiség biztosítható. A harmonikus fejlesztés érdekében ezért az ország egész területére kiterjedően fel kellett mérni az igények és a természetes kavicselőfordulás megoszlását és a célszerű megoldást optimum kereséssel kellett biztosítani.

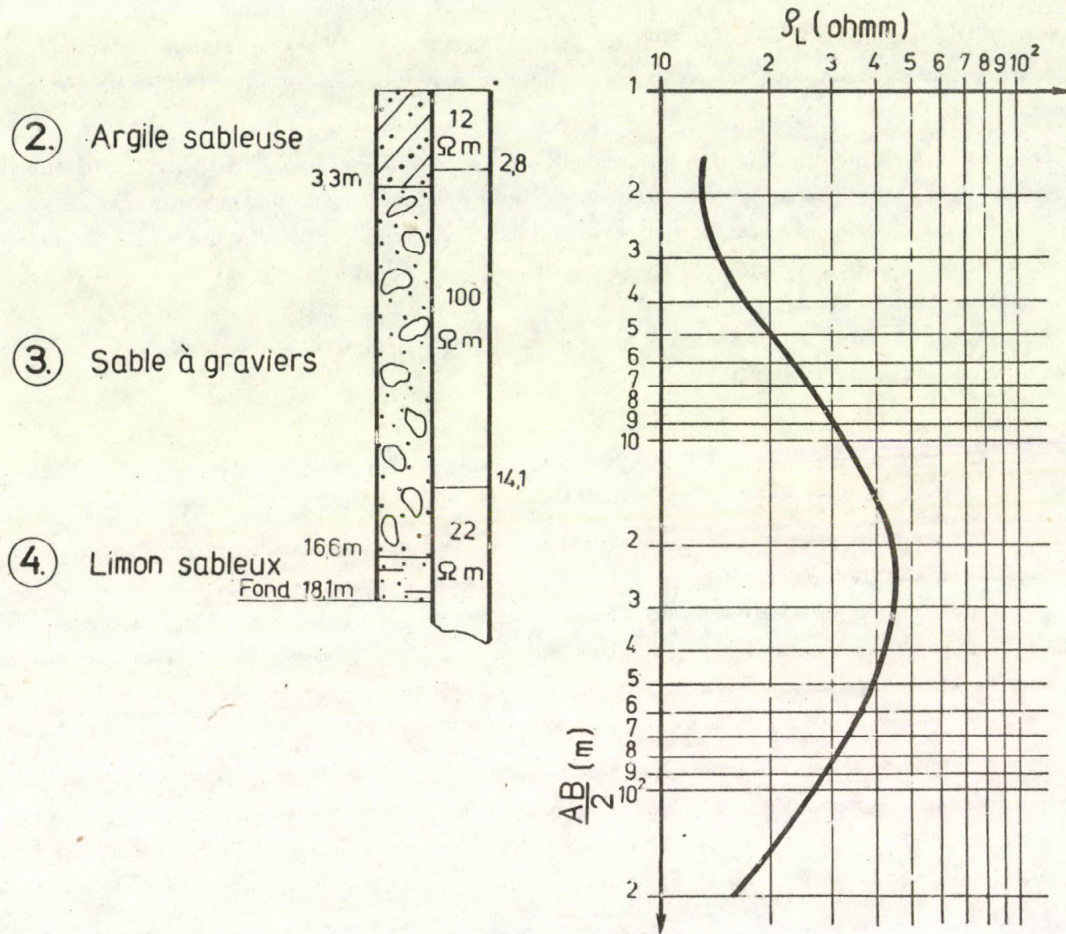
Az építőanyagipar céljaira számításbavehető természetes kavicskészletek országos felmérését a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat /FTV/ végezte. Az ország kavicskatasztere a különböző céllal végzett korábbi feltárások eredményeinek felhasználásával készült, és a kavicstelepeket a hasznosíthatóság és a fedőréteg vastagsága alapján kategorizálja. A kataszter M = 1:100 000 méretarányú térképekből áll. Ebben a méretben lehetett a területi áttekinthetőséget, valamint az előfordulás részletesebb jellemzését egyeztetni.

Az ásványi nyersanyagok helyének és helyzetének felderítése az alkalmazott földtani kutatás fogalmkörébe tartozik. Attól függően, hogy a készletek felkutatása milyen megbízhatósággal történik, a földtani kutatást a fokozatosság elvének megfelelően fázisokra bontva kell végezni, amellyel párhuzamosan a vizsgálat alá vont területet is állandóan szűkíteni kell. A kutatás során általában az előkészítő felderítő, előzetes és részletes fázisok betartása szükséges, amelyek lezárásával a feltárt készleteket egyre nagyobb megbízhatósággal kell kategorizálni. Az országos kavicskataszter így egyben az építőanyagipari célkutatás előkészítő munkáját is jelenti, mivel felhasználásával a felderítő kutatások közvetlenül indíthatók.

A földtani kutatás keretében a nagyobb feltártságot a kutatási pontok fokozatos sűrítése biztosítja. Igen nagy segítséget nyújt e feltárásokhoz a hagyományos /furás, stb./ módszerek mellett a korszerűbb, de közvetett eredményeket szolgáltatató felszíni geofizika. A furás a feltárási ponton szabatos eredményeket szolgáltat, azonban a feltárási pontok sűrítése, jelentős költséget igényel. A geofizikai vizsgálat a fedő, a kavics és a fekü

elhelyezkedését  $\pm 10\%$  pontossággal jelzi /1. ábra/, míg a kavicsos réteg szemcseösszetételére az ellenállás nagyságából következtethetünk. Ha figyelembe vesszük a geofizikai vizsgálat csekély költségét és abból indulunk ki, hogy azonos költségből geofizikai kutatással a területen a vizsgálati pontok száma megtízszerezhető, máris nyilvánvalóvá válik alkalmazásának előnye. Mindezekből adódik, hogy a kavicskutatóknál a legcélszerűbb feltárási módot a furások és geofizikai vizsgálatok kombinációja adja, amelyen belül az arányok a feltárási fázistól és a terület jellegétől függően változnak.

## LOG GÉOLOGIQUE - GÉOPHYSIQUE (1)



1. ábra Kavicsos szelvény ellenállás görbéje

- 1.) Földtani Geofizikai rétegsor; 2.) Homokos agyag, 3.) Kavicsos homok; 4.) Homokos iszap

A geofizika szerepe a kavicskutatóban kétoldalú, mégpedig gazdasági és minőségi. Míg az előző első sorban a költséges furások számának lényeges csökkentésében, és a kutatás gyorsításában jelentkezik, az utóbbi a furások legjellemzőbb helyre való telepítésében nyilvánul meg. A még sokoldalúbb geofizikai információszerezés érdekében előrehaladott kísérletek folynak a szemszerkezetre való következtetés lehetőségére vonatkozóan.

### 2. Az építőanyagipari kavicskutató irányelvei

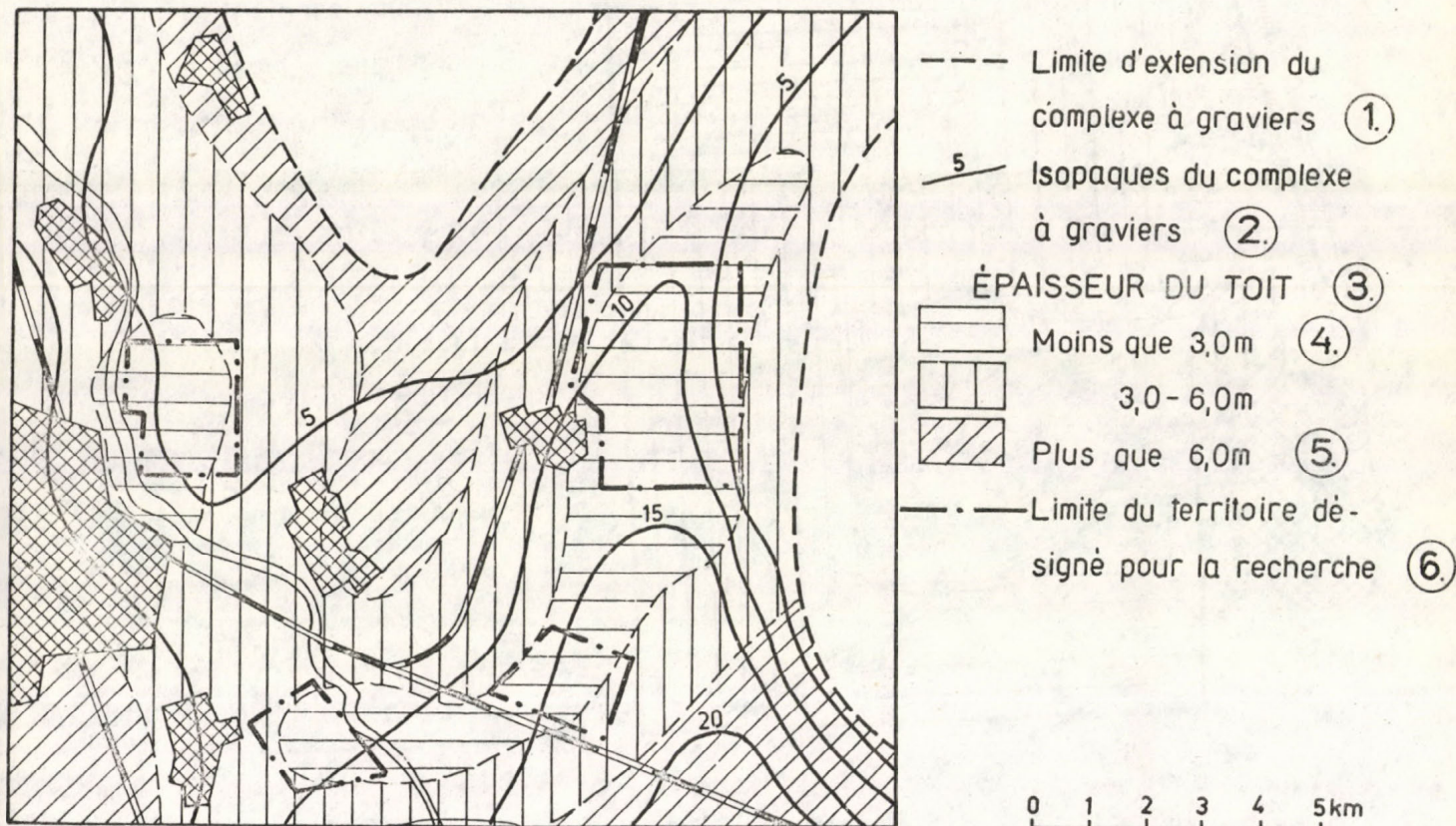
A kutatás célszerű és a fokozatosság elvén alapuló végrehajtásának irányelvei az egyes fázisok szerint a következőkben foglalhatók össze. A szemléltetés céljából bemutatjuk ugyanazon területen végezhető ku-



tatás eredményeit az ismertetendő kutatási fázisok szerinti mélységben.

a) Előkészítő kutatás

Az országos kavicskataszter összeállítása Magyarországon gyakorlatilag befejeződött. A kataszter birtokában az egyéb adottságokkal való összevetés után kiválaszthatók azok a területrészek, amelyeken a kutatás megtervezése és lefolytatása indokolt. A kataszter egy részletét egyszerűsített formában a kutatásra alkalmas területrészek kijelölésével a 2. ábra mutatja.



2. ábra Az országos kavicskataszter egy része a felderítő kutatásra javasolt területekkel

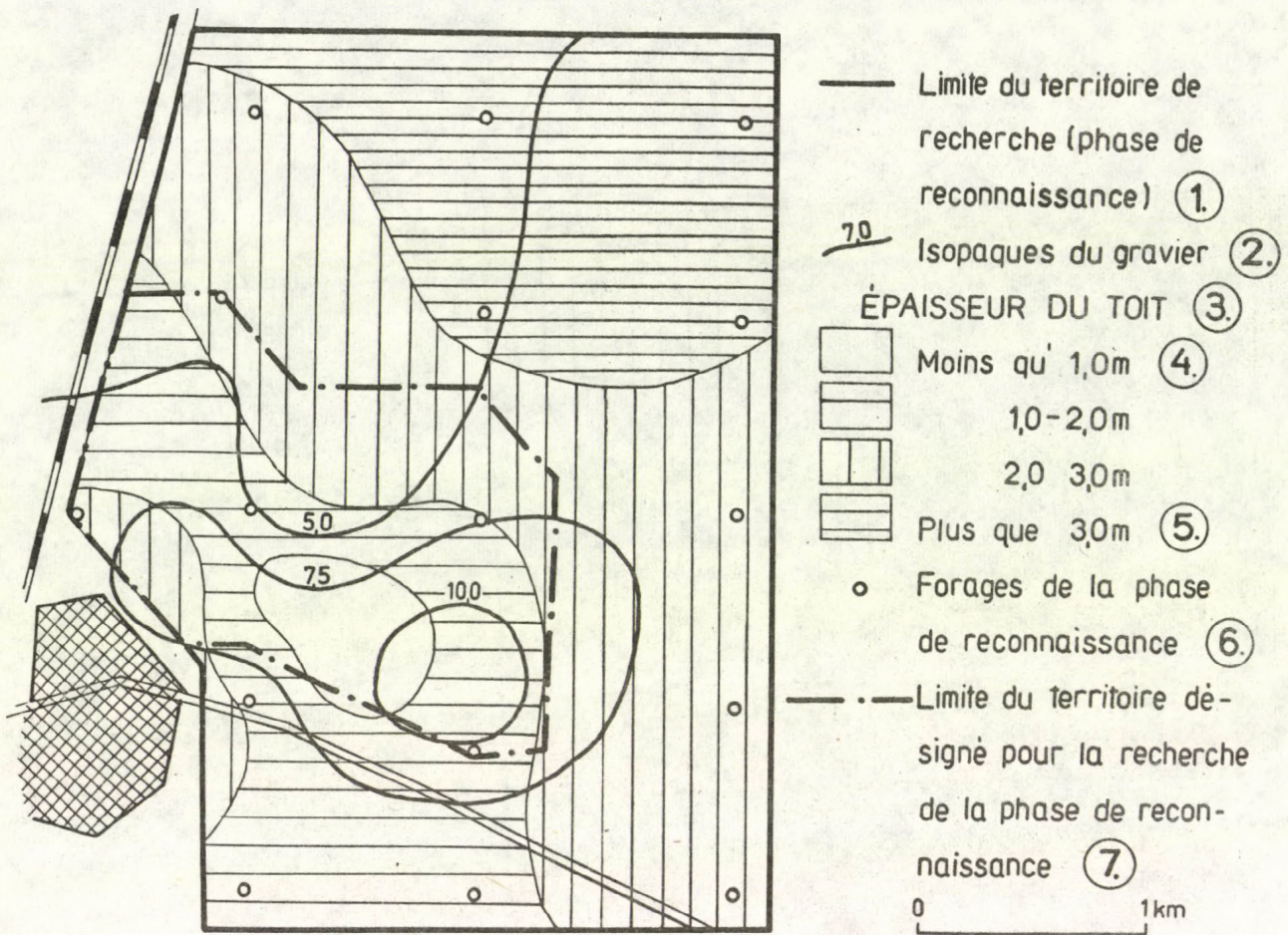
- 1.) Kavicsos öszlet elterjedési határa; 2.) Kavicsos öszlet vastagsági szintvonalai;
- 3.) Fedővastagság; 4.) 3,0 m alatt; 5.) 6,0 m fölött; 6.) Kutatásra kijelölt területek határa

b) A felderítő kutatás

A felderítő kutatás során azonos szintű tájékoztató jellegű feltártságot kell elérni, hogy a szóbjönető területeket egymáshoz viszonyítva értékelni lehessen. A kombinált feltárással a furásokat 500-1200 m távolságban  $1-4 \text{ furás}/\text{km}^2$  célszerű kijelölni, míg a geofizikai méréseket 300-600 m-ként  $4-10 \text{ db}/\text{km}^2$  végezhjük. Mivel ebben a kutatási fázisban már konkrét feltárási munkára is sor került, lehetőség van a feltárt készleteknek közelítő minősítésére  $C_2$  kategória/. A feltárás lehetővé teszi, hogy kiválasszuk azt a területet, ahol a várhatólag legjobb a kavics települése /3. ábra/ és minősége.

c.) Előzetes kutatás

során a kavicsréteg települési viszonyaitól függően általában 300-600 m-ként célszerű a furásokat egymástól elhelyezni. A geofizikai mérőállásoknál - mivel a besűrítés a cél 150-200 m-es távolság ajánlható. A furásokat és geofizikai mérőállásokat célszerű hálózatosan telepíteni, mivel a szabályos hálózat nemcsak a kutatás értékelését könnyíti meg, hanem lehetővé teszi felhasználását és továbbfejlesztését a részletes kutatásnál /4. ábra/.



3. ábra A felderítő fázisu kutatás eredménye

- 1.) Kutatási terület határa /felderítő fázis/;
- 2.) Kavicsvastagság izovonalai;
- 3.) Fedővastagság;
- 4.) 1,0 m alatt;
- 5.) 3,0 m felett;
- 6.) Felderítő fázis furásai;
- 7.) Előzetes fázisu kutatásra kijelölt terület határa

Az előzetes kutatás értékelése után már lehetőség nyílik arra, hogy kijelöljük azt a területrészt, ahonnan biztonságosan kitermelhető az igényelt kavicsmennyiség a kívánt minőségben. A feltárás lehetővé teszi, hogy a számított készleteket tovább minősítve "C<sub>1</sub>" "C<sub>2</sub>" és "D" kategóriákba soroljuk.

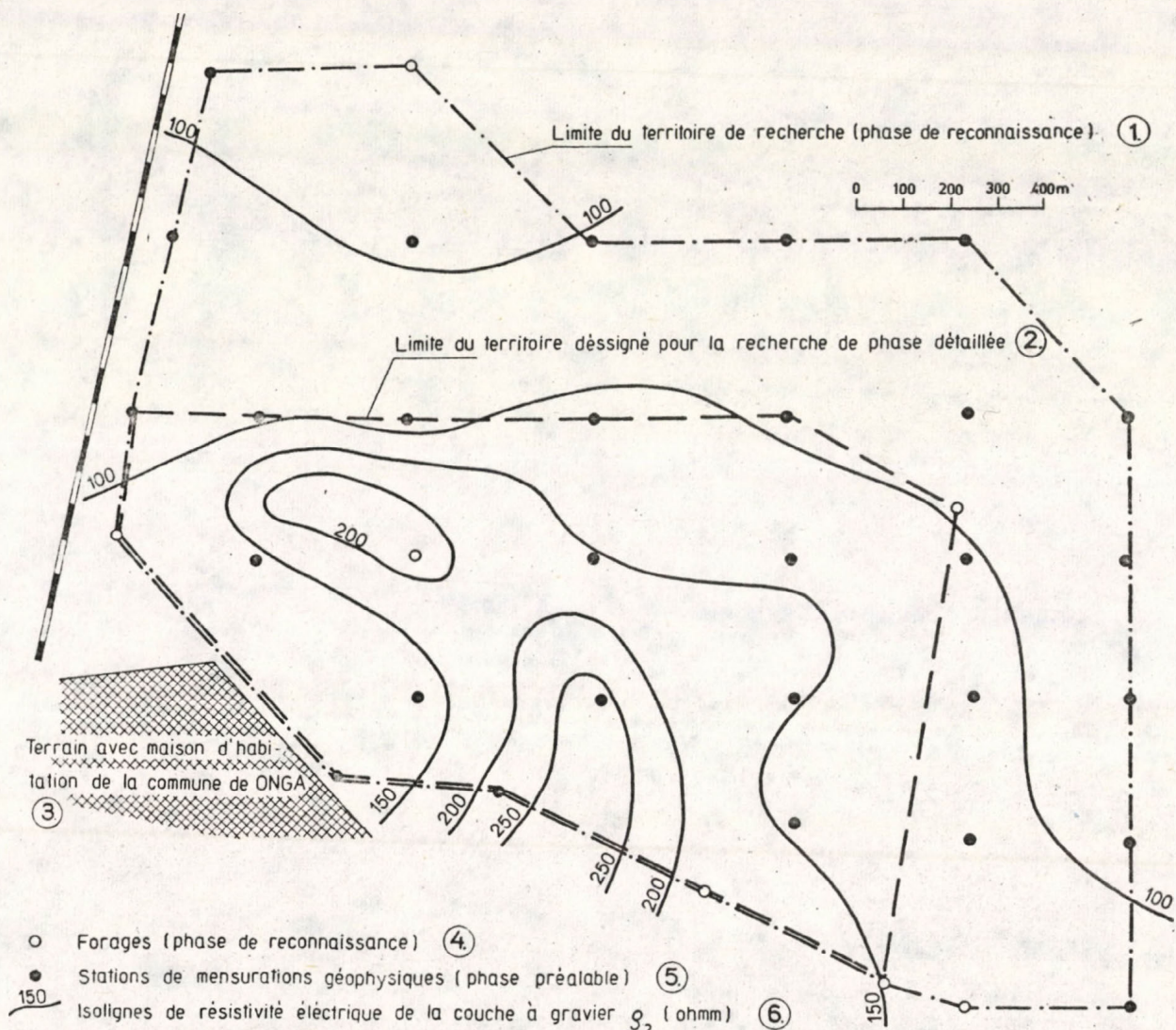
Az adottságok és eredmények szerint egyes kutatási fázisok természetesen összevonhatók. Általában a kétfázisu kutatás betartása azonban szükséges és az előzetes fázis ennek megfelelően a kutatás jellege szerint a felderítő vagy részletes fázishoz kapcsolódhat.

#### d.) Részletes kutatás

A részletes kutatás során az előző fázisok eredményeit összegezve és kiegészítve egyértelmű választ kell adni a kérdéses területen a bányatelepítését és a technológiáját befolyásoló minden lényeges műszaki és gazdasági feltételre. Végrehajtását az jellemzi, hogy viszonylag kis területen kell nagyszámú észlelési ponttal /furás, geofizika/ a haszonanyag településének földtani, minőségi és műszaki viszonyait szabatosan megállapítani. A közvetlen, ill. közvetett feltárási mód alkalmazása, vagy alkalmazásuk aránya mindig a helyi adottságok függvénye. A részletes kutatási fázisban mindenesetre a geofizikának általános ki-

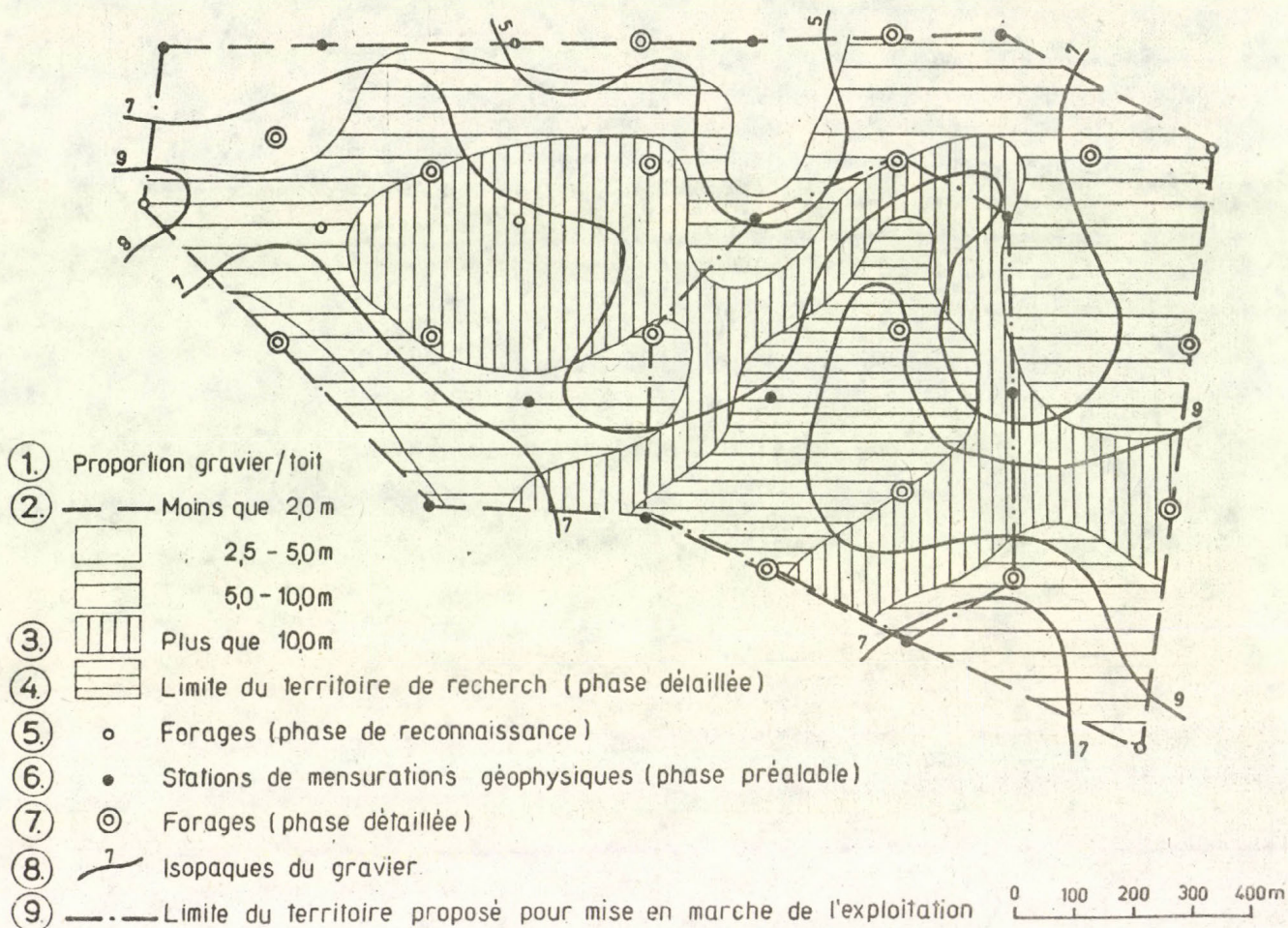
sebb szerep jut, mint az ezt megelőző fázisokban, mivel itt a készletszámításhoz pontos réteg meghatározási és minőségváltozási adatokra van szükség, ezen kívül a minőségi vizsgálatokhoz nagyszámú mintaanyagot, valamint a talajvizállás várható szélsőértékéhez észlelési adatot is kell kapni.

A kutató létesítmények egymástól való távolságát a települési viszonyok szabják meg. Nagy általánosságban az előzetesen készült és ismert feltárási adatok szóródási értékel is jó támpontot nyújtanak. Fentiek figyelembevételével a furások egymástól való távolságát 150-300 m, a geofizikai mérőállomásokét 100-200 m között célszerű felvenni. A részletes kutatás elvégzésével a számított készleteket B; C<sub>1</sub>; ill. alárendelten C<sub>2</sub> és D kategóriákba kell sorolni. Ezen kívül a művelés szempontjából is fel kell osztani a készleteket /művelő, tartalék, stb/. A részletes kutatás értékelése során fontos minősítési feladat a készletek közvetlen építőipari felhasználás szerinti csoportosítása. A részletes kutatás eredménye szolgáltat végleges alapadatot a bányanyitáshoz és az üzemi technológia tervezéséhez /5. 6. ábra/.



4. ábra A külön fázisban végzett előzetes kutatás

- 1.) Kutatási terület határa; 2.) Részletes fázisu kutatásra kijelölt terület határa;
- 3.) Onga község belterülete; 4.) Furások /felderítő fázis/; 5.) Geofizikai mérőállások; 6.) Kavicsréteg elektromos ellenállásának izovonalai



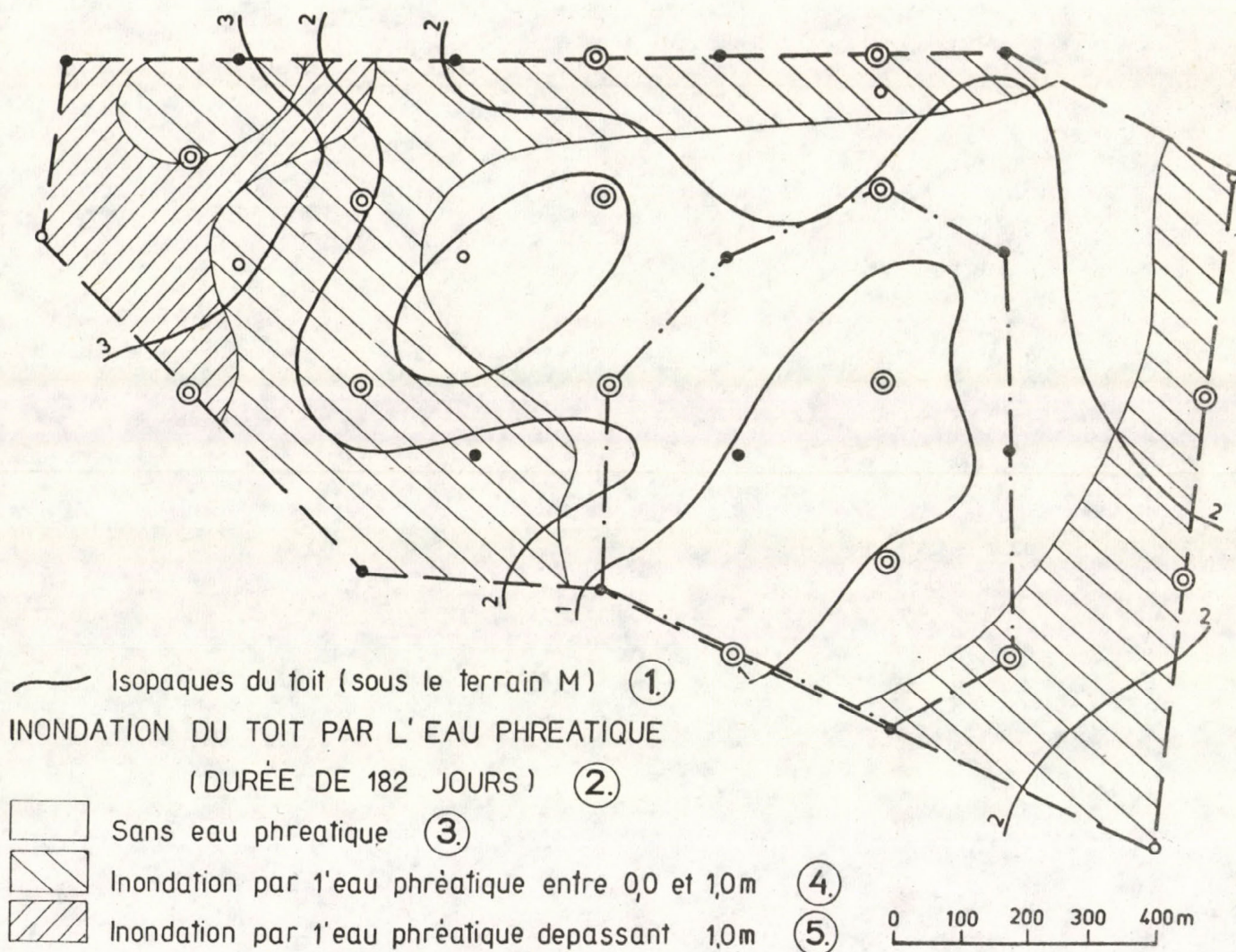
5. ábra A részletes fázisú kavicskutató eredménye

1.) Kavics-fedő arány; 2.) 2,5 m alatt; 3.) 10,0 m felett; 4.) Kutatási terület határa; 5.) Furások /felderítő fázis/; 6.) Geofizikai mérőállások /előzetes fázis/; 7.) Furások /részletes fázis/; 8.) Kavicsvastagság izovonalai; 9.) Termelés megindítására javasolt terület határa

### 3. Minőségi vizsgálatok

A kavics felhasználásra való közvetlen alkalmasságát, az előkészítő munka szükségességét és annak jellegét, a minőségi vizsgálatok döntenek el. A feltárás keretében a minőségi vizsgálatok fokozatosságát is biztosítani kell és a kavicselőfordulás mennyiségi és minőségi jellemzőinek vizsgálatánál és a termelést befolyásoló egyéb körülmények feltárásánál összhangot kell teremteni.

Anélkül, hogy az egyes vizsgálatok részletes értékelését és az eredmények minősítő szerepét érintenénk, az alábbiakban a kavicsfeltárás keretében végzendő vizsgálatokat kizárólag az áttekinthetőség érdekében soroljuk fel.



6. ábra A részletes fázisu kavicskutató eredménye

- 1.) Fedővastagság izovonalai /M terep alatt/; 2.) Talajvizborítás a fedőben /182 napos tartósság/; 3.) Nincs talajvíz; 4.) 0,0-1,0 m közötti talajvizborítás; 5.) 1,0 m-nél nagyobb talajvizborítás

a) Fizikai jellemzők

A kavics felhasználhatóságát leginkább szemcseösszetételéből ítélhetjük meg. A jobb áttekinthetőség érdekében az egyes furások anyagából, majd az egyes területrészekre vonatkozóan súlyozott átlagos szemcsemegoszlási görbét kell szerkeszteni. Az átlagosított eredményekből a kavics finomsági jellemzőjét is meg kell határozni. A közvetlen felhasználhatóságot a kavics iszaptartalma befolyásolja. Mivel az értékelését térfogat %-ban kell végezni, a szemcsemegoszlási vizsgálatok eredményét ennek megfelelően át kell értékelni.

b.) Ásványtani jellemzők

A kavicselőfordulás anyagának ásványtani vizsgálata mind a földtani értékelés, mind pedig a minőségi jellemzéshez szükséges. Az ásványos összetételben különösen jelentős a csillám, földpát mennyiségének megmegtározása. A nehézasvány- és koptatottsági vizsgálatok inkább a földtani kép tisztázásához szükségesek.

c.) A kémiai jellemzők

Legjelentősebb a szervesanyag- kén- és mésztartalom előfordulási arányának meghatározása, mivel ezek az összetevők a felhasználás lehetőségét csökkentik, esetleg kizárják.

d) A kavics termelését

befolyásoló körülményeket a tapadóképesség, míg a fedőanyag leművelésének várható körülményeit a fizikai vizsgálatok /I<sub>p</sub>/ jellemzik.

A kutatás különböző fázisában végzendő vizsgálatokat az 1. táblázat tartalmazza.

A vizsgálatok		A földtani kutatás fázisa				
jellege	fajtája	felderítő	előzetes	részletes	üzemi	
Talejfizikai	<u>Szenlevizsgálat</u>					
		rétegenkénti	+	+	+	-
		furási átlag	-	+	+	+
		területi átlag	-	-	+	+
		<u>Iszaptartalom térf. %</u>				
		rétegenkénti	-	+	+	-
		furási átlag	-	-	+	+
		területi átlag	-	-	+	+
		<u>Finomsági modulus</u>				
		rétegenkénti	-	+	-	-
		furási átlag	-	-	+	-
		területi átlag	-	-	+	+
Földtani	<u>Kőzetvizsgálat</u>					
		földpát	Tájékoztató jel-	Részletesebb	-	-
		csillámtartalom	leggel területen-	átlag minden	-	-
		nehézsásvány	ként 2-3 db min-	harmadik furásból	-	-
	koaptatottsági	tárból	-	-	-	
Kémiai		Szervesanyagtart.	-	részletesebb	ellenőrző	-
		szulfáttartalom	-	részletesebb	ellenőrző	-
		CaCO <sub>3</sub> tartalom	-	tájékoztató	-	-

### 5. A kavicskutatás építőipari jelentősége

A fázisonkénti gondos - a nyersanyagképződés genetikáját, települési viszonyait részletesen felderítő és elemző - nyersanyagkutatás eredményeként olyan átlagminőségű kavicsstelepek kerültek feltárássra, amelyeknek kedvező minősége lehetővé teszi, hogy osztályozó, mosó- és törőberendezések nélkül közvetlenül építőipari felhasználásra kerüljön a kavics. Az 1,0 mill. m<sup>3</sup>/év kapacitású és 30 millió m<sup>3</sup> kavicskészlettel rendelkező bányüzem részletes nyersanyagkutatása és a felhasználás szerinti kategorizálása mindössze 0,5 %-át teszi ki az ugyanilyen kapacitású osztályozó berendezés beruházási költségeinek.

Azon a törekvésen belül, hogy a kavics természetes állapotában is megfelelően adalékanyagként az igényekkel összhangba hozott optimális kapacitású osztályozók jelentősége mégis fokozatosan nő, mivel a minőségi betonelőállítás a korszerű építési technológiák térhódításával egyre inkább előtérbe kerül. Az osztályozott adalékanyag előállításának lényeges szerepe van abban is, hogy mintegy 20-30 %-os cement megtakarítás érhető el a hazai vizsgálatok szerint azonos termékszilárdság mellett. A minőségi betongyártás kavicsigénye azonban a teljes kavicstermelés mennyiségének csak kb. 20 %-a, tehát nem közömbös egyik felhasználó szempontjából sem, a kutatás eredményessége és megbízhatósága, a beruházási költségek alakulása. Vég-eredményben az adottságok és lehetőségek figyelembevételével helyesen végzett mérnökgeológiai kutatás eredménye az építőipar célkitűzéseit messzemenően szolgálja.

## A FÖLDTANI ADOTTSÁGOK HATÁSA LAKÓÉPÜLETEK ALAPOZÁSI KÖLTSÉGEINEK ALAKULÁSÁRA

Reményi Péter - Varga Márton

A nemzetközi szakirodalomból és a napi gyakorlatból egyaránt ismeretesek olyan kirívó egyedi esetek, amikor a helyi mérnökgeológiai adottságok következtében az alapozási - vagy egyéb mélyépítési - munka költségei különösen magasak voltak.

Magyarországon az 1966-1970 közötti időszakban építendő lakások műszaki - gazdasági előkészítése során mód nyílt viszont a tömeges adatgyűjtésre és feldolgozásra. Ez már a kirívóan magas költségeken túlmenően lehetővé tette az átlagostól eltérő költségek kimunkálását is, s ezek rávilágítottak azokra a törvényszerűségekre, hogy a helyi mérnökgeológiai viszonyok átfogó ismeretében milyen gazdasági hatásokat kell az iparági és nemzetgazdasági tervezés során már eleve számításba venni.

### A telepítési döntések előkészítése

A település-tervezés rendkívül széleskörű és sokoldalú elemzések alapján hozza meg döntéseit, hogy egy ipar-telepet, lakótelepet az adott lehetőségek között hová telepítsen, a település fejlesztésének és rekonstrukciójának milyen irányt szabjon, hogy a ráfordítás  $R$  minimális legyen. A ráfordítás általános képletében természetesen nemcsak a beruházás /megvalósítás/ költségei szerepelnek, hanem az üzemeltetési, karbantartási, felújítási és korszerűsítési költségek is. A szokványos számítási módokban azonban éppen a legtöbb eltérést és zavart okozó területi adottságok nem jelentkeznek elkülönülten, s így ezek hatása sem mérlegelhető. Ebből következett az a korábbi gyakorlat, hogy a szint alatti munkák költségkihatásai a beruházások előkészítésében nem tudatosodtak, s azokat elhanyagoltuk a telepítési döntések előkészítése során. A továbbiakban vázlatosan be kívánjuk mutatni néhány elemzésünk eredményét, melyek nemcsak a településtervezés és a telepítési döntések műszaki-gazdasági megalapozottságát növeli, hanem a mérnökgeológia tevékenységi körét is teljesebbé teszi.

Az 1966-1970 közötti időszakban 65 város kerekén 200 területegységét jelölte ki a terv tömeges állami lakás-építés céljára. Ezen területek építésföldtani jellemzését a rendelkezésre álló korábbi vizsgálati eredmények alapján végeztük el. Minden területre, vagy azokon belüli részterületekre vonatkozóan meghatároztuk:

- a felvehető alapozási sík mélységét
- az itt elhelyezkedő réteg teherbíró képességét /határtesziültségi alapérték  $\sigma_a$ /
- a munkagödör kiemelési során előforduló talajok fejthetőségét
- a talajvíz felszín alatti mélységét, ingadozását és a víztelenítés módját
- a talajvíz szulfátgresszivitását
- a beépítés költségeit befolyásoló egyéb helyi természeti adottságot.

A 200 terület ilyen részletes elemzése után regionális és országos áttekintő térképeken ábrázoltuk az alapvető építésföldtani paraméterek területi koncentrációját és meghatároztuk azokat a törvényszerűségeket, amelyek az ország földtani felépítéséből következően az alkalmazható alapozási mód műszaki megoldását és költségét befolyásolhatják. /Ezekről sajnos jelen tanulmány kereteiben nem számolhatunk be./

A munka eredményeként tehát rendelkezésre állt területegységenként és országos áttekintés szintjén is a helyi természeti adottságok mindazon paramétere, melyek az alapozási munka módjának és várható költségeinek előbecsléséhez szükségesek voltak.

### Lakóépületek alapozási költségeinek elemzése

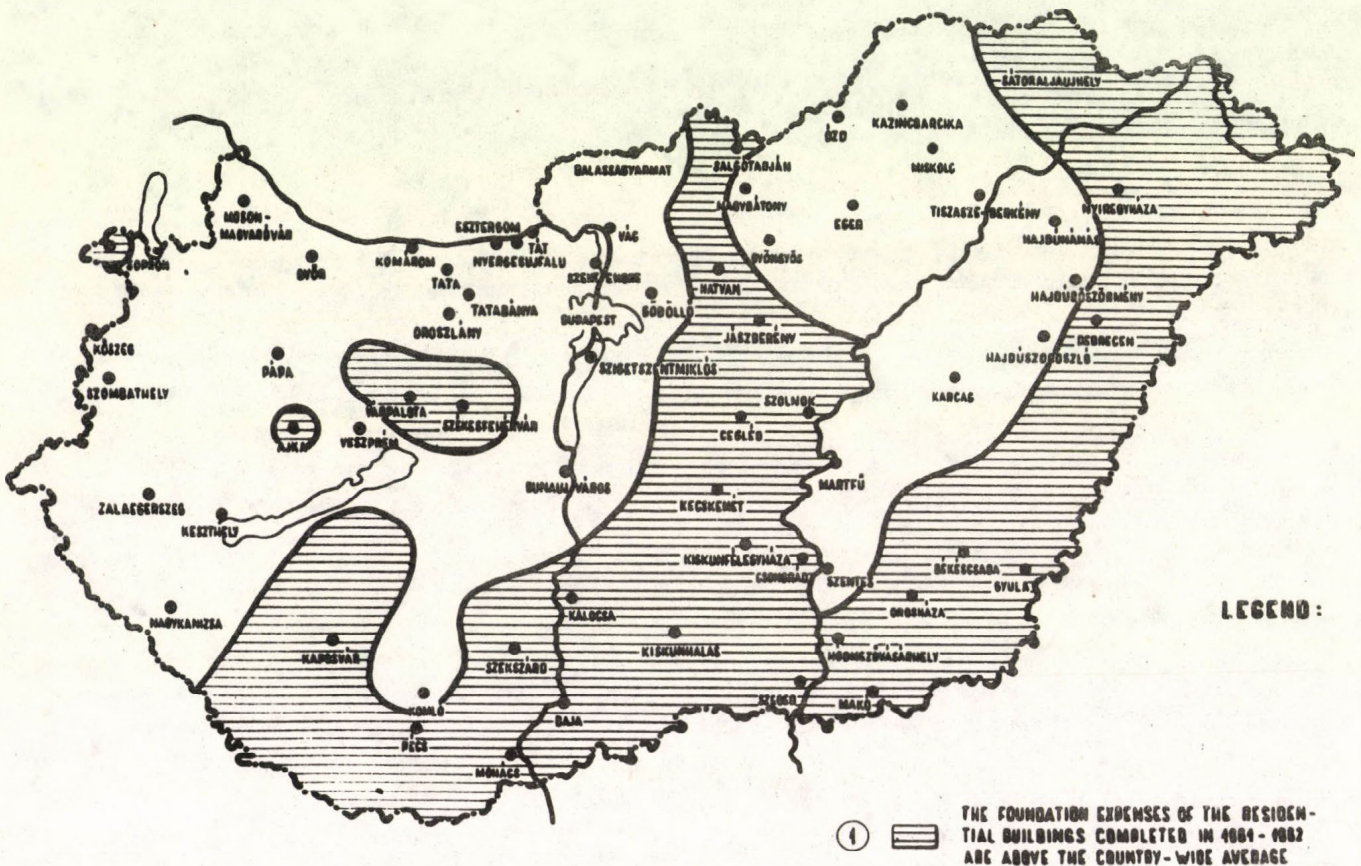
Az előzőekben vázolt előkészítéssel párhuzamosan feldolgoztuk a Magyarországon 2 év alatt kivitelezett lakóépületek alapozási tényköltségeit.

Az 1111 lakóépület alapozási költségeit az alábbi 3 szempont szerint elemeztük:

- alapozás módja
- felépítmény szerkezeti sajátosságai
- telepítés módja és a természeti adottságok.

Az eredmények részletes ismertetésétől helyszüke miatt el kell tekintenünk, csupán a legfontosabb megállapításokra szorítkozhatunk. Így megállapítást nyert, hogy a kiviteli összköltségre vetítve az alapozási költségek országos átlagértéke 5,63 % volt, míg a lakóépület hasznos alapterületére vetített fajlagos alapozási költség az adott időszak árszintjén 175,0 Ft/m<sup>2</sup> volt.

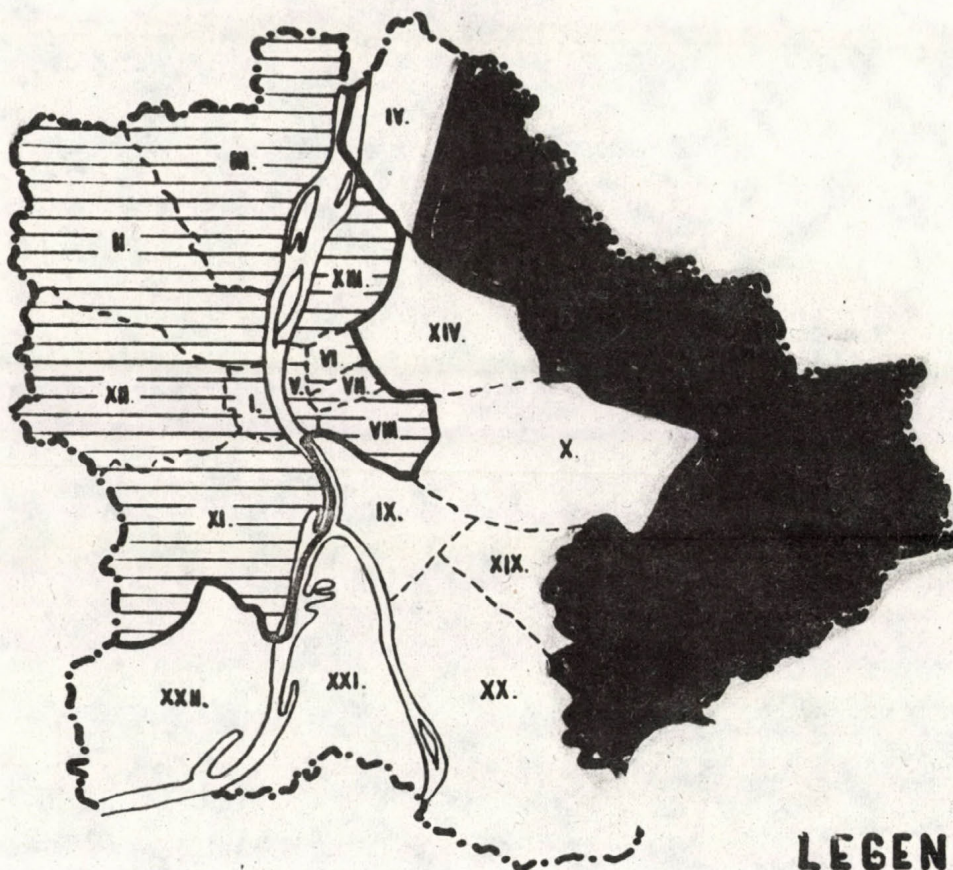
A következő lépésben az országos átlagnál magasabb alapozási költségek területi előfordulását térképen rögzítettük /1. ábra/, s összehasonlító elemzéssel meghatároztuk azokat az építésföldtani adottságokat, melyek ezeket a magasabb alapozási költségeket előidézték.



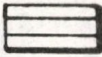

1. ábra A tényleges alapozási költségek területi alakulása

1. Az 1961-1962 években kivitelezett lakóépületek alapozási költsége az országos átlagnál magasabb.





**LEGEND :**

- ①  THE FOUNDATION EXPENSES ARE ABOVE THE COUNTRY-WIDE AVERAGE.
- ②  THERE WERE NO MASS BUILDINGS THE INVESTIGATED PERIOD.

2. ábra A tényleges alapozási költségek megoszlása Budapesten

- 1. Az alapozási költségek az országos átlagnál magasabbak
- 2. A vizsgált időszakban tömeges építkezés nem történt

Budapest főváros területén külön elemeztük az alapozási költségeket, s azok területi alakulását /2. ábra/. Itt szeretnénk utalni a Kongresszusnak benyújtott másik tanulmányunkra /dr. Karácsonyi-Reményi: A városfejlesztéshez kapcsolódó feltárások jelentősége a mérnökgeológiai térképezésnél./, mely szerint a mérnökgeológiai viszonyok bonyolultsága /II, XII, XI kerületek/, illetve a szanálással együttjáró régi városrészek rekonstrukciója /III, V, VI, VII, VIII, XIII, kerületek/ egyértelműen indokolják az átlagosnál magasabb alapozási költségeket. Félreértések elkerülése céljából megemlítjük, hogy az ugyancsak bonyolultnak minősített X. és XVII. kerületekben a vizsgált időszakban még sem számottevő fejlesztés, sem rekonstrukció nem indult meg.

Az építésföldtani viszonyok és alapozási tényőköltségek közötti összefüggések feltárása után az a feladat állt előttünk, hogy az 1966-1970 közötti időszakban tervezett lakásépítkezés várható alapozási költségeit előre becsüljük.

Lakóépületek alapozási költségeinek becslése

A gyakorlati tapasztalatokra támaszkodva elméleti úton logikai okoskodással levezetett összefüggések alapján meghatároztuk a lakóépületek alapozási összköltségének /K/ modelljét:

$$K_A = f/A_m \cdot P_n \cdot F_t \cdot H \cdot F_a \cdot m \cdot t_v \cdot s \cdot t_o \cdot k$$

ahol

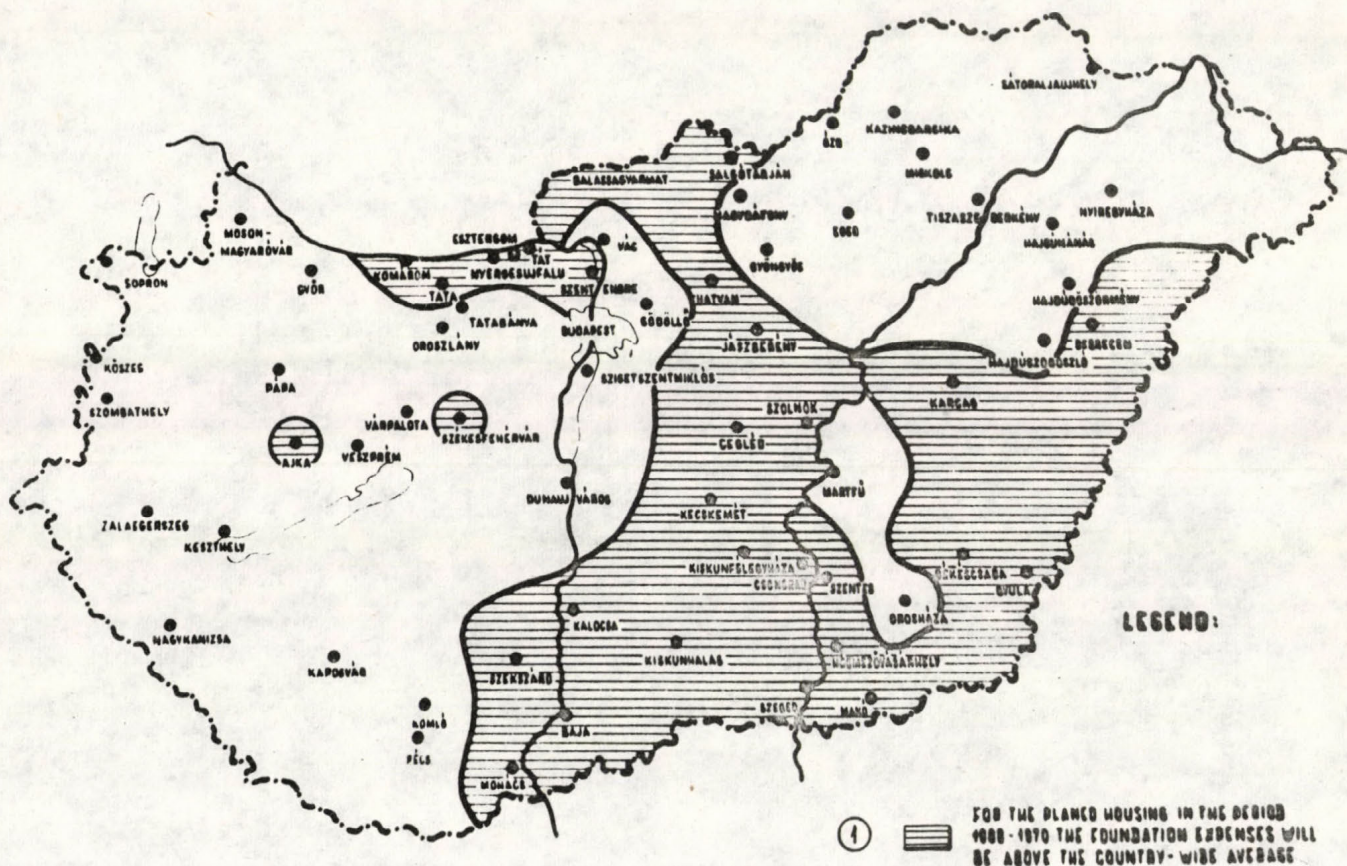
- $A_m$  = az alapozás módja,
- $P_n$  = az épület összterhelése / $n$  = szintszám/
- $F_t$  = az épület teljes alapterülete,
- $H$  = a talaj határfeszültsége,
- $F_a$  = az épületalap területe,
- $m$  = teherhordó talaj mélysége,
- $t_v$  = a talajvízszint mélysége,
- $s$  = a talajvíz  $SO_4$ -tól függő tényező
- $t_o$  = a talajosztály,
- $k$  = a talaj vízáteresztő képességi együtthatósága.

Ezek alkalmazásához azonban előfeltétel, hogy a helyi építés földtani adottságok és a felszerkezet függvényében meghatározzuk az alapozás módját. Abból a kérdésből indultunk ki, hogy az épület teljes alapterületének hányadrészét kell az adott körülmények között alaptestekkel beépíteni. Ebből az arányból már meglehetősen nagy biztonsággal levezethető az alapozás módja.

Első közelítésben az épület teljes alapterületére vonatkozott egyenletes talpfeszültség és a talaj határfeszültségének viszonyszámából indultunk ki. A modell felállítása és a számítások elvégzése után eredményként a következő táblázatban mutatjuk be az alapozási mód kiválasztására vonatkozó irányértékeket:

$A_m$	
0,2	rövid furú cölöp
0,2 - 0,3	pillér alap
0,3 - 0,8	sáv alap
0,8 - 1,0	lemez vagy mélyalap
1,0	épület alapterületénél nagyobb lemez vagy mélyalap

A kijelölt 200 területre elvégezve a számításokat az iparági távlati tervezés rendelkezésére álltak a várható alapozási költségek, sőt a figyelembe veendő alapozási mód is. /A teljesség kedvéért megemlítjük, hogy bár jelen tanulmány keretében nem áll módunkban bemutatni, az alapozás módjára, víztelenítés mértékére és módjára, korrózióvédelemre, stb. az országos áttekintő térképeket ugyancsak elkészítettük./ Az alapozási költségek várható alakulását áttekintő térképen ábrázoltuk /3. ábra/. Összehasonlítva az 1. ábrán közölt tényőköltségek területi megoszlásával, meglehetősen szoros azonosságot tapasztalhatunk, ami igazolja a modellek és számítási módszerek helyességét is.



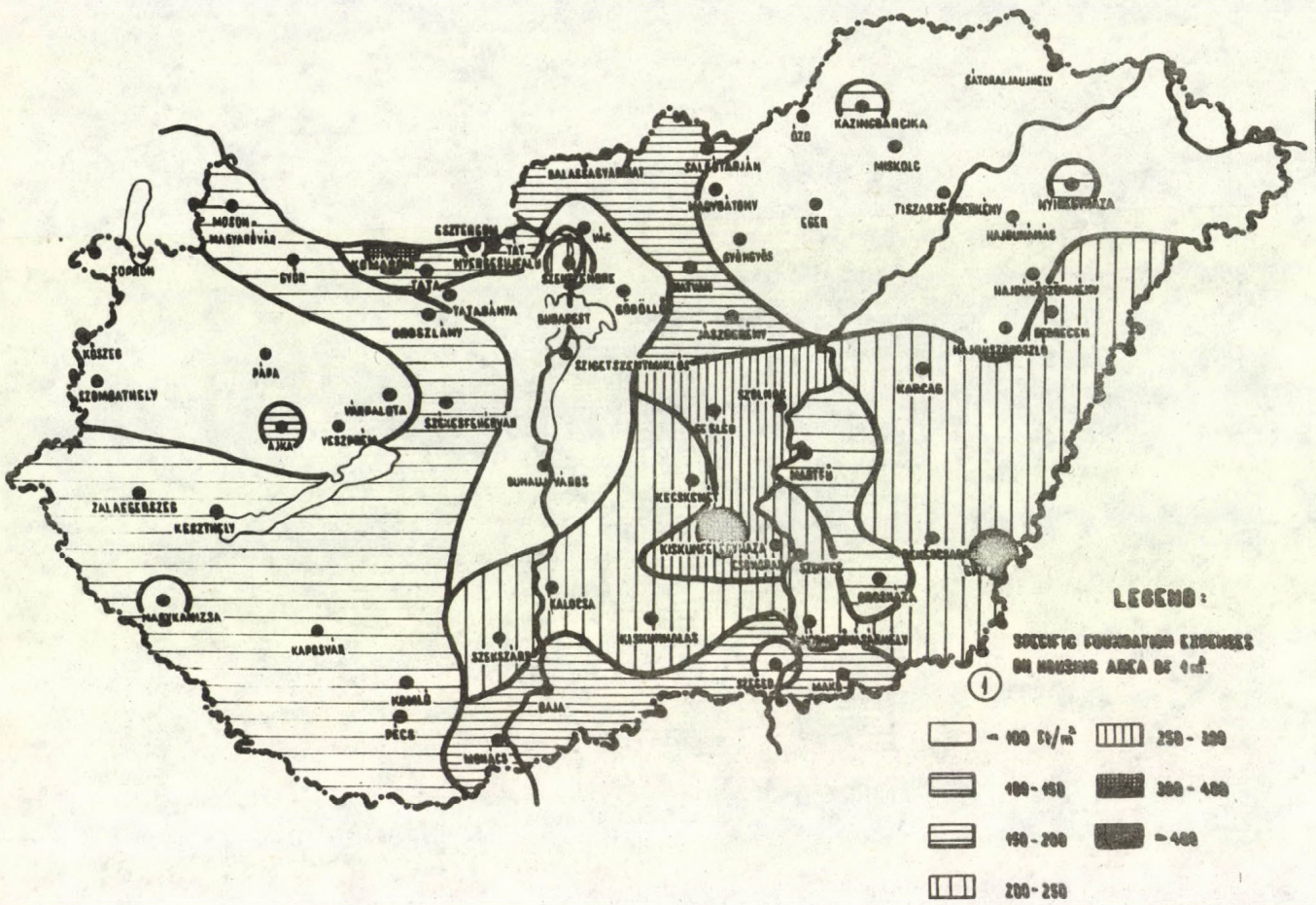
3. ábra A III. ötéves tervben várható alapozási költségek területi megoszlása

1. Az 1966-1970. között tervezett lakóépületek alapozási költsége az országos átlagnál magasabb lesz.

A teljesség kedvéért a lakás-alapterület egységére vetített fajlagos alapozási költségek területi alakulását is feldolgoztuk térképen /4. ábra/. Az alapozási költségek területi változása természetesen csak akkor lenne egyértelműen értékelhető, ha az építésföldtani-talajmechanikai paraméterek, az alapozás módja, víztelenítés, stb. körülményelt ábrázoló áttekintő térképek bemutatására is lett volna lehetőség.

Következtetések - megállapítások

A mérnökgeológia hazai - de nagyobb többségében nemzetközi - gyakorlata a múltban a helyi természeti adottságok feltárására, értelmezésére és a különböző tényezők közötti összefüggések elemzésére, illetve végső soron ezek együttes eredő hatásainak elemzésére szorított. Különösen érvényes volt ez a nagyobb területek mérnökgeológiai térképezésére. A mérnökgeológiai munka végterméke tehát közvetlenül nem volt hasznosítható sem a várostervező, sem az építőmérnök számára. Mindkettőből mérnökgeológiai ismereteket és szemléletet megkövetelve rájuk hártotta a dokumentált eredmények műszaki és gazdasági átértékelését. Ez igen gyakran a mérnökgeológiai helyzet figyelmen kívül hagyására vezetett, sőt a mérnökgeológiai előkészítő munka intézményes mellőzését eredményezte. A felhasználók részéről jelentkező igények maradéktalan kielégítését tehát nemcsak nemzetgazdasági, hanem szűkebb szakmai érdekek is megkövetelték.



4. ábra A fajlagos alapozási költségek területi alakulása

1. Az 1 m<sup>2</sup> lakásalapterületre vetített fajlagos alapozási költség

Igy a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat kifejlesztette Magyarországon azokat a műszaki és gazdasági értékelő módszereket, melyek a mérnökgeológiai térképezés és egyéb előkészítő munkálatok közvetlen alkalmazását biztosítják a felhasználó számára.

A törekvés helyességét azóta a gyakorlat igazolta, mivel a várostervezés a telepítési variációelemzések során a tanulmányban vázolt módszereket rendszeresen alkalmazza, illetve azokat a mérnökgeológiai előkészítést végző szervektől megköveteli.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a mérnökgeológiai térképezés és előkészítés az alapozási mód és költségek elemzésére vonatkozó modellek és számítások kialakításával és alkalmazásával kiteljesedett, a gyakorlat számára még használhatóbbá vált. A gazdasági hatékonyság szempontjából legfontosabb tényezőket a következőkben foglalhatjuk össze:

- A területrendezési tervezés minden telepítési döntését az alapozás - mélyépítés terén eleve meghatározott műszaki és gazdasági konzekvenciák ismeretében hozhatja meg.

- Az iparági tervezés középtávu tervében a rendelkezésre álló összes erőforrás felhasználását térben és időben úgy finomíthatja és variálhatja, hogy az optimális hatékonyságot biztosítsa.
- A műszaki fejlesztési célkitűzéseket és intézkedéseket az iparigazgatás központilag koordinálhatja, s azok hatékonyságát vállalati szinten is optimalizálhatja.
- A központi szabályozási /szabványok, stb./ és tipizálási törekvések műszakilag és gazdaságilag meg-alapozottabbakká válnak, s ezáltal azok gyakorlati alkalmazása könnyebben realizálható.
- A mérnökgeológiai adottságok jellemzésére szolgáló paraméterek tömeges feldolgozása, összefüggésel-ben egyeztetett komplex értékelése és a várható műszaki és gazdasági következmények levezetésének egyetlen folyamatban történő elvégzése új távlatokat nyit meg a gépi számításoknak a mérnökgeológi-ában való alkalmazhatósága előtt.

A város- és területrendezési tervezést előkészítő mérnökgeológiai térképezés, de az egyéb egyedi beru-házásokat szolgáló komplex mérnökgeológiai előkészítés is jelentősen növelheti hatékonyságát és közvet- len felhasználhatóságát, ha tevékenységét kiegészíti műszaki és gazdasági számításokkal. Magyarországon a lakóépületek alapozási módjának és várható alapozási költségek meghatározására vonatkozó modellek és számítási - értékelési módszerek kerültek első lépésként kidolgozásra. Az építésföldtani viszonyok és a felszerkezet függvényében meghatározható alapozási mód és a várható költségek számítását mutatja be a tanulmány országos áttekintésben.

## A VÁROSFELJESZTÉSHEZ KAPCSOLÓDÓ FELTÁRÁSOK JELENTŐSÉGE A MÉRNÖKGEOLÓGIAI TÉRKÉPEZÉSNEEL

Dr. Karácsonyi Sándor - Reményi Péter

Az 1970. I. 1-1 népszámlálás egyértelműen bizonyította, hogy az általános világjelenségnek megfelelően Magyarországon is rohamosan fokozódik az urbanizálódás.

Budapest főváros lakossága 7,5 %-kal, a többi magyar város népessége pedig 16,0 %-kal növekedett az 1960 évi népszámlálás óta, s így ma már az ország lakosságának 45,0 %-a városi lakos. Van olyan város /Dunaujváros/, melynek ezen időszak alatt 42,7 %-kal nőtt a népessége, s 4 városunkban haladta meg a növekedés a 25 %-ot. Ebből az irányzatból egyenesen következik, hogy a mérnökgeológiai térképezés is első sorban a városok fejlesztését, illetve rekonstrukcióját kívánja mielőleg és gazdaságilag elősegíteni.

A II. világháború után ugrásszerű fejlődésnek indult magyar iparosodás uralkodóan a meglévő városokhoz kapcsolódott, s ezáltal elősegítette az urbanizációs folyamat gyorsulását.

Az előrelátó építőipari igazgatás már 1954-ben rendeletileg biztosította, hogy az országban végzett összes talajmechanikai-mérnökgeológiai vizsgálat eredményei központilag tárolásra kerüljenek. A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalatnál működő Talajmechanikai és Hidrológiai Nyilvántartás ezáltal a mérnökgeológiai térképezés olyan központi adatbankja, mely az esetek nagy részében biztosítja a térképszerkesztéshez szükséges kiinduló feltártságot.

Tanulmányunkban a feltártság mennyiségi és minőségi problémáival kívánunk foglalkozni, mivel a mérnökgeológiai térképezés költségeit alapvetően a szükséges új feltárások és vizsgálatok determinálják, vagyis a munka gazdasági hatékonyságát éppen a meglévő adatok ismételt felhasználása szabja meg. Fejtegetéseinket Budapest főváros feltártsági viszonyainak bemutatásával és elemzésével kívánjuk alátámasztani.

### Budapest mérnökgeológiai feltártsága

Budapest főváros mérnökgeológiai térképezésének előkészítése 1966-ban kezdődött. A 22 közigazgatási kerületben akkor 7249 dokumentációban 29 304 furás adatai álltak rendelkezésre. 1969 végére a dokumentációk száma 8219-re /növekedés 13,3 %/, a furások száma pedig 33 038-ra /növekedés 12,7 %/ emelkedett. Az I. táblázatban kerületenként megadjuk a dokumentációk és a furások számát 1966. és 1969. években, továbbá a növekedés %-os nagyságát, s végül az egyes kerületek területét  $\text{km}^2$ -ben, valamint az  $1 \text{ km}^2$ -re eső fajlagos feltártság mértékét.

Egyszerű rátekintés alapján megállapítható volt, hogy a rendkívül nagy mértékű szórás miatt az adatok örmagukban nem jellemezhetik a feltártságot.

A feltártság mértékének növekedésében tapasztalható szórás /dokumentációk számánál  $\sigma_d = 18,9$ , a furásszámban  $\sigma_f = 30,8$ / azzal magyarázható, hogy a belterületi rekonstrukciók esetében a korábbi feltárási adatok ismételt felhasználása minimális új furást tett szükségessé a tervezéshez. A külterületi nagy új lakótelep telepítések esetében viszont egyetlen dokumentáció keretében igen nagy számú új furás került lemélyítésre. A dokumentációk és a furásszám növekedése között ezért csak igen laza összefüggés jelentkezik, a korreláció mindössze  $r = 0,4373$ .

A továbbiakban kerületenkénti bontásban az  $1 \text{ km}^2$ -re eső fajlagos feltártságot vizsgáltuk meg az 1969. évi adatok alapján. Ahogy az I. táblázatból látható, kerületenként  $1,2 - 87,3$  dokumentáció/ $\text{km}^2$  szélső értékek adódtak, a fővárosra jellemző átlag pedig  $15,6$  dokumentáció/ $\text{km}^2$ . A szórás  $\sigma_d = 23,7$ . A furásszám esetében a határértékek  $6,9 - 283,6$  furás/ $\text{km}^2$ , az átlag pedig  $62,3$  furás/ $\text{km}^2$ . Itt a szórás  $\sigma_f = 71,1$ . A fajlagos

feltártság két adatsora /dokumentációk száma és furásszám/ között már  $r = 9719$  igen szoros korreláció jelentkezett. Ezek alapján további vizsgálatainkat már kizárólag a furásszámmra korlátoztuk.

Egyszeri átlagképzéssel megállapítottuk, hogy 13 kerület feltártsága meglehetősen ritka, 7 kerületben a feltártság mértékének területi megoszlását térképen is ábráztuk /1. ábra/. A térképen feltüntetjük a kerületekre jellemző fajlagos feltártság mértékét furás/km<sup>2</sup>-ben az 1966 és 1969 években, továbbá a furásszám növekedését az 1966 évi bázisra vonatkoztatva.

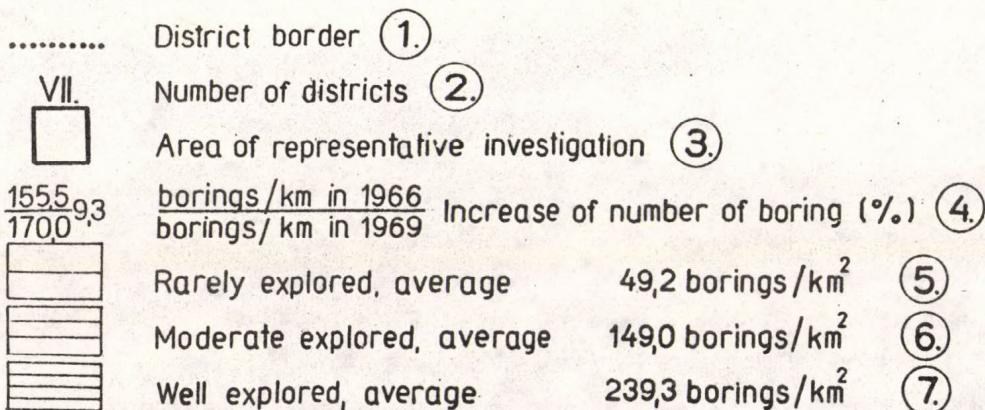
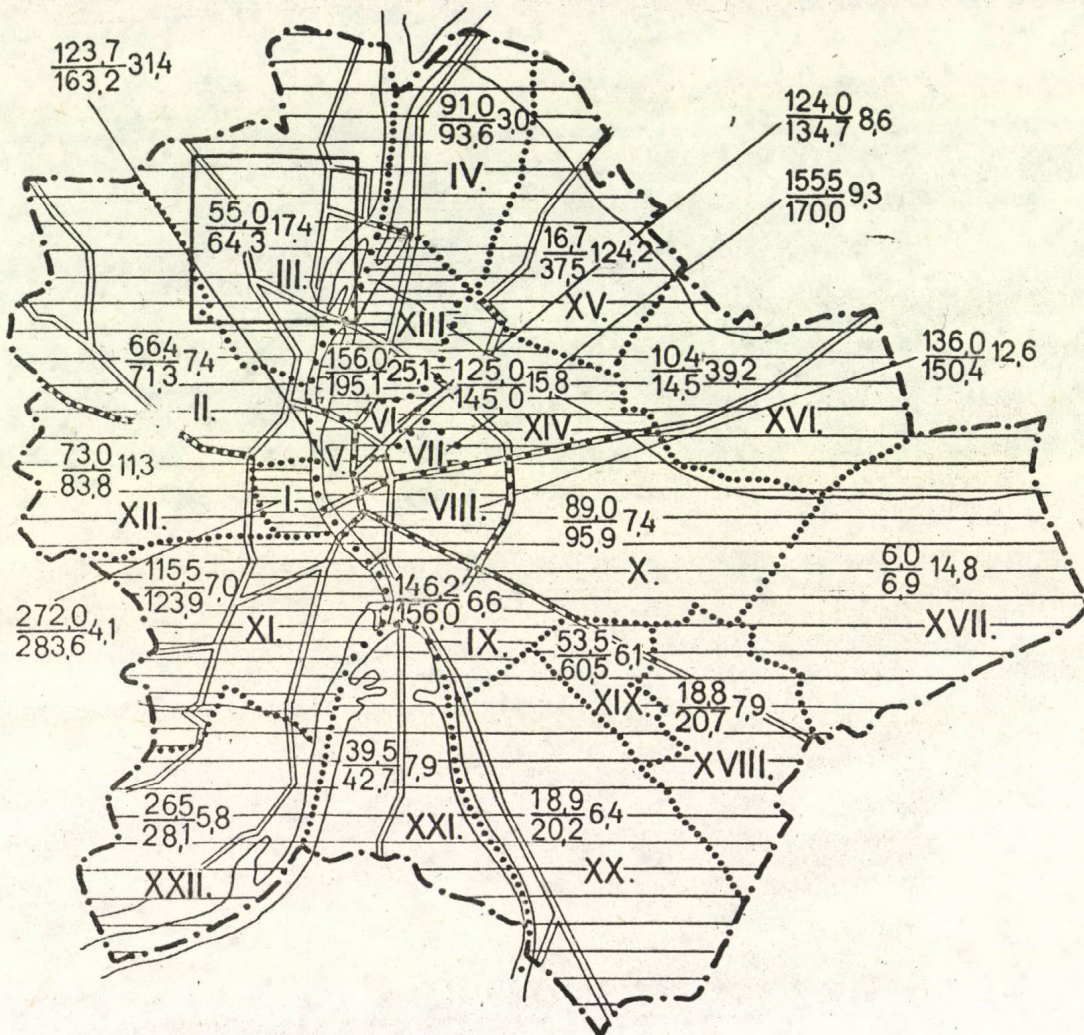
Kerület	Terület km <sup>2</sup>	DOKUMENTÁCIÓ				FURÁS			
		1966 db	1969 db	Növekedés %	Dok./km <sup>2</sup> db	1966 db	1969 db	Növekedés %	Fur./km <sup>2</sup> db
I.	3,0	251	262	4,3	87,3	817	851	4,1	283,6
II.	36,6	607	699	15,1	19,1	2431	2611	7,4	71,3
III.	38,2	512	576	12,5	15,0	2093	2457	17,4	64,3
IV.	18,4	281	329	17,0	17,8	1672	1723	3,0	93,6
V.	2,8	166	186	12,0	66,4	347	457	31,4	163,2
VI.	2,7	102	120	17,6	44,4	335	364	8,6	134,7
VII.	2,2	104	123	17,2	55,9	342	374	9,3	170,0
VIII.	6,8	297	324	9,1	47,6	908	1023	12,6	150,4
IX.	12,2	466	499	7,0	40,9	1785	1904	6,6	156,0
X.	32,4	636	688	8,1	21,2	2893	3109	7,4	95,9
XI.	32,3	941	1031	9,5	31,9	3738	4004	7,0	123,9
XII.	27,7	519	553	6,5	19,9	2086	2322	11,3	83,8
XIII.	15,3	687	889	29,4	58,1	2386	2986	25,1	195,1
XIV.	17,8	542	591	9,1	33,2	2229	2581	15,8	145,0
XV.	26,8	141	178	26,2	6,6	449	1007	124,2	37,5
XVI.	33,4	79	120	51,9	3,6	349	486	39,2	14,5
XVII.	61,5	61	77	26,2	1,2	371	426	14,8	6,9
XVIII.	31,4	107	129	20,5	4,1	603	651	7,9	20,7
XIX.	9,4	121	139	14,8	14,8	536	569	6,1	60,5
XX.	52,8	176	198	12,5	3,7	1002	1067	6,4	20,2
XXI.	26,0	252	284	12,7	10,9	1028	1110	7,9	42,7
XXII.	34,0	201	224	11,4	6,6	903	956	5,8	28,1
Össz.:	523,5	7249	8219	13,3	15,6	29 304	33 038	12,7	62,3

I. táblázat A feltérési adatok megoszlása kerületenként

Az adatok alapján arra a következtetésre juthatnánk, hogy a feltártság mértéke rendkívül tág határok között változik, s tulajdonképpen csak az eredeti városközpontban áll rendelkezésre a mérnökgeológiai térképszerkesztéshez elegendő feltárás, míg a 20 éve hozzácsatolt peremkerületek feltártsága igen ritka.

Itt kell közbevetőleg utalnunk a mérnökgeológiai térkép méretarányára, ami alapvetően meghatározza a térkép gyakorlati használhatóságát. A városrendezési tervezés, a területfelhasználási-telepítési döntések és egyéb közvetlen építőipari, vagy közigazgatási felhasználhatóság érdekében - a megbízhatóságot is figyelembe véve - a lehető legnagyobb méretarányu, vagyis legrészletesebb térkép szerkesztésére kell törekedni. Ezt viszont

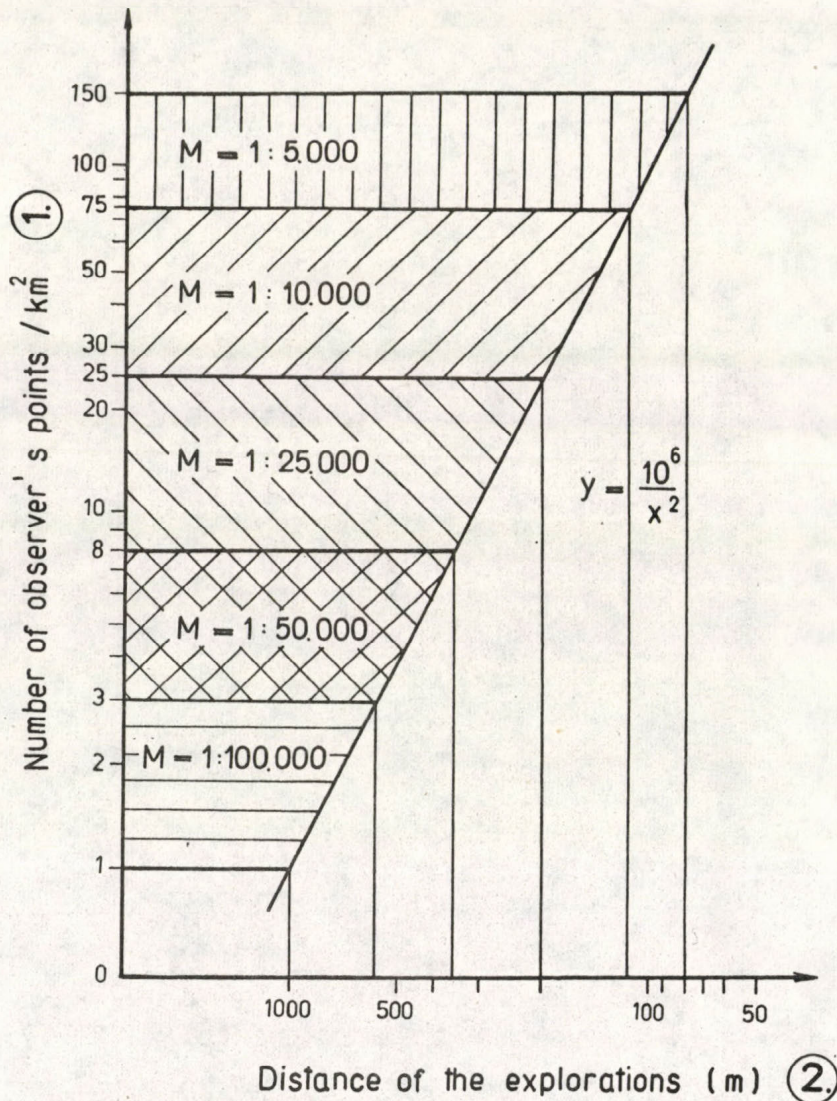
éppen a feltártság mértéke határozza meg elsődlegesen, figyelembe véve természetesen a mérnökgeológiai adottságok bonyolultsági fokát is. Nem elhanyagolható szempont a meglévő feltárások minősége, valamint a térképezés célja sem. Mindezen szempontokat figyelembe vevő kívánatos feltártság meghatározása még nem egységes, s a legtöbb országban most van kialakulóban. A térképezés méretaránya és az észlelési pontok száma közötti kapcsolat, vagyis a "feltártság" kívánt mértékének meghatározására a 2. ábrán bemutatott összefüggést tartjuk megfelelőnek. A megjelölt felhasználási terület igényeinek az 1:10 000 méretarányú mérnökgeológiai térkép felel meg legjobban, a további részletvizsgálatokat erre a méretarányra vetítve tárgyaljuk.



1. ábra A fajlagos feltártság kerületi megoszlása Budapesten

- 1.) Kerülethatar; 2.) Kerület száma; 3.) Reprezentatív vizsgálat területe;
- 4.)  $\frac{\text{Furás/km 1966-ban}}{\text{Furás/km 1969-ben}}$  furásszám növekedése %; 5.) Ritkán feltárt, átlag 49,2 furás/km<sup>2</sup>; 6.) Közepesen feltárt, átlag 149,0 furás/km<sup>2</sup>; 7.) Jól feltárt átlag 239,3 furás/km<sup>2</sup>





2. ábra A mérnökgeológiai térkép méretaránya és a kívánatos feltártság közötti összefüggés

1.) Észlelési pontok száma, db/km<sup>2</sup>; 2.) Feltárások távolsága /m/

#### A feltártság területi megoszlásának problémája

Törvényszerű, hogy a feltérési adatok területi megoszlása a korábbi, vagy megvalósítás alatt álló építkezések helyéhez kapcsolódik, s ezáltal térbeli helyzetük a mérnökgeológiai térképezés szempontjából teljesen véletlenszerű. Ez eleve visszahat ezen adatoknak a térképszerkesztésben való felhasználhatóságára is.

Reprezentatív vizsgálat céljából kiválasztottunk egy 1:10 000 méretarányú térképlapot a budapesti átlagos feltártságnak megfelelő észlelési pontszámmal rendelkező területben /1. ábrán jelölve/.

A területre jellemző fajlagos feltártság 64,3 furás/km, ami majdnem megegyezik a fővárosi átlaggal, ami 62,3 furás/km<sup>2</sup>. A véletlenszerűen kiválasztott térképlap átlagos feltártsága 55,1 furás/km<sup>2</sup>, ezen értékekhez közel áll,

A térképlapon az 1378 furás térbeli megoszlását  $\text{km}^2$ -enként meghatároztuk [2. ábra]. A furások a  $25 \text{ km}^2$ -en  $0-238 \text{ furás/km}^2$  szélső értékek között helyezkedtek el. A jellemző adatok összefoglalását a kerületek adataival együtt a II. táblázatban közöljük.

	A	B	C	D	É
1	1	12	5	18	119
2	4	1	31	27	46
3	1	39	64	28	238
4	6	34	156	171	112
5	—	8	43	150	64

$\Sigma=1378$

3. ábra A reprezentatív terület furásainak [1378] megoszlása  $\text{km}^2$ -enként

	KERÜLETEK			TÉRKÉPLAP				1 $\text{km}^2$				
	db területi %-os rarány	átl.furás szám	furás szám szélső ért.	$\text{km}^2$	% átlg. furás	átlg. furás szélső ért.	hekt.	% átl. furás	átl. furás	furás szélső ért.		
Nem megfelelően feltárt	13	81,9	49,2	7-99	19	76,0	15,6	0-79	79	79	0,95	0-4
Közepesen feltárt	7	14,6	149,0	100-191	4	16,0	134,2	80-158	14	14	6,1	5-8
Jól feltárt	2	3,5	239,3	192-284	2	8,0	204,5	159-238	7	7	10,4	9-13
	22	100,0	62,3	7-284	25	100,0	55,1	0-238	100	100	2,38	0-13

II. táblázat Budapest feltártságának statisztikai értékelése

A reprezentatív térképlap legjobban feltárt részén megvizsgáltuk a furások megoszlását hektáronként, mely adatokat ugyancsak a II. táblázat tartalmazza.

Az adatokat összehasonlítva igen jó egyezést tapasztalhatunk a területek nagyságának részarányát tekintve a 3 kategóriában. Megállapíthatjuk tehát, hogy a ritka feltártságúnak minősített kerületben is számítani kell jól feltárt részterületekkel, de jól feltárt kerületekben is előfordulhatnak a térképszerkesztés szempontjából alig feltárt területek. Ez egyben azt jelenti, hogy az észlelési pontok területegységre  $[\text{km}^2]$  eső fajlagos át-

lagértékével sem lehet egyértelműen kifejezni a feltártság fokát. Ezért a gyakorlatban a szélső értékek elhagyásával a terület kevéssé szórt 2/3-ára számított átlaga és az egyszerű átlag viszonyszámából képzett korrekciós tényező /a= 0,3 - 0,8/ bevezetését tartjuk célszerűnek. A kapott érték természetesen tovább finomítandó a minőségi értékelés korrekciós tényezőjével.

#### A feltártság minőségi kritériumai

A mérnökgeológiai térképszerkesztés szempontjából nyilvánvalóan csak azok a feltárások minősülnek teljes értékűnek, melyek a vizsgálat tárgyát képező összetett felületet elérték. Az építésföldtani, vízföldtani vagy egyéb szempontból vezérrétegnek minősített képződményben befejezett furások már csökkent értékűek, míg a vezérréteg fedőjében leállt furások csupán néhány kiegészítő térkép /pl. feltöltés vastagsága/ szerkesztéséhez vehetők figyelembe.

A reprezentatív vizsgálatra kiválasztott térképlapon az 1378 furásból a felület 416 furás érte el /30,2 %/, ami az egész térképlapra vonatkoztatva 16,6 furás/km<sup>2</sup> átlagos értéket jelent, 0-117 furás/km<sup>2</sup> szélső értékek között. A vezérrétegben 531 furás állt meg /38,6 %/, vagyis átlagosan 21,2 furás/km<sup>2</sup>. Sajnálatosan magas az alig felhasználható furások száma, 431 db /31,2 %/.

A vizsgálati eredményekből levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy a területi megoszlás véletlenszerűsége mellett a meglévő feltárási adatok mérnökgeológiai értékelhetősége, felhasználhatósága - mint minőségi faktor - is figyelembe veendő egy adott terület feltártságának meghatározása során. Az 1 km<sup>2</sup>-re eső átlagos furásszámból /x/ a felületet elérő furások száma esetünkben az

$$y = 0,36x - 3,06 \quad /1/$$

regressziós összefüggéssel fejezhető ki. Ismeretes azonban, hogy a terület 76,0 %-án a feltártság mindössze 15,6 furás/km<sup>2</sup> volt, s így az /1/ összefüggés alapján csupán 2,5 - 2,6 furás/km<sup>2</sup> felületet elérő furással számolhatunk. A hazai gyakorlatban a térképszerkesztéshez felhasznált feltárások 90 %-a furás, a további 10 % pedig egyéb mesterséges feltárás. Az értékszóródás szerinti súlyozáson belül a teljes értékű feltárási pontok hányadának meghatározása ennek ellenére azért emelendő ki, mert egy kritikus határértéken túl ezen nem helyettesíthető nagy számu, de részleges értékű feltárással. A reprezentatív térképlapon észlelt közel 1/3-os eloszlás egyszerű értékeléssel 50 %-os értékszóródást mutatna. A kívánatos feltártság megítélésénél teljes értékű észlelési pontok összeségéből nem lehet kiindulni és a 2. ábra 50 %-os értékű adattömeget tételez fel. Igy az alkalmazandó minőségi korrekciós tényező

$$b = 2y = 0,4 - 1,5. \quad /2/$$

#### A korábbi feltárások értékelése

A felvázolt problémák, vagyis a korábbi furások területileg szeszélyes megoszlása, valamint a mérnökgeológiai térképszerkesztéshez való felhasználhatóságuk eltérősége szükségessé tették, hogy a térképezés megkezdése előtt rendelkezésre álló feltártság viszonylag megbízható értékeléséhez korrekciós módszert alakítsunk ki. Az elvégzett részletes elemzések röviden ismertetett összefoglalásából is látható, hogy a nagy számok törvényére támaszkodva erre reális alap áll rendelkezésre.

Mielőtt megállapításainkat összefoglalnánk, hivatkoznunk kell azonban arra, hogy eddigi eredményeink kizárólag a feltártság sűrűségét és a furások térképszerkesztéshez való felhasználhatóságát veszik figyelembe a különböző méretarányú - és ebből következően eltérő pontossági követelményű - térképezés szempontjából. További elemzés válik szükségessé, hogy a legkülönbözőbb helyi természeti adottságok /földtani felépítés, hidrogeológia, geomorfológia, stb/ bonyolultsága és a feltártság kritériuma közötti összefüggés matematikailag is meghatározást nyerjen.

Ugy várjuk azonban, hogy a mérnökgeológiai térképezés megkezdése előtt a szükséges új feltárások és vizsgálatok helyes tervezhetősége, a meglévő adatok feldolgozásának ütemezhetősége s így az egész térképezési munka programjának az adott körülmények között elérhető legpontosabb meghatározása szempontjából a kidolgozott korrekciós módszer jelentős segítséget nyújthat.

A feltárási pontok egyenetlen területi eloszlása  $|a|$  és minőségi értékszóródása  $|b|$  alapján a redukált súlyozott feltártság,  $|F|$  számítására a következő összefüggés alkalmazható

$$F = a \cdot b \frac{N}{T}, \text{ ahol}$$

$N$  = összes feltárás száma

$T$  = a vizsgált terület  $|km^2|$ .

Az elemzett térképlap esetében  $|a| = 0,35$ ;  $|b| = 0,70$ / a redukált súlyozott feltártság 14 furás/ $km^2$ .

A 2. ábrával összevetve ez megfelel az 1:25 000 méretarányú térképezéshez szükséges átlagos feltártságnak, s így részletesebb térképezéshez kiegészítő feltárások szükségesek. A főváros területére elvégezve a korrekciós számítást, megállapítható, hogy az 1:10 000 méretarányú térképezéshez szükséges feltártság alsó határértéke  $|25 \text{ furás}/km^2|$  11 kerületben biztosítva van. Az egyes területrészek építésföldtani bonyolultsága miatt 5 kerületben  $|II, X, XI, XII, \text{ és } XVII,|$   $|35 \text{ db}/km^2$  észlelési pont sűrűség elérését tartjuk szükségesnek. A változatok szerint szükséges kiegészítő feltárásokról a 4. ábra ad tájékoztatást.

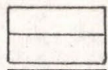
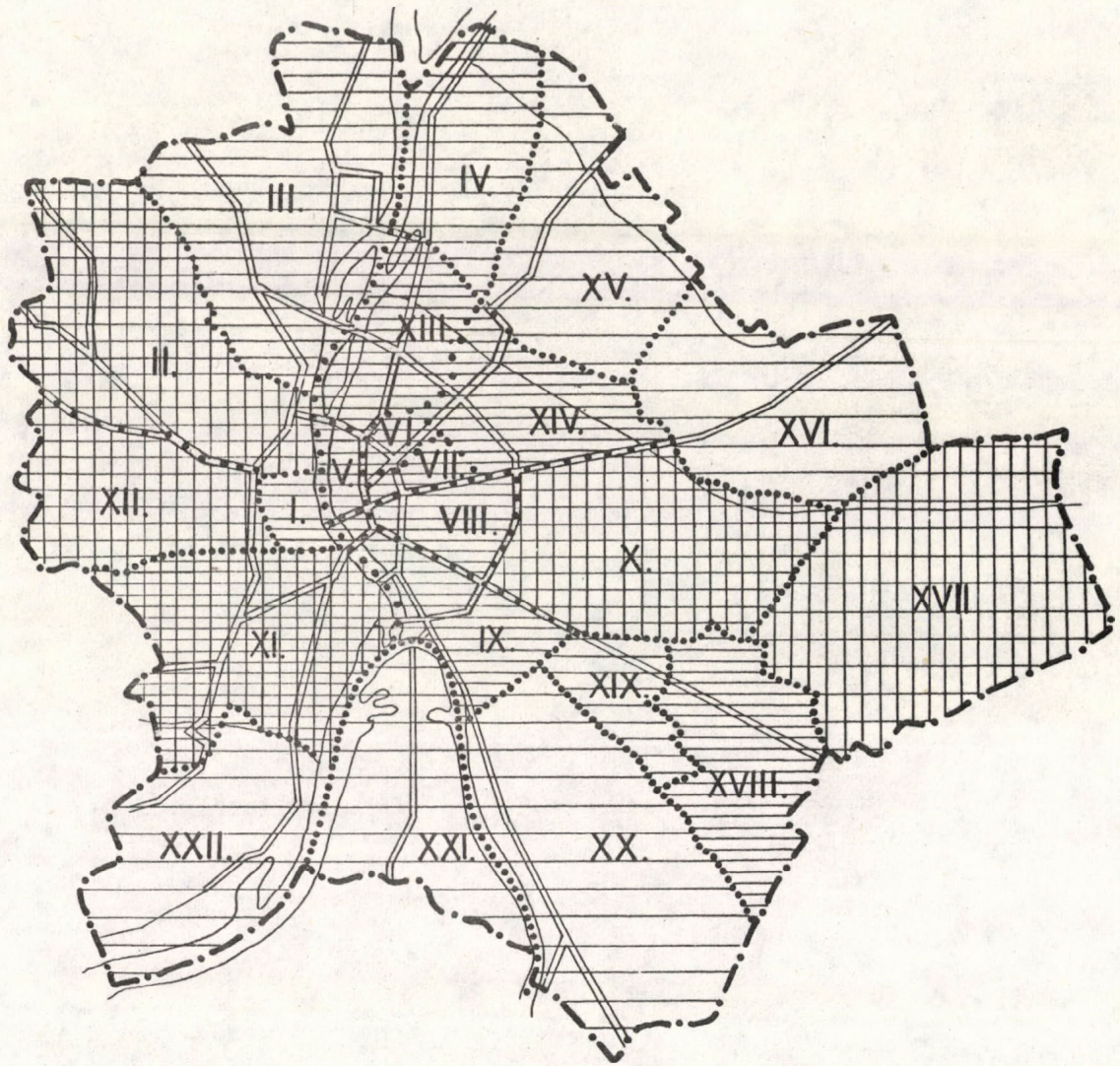
##### 5. Összefoglalás

A mérnökgeológiai térképezés megbízhatóságát a térképezés részletességével arányos feltártság biztosítja. A korábbi feltárások eredményének figyelembevétele igen fontos szempont, mivel a térképező munka gazdaságosságát alapvetően befolyásolja a meglévő adatok felhasználásának lehetősége.

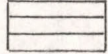
Mind a meglévő adatok, mind pedig a térképezés során létesítendő észlelési pontok  $|feltárások|$  súlyozása szükséges azonban a terület feltártságának jellemzésére, egyrészt az egyenetlen területi megoszlás  $|a|$ , másrészt azok információs tartalma, értéke  $|b|$  szerint.

A gyakorlati tapasztalatok szerint az ismertetett korrekciós módszer alkalmazása megszabja az elvégzendő mérnökgeológiai térképezéshez szükséges kiegészítő feltárások reális kereteit és biztosítja a térképezési munka optimális ütemezését.

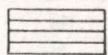
A rohamos urbanizáció következtében a meglévő városok fejlesztése és belső rekonstrukciója terén egyaránt jelentősen nő a mérnökgeológiai térképek műszaki és gazdasági szerepe. A rendkívül munka- és költségigényes mérnökgeológiai térképezés hatékonyságát alapvetően meghatározza a korábbi feltárási és vizsgálati adatok ismételt felhasználhatóságának és a szükséges új feltárásoknak az aránya. A régi feltárási eredmények mennyisége, területi megoszlása, minősége és felhasználhatósági értéke nagy szórást mutat. Ez viszont a térképezés méretarányát és megbízhatóságát determinálja. A tanulmány ezen problémák pontosabb megközelítésének, matematikai értékelhetőségének magyarországi eredményeivel foglalkozik.



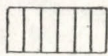
1-12 new borings/km<sup>2</sup>, required (1)



13-25 new borings/km<sup>2</sup>, required (2)



25 new borings are not required in case of simple geological conditions (3)



Because of the complication of the geological setting up 10 borings/km<sup>2</sup> new borings are required (4)



## MÉRNÖKGEOLÓGIAI KÉRDÉSEK AZ ALAPOZÁS KÖRÉBŐL

Paál Tamás

Az alapozások kérdése a mérnökgeológiának csak az egyik, viszonylag kis területét jelenti. A kérdés azonban önmagában nem vizsgálható, mert rendkívül szoros kapcsolatban van a mérnökgeológia igen sok más területével. Az egyes épületek, vagy lakótelepek telepítési kérdéseitől kezdve, a lakótelep teljes felépítése után kialakuló új hidrogeológiai viszonyokig mindent vizsgálni kell akkor, amikor tulajdonképpen "csak" alapozások mérnökgeológijával foglalkozunk.

A következők ennek a szűk és mégis szerteágazó kérdéscsoportnak néhány problémáját kívánják röviden érinteni.

### Mérnökgeológia és talajmechanika

Az alapozások kérdésénél különösen gyakran felvetődhet az a gondolat, hogy vajon nem csupán a talajmechanikára van-e szükség a helyes műszaki megoldás kialakításához?

Ha szabad a kérdést tulságosan leegyszerűsíteni, akkor azt lehet mondani, hogy a talajmechanika a kicsiből halad a nagy felé, viszonylag kis talajminták vizsgálatából következtet a teljes rétegösszlet viselkedésére. Ezzel szemben a geológia, és így a mérnökgeológia is, általában a nagyból halad a kicsi felé, a terület felépítését, a rétegek keletkezését vizsgálja először. Helytelen volna vitatni, hogy bármelyik is helyesebb, mint a másik, mert egyrészt vannak olyan esetek, melyek eleve az egyik, vagy másik megoldást helyezik előtérbe, másrészt általában mindkettőre szükség van.

A két tudományágat művelő szakemberek együttműködéséhez a leghelyesebb, ha mindkét fél igyekszik elsajátítani a másik szemlélet-módot is és így hozza létre a legszorosabb kooperációt.

### A geológiai viszonyok és a telepítés kérdése

#### A.

Az alapozási kérdések mérnökgeológiai vonatkozásai közül tulajdonképpen ez a legjelentősebb. Egyes épületek, vagy kisebb épületcsoportok esetén a környezet beépítési adottságai olyan nagyfokú kötöttséget jelenthetnek, hogy a mérnökgeológiai szemlélet háttérbe szorulhat. Lakótelepek, vagy különösen városrész nagyságu új települések esetén azonban már nem lehet semmi olyan kötöttség, amely ezt indokolná. Ezért feltétlenül biztosítani kell, hogy a telepítési-, beépítési-tervek ne csak a városrendezés, az esztétika, stb. szempontjait vegyék figyelembe, hanem a mérnökgeológiai adottságokat is.

A leghelyesebb az lenne, ha az eljövendő település helykijelölése előtt már - attól függetlenül - mérnökgeológiai atlaszok, szakvélemények állnának a tervezők rendelkezésére. Természetesen ez a legköltségesebb előkészítés is, mivel igen nagy területre kellene az előzetes feldolgozást elkészíteni, olyan területekre is, amelyek a későbbiek során valamilyen okból nem jöhetnek szóba.

A következő lehetőség az, hogy a leendő település közelítőleg meghatározott környezetében készül mérnökgeológiai előkészítés. Ebben a stádiumban, még a település belső konstrukciója nincsen eldöntve, tehát figyelembe vehető a terület mérnökgeológiai felépítése. Gazdaságossága miatt ez a megoldás tekinthető ma reálisnak és minden körülmények között betartandónak.

Sajnos ma még igen gyakori - nemcsak Magyarországon-, hogy már kész építészeti kialakítás után kezdődik a mérnökgeológiai vizsgálat. Ez esetben a helyszíni adottságainak figyelembe vétele már csaknem lehetetlen, tehát a gazdaságosság feltétlenül csorbát szenved.

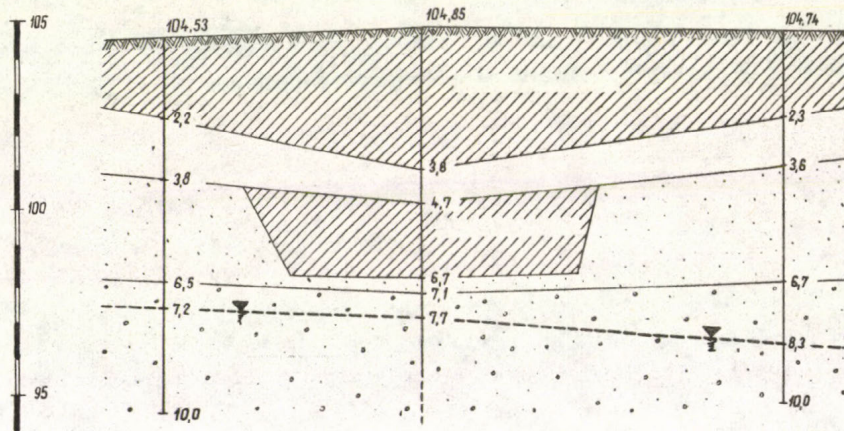
B.

A geológia és a telepítés kérdéseinek van egy érdekes "nagyvárosi" problémaköre, amelyk éppen az urbanizáció világméretű növekedése miatt általánosnak tekinthető. Ez az ún. kedvezőtlen területek beépítési kényszerűsége. A nagyvárosi fejlődés ugyanis elkerülhetetlenül azzal jár, hogy a mérnökgeológiai szempontból kedvezőbb adottságú területek fokozatosan elfognak és a város kénytelen igénybe venni a korábban üresen hagyott kedvezőtlenebb területeket is. Ugyancsak e kérdéscsoportba tartozhat az elavult beépítési területek rekonstrukciója is, mivel a régi, alacsonyabb beépítésre való alkalmasság nem jelenti feltétlenül ugyanezt a magasabb épületek esetére is.

B.1.

A kedvezőtlen területek két jellegzetes típusa a tőzeges és feltöltés terület, melyen az alapozás nehézségei sok tekintetben közösek. A tőzeg lazasága miatt rendkívül összenyomható, szervesanyag tartalma következtében anyagában sem állandó és keletkezésének körülményeitől függően általában szeszélyes elhelyezkedésű. A feltöltés antropogén réteg - általában szintén laza és átalakuló anyag, de elhelyezkedése már többször jobban körülhatárolható, főleg nagyobb vastagság esetén.

A feltöltéseknek egyik nehezebben felismerhető fajtája az, ha több ezeréves kulturréteg természetes talajréteggel /pld. ártéri üledékkel/ borítottan jelentkezik. Ilyen esetben a természetes fedőréteg folytonossága bizonyíthatja a mélyen lévő feltöltésréteg antikvitását. Az ilyen feltöltés mesterséges eredete ellenére már nem tulajdonképpen kedvezőtlen alapozás szempontjából.



1. ábra Római kori kulturréteg ártéri üledék alatt az Óbudai-lakótelepen

Mind a tőzeg, mind a feltöltés esetében két lehetőség kínálkozik az alapozásra:

- a) alapozás a kedvezőtlen réteg alatt,
- b) felszinközeli alapozás,

Mindkét lehetőség szorosan összefügg épületszerkezeti kérdésekkel.

ad a) A kedvezőtlen réteg elkerülését jelentő mélyebb alapozás lehet szó szerint mélyalapozás /cölöp, kut, stb./, vagy mélyített sicalap, esetleg résfal. Bármelyiknek az alkalmazása esetén viszonylag költséges az alapozás, tehát ha már ilyet kell létesíteni, akkor gazdaságos nagyobb terhelésű magaspépületeket, toronyházakat



készíteni. Ezek ugyanis önmagukban is inkább igényelnek komolyabb alapozást s emellett nagyobb igénybevételükkel jobban biztosítják az alapozás teherbíróképességének kihasználását.

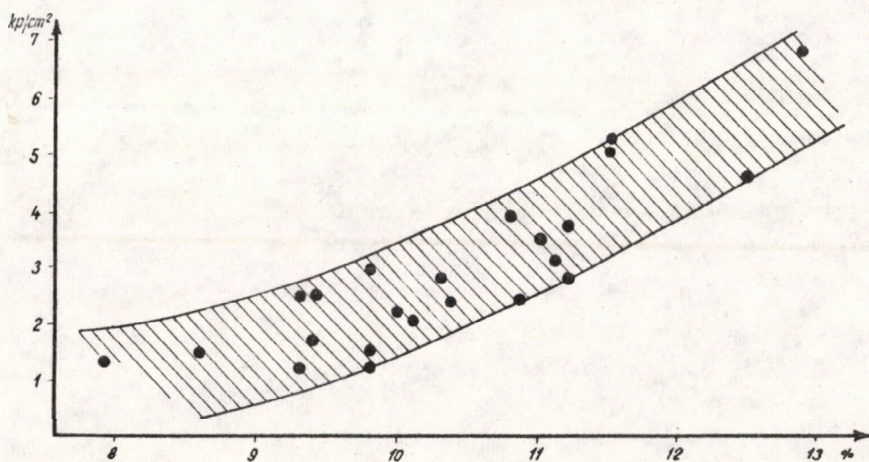
ad b) A felszínközeli alapozás annak tudomásulvételét jelenti, hogy az épületszerkezet viselni kénytelen mindazokat a hatásokat, melyek a kedvezőtlen rétegződésből származnak. Ez bizonyos kötöttséget jelent az épület típusát illetően, de az épület merevségének kellő fokozásával, illetőleg olyan szerkezet megválasztásával, amely a mozgáskülönbségekre kevésbé reagál, sokszor megoldhatók a nehézségek. Tőzeg esetén néha előfordul az a szerencsés eset is, hogy a szerves réteget pld. futóhomok borítja be. E fedőréteg kellő vastagsága, valamint a tőzeg közel egyenletes volta esetén lehet a homokot puffer-rétegnek is tekintve, egészen felszín közelben alapozni. Az ily módon történő alapozás mellett kisebb repedések keletkezhetnek, ez azonban a gazdaságosság szem előtt tartásával megengedhető. Tőzeg felett, vagy közvetlenül tőzegen alapozott épületeknél számítani kell arra, hogy a talajvíz szintjének olyan mértékű leszállása /rendkívüli száraz idő, vagy mesterséges hatás miatt/, amely mellett már a réteg kapilláris uton történő vizutánpótlása is megszűnik, a tőzeg kiszáradását s ezáltal nagymértékű összenyomódását okozhatja. Az önsúlyból származó hatékony feszültség megnövekedése miatt ugyanis a tőzeg jelentős kompressziót szenved s külső teher esetén ez még fokozódik. A réteg újra elárasztása esetén csak minimális expanzióra lehet számítani.

### B.2.

Alapozás szempontjából lehet kedvezőtlen, vagy legalább is nehézségeket okozó az agyagos rétegződésű terület. A legfontosabb két kérdés ilyen területeken

- a) a talaj térfogatváltozó tulajdonsága,
- b) a lejtőmozgások veszélye.

ad a) Montmorillonitban dusabb agyag esetén, ha a víztartalom nagyobb mértékű változására lehetőség van /napos domboldal, mélyen fekvő vagy időszakos talajvíz, stb./, a talajréteg felszíni, kb. 2 m vastagságú részében duzzadás és zsugorodás váltakozása jön létre. A budai "kiscelli" agyag elnedvesedésének hatására bekövetkező duzzadási nyomás összefüggését a lineáris zsugorodással a 2. ábra tünteti fel. A térfogatvál-



2. ábra Összefüggés a duzzadási nyomás és a lineáris zsugorodás között

tozás a felszín közelében alapozott, és elsősorban az alacsony fajlagos terhelésű épületeknél okoz problémát, mivel az alternáló mozgás az épületszerkezetek károsodását idézi elő. Az okok ismerete egyúttal a nehézség kiküszöbölésének útját is megszabja, mert kellő alapozási mélység és többszintes, vagy legalább is nagyobb merevségű falszerkezet esetén károsodás nem keletkezik.

ad b) Lejtőmozgás kétféle képpen jöhet létre. Az egyik lehetőség, hogy a rétegekben a nyirófeszültség a nyirószilárdság fölé nő, a másik, hogy a nyirószilárdság a nyirófeszültség alá csökken.

A mozgások létrejöttének bármelyik típusa általában csak kedvezőtlen rétegfelépítés esetén várható. A legkedvezőtlenebb feltétlenül a lejtő irányába dőlő rétegződés. Lehet azonban nehézség önmagában kedvező dőlésű alapréteg esetén is, mivel a lejtőket - kevés kivétellel - lejtőtörmelék fedőréteg borítja, mely már mindenképpen a lejtő irányában dől.

A nyirófeszültség növekedése a lejtő megterheléséből származhat leginkább, ami új építmények terhéből, terprendezéssel kapcsolatos feltöltésből adódhat. Előfordulhat, hogy valamely vízfolyás vagy szivárgás természetes útjának elzáródásából a pórusvíznyomás rendkívüli megemelkedése következik. Ez az eset már átvezet a nyirószilárdság csökkenésének típusához, amely gyakorlatilag mindig a víz hatására bekövetkező állapotromlásból származik.

Az emberi beavatkozás a természetes egyensúlyú lejtők esetén mindig rendkívüli óvatosságot és gondos előkészítést igényel. Ha a feszültségek növekedése elkerülhetetlen, akkor mindenképpen biztosítani kell a szilárdság arányos növekedését, ami legtöbbször a víznek szivárgók beépítése után történő elvezetését jelenti.

### C.

Érdekes mérmökgeológiai kérdések adódhatnak az alapkőzettel kapcsolatban is, pedig általában az a hiedelem, hogy az e rétegen történő alapozás egyúttal a nehézségek csökkenését is eredményezi. /Alapkőzetnek e vonatkozásban azt a nagyobb vastagságú, idősebb geológiai kora réteget nevezzük, amely a felszíni rétegek nagyobb területű, egységes alapja./

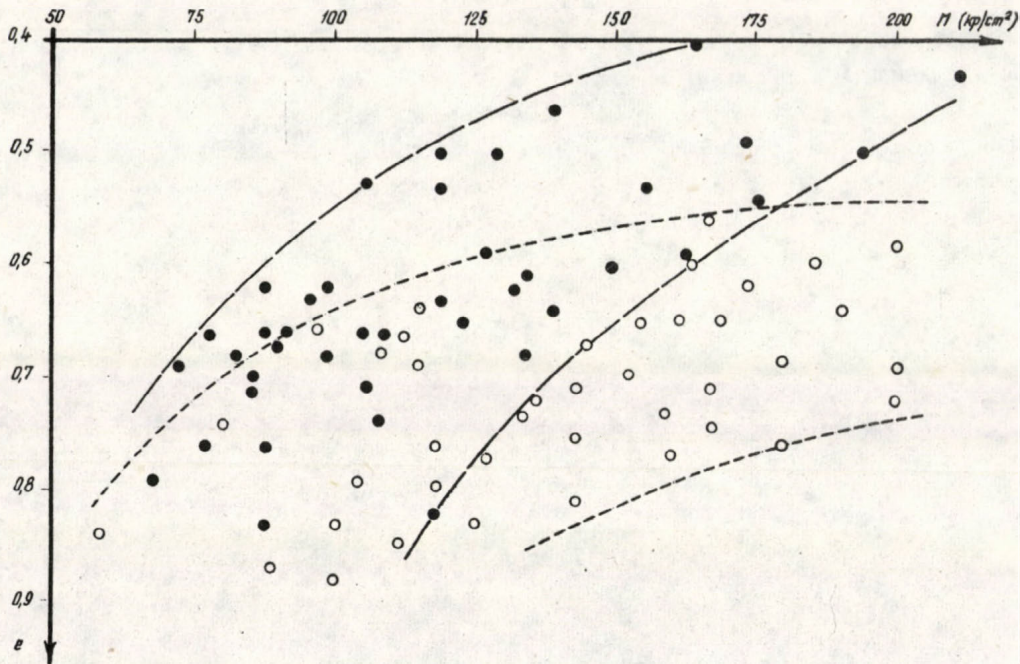
#### C.1.

A fenti definíciójú alapkőzet - geológiai szemlélet nélkül - sokak számára legalábbis közel azonos tulajdonságú, egységes réteg kellene legyen. Pedig az azonos geológiai kora és eredetileg azonos kifejlődésű rétegösszlet ma már nem feltétlenül azonos minden szempontból, mivel a réteget ért utóhatás lehet helyről-helyre más.

Két, egymástól alig 1 km-re lévő budapesti lakótelep példáján jól látható e kérdés fontossága. Mindkét lakótelep a középső oligocén kori "kiscelli" agyag területén fekszik. Ez a több száz méter vastagságú agyagréteg keletkezését követően kiemelkedett a tengerből és azóta állandóan szárazföldön van e két lakótelep területén. A hosszú szárazföldi periódus alatt az atmoszferiliák hatására a rétegösszlet felső része átalakult, a mállási folyamatok során az eredeti kékesszürke színe sárgává válik. Így maradt fenn az agyag az Órmezei lakótelepen.

A másik területen, a Kelenföldi lakótelepen viszont a pleisztocén kori Duna-folyam rendkívüli eróziója következtében az agyag átalakult, sárga része teljesen lepusztult, sőt az erózió a kékesszürke agyagba is mélyen belevágott. A későbbi ártéri üledékek megvédték az atmoszferiliáktól az agyagfelszínt, tehát itt már a felső részek is közel olyan tulajdonságúak, mint az agyagösszlet mélyebben lévő részei. Így a kékesszürke agyag vizsgálata szabályos összefüggést mutattak: a tömörebb agyag összenyomhatósága kisebb. A vizsgálati szórás viszonylag szűk tartományra korlátozódik.

Az előbbi lakótelepen viszont, ahol az agyag átalakulásának kémiai vonatkozású része /a vasvegyületek oxidációja/ már az egész sárga rétegben végbement, a lazulás mértéke pontról-pontra más. Ez a változottság valószínűleg az eredeti struktúra sajátosságaival és a behatások egyenlőtlenségével magyarázható. Így jött létre az a helyzet, hogy azonos tömörség mellett az összenyomhatóság lényegesen jobban változik, mint a bomlatlan kékesszürke agyagnál.



3. ábra Az összenyomódási modulus és a hézagtérféző összefüggése

Az eredetében azonos kiscelli agyag jelenlegi különbözőségét jól mutatják az alábbi adatok:

	$e_{min}$	$e_{max}$
kékesszürke /eredeti/ agyag	0,40	0,83
sárga /bomlott/ agyag	0,55	1,0

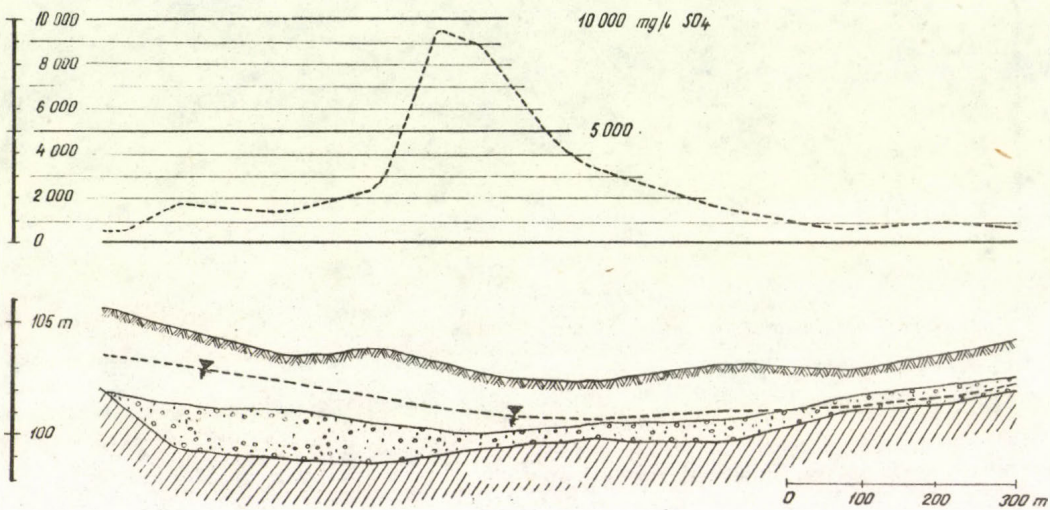
### C.2.

Ugyancsak az alapkőzetek átalakulásával kapcsolatos a másik kérdés, amely összefügg a B.1. alatt tárgyalt feltöltéses kérdésekkel. Viszonylag puha, jól megmunkálható mészkőréteg felszínén az atmoszferillák hatására mállás indul meg. Ez a mállás a kőzet rész helyzetétől, fedettségétől függően változó vastagságú réteget érint, s ennek során a kőzetanyag kőporrá, mészsizappá alakul át. A jó megmunkálhatósága miatt építőkönek igen alkalmas anyagot természetesen már régóta fejtlk. A bányászkodás csak a kemény kőzetanyagot keresi, a málladék meddő. Az évszázadokon át folyó fejtés során a meddőt mindig a lehető legkisebb távolságra, közeli, felhagyott bányarészekbe rakták. Ily módon a mészkő fölött ma lévő kőpor és mészsizap lehet természetes málladék az eredeti helyén, és lehet bányameddő, ugyanaz az anyag áthalmazott állapotban. Az elsődleges és másodlagos fekvésű anyag tulajdonságai közötti különbség alapozási jelentőségét nem kell kiemelni, ugyanakkor viszont a kétféle anyag megkülönböztetése a legnagyobb nehézségekbe ütközik. A málladék eredeti fekvésben is laza, de szerkezetes anyag, áthalmazott formájában is lehet hasonló lazaságú, de szerkezete nincsen, tehát terhelésre, víz hatására egészen másképpen viselkedik. A kétféle fekvésű anyag megkülönböztetése esetlegesen megtalálható "idegen" anyagok alapján lehetséges csupán, de ezek hiánya nem biztosít az eredeti fekvésről.

### Hidrogeológiai kérdések

A hidrogeológiai adottságok, illetve az építés hatására megváltozó hidrogeológiai viszonyok is többféle nehézséget okozhatnak.

A már említett Kelenföldi lakótelepen a folyami erózió az agyagfelszínbe teknő-szerű mélyedést vágott. A későbbi ártéri üledékek a teknő hosszirányú vízáramlását minimálisra csökkentették, s így a talajvíz csak kismértékben szivárog. Az agyagban lévő finom eloszlású piritszemcsék oxidációja és más ásványok /földpátok, biotit, klorit/ bomlása következtében gyógyhatású keserűvíz jött létre, a talajvíz  $\text{SO}_4$ -tartalma rendkívül megnőtt. A legmagasabb agresszivitás /4-10 000 mg/liter  $\text{SO}_4$ / az agyagteknő közepe táján volt található. A lakótelep épületalapjainak agresszivitás elleni védelme sok szerkezeti nehézséget okoz és erősen befolyásolja az alapozás módját is.



4. ábra A talajvíz agresszivitása a Kelenföldi-lakótelepen

Az építkezések, különösen a nagyobb lakótelepek építésének hatására ideiglenesen megváltozó hidrogeológiai viszonyokra éppen a fenti lakótelep lehet az egyik példa. A csaknem lefolyástalan és lapos agyagteknőben építés előtt a talajvíz igen magasra, időnként a terepszintig emelkedett. Az első néhány épület alapozása során még nagyfokú talajvízszintsüllyesztésre volt szükség. Később azonban egyre kedvezőbb lett a helyzet, a talajvízszint nagymértékben leszállt, mivel az agyagteknőből fokozatosan kifogyott a talajvíz.

Hasonlóan ideiglenes talajvízszint csökkenés következhet be oly módon is, hogy a lakótelep építése előkészítéssel indul meg, s ennek során először a csatornahálózatot építik ki. A csatornák nagyobb mélységük miatt jelentős talajvízkivételt igényelnek, ami száraz időjárással párosulva nagymértékű talajvízszintsüllyedést eredményezhet esetleg nagyobb területen is. Természetesen mindkét esetben a talajvíz lesüllyedése csak ideiglenes jelenség és az építés előrehaladásával fokozatosan megszűnik.

A nagyobb települések ugyanis a hidrológiai viszonyokat általában inkább pozitív értelemben szokták befolyásolni, vagyis a talajvízszint emelkedik a beépítés hatására. Ennek természetes oka az, hogy a vegetációt kiirtják, vagy legalább is erősen csökkentik, a felszín burkolásával szintén csökkentik a párolgást.

Igaz, hogy a csatornázás a lehulló csapadékot is részben elvezeti, ez azonban kisebb hatású, mivel a talajvíz szintjét nemcsak a helyi csapadék, hanem a talajvíz áramlás is befolyásolja. A növényzet, a parkterületek locsolása szintén pozitív hatású, továbbá az is, hogy korábban a házi kutakból történő vízfogyasztás megszűnik a hálózati víz bevezetésével. Mindezekon kívül sajnos az is előfordul, hogy a vízcső és csatorna hálózat hibái következtében jut jelentős mennyiségű víz a talajba, szinte vízdombot okozva a település alatt.

#### Összefoglalás

Az alapozási vizsgálatok legnagyobb része tehát nem nélkülözheti a mérnökgeológiai szemléletet, a nagyobb összefüggések áttekintését. A korlátozott terjedelem miatt vázlatosan említett kérdések is igazolják, hogy csak a különböző szakemberek szoros együttműködésével valósítható meg a helyi viszonyok és az épületek összhangja, a létesítmények gazdaságossága.

## KÖZÉPSZERKEZETI ELEMÉK /DISZLOKÁCIÓK/ KÖZETÁLLÉKONYSÁGI JELENTŐSÉGE

Szlabóczky Pál

### 1. A földtani szerkezeti elemek felosztása

A földtani szerkezeti elemek - jellemző méretek nagyságrendje alapján - három csoportba oszthatók:

- /10 m/ - /km/ nagyságrendűek a nagy szerkezeti elemek, a klasszikus földtani értelemben vett egyes tektonikai törésrendszerek, geomorfológiai elemek távolságai. Ezek építésföldtani hatását általában a földtan vizsgálja;
- /cm/ - /m/ nagyságrendűek a középszerkezeti elemek, a mechanikai értelmezésű Mohr-féle törési rendszerek /litoklázisok/, réteglapok, fosszilis csuszási lapok, közbetelepiülések távolságai. Ennek vizsgálata a mérnökgeológia feladata;
- /mm/ és ennél kisebb nagyságrendűek a kis szerkezeti elemek, a kőzetek /talajok/ alkotó szemcséi, ásványai, koagulált morzsái, a köztük kialakult pórustér jellemző méretei. Ezt vizsgálja a talajfizika.

A tanulmány a középszerkezeti elemeknek /mint földtani jelenségeknek/ az építésföldtani hatását vizsgálja Magyarországi tapasztalatok alapján, kvalitatív módon, csak fiatal kora földtani kőzetekben. Utóbbi alatt laza, vagy alig cementált neogén és kvarter üledékeket értünk: sekély tengeri homokos, agyagos, tufitos üledékösszleteket, szárazföldi agyagokat, löszöket.

### 2. A középszerkezeti elemek jelentősége

Az építési célú kőzetállékonysági vizsgálatok legtöbbször homogén, kvázi izotróp kontinuumnak /egységes masszának/ tekintik a deformálódó kőzettömeget.

A méretezések alapja a  $\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi + c$  Mohr-féle törési feltétel, ahol az egész kőzettömeg állékonyságát az előbbi értelmű massa  $\phi$ -vel és  $c$ -vel jellemzett belső ellenállásából vezetik le, úgy mindha a terhelést a kisszerkezeti elemek vennék fel.

A betűk jelentése:  $\tau$  = nyíró /csuszató/ feszültség  
 $\sigma$  = normál /derék/ feszültség  
 $\phi$  = belső surlódás  
 $c$  = látszólagos kohézió.

A mélyépítő mérnöki gyakorlatban állékonysági kérdéseket okozó  $100 - 10\,000 \text{ m}^3$  nagyságrendű föld /továbbiakban kőzet/ tömegekben a fellépő külső deformáló erők hatására a tönkremenetel nem a kisszerkezeti, hanem a középszerkezeti elemek mentén indul meg. Ennek általános mechanikai oka az, hogy utóbbiak mentén a kőzet belső ellenállása kisebb, mint a massa belsejében, mivel  $\phi_p < \phi_m$ ;  $c_p < c_m$ ; és így  $\tau_p < \tau_m$ , ahol  $p$  index az általában sík formájú középszerkezeti elem tényezőit,  $m$  index a massa, a kisszerkezeti elem tényezőit jelöli.

Az előbbi alapvető megállapítás nem szorul különösebb bizonyításra. Nyilvánvaló, hogy ha egy elemi részekből /szemcsékből, ásványokból, koagulált morzsákból/ álló massa bármilyen kis vastagságu, de összefüggő hézagfelületet, /törési síkot/ tartalmaz, e mentén az elemi részek egymásba kapcsolódásából adódó belső ellenállás már kisebb lesz, mint a folyamatos anyagban. Csökken a szemcsék felfekvési felülete  $|\phi = f(dF/dA)|$  és a különféle vonzások hatása  $|c = f(dr^n)|$ .

A betűk jelentése:  $F$  = külső erő  
 $A$  = hatásfelület  
 $r$  = elemi részek távolsága  
 $n$  = hatványkitevő

Igy tehát a kőzettömegre ható terhelés nem a massa, hanem a középszerkezeti elem /továbbiakban diszlokáció/ belső ellenállását győzi le és a tönkremenetel ezek mentén indul meg. Vagyis a kőzettömegben a deviátor feszültség már a massa törési határgörbéjének elérése előtt törést hozhat létre.

A mechanikai szemlélet mellett a diszlokációk állékonysági hatásánál igen lényegesek a hidraulikai szempontok is. A kőzettömegben tárolt víz a nem cementált, vagy újra éledő diszlokációk mentén kisebb ellenállással szivároghat, mint a massa pórusaiban, mivel itt a víz utjának tekervényessége /tortuózitása/ tört része a pórusbelinek és így a nyomás gradiens a diszlokációs síkok mentén nagyobb. A diszlokációk menti másodlagos vízszivárgás a szakirodalomból közismert rétegbeázásokat okozza.

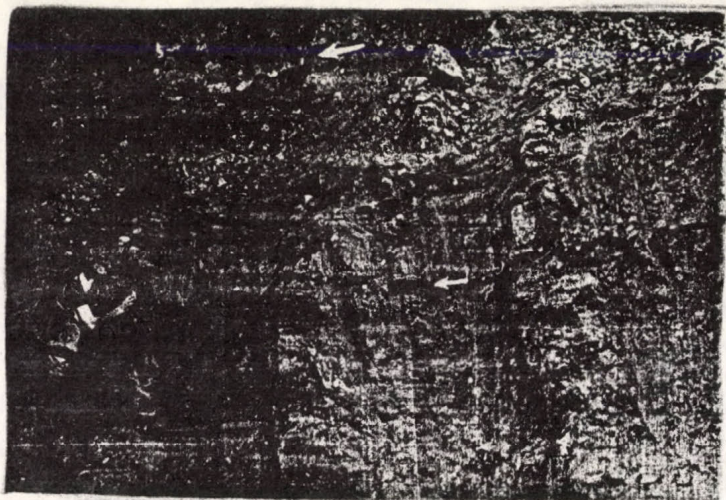
A kőzetrések víznyomása szempontjából lényeges azok szélessége is, mivel eszerint alakul ki bennük az állékonyságot növelő kapilláris feszültség, vagy azt csökkentő hidrosztatikus víznyomás. /2/

### 3. A középszerkezeti elemek főbb típusai

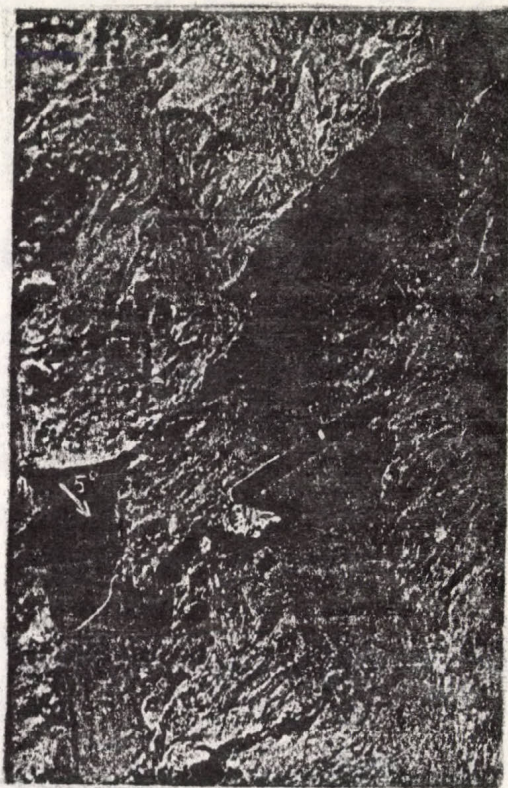
Természetes hatások következtében a kőzetben az alábbi diszlokációk a leggyakoribbak.

#### 3.1. Réteglapok

Ezek állékonysági szerepét már a talajfizikán alapuló geotechnikai állékonysági vizsgálatok is régóta tárgyalják. /Rétegcsuszás/. Az ezek mentén elmozduló kőzettömeget viszont egységesnek veszik, nem tekintve, hogy az elmozduló tömeg is egy diszlokációs rendszer. /1. és 2. képek/

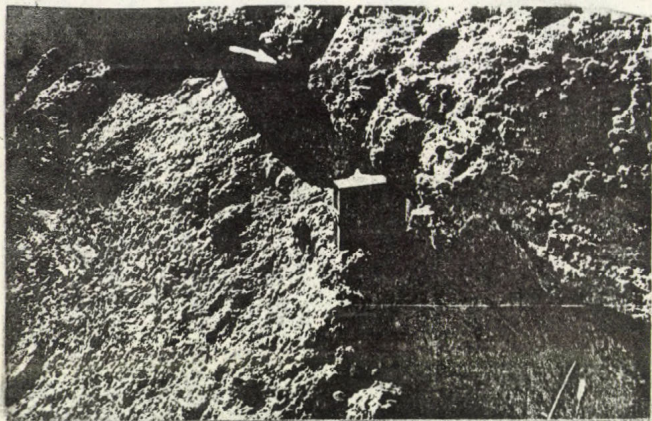


1. kép Rétegződés mentén, a dőlésiránnyal szemben becsuszó földtömeg. Külfejtési nyitóárok fejtési homlokrézsi Ny-i felén 1969. októberben.



2. kép Az 1. kép csuszólapja alulról.

A réteglapok menti belső ellenállás jellemzők meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy két réteg határán, fizikokémiai okok miatt egy új harmadik réteg alakulhat ki, amelynek  $\phi$  és  $c$  értékei a határoló két rétegnél jobbak, /cementáció/ és rosszabbak /agyagosodás/ is lehetnek. Így egy réteghatár a ráható feszültségeket irány- és nagyság változással adja tovább. /3. kép/



3. kép Agyagos kavics, pleisztocén /felül/ és iszapos homokpannon /alul/ rétegek határa /bányászkom-pasznál/. Külfejtési nyitókák Ny-i oldalrészü 1969. októberben.

### 3.2. Fosszilis csuszások

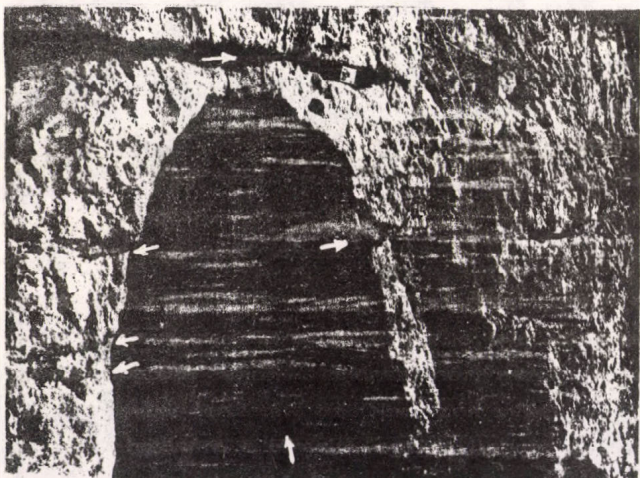
Ezek hazánkban legtöbbször kvarter agyagos, löszös rétegekben okoznak állékonysági problémát, /4. kép/. Ilyen felépítésű területeken viszonylag igen kedvező profilu földművek képezhetők ki, miközben egyes szakaszokon ismételt beavatkozással sem sikerül az állékonyságot biztosítani, holott látszólag az egész összlet azonos felépítésű. Az ilyen esetek jelentős része a földtörténeti múlt csuszási nyomaira /fosszilis csuszólapok jelenlétére/ vezethető vissza.

Ezek felkutatását könnyíti az a tapasztalat, hogy a kvarter fosszilis csuszólapok kialakulása olyan "jégközi" /inter/ időszakok jellegzetes fosszilis talaj közbetelepüléseiben a leggyakoribb, amelyek közelében vízvezető közbetelepülés /homok-, kavicszsínór, szemcsés völgykitöltődés/ is található. Ilyen réteg regionálisan képződhetett hazánk területén, az Ó-holocén végén a "tölgy" időszakban, amikor a mainál melegebb, csapadékosabb éghajlat hatására a térszint legtöbb helyen borító löszös, agyagos üledékösszletbe egy humuszos réteg telepiült közbe, amelyet legtöbb helyen egy szemcsés rétegcsík is kíséri. Ez a réteg így a lejtős térszíneken az egykori



4. kép Negyedkori fosszilis csuszólap kiujulása, Miskolci szentpéter kapul lakótelepen 1968. decemberben.

csuszások preformációjává, a mai csuszás kiujulások okozójává válhat. /5. kép/



5. kép Homokos közbetelepülés kifomálódása peremi löszben. Arnóti pincesor É-l végén. 1971. januárjában

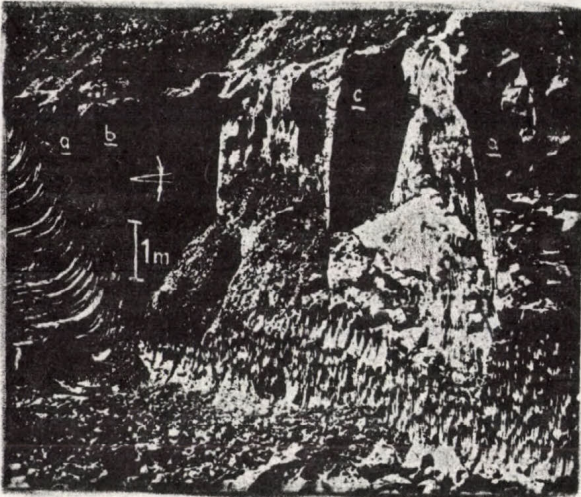


### 3.3 Közbetelepülések

A homogén anyagu rétegekbe beépült vékony /cm-dm/ eltérő anyagu közbetelepülések önmagukban nem diszlokációk, de a kőzetben mindig jelenlevő feszültség /egyensúlyra törekvés/ miatt azzá válnak.

A vízvezető zsinórrétegről már említést tettünk. Ezek kvarter üledékekben záporok hatására keletkeznek. /5. kép/.

A rossz állékonyaságu plasztikus, agyagos, szerves közbetelepülések hatását a szakirodalom bőven tárgyalja. Jellemző kifejlődése a pannon sekély tenger egykori partszegélye. Kevésbé tárgyalt, de lényeges közbetelepülési típus a talajok felhalmozódási, sókiválásos "B" szintje. Ez a domboldalakon a beszivárgó víz hatására keletkezik, hulló por eredetű, löszös, ezáltal meszes üledékekből, csapadékosabb /inter/ időszakokban. /6/



6. kép

Litoklázis rendszer alsó pannon aleuritban. Mályi agyagbánya ÉNy-i sarkában 1969. októberben.

A talajba gravitációsan beszivárgó lágy csapadékvíz a felső deciméterekben kioldja a mészsókat és lefelé szivárog, miközben egyre inkább kapilláris vízmozgássá alakul. /2/ Ez a vízben huzást okoz, ami a feloldott sók kicsapódását, mészkonkréció keletkezését jelent.

A nagy mésztartalmu rétegekben a /+/ töltésű Ca kationok koagulálják a /-/ töltésű agyagásványokat, így a talajt morzsálékossá teszik, ami rétegmenti gravitációs szivárgást tesz lehetővé. A dombok talajvízszint feletti káros vízszivárgásainak ez az egyik oka.

Igy a meszes szintek - vízvezetési szempontból - szintén diszlokációknak foghatók fel.

### 3.4. Mohr-féle síkok

A kőzetállékonyaság szempontjából a földtörténeti múltban kialakult Mohr síkok a leglényegesebb diszlokációk, viszont a különböző méretezések ezt nem igen veszik figyelembe.

Az eredetileg leülepedett kőzetösszletekre /massza tömegekre/ a kőzettel való válás /előtörténet során/ különféle erők hatottak úgy a tengeri, mint a szárazföldi üledékeknél. Ezek közül a legnagyobb belső feszültség változást: a víztelenedés, az általános /epirogenetikai/ kéregmozgás és az eróziók okozták. Ezek együttes eredménye a kőzetek természetes Mohr-féle síkrendszere, /6. kép/ amit a geológiai szóhasználat litoklázis rendszernek nevez.

A felszínközeli néhány 10 m mélységű Mohr síkok hajlása leggyakrabban  $60-70^\circ$ , ami nagyobb a kőzetre számítható  $45^\circ + \phi/2$  értéknél. Ezt a kőzet belső ellenállásának  $\phi/2$ -től lényegesen nagyobb értéke és a törő feszültségek húzási jelleggel okozhatják.

A Mohr síkrendszer - az emberi beavatkozást követő feszültség növekedésére - aktiválódik. 1. fejezet szerinti miatt, a kőzetmozgás ezek mentén indul meg. Közel függőleges dőlésük miatt igen lényeges a beszivárgás közvetítő szerepük a mélyebb rétegek /pl. víztelenített rézsű/ felé.

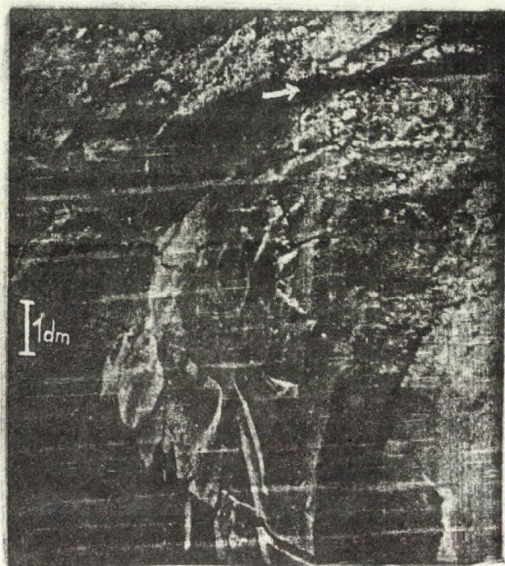
A Mohr sikrendszer elhelyezkedése a feszültségi viszonyokon kívül a kőzetanyagtól is függ. Eddigi tapasztalataink szerint a lazább, szemcsésebb kőzetekben ritkább, zártabb és laposabb síkokból, kötöttebb agyagosabb kőzetekben sűrűbb, nyitottabb és meredekebb síkokból áll a sikrendszer.

#### 4. Következtetések

Az előbbi fejezetben felsorolt földtani képződmények laza, vagy alig cementált üledékekben diszlokáció rendszeret alkotnak, amelyek a kőzet állékonyságát alapvetően befolyásolják.

Igy pl. az egyszerű csuszás szakaszai diszlokációs szempontból:

Első szakasz: a külső eredetű feszültség változás hatására a meglévő diszlokációk mentén elemi elmozdulások keletkeznek. /Rugalmas alakváltozás a diszlokációk mentén, nincs alakváltozás a masszában./ /7. kép/



7. kép Rétegsík mentén megcsuszott agyagos tömeg már összetört /felül/ és még rugalmas /alul/ állapotú részek. Mályi agyagbánya ÉNy-I sarka 1970. májusban

Második szakasz: a megmozdult kőzettömbben a diszlokációk általánosan mozognak. /Képlékeny alakváltozás a diszlokációk mentén, rugalmas alakváltozás a masszában./

Harmadik szakasz: a diszlokációk ellenállása megszűnik, a mozgó tömeg terhelését a massa viseli. /Törés a diszlokációban, képlékeny alakváltozás a masszában./

Tartós csuszás szintén a diszlokációk miatt következhet be.

Első szakasz: a csuszás sebessége fokozatosan csökken, a diszlokációs feszültséggel együtt.

Második szakasz: a sebesség közelítőleg állandó, miközben a diszlokációk fokozatosan törnek.

Harmadik szakasz: a csuszás felgyorsul, mivel a diszlokációk körül hézagok keletkeznek.

Az elemi diszlokációs elmozdulások tömegmozgató hatását Andrade modelljével érzékeltethetjük. /4/

Egymáson fekvő két hengerek közül a felső véglapjait gumiszalag köti össze. A felső sor eltolásához viszonylag nagy erő szükséges. Hézagot csinálunk a felső szakaszban, /diszlokációt/ úgy, hogy a sor egy részét tovább rakjuk egy illesztéssel. A helybenmaradó szakasz felé az összekötő gumiszalagban így húzófeszültség ébred. Most a hézag előtti hengert kis erővel meglökve, az beugrik a hézagba, majd maga után rántja a következőt és így tovább. Tehát egy régebbi nagyobb erő hatásából visszamaradt diszlokáció a későbbi kisebb erő fellépésekor fokozatosan hátraható nagyméretű mozgásokat okozhat.

#### 5. Matematikai közelítés

Ha a fellépő elemi feszültség már egy előzetesen kialakult elemi síkot "talál" a kőzetben, úgy azon az elmozdulási feltétel az alábbiak szerint alakul:

$q$  csuszató feszültség hatására  $\alpha$  hajlású síkon az egyensúlyi feltétel:

$$q \cos \alpha \cos |\pi/2 - \alpha| = \sigma_p \operatorname{tg} \phi_p + c_p$$

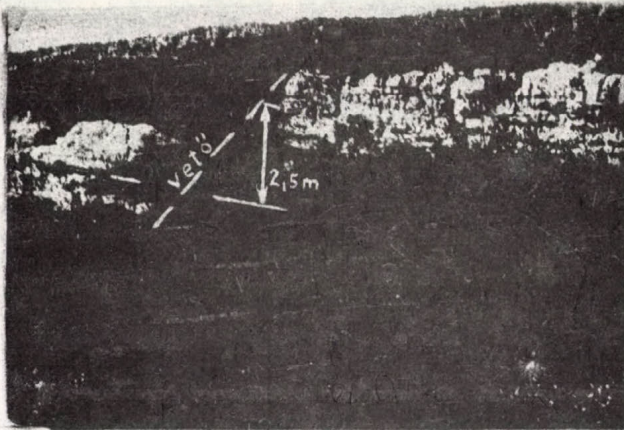
Mivel  $\sigma_p = q \sin \alpha \cos |\pi/2 - \alpha|$  az egyszerűsítések után:

$$\cos \alpha = \sin \alpha \operatorname{tg} \phi_p + c_p$$

Ha a kőzet belső ellenállása  $B = \operatorname{tg} \phi_p + c$  akkor előbbiből  $B = \operatorname{ctg} \alpha$

Ez azt jelenti, hogy a kőzet diszlokációs ellenállása annál nagyobb, minél laposabb azok hajlása. Ez egyezik a lejtő mozgásából adódó eredménnyel: ha az elmozdító erő  $T = G \sin \alpha$  akkor  $\alpha$   $5^\circ$ -ról  $10^\circ$ -ra emelkedésénél [pl. epirogenetikus mozgásnál] a csuszató erő kétszeresére nő. Tájékoztató számítás szerint hazai medence peremi adatok alapján:

alsó pannon összletek mértékadó dőlése	$5^\circ$ /6. kép/
szarmata összletek mértékadó dőlése	$15^\circ$ /8. kép/



8. kép Vető, homokkőpados szarmata összletben. Miskolc, Avas Ny-i oldal vasutbevagás.

Lerakódásuk kezdetétől tartó epirogén billenést feltételezve, az idő 10, illetve 15 millió év. Így az átlagos billenési [szögelfordulási] sebesség  $2^\circ$ /millió év.

Tehát az előbbi csuszató erő kétszereződése több millió év alatt következhet be. Viszont ilyen hosszú idő alatt a kőzet belső ellenállása és terhelő feszültséggel is változnak, amelyek az előbbi értéket növelhetik, vagy csökkenthetik.

A deformáció, csuszató feszültség és diszlokáció sűrűség kapcsolatát az alábbiak szerint közelíthetjük általánosságban.

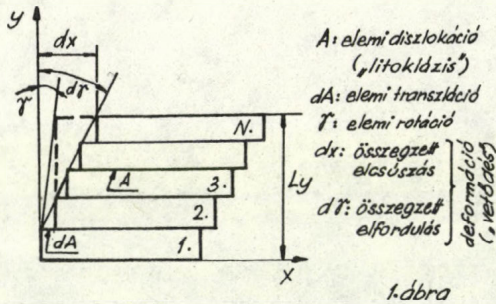
A szögtorzulásos deformáció felfogható úgy, mint egymás feletti elemi elmozdulás sorozata.

1. ábra szerint 
$$d\gamma = \frac{dx}{L_y} = \frac{NX}{L_y} \frac{dA}{A}$$

mivel 
$$\frac{dx}{NX} = \frac{dA}{A}$$

Általánosan: 
$$d\gamma = f / N/$$

/5.1./



1. ábra

A deformáció és diszlokációs sűrűség kapcsolata.

Másfelől a többtengelyű nyomószilárdságu vizsgálatok alapján:

$$\sigma = f \sqrt{E}$$

$$\tau = f \sqrt{\sigma}$$

Ez érvényes a csuszató feszültségre is:

$$\tau = f \sqrt{N}$$

Ezt összevetve 5.1.-el:

$$5.2.$$

ami azt jelenti, hogy a diszlokációk sűrűbbek a kohéziós kötöttebb kőzetekben, amint azt terepi megfigyeléseink alapján 3.4. fejezetben is említettük.

### 6. Közép és nagyszerkezetű elemek kapcsolata

A Borsodi Szénmedence területén végzett korrelációs vizsgálatok /1/ az alábbi tektonikai összefüggést eredményezték:

$$S = 156 H^{*0,6}$$

ahol S: vetősűrűség

H: elvetési magasság

Ezt kvalitatíve összevetve 5.2.-vel az alábbi összefüggést kapjuk:  $\tau = f(1/H)$

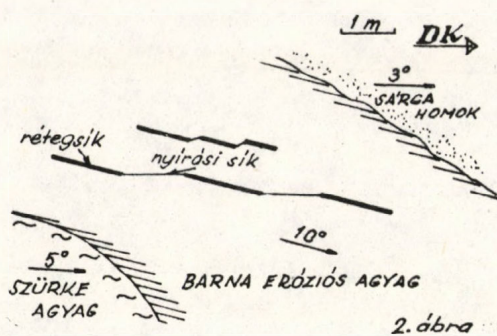
E szerint ki kell egészíteniünk a 3.4 fejezet végén közölt tapasztalatunkat azzal, hogy kötöttebb /nagyobb nyomószilárdságu/ agyagosabb kőzetekben egy-egy /litoklázismenti/ elemi elmozdulás viszonylag kicsi, tehát a nagy elmozdulások több elemi elmozdulás eredőjeként adódnak.

Dr. Juhász András tájékoztatása szerint a Borsodi Szénmedence területén még homokköves összletben is csupán néhány darab méteres elvetés magasságot elérő vetőt ismerünk a felszínen, /8. kép/ ugyanakkor a furások szerinti telepazonosítások nagysűrűségű, 10 méteres nagyságrendű elvetési magasságu vetőrendszert igényelnek.

Lényegében a fentieket mutatja az 1. ábra is.

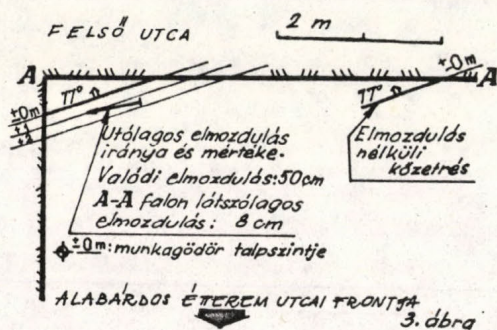
Ilyen lépcsős elmozdulást tárt fel 1970. tavaszán a Mályi Téglagyári bánya II. szintjén meritéklétrás kotróval mélyített kis bányagödör is /2. ábra/.

Már meglévő litoklázis rendszer meredek, eróziós domboldali /nagyforma/ miatti lokális újraéledését mutatja a 3. ábra.



2. ábra

Elemi elmozdulásokból eredő vetőrendszer elvi szelvénye, alsó pannon összletben. Mályi Aggyagbánya 1970. május



3. ábra

Litoklázis menti utólagos elmozdulás. Miskolc, Avas Alabárdos étterem munkagödre 1969. november

**Összefoglalás:** A fiatal laza vagy gyengén összeálló kőzetek állékonyságát lényegesen befolyásolják a különféle földtani keletkezési diszlokációk. A deformáló feszültségek hatására a tönkremenetel ezek mentén indul meg, nem pedig a homogén anyagban.

**Irodalom jegyzék**

1. Balázs Z. - Juhász Á.: Korrelációs vizsgálat a Kelet Borsodi Szénmedencében, a vetők elvetési magassága és más jellemzői között. Bányászati Lapok 1971. 1. sz.
2. Juhász J.: Hidrogeológia I. Budapest, 1967.
3. Kézdi Á.: Talajmechanika I. Budapest, 1960.
4. Kovács I. - Zsoldos L.: Diszlokációk és képlékeny alakváltozás, Budapest, 1965.
5. Szlabóczky P.: Borsodi felszín közeli fosszilis talajok. Földrajzi Értesítő, 1970. 2. füz.
6. Vendl A.: Geológia I. II. Budapest 1963.



