

1981 DEC 1 9]

# MÉRNÖKGEOLÓGIAI

## SZEMLE

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Mérnökgeológia-Építésföldtani  
Szakosztályának időszakos kiadványa.

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével:

DR. GRESCHIK GYULA

és

HORVÁTH TIBOR

26.

Kézirat

Budapest, 1980. november hó



MÉRNÖKGEOLÓGIAI SZEMLE

A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT

Mérnökgeológiai - Építésföldtani Szakosztályának  
időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével

Greschik Gyula

és

Horváth Tibor

26. kézirat

Budapest, 1980. november

---

ENGINEERING GEOLOGICAL REVIEW

Issued occasionally by the Section for  
Engineering Geology

of the

Hungarian Geological Society

Issue N<sup>o</sup> 26. Manuscript

Budapest, 1980. november

Hungary



## TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
UNGÁR TIBOR: Száz év előtti mérnöki célu földtani vizsgálat Szegeden.....	1
BIDLÓ GÁBOR: Néhány közelfelszíni mozgás anyagának ásványtani vizsgálata.....	9
SCHEUER GYULA - SCHWEITZER FERENC: Felszínmozgásokkal kapcsolatos megfigyelések a jugoszláviai dunai és tiszai magaspartoknál .....	19
HORVÁTH TIBOR: A pajzsos alagutépítésnél alkalmazott injektálás mérnökgeológiai kérdései.....	33
RÓNAI ANDRÁS: Nemzetközi Mérnökgeológiai továbbképzés Budapesten.....	49
KERTÉSZ PÁL: A Nemzetközi Mérnökgeológiai Egyesület (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY. IAEG.) működése .....	51

## CONTENTS

	Page
TIBOR UNGAR: Geological investigation for engineering purposes in the last 100 years in Szeged.....	1
GÁBOR BIDLO: Mineralogical research of the material of some slope movements.....	9
GYULA SCHEUER - FERENC SCHWEITZER: Observations of slope movements at the high banks of the Tisza and the Danube in Yugoslavia.....	19
TIBOR HORVATH: Engineering geological problems of grouting applied at shield tunneling.....	33
ANDRAS RONAI: A postgraduate training course on the principles and methods of Engineering geology in Budapest.....	49
PAL KERTESZ: The operation of the International Association of Engineering Geology (IAEG).....	51

## СОДЕРЖАНИЕ

УНГАР ТИБОР: Геологические изыскания для инженерных целей в г. Сегед сто лет тому назад . . . . .	1
БИДЛО ГАБОР: Минералогическое изучение материала некоторых приповерхностных движений . . . . .	9
ШАЙЕР ДЮЛА - ШВЕЙЦЕР ФЕРЕНЦ: Наблюдения поверхностных дви- жений на высоких берегах рек Дуная и Тисы в Югославии . . . . .	19
ХОРВАТ ТИБОР: Инженерно-геологические вопросы инъектажа при строительстве туннелей Щиттами . . . . .	33
РОНАИ АНДРАШ: Международные инженерно-геологические курсы в Будапеште . . . . .	49
КЕРТЕС ПАЛ: Деятельность Международного инженерно-геологи- ческого общества /INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY. IAEG / . . . . .	51





SZÁZ ÉV ELŐTTI MÉRNÖKI CÉLU FÖLDTANI  
VIZSGÁLAT SZEGEDEN

Ungár Tibor<sup>\*</sup>

1879. március 12-én Szegedet történetének legnagyobb természeti csapása sújtotta. "Nagyárviz", vagy rövidebben, "a Viz" - a szegedi köztudatban ma is ezt a katasztrófát jelenti. A város 6800 épületéből az árviz kilencedik napjára csak 383 maradt, ez a szám hamarosan 262-re csökkent.

A helyreállítás során igen nagy feladatokat kellett megoldani: a város feltöltését, a rakpart kialakítását; körtöltés, állandó közuti hid, főcsatornák és természetesen új lakóházak építését. Jellemző, hogy csupán a város feltöltéséhez másfél millió m<sup>3</sup> földet használtak fel. Az illetékesek felismerték, hogy ilyen terjedelmű munkálatokhoz a szegedi rétegsor mérnöki célu feltárása, megismerése szükséges. Természetesen nem szabad mai értelemben vett mérnökgeológiai vagy talajmechanikai vizsgálatra gondolnunk.

A munkálatokról már a következő évben kiadvány jelent meg Talajfurások Szegeden címmel (Burger G. könyv- és könyomdája, Szeged, 1880.). A címoldal a szerzőt nem tünteti fel. A szövegrész szerint a furási munkát Zsigmondy Vilmos irányította, az eredményeket Kuklay Béla mérnök értékelte, a beszámolót is ő írta.

---

\*)  
F.T.V.

63 furást mélyítették le; ötöt 35-40, huszat 16-20, a többi 13-15 m-ig. Az akkori építési, alapozási módokhoz képest e feltárási mélységek igen jelentősek. A rétegekből kb. 1200 mintát vettek. A furásokat a városközpontból sugarasan haladó vonalak mentén telepítették, a sugárutas - körutas város-építési tervnek megfelelően.

A kiadvány magyar és francia szövegrészen kívül 13 kőnyomatos rétegszelvényt és 3 vízszintes metszetet (metszet-térképet) tartalmaz. A Tiszát is harántoló szelvény hasonmását az 1. ábra tünteti fel (csupán a rétegek számozása utólagos). Ugyanazt, de a jelenlegi felfogásban és megnevezésekkel a 2. ábrán látjuk. A szegedi oldalon a feltöltés, ill. a humuszos talaj alatt sárga, kötött rétegsort találtak, amelynek felső 2-3 méterét "homokos agyag"-nak, alsó 6-7 méter vastag tagozatát "zsiros agyag"-nak minősítették. Alatta a főbb rétegek: "kék agyag, szürke agyagos homok". Az ujszegedi furásokban a homokréteg feltűnően vastagnak mutatkozott.

A 3. ábrán azt a metszet-térképet közöljük, amely a 76,8 m A. f. szintet tünteti fel, a 4. ábra jelenlegi földtani térképvázlat.

A régi és a mai szelvény, ill. térkép összehasonlítása arra mutat, hogy a rétegződést közelítőleg helyesen ítélték meg. A legmélyebb szintbeli kék agyagot keményebbnek találták, amit a fedőjét alkotó rétegsorról átadódó geosztatikai feszültséggel magyaráztak. A rakpart csuszásait talajvizáramlással hozták kapcsolatba.

Méltánytalanság lenne, ha az 1879.-i munkától mindazt számonkérnénk, ami az eltelt száz év alatt összegyűlt ismeret. Mintegy hat évtizeddel későbbi felismerés (Miháltz I.), hogy a sárga "homokos agyag" hullópor eredetű: infúziós (alföldi) lösz. Jóval későbbi megállapítás az is, hogy a szegedi és ujszegedi rétegsort kb. 20 m-ig eróziós felülettel kell elkülöníteni.

Laboratóriumi vizsgálatok nem készültek, de ez is érthető: még az egyszerű talajazonosító sajátságok (szemeloszlás, képlékenységi határok) vizsgálatának módszerei is csupán századunk első évtizede óta ismeretesek, Atterberg munkássága nyomán. A mérnökgeológia, a talajmechanika csirái már a múlt század külföldi szakirodalmában fellelhetők, hazai vonatkozásban azonban a szegedi mérnöki célu földtani kutatás bizonyára az egyik legkorábbi.

Kuklay Bélának, "az árvizi bizottság segédmérnökének" neve talán említésre méltó lesz a hazai geotechnika történetének megírása esetén.

## Ábramagyarázatok

1. ábra. Rétegszelvény Szegedről, 1879., Kuklay B. 1 - kék, szürke, ill. barna agyag; 2 - szürke agyagos homok; 3 - kék agyag; 4 - többnyire "zsiros" agyag; 5 - sárga homokos agyag; 6 - szürke agyagos homok; 7 - sárga agyagos homok; 8 - feltöltés

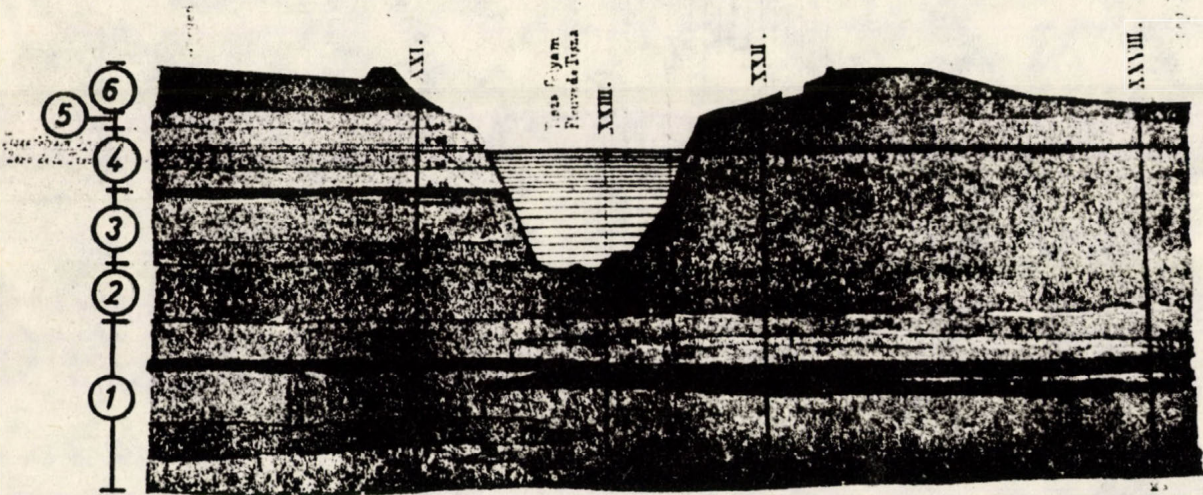
2. ábra. Az 1. ábra mai felfogásban. Pleisztocén: 1-többnyire kékes-szürke kötött rétegek; 2 - kékesszürke iszapos homokliszt; 3 - kékesszürke agyag; 4 - sárga, szürke iszaplencsés finom homok; 7 - barnássárga agyag; 8 - feltöltés

3. ábra. Szeged metszet-térképe, 1879., Kuklay B. 1 - sárga homokos agyag; 2 - sárga agyagos homok; 3 - szürke homokos agyag; 4 - feltöltés

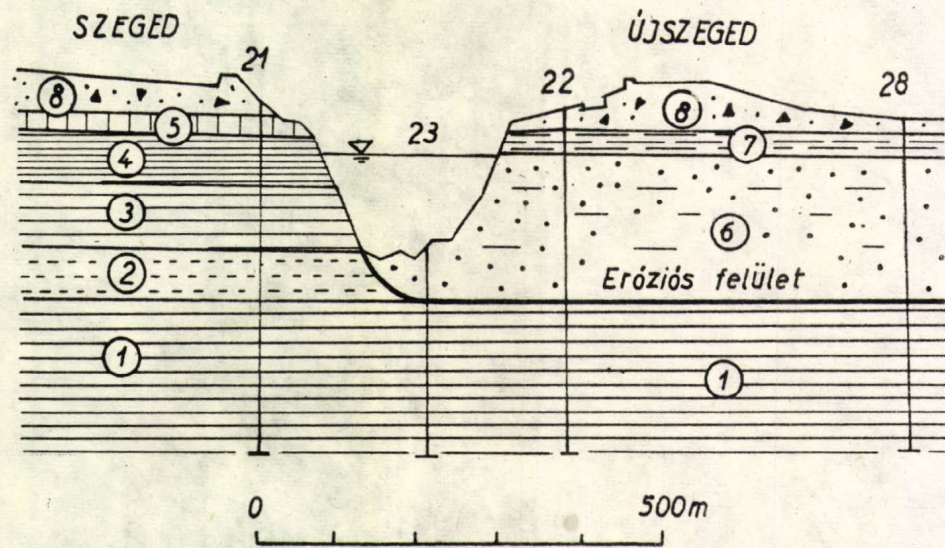
4. ábra. Szeged földtani térképvázlata, 1979. Pleisztocén: 1 - infúziós lösz. Holocén: 2 - szerves agyag, iszap; 3 - agyag

Szelvény Szeged és Ujszeged között

Coupe entre Szeged et Ujszeged



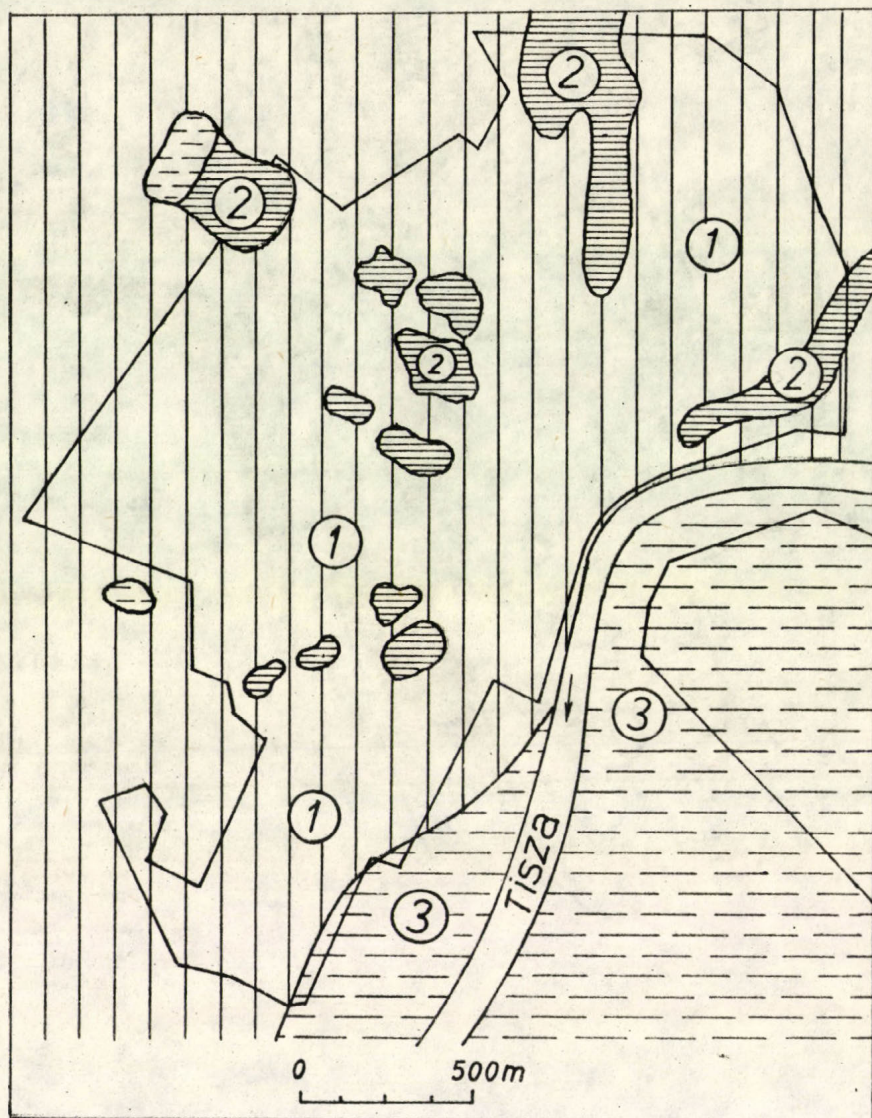
1. ábra



2. ábra

3. abra





4. ábra



NÉHÁNY KÖZELFELSZINI MOZGÁS ANYAGÁNAK  
ÁSVÁNYTANI VIZSGÁLATA

Bidló Gábor<sup>\*</sup>

A közelfelszíni mozgásokat előidéző tényezőket négy csoportba foglalhatjuk össze:

- 1.) a víz hatása;
- 2.) a morfológia és a rétegek elhelyezkedése;
- 3.) a rétegek ásványos összetétele;
- 4.) az endogén erők hatása.

Nyilvánvaló, hogy ezek a tényezők egyedül még nem okoznak mozgást, hanem több együttesen ható kedvezőtlen adottság jelenléte szükséges a mozgások megindulásához.

Az első két csoportba tartozó okokat többé-kevésbé az emberi tevékenység befolyásolni tudja, az utóbbi kettőt viszont nem. Az endogén erők hatására bekövetkező mozgások erejét és idejét előre meghatározni nem lehet, így tárgyalásainkat a harmadik csoport befolyásának tanulmányozására kell korlátoznunk.

A kőzetek ásványos összetétele több módszerrel is meghatározható, így ezek ismeretében már az előtervezés szakaszában is meg lehet tenni a megfelelő intézkedéseket az esetleges károk elkerülésére.

Előadta a Mérnökgeológiai Szakosztály  
1980. január 21-i ülésén

<sup>\*</sup>B. M. E. Ásvány- és Kőzettani Tsz.

A BME Ásvány- és Földtani Tanszékén már régen kezdtek foglalkozni a felszíni mozgások és az ásványos összetétel kapcsolatával, így Vendl A. tanulmányai (1929, 1930, 1931, 1932) az óbudai csuszásokkal kapcsolatban készültek, Posewitz G. pedig a Rókus-hegy mozgásait vizsgálta (1935). Sajnos Schafarzik F. tanulmányai kéziratban maradtak és így legnagyobb részük az évek során eltűnt. A régebbi mostoha kutatási körülmények azonban nem tették lehetővé az agyag ásványos összetételének pontos meghatározását, így egyes komponensek szerepére nem derült fény az akkori vizsgálatok során.

A röntgendiffrakciós vizsgálatok hazai bevezetése hozott új és kissé meglepő eredményeket. Mozgó rétegek, csuszólapok, kiskamrás Debye-Scherrer vizsgálatánál gyakran tapasztaltuk, hogy az agyagásvány a mintában nem azonosítható. A jellegzetes bázisreflexiók hiányoznak és csak 0,256 nm és 0,150 nm-nél jelenik meg egy-egy diffúz vonal, ami minden rétegszilikátnál közel azonos helyen található. A lényegesen pontosabb Guinier kamrával készült felvételen is hasonló vonalsorozatot találtunk.

Jelentős lépést jelentett az agyag-kőzetben előforduló ásványok meghatározásában a termoanalitika megjelenése és bekapcsolása a vizsgálatokba.

A Tanszék 1966-ban kezdte meg a derivatográfus vizsgálatokat és már kezdetben is igen jelentős felvilágosításokat lehetett nyerni a műszer segítségével az agyagásványok megjelenéséről a különböző földtani rétegekben. A mozgó területekről származó minták egy részének felvételei egymás mellé állítva olyan közös vonásokat mutattak, amelyek külön említést érdemelnek. Ezekből a vizsgálatok adataiból szeretnék most néhányat - szerintem a legjellemzőbbeket - bemutatni.

A derivatográfot mozgó terület anyagának vizsgálatára elsőnek a Dunaujvárosból származó minták összetételének felderítésére használtuk. A vizsgálatok-

hoz az anyagot a MÉLYÉPTERV Talajmechanikai Osztálya küldte be és dr. Járay Jenő kísérte figyelemmel tevékenységünket.

Az 1964-ben bekövetkezett partmozgás tetemes anyagi kárt okozott, ezért a helyreállítást összekapcsolták olyan létesítmények elkészítésével is, amelyek a további mozgást előreláthatóan megakadályozzák. A részletes talajfelderítés során afurások feltártak 42 m mélységben, a felső pannon és pleisztocén határán, egy barnászörös agyagrégeket, ami a csuszás okozója volt, a talajmechanikusok véleménye szerint.

A réteg anyagának vizsgálata érdekes eredményeket adott. Az elkészült derivatográfus felvétel (1. ábra) nem volt semmilyen más ismert agyagásványhoz hasonlítható. A montmorillonit felvételekhez hasonlít még leginkább, de a rácsbomlását jelző endoterm zsákja alacsonyabb hőmérsékleten van. A montmorillonból származó montmorillonit felvételén láthatunk hasonló helyzetű endoterm csucst, de ebben a csucstok alakja nem egyezik meg a dunaujvárosi mintáéval. A röntgennel készült Guinier felvételén látható, hogy a montmorillonit mintákat jellemzi az erős bázisreflexió 1,3-1,5 nm-nél, míg a dunaujvárosi mintán az első reflexió 0,440 nm-nél van. Jelentkezik továbbá ebben a mintában is a kvarc 0,336 nm-s reflexiója és még néhány halvány reflexió. Így az anyagot nem lehetett azonosítani egyik eddigi agyagásvánnyal sem.

A derivatográfus felvétel alapján, a TG görbén mért súlycsökkenés szerint, a minta lehet mint TOT, mint TO típusu agyagásvány, minden esetre annyi biztos, hogy igen apró kristályos részekből áll, amelyek rendezetlenül helyezkednek el az anyagban. Ezt alátámasztja a röntgenfelvétel bázisreflexiójának hiánya és vonalszegénysége, valamint a 850<sup>o</sup> felett észlelt endoterm-exoterm inverzió.

A derivatográfál készült felvételek még egy érdekes eredményt szolgáltat-  
tak. A területen feltárt összes agyagtartalmu furásminták agyagásványtar-  
talma és Atterberg-féle folyási határ között le lehetett vezetni egy egysze-  
rű összefüggést (Bidló 1971), amely szerint:

$$w_L = 2.2 \times \text{agyagásvány \%} - \text{CaCO}_3 \%$$

Az összefüggést más minták vizsgálatánál is lehetett alkalmazni, de ter-  
mészetesen a konstans előzetes meghatározása alapján, mivel ez anyagon-  
ként változik.

A következő mozgásveszélyes területet legelőször szintén 1966-ban kezdtük  
el vizsgálni, és azóta több alkalommal került innen be vizsgálati anyag. Az  
Abaligeti vasuti pálya korrekciója több éves munka volt, így több helyről  
származó mintát lehetett szemügyre venni.

Abaliget földtani felépítésére jellemző, hogy a Mecsek-hegységet alkotó  
triász mészkő is a felszínre bukkan a közelben, ami a völgyekben a mélybe  
zökkenő tektonikus hatásra. A lezökkenő mészkőre középső miocén agyag,  
homok és kavics rétegek települnek. A terület egyes részeit pedig 25-30 m  
vastag pleisztocén rétegek borítják.

Agyagrétegekkel már előtervezési szakaszban, a furásmintákban is, talál-  
koztam, majd az építkezések során is több mintát küldtek be vizsgálatra.

Az agyagmintákról készült legelső röntgenfelvételeken is már meg lehetett  
állapítani, hogy az agyagásványok bázisreflexiója hiányzik és 0,440-0,445  
nm-nél jelenik meg egy gyenge reflexió.

A derivatográfál készült felvételeken a dunaujvárosihoz hasonló görbét  
kaptunk. Példaképpen szeretném bemutatni az alagút feltárásából (232 m)

beküldött agyagminta felvételét (2. ábra). A kezdeti vízleadás után megjelenő domboru görbeszakasz törés nélkül megy át a rácsbomlást jelző endoterm csucsba ( $550^{\circ}$ ), amit egy lapos szakasz követ és következik  $910^{\circ}$ -nál az exoterm csucs. Ebben az esetben az előtte lévő endoterm inverzió nem ugrik annyira ki, mint a dunaujvárosi mintában. A TG görbén mért súlycsökkenés TO típusu agyagásványra utal.

Nem maradhat ki a bemutatott vizsgálatok közül az M - 3 ut 32-22 km-nél lévő szakaszán a rézsű mozgás vizsgálati eredménye sem.

A hazai autópálya építkezésekkel kapcsolatban az M-3 ut első szakaszán volt alkalmam a legrészletesebb vizsgálatot végezni. Így már az előtervezés periódusában is, a furásminták agyagásvány tartalma alapján rámutattunk arra, hogy az erre a környékre telepített furások agyagásvány tartalma eléri a 60-70% montmorillonitot is. Ennek alapján nem egy részén a területnek a nyomvonal áttervezésére is sor került. A 32-es km körüli szakaszon igen kevés furásminta került vizsgálatra, de ezek eredménye is kedvezőtlen volt. Az agyagminták a röntgenfelvételeken nem mutatták a bázisreflexiót és a derivatográffal készült felvételek is kedvezőtlen eredményeket szolgáltattak.

A Mérnökgeológiai Szakosztály 1978. május 26-án kirándulást vezetett az M-3 ut addig részben elkészült területére és ennek során bemutatták a megmozdult rézsüt is. A helyszínen mintát is sikerült begyűjtenem a megcsuszott rétegekből.

A helyszínen begyűjtött minta röntgendiffraktométeres felvételén  $0,9$  nm-nél jelentkezik egy kicsi reflexió, majd  $0,452$  nm-nél találjuk az első jellegzetes reflexiót, amit a kvarc jellemző reflexiói követnek.

A derivatográfus felvétel (3. ábra) ismét a jellegzetes DTA görbét szolgáltatja. A kezdeti vízvesztés után törés nélkül jelenik meg a  $300^{\circ}$  feletti rész, ami újra, törés nélkül megy át a rácsbomlás endoterm szakaszába. A csucs  $550^{\circ}$ -nál jelenik meg,  $880^{\circ}$ -nál endoterm-exoterm inverzió egészíti ki a képet. A TG-n mért súlycsökkenés közel azonos a dunaujvárosi mintában mért 3,8 %-kal.

Az eddig ismertetett anyagoknak két közös jellemzőjük volt: jellegzetes fiatal kora minták, pannon-pleisztocén határán, vagy meghatározhatatlan kora anyagok, mivel nincs fedőréteg rajtuk, és vörös vagy barnás-vörös színűek. A mozgásokat előidéző agyagminták között azonban nemcsak ilyen megjelenésű anyagok fordulhatnak elő.

A BME Geotechnikai Tanszékéről, Dr. Biczók Ernőtől kaptam néhány mintát a salgótarjáni csuszásokból is. Ezek közül egynek az anyagáról szeretnék beszámolni. A három eltérő színű rétegből álló minta felső része szürke montmorillonitos anyag, endoterm csucsának hőmérséklete  $720^{\circ}$ , alsó rétege sárga ugyancsak montmorillonitos agyag, míg a középső a csuszólap, barnás-sárga színű. Mind a három anyag miocén kora. A középső csuszási lap derivatográfus felvétele (4. ábra) igen jó egyezést mutat az előbbi felvételekkel.

A vízvesztés utáni szakasz törés nélkül megy át az egyenesbe, majd a rácsbomlási szakasza következik, aminek  $560^{\circ}$ -on van a csucsa, a DTA görbe az endoterm-exoterm inverzióval zárul. A TG görbén mért súlycsökkenés TO típusu agyagásványra utal.

A derivatográfus felvételeken igen erősen kiugrik a három réteg közötti különbség.

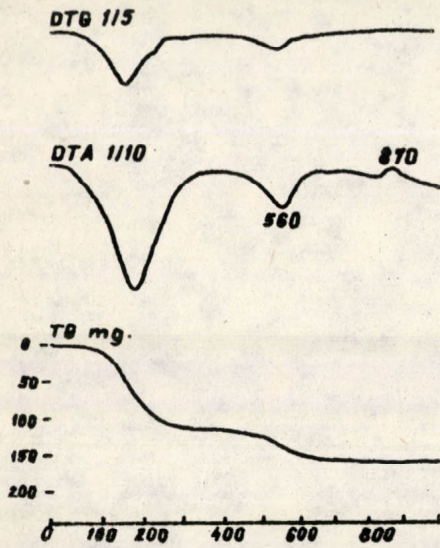
A Salgótarjából származó vizsgálati anyagban a különböző helyről kapott minták között sok hasonló anyagot lehetett találni, ami a miocén vulkáni tufa elbomlott anyagára utal.

Beszámolóm végére érve még egyszer szeretném kiemelni, hogy a részletes földtani és ásványtani vizsgálatok segítségével már az előtervezési szakaszban felismerhető az a talajtípus, amelyik mozgásra hajlamos. Azt hiszem kisebb költséget jelent előre úgy tervezni, hogy a megfelelő védelemről már a tervekben gondoskodtak, mint később a bekövetkezett kár elhárításán dolgozni.

## Irodalom

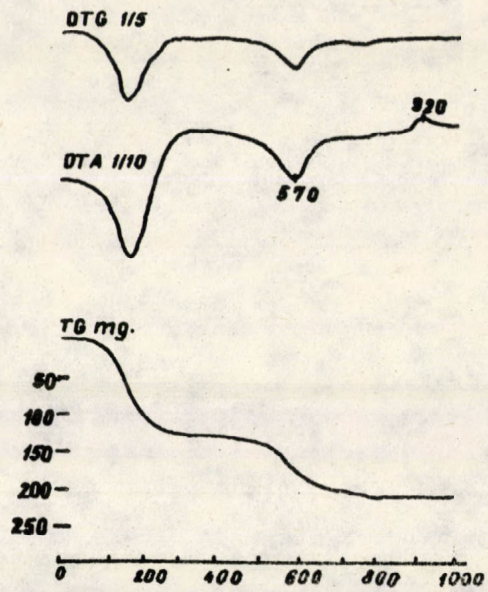
- Bidló G.: Mineralogical analysis of Dunaujváros pleistocen drilled samples.  
Period. Politechn. Civil Eng. 15 (1971) 3-11
- Posewitz A. Guidó: Suvadások a Rókushegyen  
HK. 13 (1933) 91-99.
- Posewitz G.: A Rókus-hegy geológiája különös tekintettel a suvadásokra.  
Bölcsészdoktori értekezés. Bp. 1935.  
Készült a ME-en
- Vendl A.: Rutschungen in lössbedeckten Tongebieten im IIIBezirk von Budapest  
Geologie u. Bauwesen 1. 1929. Heft 2. S. 1-20
- Vendl A.: A budapesti agyagterületek csuszamlásai.  
Magyar Mérnök és Építész-Egylet Közlönye, 1930. febr. 16.  
64. p. 65-72
- Vendl A.: A kiscelli agyag mállása.  
MTA Mat. Termtud. Ért. 48. 1931. 237-255
- Vendl A.: A kiscelli agyag  
MFI Évkönyve 29. 1932. 97-154.





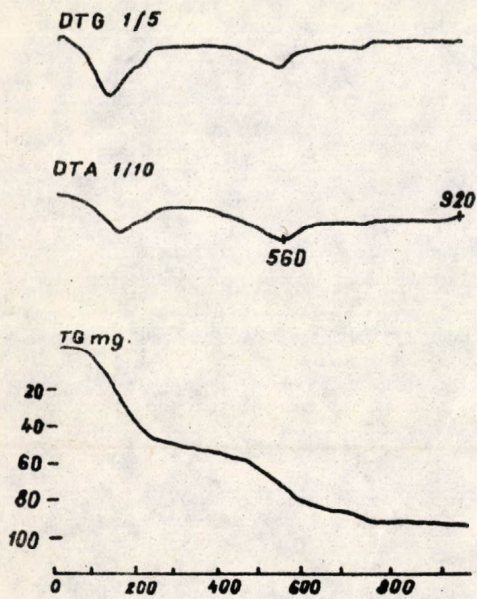
DUNAÚJVÁROS VÖRÖS AGYAG

1. ábra



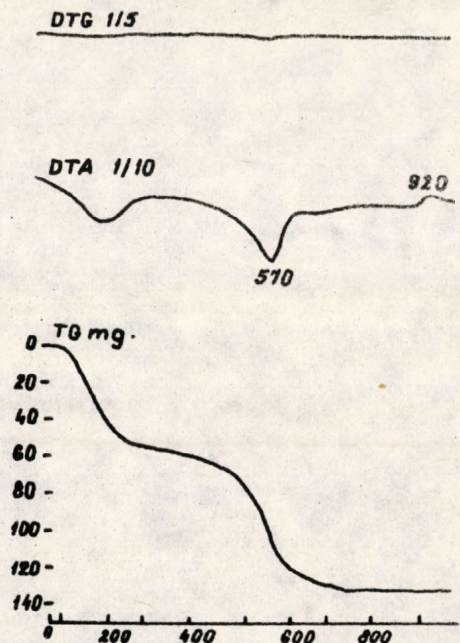
ABALIGET ALAGÚT

2. ábra



M 3 32 KM-es RÉZSŰ

3. ábra



SALGÓTARJÁN

4. ábra



FELSZINMOZGÁSOKKAL KAPCSOLATOS MEGFIGYELÉSEK  
A JUGOSZLÁVIAI DUNAI ÉS TISZAI MAGASPARTOKNÁL

Scheuer Gyula<sup>+</sup> - Schweitzer Ferenc<sup>++</sup>

1. Bevezetés

Hazánkban Budapesttől D-re Mohácsig a Duna jobb partján morfológiailag önálló, egymástól elkülönülő magaspartszakaszok alakultak ki, amelyek tájképi jelentőségükön túlmenően a közelmúltban lezajlott, több egyes esetekben jelentős károkat is okozó (Dunaujváros) mozgásokkal hívták fel magukra a figyelmet. Mivel a magaspartszakaszok hazánkban számos állékony-sági problémákat okoznak, mert hol itt, hol ott csuszna meg ezzel veszélyeztetve műszaki létesítményeket, lakóépületeket és nyaralókat, ezért célszerűnek és indokoltnak tartottuk Jugoszláviában a dunai és tiszai magaspartoknál is tapasztalatokat gyűjteni, mert Jugoszláviában is a dunai magaspartoknál több esetben voltak mozgások, amelyek helyi károkat okoztak. Lakóépületek és nyaralók mentek tönkre, ill. rongálódtak meg. Hazánkhoz hasonlóan egyes községek csuszásveszélyes területen fekszenek, továbbá tájképi adottságaik miatt az utóbbi időben fokozott figyelem fordult e területek igénybevételére, hétvégi házak és nyaralók építésére, amelyek számos esetben csuszásos-mozgó anyagra kerültek. Tehát hasonló állékony-sági problémák jelentkeznek az ottani magaspartoknál, mint nálunk azzal az eltéréssel, hogy a területfelhasználási és rendezési kérdések ott még nem vetődtek fel olyan élesen.

---

<sup>+</sup>ÉVM Földmérő- és Talajvizsgáló Vállalat

<sup>++</sup>MTA Földrajztudományi Kutató Intézet

E helyen is szeretnénk köszönetet mondani a Zágrábi Természettudományi Egyetem Geomorfológiai Tanszéke professzorának dr. Bognár Andrásnak, aki a tanulmányutat elősegítette és a helyszínen felvilágosítást és értékes tanácsokat adott.

## 2. A magaspartok morfológiai tagolása

Az általunk megfigyelt magaspartszakaszok a Duna jobb partján az Ország-határ és Zimony között, ill. a Tiszánál a Titeli plató K-i oldalán helyezkednek el.

A hazai morfológiai viszonyokkal egyezően az országhatár és Zimony között változatos adottságok figyelhetők meg. A folyó csak egy meghatározott szakaszán vannak magaspartok és közöttük sík, lapos területek alakultak ki, mint pl. a Duna-Dráva szöge. Ezek a lapos partszakaszok fiatal süllyedékek, ahol a folyó intenzív üledékfelhalmozó tevékenységet végzett. Így az egyes magaspart szakaszok morfológiailag jól elkülönülnek egymástól a fiatal negyedkori medencékkel határolva. Hasonló a helyzet a Titeli platónál is a Duna-Tisza találkozásának háromszögében, ahol önálló egységként meredek lejtőkkel emelkedik ki a térszinből.

Az előzőekben vázoltak alapján a jugoszláviai duna-szakaszon Belgrádig megkülönböztethető (1. ábra( : 1. Batinai, 2. Erduti, 3. Vukovár-Zimonyi magaspartszakaszok, továbbá önálló egységként ezektől függetlenül a Titeli plató. A felsorolt magaspartszakaszoknál kivétel nélkül mindegyiknél megfigyelhetők a mozgásokra, csuszásokra jellemző formák és jelenségek a partél, s a folyó partja közötti területrészen.

### 3. A magaspartok földtani felépítése

A magyarországi dunaszakaszokon a közelmúltban a lezajlott partrogyások, valamint egyes magaspartok állékonyságának tisztázása érdekében több helyen kiterjedt feltárások történtek (Dunaujváros, Dunaföldvár, Paks). A kutatások eredményei szerint a magaspartokat felépítő képződmények kora és kifejlődése igen változatos. Megállapítható, hogy a magaspartok részben kisebb-nagyobb vastagságu (3-4 m-től 90-95 m-ig) pleisztocén löszösszletből, részben pedig felsőpannon rétegekből tevődik össze. Hasonló a helyzet a jugoszláviai magaspartok legnagyobb részénél is, ahol a felül változó vastagságu negyedkori rétegek települnek, melyek alatt felsőpliocén üledékek vannak. A Titeli plató K-i oldalán pl. a löszösszlet olyan vastag, hogy a kb. 50-70 m-es partfalat teljes magasságában ezek alkotják. Természetesen azonban ki-mutathatók olyan földtani felépítésű magaspartok is, amelyek hazánk területén nincsenek. Ilyennek tekinthető többek között a batinai magaspart egy része, ahol a lösz rétegek andezitbazalton települnek, vagy Ujvidékkel szembe-ni partszakasz, ahol a Fruskagórát felépítő szilárd kőzetek lenyulnak a fo-lyóig. Ezeken a helyeken a szilárd kőzetek miatt a partfal állékony.

Áttekintve a hazai és a jugoszláviai magaspartokat, a földtani felépítés alap-ján 4-féle típust lehet megkülönböztetni (2. ábra). Az első típus az, amikor a magaspartot csak pleisztocén rétegek építik fel ("a" típus). A második ("b") típusba azok sorolhatók, ahol csak pleisztocén rétegek mutathatók ki. A harmadiknál ("c") pleisztocén és pliocén rétegek egyaránt megtalálhatók. A negyedik ("d") típusnál szilárd kőzetek (andezitbazalt) képezik a partfalat.

### 4. A magaspartok vízföldtani viszonyai

A földtani adottságok alapján a felszínalatti kétféle víztípust lehet megkülön-böztetni. Az első a szabadtükrű talajviz, amely a löszösszletben mutatható

ki, a másik pedig a vizzáró vagy rossz vízvezetői tulajdonságu agyagok között lévő homokrétegekben tározódó rétegvíz. Ez már nyomás alatt áll és egy-egy homokréteg piezométeres szintjét több tényező befolyásolja. Így többek között a Duna, a beszivárgási hely és annak magassága, stb. Különösen jelentősek a Dunapart közelében mért és megfigyelt gyors és időszakos piezométeres szintváltozások a folyó vízállásingadozásainak hatására.

A talaj és rétegvizek a magaspartok hátoldala felől áramlanak és érkeznek a peremi területekre és ott források vagy vonalmenti vizkilépések formájában lépnek ismét a felszínre áztatva a magaspart lábánál lévő képződményeket. A vizkilépések helyei összefüggésben vannak a rétegződési adottságokkal. Általában ott jelennek meg források, ahol a rétegződési viszonyok nagyon változatosak.

Egyes magaspartoknál csak talajvíz források vannak, de megfordulnak olyanok is, ahol a talaj- és rétegforrások egymás alatti kilépései figyelhetők meg (Stari Slankamen). A titeli fennsíkánál is változatosan alakultak a vízföldtani viszonyok. A fennsík D-i lábánál az alluviummal érintkező területen talajvíz források és vonalmenti vízszivárgások vannak, ami azzal magyarázható, hogy a plató belső részeiből a peremi területek felé szivárgó vizeket az alluvium rossz vízvezetői tulajdonságu képződményei nem képesek tovább vezetni. Ezért e részen források formájában kilép a talajvíz. Olyan helyeket viszont, ahol a fennsík már jó vízvezető rétegekkel érintkezik hiányoznak a források. A plató vize átadódik a folyóvízi üledékeknek, így egységes összefüggő talajvízszint alakult ki.

A fentiekben leírtak alapján a hazai viszonyokkal egyező vagy hasonló vízföldtani sajátosságok mutathatók ki. Ennek megfelelően ott is érvényesülnek azok a hatások, amelyet a mozgások kiváltása szempontjából a felszínalatti vizek játszanak.

## 5. A magaspartok mozgásformái

A megfigyelések alapján jugoszláviai magaspartok mozgásformái és mozgástípusai nagy változatosságot mutatnak, mint a hazaiak. A partél és a folyó középvízi medre közötti területet, ahol a mozgások történnek és a mozgásfolyamatok lejátszódnak, különböző szempontok alapján lehet értékelni. Így többek között morfológiai adottságok, nagyság, állékonyosság, emberi beavatkozás és a folyóval való kapcsolat szerint. Ezek közül kiemelve az állékony-ságot, a magaspartok egy része állékony, a másik része jelenleg is mozog vagy korábban már megcsuszott és időlegesen egyensúlyi helyzetben van.

A mozgásformákat elemezve megállapítható, hogy leggyakoribbak az omlások, amelyek a függőleges vagy közel függőleges partfalaknál mutathatók ki. Keletkezésük természeti hatásokra és emberi beavatkozásra egyaránt visszavezethető. A batinai és a titeli magaspartoknál mutathatók ki olyanok, amelyek méreteikben a legjelentősebbek. Az omlásokon tulmenően helyileg talajfolyások és kisebb másodlagos mozgásformák is megtalálhatók.

A legjelentősebb partalakító, módosító hatótényezők sorába a partrogyások tartoznak, amelyek rendszerint igen hatalmasak és nagy területeket érintenek. A partrogyások általános elterjedésűek és mindegyik partszakaszon megfigyelhetők. Ezek sorából megemlítjük a Stari Slankamenit, továbbá a Titeli fennsík K-i oldalán megfigyelt rogyásokat, amelyek nagyságukkal és méreteikkel az átlagból kiemelkednek.

A magaspart szakaszokon megfigyelhető egykori felszínmozgások azt mutatják, hogy számos és jelentős mozgás zajlott le ezeknél különböző helyen és időben. A magaspartok hol itt, hol ott csusztak meg, vesztették el állékony-ságukat.

A mozgáskiváltó hatótényezők helyi sajátosságaiból eredően - vízföldtani, földtani, morfológiai, stb. - a partrogyások különböző formái és típusai mu-

tathatók ki. Vannak olyan partrogyások, amelyek összetett csuszólap mentén jöttek létre (függőleges, vízszintes és íves elemekből tevődik össze) és ebből eredően horizontális kiterjedésük a partél és a folyó között több száz méterre tehető. Ezek megegyeznek vagy hasonlóak a Dunaujvárosnál 1964-ben bekövetkezett partrogyásokhoz. Vannak olyanok is, amelyek íves csuszólap mentén alakultak ki. Ezért horizontálisan a mozgások csak kisebb területre terjednek ki. Általában a folyó és a partél közötti távolság nem haladja meg az 50-70 m-t. Ilyen típusu mozgások figyelhetők meg például többek között a Tibeti fennsík K-i oldalán, ahol a Tisza magas vízállások idején erőteljes eróziós tevékenységet fejt ki.

A folyók középvizi medréhez viszonyítva megkülönböztethetők alámetsző csuszólapu mozgások, amikor a csuszólap a folyómederben végződik, talpponti, amikor a magaspart lábánál fut ki a csuszólap. Ennek szép példáját találjuk Stari Slankamen községtől K-re lévő magaspartnál, ahol a Duna medre felett 6-10 m-re lévő felső pliocén homokrétegen települő löszösszlet rogyott meg. Az előzőekben tulmenően megfigyelhetők még talppont felett kialakult mozgások is, ahol a csuszólap a part alsó harmadában fejlődött ki. A nagyobb mozgások csuszólapjai alámetszőek, vagy talppontiak, míg a kisebbek talppont felettiak.

A csuszólapok földtani helyét vizsgálva megállapítható, hogy vannak mozgások, amelyek a pleisztocén és pliocén rétegekben alakultak ki és ilyen esetben a csuszás a pliocén puha, átázott rétegekben ment végbe. De ahol a pleisztocén rétegek nagy vastagságúak és a folyók középvizi szintje alatt is tovább folytatódnak, ott csak a negyedkori rétegekben alakultak ki.

A partrogyások egy részénél a jellemző morfológiai formák már nagyobb mértékű lepusztulása figyelhető meg. A másik részénél formák még jól felismerhetők. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a mozgások különböző korúak. Egyesek idősebbek - a lösz gyors lepusztulási viszonyait figyelembe véve - száz évnél régebbiek, míg a többiek ennél fiatalabb mozgásokra utalnak.



A közelmúltban lezajlott károkat okozó csuszások (Bartina, Stari Slankamen), a másodlagos mozgások sorában tartoznak, mert a nagyméretű nagyobb területeket érintő idősebb partrogyásokhoz kapcsolódnak, azok területein jöttek létre. Igazolva azt, hogy az átmenetileg stabilizálódott megcsuszott területek ma sincsenek teljes nyugalomban, felszínükön kisebb lokális mozgások kialakulhatnak.

A megfigyelések a hazai tapasztalatokat és megállapításokat támasztják alá. Igazolva, hogy Jugoszláviai partszakaszokon mozgások kiváltásában az emberi és természeti tényezők egyaránt résztvesznek. Ezért vannak olyan mozgások, amelyeket az emberi beavatkozás miatt következtek be. Ezek azonban csak a kis helyi mozgásokat okoztak. A partrogyások, a nagy felszínmozgások azonban az ember környezetmegváltoztató tevékenységétől függetlenül fellépő természeti tényezők hatására következtek be, amelyek még ma erőteljesen érvényesülhetnek.

## 6. Megállapítások - következtetések

Áttekintve és összehasonlítva a hazai és jugoszláviai magaspartszakaszokat és azok mozgásformáit, mozgásait, megállapítható, hogy nagyfokú egyezések mutathatók ki, de a helyileg jelentkező egyedi adottságokból eredően eltérések tapasztalhatók és figyelhetőek meg.

1. A dunai magaspartok - Budapest-Zimony között - mozgásai amelyek esetenként igen jelentősek, külön önálló típust képviselnek. Sok problémát okoznak, mert az egyes partszakaszokon belül hol itt, hol ott történnek csuszások attól függően, hogy a természeti tényezők mikor váltanak ki mozgást, ezzel sok esetben veszélyeztetve műszaki létesítményeket és lakóépületeket. Miután magaspartszakaszok bármelyikénél megfigyelhető mozgásos formák lerögzíthető, hogy a mozgások, partrogyások és az

ezekhez kapcsolódó egyéb jelenségek a magaspartok általános jellemvonásai közé tartoznak.

2. A rendelkezésre álló gazdag ismeretanyag alapján megállapítható, hogy a jugoszláviai dunai és tiszai magaspartok földtani felépítés és talajrétegződés főbb vonatkozásaiban megegyezők a hazaiakkal, azonban kisebb lokális eltérések kimutathatók. Ott is megtalálhatók nagyrészt eolikus eredetű 40-50 m-t is meghaladó vastagságu löszösszlet képződményei, valamint az ez alatt települő felsőpliocén kora tavi eredetű rétegek. Ez az összlet rendszerint nagyon heterogén rétegzettségű, mert a nagy plaszticitású ( $lp = 40\%$ ) kötött rétegek mellett szemcsés - homokliszt, homok - üledékek is több szintben is előfordulnak. Ezek az adottságok a magaspartok stabilitása szempontjából tekintve nem tekinthetők kedvezőnek, mert a vizsgálatok szerint (Kézdi Á. 1970;) a mozgások éppen e kisebb szilárdságu felületeken alakulnak ki.

A helyi, egyedi viszonyokból eredően a jugoszláviai partszakaszokon olyan geológiai adottságu magaspartok is kimutathatók, amelyek nálunk hiányoznak. Ilyennek tekinthetők azok a magaspartok, amelyek szilárd kőzetből állnak - pl. a batinai andezit bazaltos magaspart. De ezek kis területre terjednek ki, nem meghatározó jelentőségűek, csak színesítik az összképet.

3. A vízföldtani és hidrológiai viszonyokban és a földtani felépítéshez hasonlóan nagyfoku egyezés mutatható ki. A talaj- és rétegvizek jelenlétét igazolják a nagyszámu különböző genetikájú források a partfalak lábánál, amelyek e vizek természetes vízkilépéseinek és megcsapolóinak tekinthetők. A vízföldtani adottságokban is érvényesülnek a helyi viszonyokból eredő lokálisan jelentkező kisebb fokú eltérések, de ezek az alapvető megállapításokat nem módosítják. A vízföldtani viszonyok alapján megkülönböztethető: vízkilépésektől mentes, egyszerű vagy duzzasz-

tott talajvizforrásos, rétegforrásos és vegyes - talaj és rétegforrásos-magaspartszakaszok.

Igazoltnak tekinthető az a megállapítás, hogy egyes mozgások keletkezésében, kiváltásában a vízföldtani adottságok nagymértékben közrejátszanak.

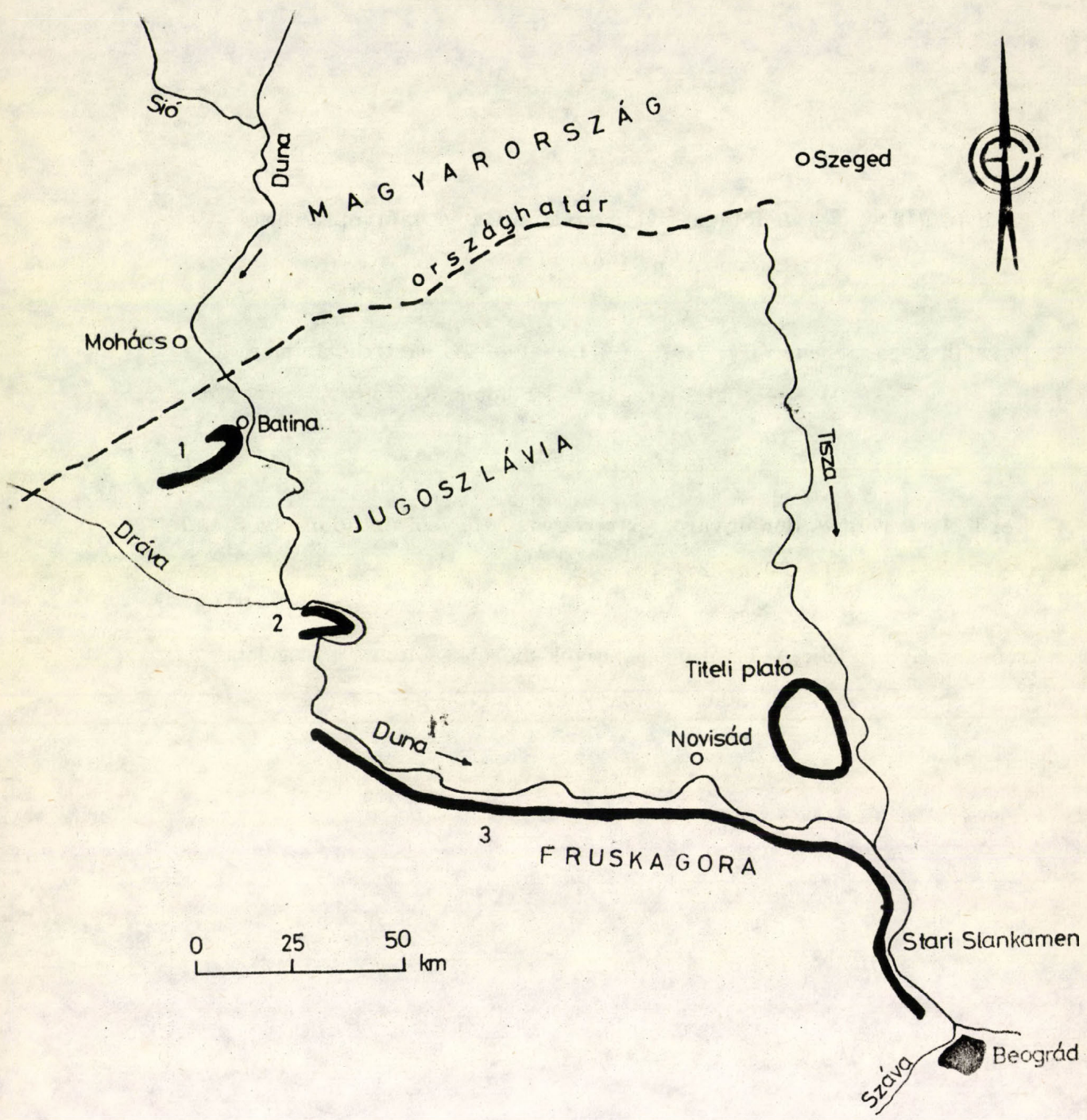
4. Összehasonlítva a hazai és a jugoszláviai magaspartoknál kialakult mozgásokat lerögzíthető, hogy közöttük lényeges eltérések nincsenek. A hazai magaspartoknál megfigyelt és kimutatott mozgásformák és típusok ugyanugy megtalálhatók a jugoszláviai folyószakaszokon is, mint nálunk. Ez természetesen visszavezethető arra, hogy a földtani, geomorfológiai, vízföldtani viszonyok megegyezők, ill. közöttük lényegi különbségek nem mutathatók ki (3. ábra). Ebből eredően a mozgások keletkezését kiváltó hatótényezők is hasonlóan hatnak és működnek. Bár meg kell jegyezni, hogy hazánkban az utóbbi időben az emberi beavatkozás antropogén hatás - nagyobb sullyal játszik már szerepet a kiváltó okok között, ezért jugoszláviai magaspartoknál a természeti hatótényezők szerepe még jelentősebb.
  
5. A kimutatott egyezés a hazai és a jugoszláviai dunai és tiszai magaspartoknál azt is jelenti, hogy a mozgások megszüntetése és keletkezésüknek megakadályozása, a csuszások elleni védekezési módok legcél szerűbb formái, főbb vonatkozásokban is meg kell, hogy egyezzenek. Így a csuszólap alsó szakaszának leterhelése, a törmelékletítő átázottságának megszüntetése (forrásfoglalás) tereprendezés, felszíni vizek összegyűjtése és elvezetése, növényzettel való betelepítés és indokolt esetben a talaj és rétegvizek szintjeinek süllyesztése nyomáscsökkentő kutrendszerek létesítésével.

## ÁBRÁK

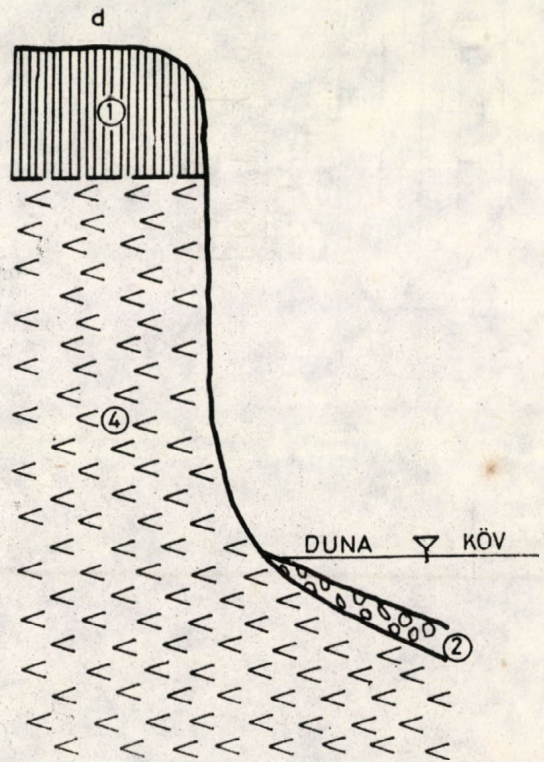
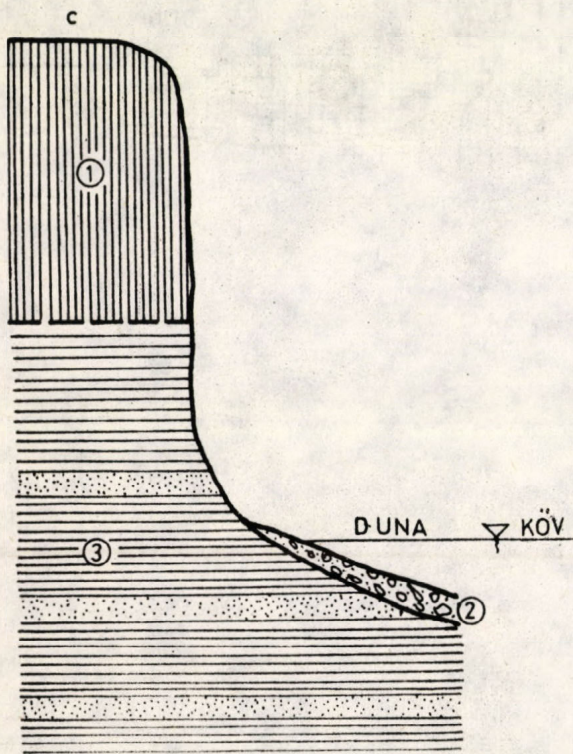
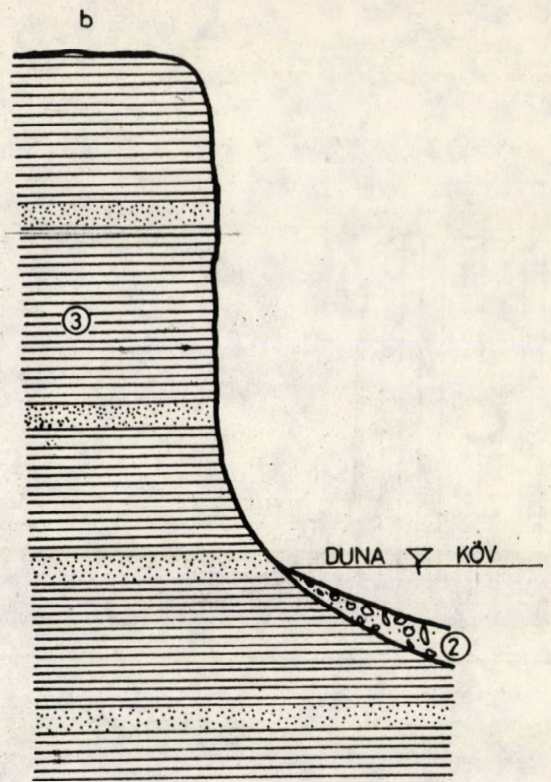
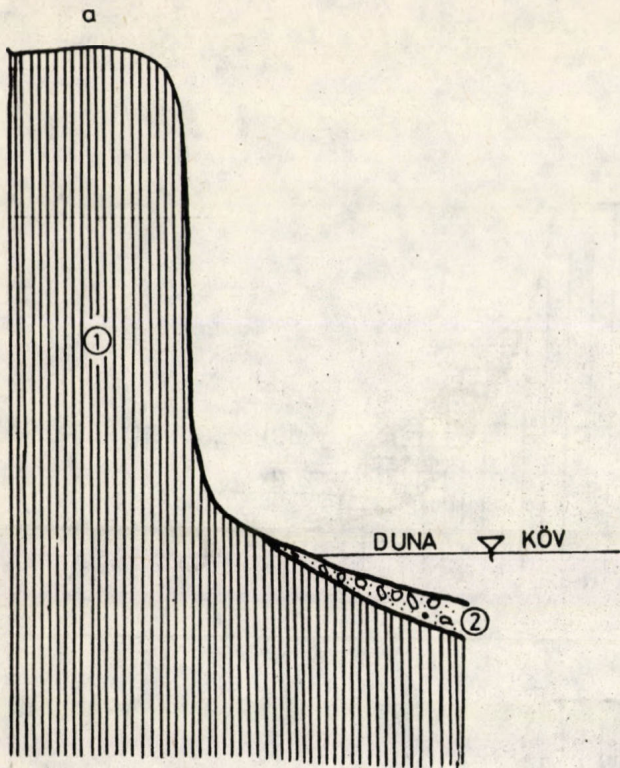
1. ábra A jugoszláviai dunai és tiszai magaspartok vázlatos helyszínrajza
2. ábra Különböző földtani felépítésű magas parttipusok Budapest-Zimony közötti Dunaszakaszon. "a" pleisztocén löszösszletből álló magaspart, "b" felsőpliocén rétegekből álló magaspart, "c" összetett pleisztocén és felsőpliocén rétegekből álló magaspart, "d" szilárd kőzetekből (pl. Andezit bazalt) álló magaspart.
1. pleisztocén rétegösszlet 2. dunai üledékek, 3. felsőpliocén homok és agyagrétegek. 4. andezit bazalt.
3. ábra Különböző típusu magaspartok és mozgásformák. "a" Meredek vagy függőleges magaspart mozgások nélkül, "b" Leszakadásos csuszásokból álló magaspart. "c" íves csuszólapu partrogyásos magaspart, "d" összetett csuszólapu partrogyásos magaspart.
1. pleisztocén, pliocén rétegek. 2. dunai üledékek  
3. A magaspartról leomlott, megcsuszott anyag.

## IRODALOM

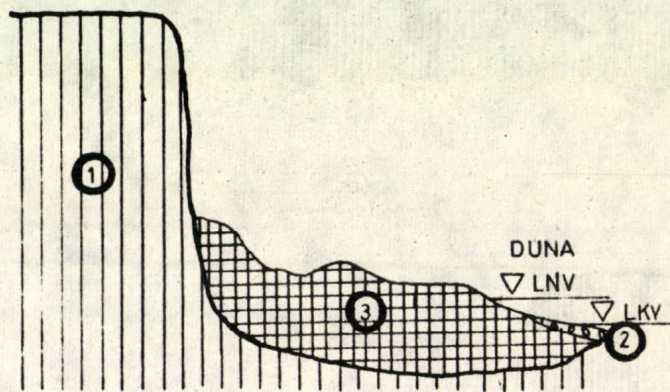
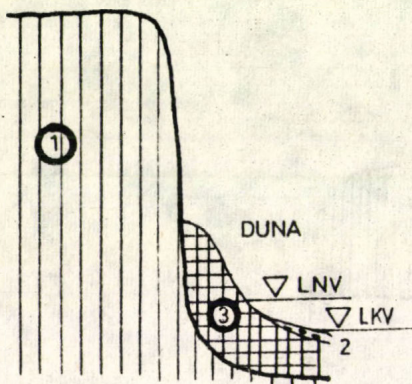
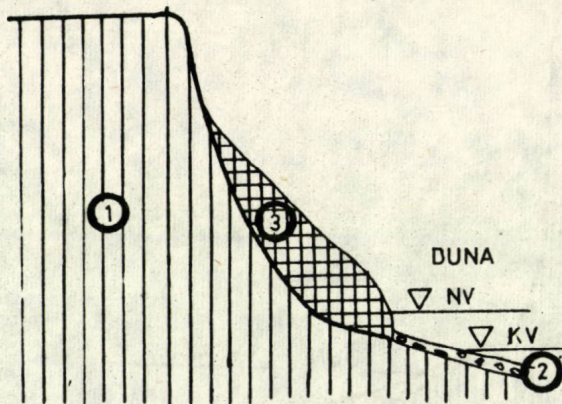
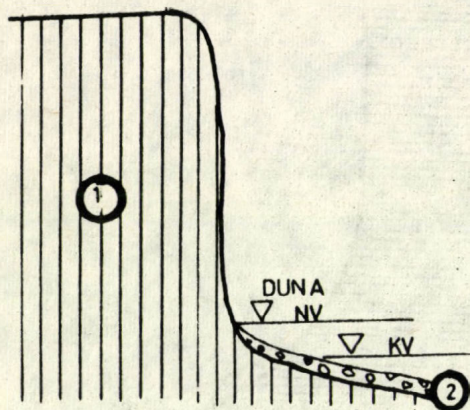
- Galli L. (1977): A földtan alkalmazása a víz és mélyépítésben.  
Budapest, p. 180-199.
- Horváth Zs. - Scheuer Gy. (1976): A Dunaföldvári partrogyás mérnök-  
geológiai vizsgálata. Földtani Közlöny.  
106. p. 425-440.
- Kérdi Á. (1970): A dunaujvárosi partrogyás. Mélyépítéstudományi Szemle.  
20.p. 281-297.
- Scheuer Gy. (1979): A dunai magaspartok mérnökgeológiai vizsgálata.  
Földtani Közlöny. 109. p. 230-254.



1. ábra



2. ábra



3. ábra



PAJZSOS ALAGUTÉPÍTÉSNÉL ALKALMAZOTT INJEKTÁLÁS  
MÉRNÖKGEOLOGIAI KÉRDÉSEI

Horváth Tibor<sup>x</sup>

1.) Bevezetés

A budapesti metró É-D vonalán az Arany János u. - Élmunkás tér közötti mélyvezetésű alagutzakasz pajzsos technológiával, tulnyomórészben a felső-oligocén koru rétegekben épült meg. A felső-oligocén idősebb kőzetfáciése agyag, ill. aleurit, lefelé fokozatos átmenettel kapcsolódik a kiscelli agyagformációhoz.

Az agyag, aleurit rétegsor a fiatalabb kifejlődések felé egyre inkább homokos, kőzetlisztes jellegűvé válik, önálló homokerek, homokrétegek jelennek meg.

A felső-oligocén agyag, aleurit kőzetfizikai jellemzői nagyon változók. Legvalószínűbb paramétere:

	- surlódási szög	30 - 35 <sup>o</sup>
C	- kohézió	5 - 10 Mp/m <sup>2</sup>
t	- törőszilárdság	4 - 5 kp/cm <sup>2</sup>
k	- szivárgási tényező	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-8</sup> cm/sec

A felső-oligocén homokrétegek kőzetfizikai jellemzői a következők:

∅	- surlódási szög	37-38 <sup>o</sup> (CaCO <sub>3</sub> tart.)
---	------------------	--

<sup>+</sup>METRO BERUHÁZÁSI és KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉSI VÁLLALAT

C - kohézió	4,4 -	Mp/m <sup>2</sup>
U - egyenlőtlenségi együttható	3,4 - 8,0	
k - szivárgási tényező	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-4</sup>	cm/sec

A felső-oligocén rétegsor felett negyedkori törmelékes üledékek helyezkednek el. A negyedkori rétegben az Élmunkás tér előtti alagutzakasz és az állomás épült meg. Az építés során tehát más-más tulajdonságu kőzetekben kellett az alagutat megépíteni. Az építési technológia egyik kiegészítő folyamata az injektálás. Az alkalmazott injektálási technológia a megépített szakasz teljes hosszában a kőzetviszonyok változásai dacára azonos volt.

A tervező és kivitelező szakemberek részére szeretnénk olyan gondolatokra rávilágítani, amelyeket a különböző kőzetekben végzett injektálások során alkalmazni tudnak, a pajzsos alagutépítésnél.

## 2.) Az alagutban történő injektálás szerepe és a vele szemben támasztott követelmények

A földalatti műtárgyak tervezésekor a mérnökgeológiai viszonyok általánosan ismertek. Ezek az ismeretek a kivitelezés során válnak pontosabbá.

Nem lehet a furások korlátozott száma miatt pontosan megadni egy vetőzóna litoklázisokkal átjárt, összetört kőzetrészének vízszintes kiterjedését, a zóna vizszállító képességét, töredezettségi fokát, litoklázisoknak és a réseknek a felületi gyakoriságukat stb.

Ezekre a tulajdonságokra - megfelelő pontossággal - csak a műtárgy építése során nyerünk információt. Az injektálás helyes elvégzése azonban függ a műtárgy körüli kőzet szilárdsági és vízvezető képességi tulajdonságaitól.

A következőkben a Budapesten bevezetett csuklós vasbetonblokkos falazati rendszer injektálásának mérnökgeológiai kérdéseivel foglalkozunk.

A falazat és kőzet együttdolgozása szükségszerű következmény, mert a falazat nagy teherbirása csak a kőzet megtámasztó hatásának hatékony érvényesülése esetén realizálódik, anélkül a gyürü labilis.

Az injektálását úgy kell a pajzsos technológiai folyamatba beépíteni, hogy az ne rontsa az építés sebességét, olyan időpontban végezzék el, hogy a káros felszíni süllyedések kialakulásának lehetőségét minimálisra csökkentse, és a szerkezet kialakításának időpontjában biztosítson kapcsolatot a falazat és a kőzet között.

Az injektálást két lépcsőben végzik el. Az első üregkitöltő anyaga speciális adalékanyagot és kötőgyorsítót tartalmazó cementhabarcs, a második injektálásé pedig cementtej, vagy bentonitos cementtej.

Az első injektálás anyagának egy sor építéstechnológiai, alakváltozási és szilárdsági követelménynek kell eleget tennie. A következőkben csak azokkal a következményekkel foglalkozunk, amelyek összefüggésben vannak a kőzetfizikai tulajdonságokkal.

Ezek a követelmények a következők:

- a.) A szerkezet és a kőzet közötti ürt, teljes mértékben töltse ki, hogy a kitöltetlen üregek miatt, káros felszíni süllyedések, valamint a meg nem engedhető alagutfalazati deformációk ne alakuljanak ki.
- b.) Az injektáló anyag szilárduljon olyan gyorsan, hogy az önmagában labilis alagutfalazatot időben meg tudja támasztani. Legyen képes olyan felületi terhelés viselésére, mint amekkora ágyazási reakció a

falazat önsúlyából és a falazatra már működő földnyomásból keletkezik. Az injektáló anyag szilárdulási sebességével kapcsolatban támasztott igény mindig függ a kőzet szilárdsági tulajdonságától, az alagutfalazat saját merevségétől és az építési sebességtől.

- c.) A beinjektált anyag végszilárdsága az alagutat övező kőzetével legyen azonos. Nagyszilárdságu kőzetek esetén pedig legalább olyan szilárdságu, hogy a falazatot megtámasztó hatás szempontjából merevnek legyen tekinthető.

A b.) és c.) pontban leírt követelmények kielégítéséhez az általános tervezéshez megadott mérnökgeológiai körülmények ismerete elegendő. Az a.) pontra vonatkozóan azonban csak az építés során észlelt mérnökgeológiai adatoknak az injektálási technológiába való gyors beépítése során lehet az a.) pontbeli követelményt kielégíteni.

A falazat és a kőzet között keletkező hézagot a pajzsos alagutépítésnél két okra vezethetjük vissza:

- Technológiai hézag a pajzs és a falazat átmérőkülönbsége révén mindig kialakul. Nagysága a mérnökgeológiai viszonyoktól független, jól leírható, előre jelezhető.
- Földtani okok miatt keletkező hátür nagysága, kialakulásának helye kevésbé jelezhető előre. Kialakulása kisebb szakadások, pergés, vagy omlások miatt várható.

Technológiai szempontból külön kell választani az üregkitöltő injektálás, tektonikusan tört kőzet injektálását és a póruskitöltő injektálást.

Az üregeket az első injektálás során kell kitölteni. Így a hátürkitöltő és az üregkitöltő injektálás között különbséget az esetek többségében nem kell tenni.

A tektonikusan töredezett kőzet és a porózus kőzetek kiinjektálását minden esetben meg kell hogy előzze a hátürkitöltő injektálás.

### 3.) A pajzsos alagutépítés technológiájából fakadó hátür.

A pajzsos épülő alagutak esetében - időlegesen, megtámasztás nélkül is állékony műszaki-földtani környezetben - mind kialakul hátür az építési technológia következtében. (1. ábra)

A hátür a következő elemekből tevődik össze:

$$T_{\text{techn}} = T_1 + T_2 + T_3$$

ahol

$T_1$  = a pajzs-faroklemez vastagság

$T_2$  = az alagutfalazat külső átmérője és a pajzs belső átmérője közötti különbség. Az 5 m körüli  $\emptyset$  esetében ez a különbség 6-7 cm.

$T_3$  = a pajzs irányítása miatt a vágóél által meghatározott kör-szelvélynél nagyobb szelvény kifejtése miatt kialakuló hátür (tulfejtés). A tulfejtés értéke 3-4 cm, ritkán éri el a 6 cm-t.

A  $T_3$  el is maradhat, ha a fejtési utasítás nem ír elő tulfejtést, ekkor a  $T_3 = 0$ . A pajzs vágóélével történő kőzetvágatás esetén a  $T_3 = 0$ . (lásd: 1. ábra).

A  $T_1$  és a  $T_2$  hátürnagyság állandó vonzata a technológiának. A tulfejtést és a vágatást általában vegyesen alkalmazzák, ritkán fordul elő teljes tulfejtés, vagy vágatás.

A technológia következtében kialakuló hátür nagysága ugyan kicsiny, de mivel lényeges szerepe van a falazat statikájában, a felszíni süllyedés kialakulásában és a víz elsődleges kizárásában, jóminőségű elvégzése elengedhetetlen műszaki követelmény.

#### 4.) A zavart műszaki-földtani környezet következtében kialakuló hátür és injektálásuk.

A zavart műszaki-földtani környezetben az alagut körül kialakuló hátür mérete igen tág határok között mozog. Külön esetként kezelhetők a nagyméretű emberéleket, technikát és az alagut állagát veszélyeztető szakadások, omlások. Ezeknek mértéke néhány  $m^3$ -tól több mint  $100 m^3$ -ig terjedhet. Az ilyen helyzetekkel azonban nem foglalkozunk, mert megoldásukra mindig az adott helyzetnek megfelelő módszereket alkalmaznak.

A zavart műszaki-földtani környezetben - alak és méret szerint osztályozva - lehet:

- üregkitöltő
- kőzetrepedéseket, vetőzónát kitöltő
- póruskitöltő

injektálás.

##### 4.1.) Üregkitöltő injektálás.

Üregnek nevezzük azokat a kőzetben lévő összefüggő, szabályos, vagy szabálytalan légüres, vagy vízzel telített tereket, amelynek három mérete közül a legkisebb is nagyobb 4 cm-nél. 2

Az üregkitöltő injektálásról beszélünk a fenti tereknek alacsony nyomással történő kitöltésénél.

A pajzsal épülő alagut esetén főtészakadás által üreg keletkezik a falazat mögött. Az üreg alakja és mérete nagy bizonytalansággal, vagy egyáltalán nem jelezhető előre, ezért nagyon fontos, hogy ha a főtében szakadás történik, akkor a falazat beépítése előtt a lehető legnagyobb pontossággal megmérjük az üreg jellemző méreteit.

Az üreg méreteinek ismeretében az üregkitöltőanyag mennyiségére vonatkozóan tájékoztató jellegű adatot kapunk.

#### 4.2.) Vetőzónát kitöltő injektálás.

A vetőzóna és a környezetében tektonikailag összetört kőzet rész injektálhatósága függ a kőzethasadékok, kőzetrepedések irányától, a hasadék, vagy réstérfogat értékétől, a víz áramlási nyomásától és a zavart zóna vizszállító képességétől.

A valóságos tektonizált (hasadékos) kőzetek igen nagymértékben különböznek az idealizált résrendszerekkel jellemzett kőzetektől, mert

- a kőzetekben kialakuló hasadékok mérete térben nagyfokú változékonyságot mutat,
- a hasadékok általában közel függőlegesen a legnagyobb csuszató feszültség síkjaihoz kötötten helyezkednek el.
- a kőzet és a folyadékmozgás paraméterei csak mint valószínűségi változók értelmezhetők.

A rések statisztikai eloszlásának számszerű meghatározására kétféle út járható.

- 1.) Az előtervezés során a furásokban észlelt vetőzónák kiértékleése a hasadékok és rések eloszlásának vizsgálata statisztikai módszerrel. (5)
- 2.) Az alagút építése során a kivitelezés során nyert adatokból a hasadékokra, résekre vonatkozó résstatisztikai mutatókat meghatározni.

A kivitelezés során végzendő résstatisztikai vizsgálatok lényege, hogy meghatározzuk a rések szélességét, a zavartzóna vastagságát. A mért jellemzőkből számíthatjuk a zavartzóna

- áttörtségét
- réstérfogatát
- átlagos szivárgási tényezőjét
- vizszállítási tényezőjét



A mért adatokat az alábbi táblázat alapján dolgozzuk fel. 3

Jellemző megnevezése	jele	dimenziója	képlete	mérve, ill. számítva
Résszélesség	d	m	-	$5 \cdot 10^{-4}$
Résszám	N	db	-	100
Zavartzóna vtg	M	m	-	10
Áttörtség	u	%	$\frac{N \cdot d}{M} \cdot 100$	0,5
Réstérfogat	$\frac{\vec{n}}{n_0}$	%	$\frac{N \cdot d}{M} \cdot 100$	0,5
Szivárgási tényező	$K_L$	m/sec	$6 \cdot 10^5 \cdot u \cdot d^2$	$7,5 \cdot 10^{-4}$
Vizszállítási tényező	T	m <sup>2</sup> /sec	K · M	$7,5 \cdot 10^{-3}$

Az áttörtség (u) a zavartzóna kőzeteinek azt a keresztmetszetét határozza meg, amelyen keresztül a folyadékáramlás végbemegy.

A réstérfogat ( $\frac{\vec{n}}{n_0}$ ) a zavartzónában a rések térfogatának a % értékét adja meg a zavartzóna teljesszélességü térfogatához viszonyítva.

A vizszállítási tényező (K.M) a résrendszerben áramló víz mennyiségére utaló mérőszám.

A résméret és az áttörtség függvényében a zavartzóna szivárgási tényezője meghatározható. 2. ábra 3.

Szivárgási tényező ismeretében a Sawitze táblázatból meghatározható a legmegfelelőbb injektálási módszer. 3. ábra 2.

#### 4.3.) Póruskitöltő injektálás.

Szemcsés kőzetek szemcséi közötti folytonossági hiányt nevezünk pórusnak. A pórusok jellemzője, hogy korlátozott keresztmetszetéhez képest, hossza végtelennek tekinthető.

A pórusok keresztmetszetei mérete egyszemcsés szerkezetnél a szemcseméreték függvénye, a pelites és agyagos üledékeknél a kapcsolat már nem ilyen egyértelmű.

A pórusok jellemzője egy homogén összletben az, hogy átlagos keresztmetszetük nem változik lényegesen. Minél szélesebb szemcsetartományt ölel fel egy kőzet, annál szélesebb skálán változik az átlagos póruskeresztmetszet is, de általában azonos nagyságrendben marad.

Az injektálás tervezésénél lényeges, hogy lehetőségekhez képest a legpontosabb szemeloszlási görbét használjuk. Az iszap és agyagtartalom meghatározása azért is fontos, mert e két frakció jelentősen növeli a homokszemcsék felületi szennyezettségét, a terhelés alatti tömörödés mértékét és csökkenti az injektáló anyag behatolási mélységét, illetve növeli a kiszűrődés lehetőségét.

A másodlagos porozitással rendelkező szemcsés kőzetek szemcseeloszlási görbéjéből számított hézagterfogat általában nagyobb értékű, mint az "in situ" állapotban.

A kalciumkarbonátos cementáló anyagu homokok esetében a másodlagos porozitás nem jelent minden esetben hézagterfogat csökkenést. (4)

Ez azért lehetséges, mert a cementáció ugyan a porozitás csökkentésével jár, de a megnövekedett összenyomódási modulus miatt a mélységgel való porozitáscsökkenés jelentéktelenné vált.

A budapesti metró É-D-i vonalán a kalciumkarbonátos kötőanyagú felső-oligocén homok például másodlagos porozitással rendelkezik.

Póruskitöltésnél kőzetet legjobban a vízáteresztőképességi együtthatóval jellemezhetjük. Az injektáló anyag általában csak kötőanyagot tartalmaz, mert a kőzetréteg vázszerkezetét nem az adalékanyag képezi, hanem a kőzet szemcséi.

A kötőanyag lehet finomraőrölt szemcsékből előállított szuszpenzió, vagy folyadék. Az alkalmazott injektálási módszer a vízáteresztő együttható ismeretében a Sawitze táblázat (3. ábra) segítségével határozhatjuk meg.

A szemcsés anyagból előállított injektáló folyadék esetén az injektálhatóság határát nagymértékben befolyásolja a kötőanyag őrlési finomsága.

A kötőanyag és a befogadókőzet szemcseeloszlási görbéjét megszerkesztve a kielégítő injektálhatóság feltétele

$$\frac{D_{15} \text{ (befogadó talaj)}}{D_{85} \text{ (kötőanyag)}} = 25$$

Ha ez az arány kisebb 25-nél, akkor részleges kiszűrődés, ha pedig 5-nél is kisebb, teljes kiszűrődés következik be.

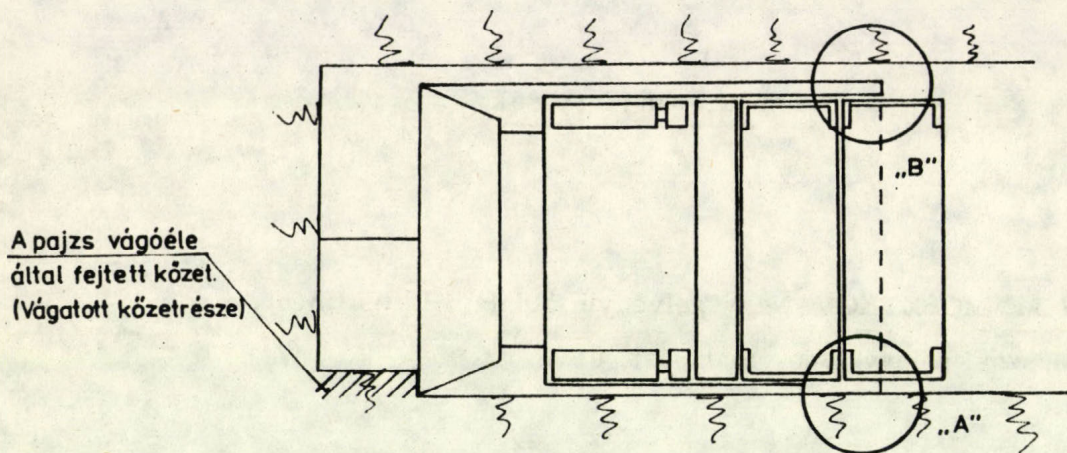
## 5.) Összefoglalás

Az injektálás tervezése és kivitelezése nem valósítható meg a műszaki-földtani környezettől függetlenül.

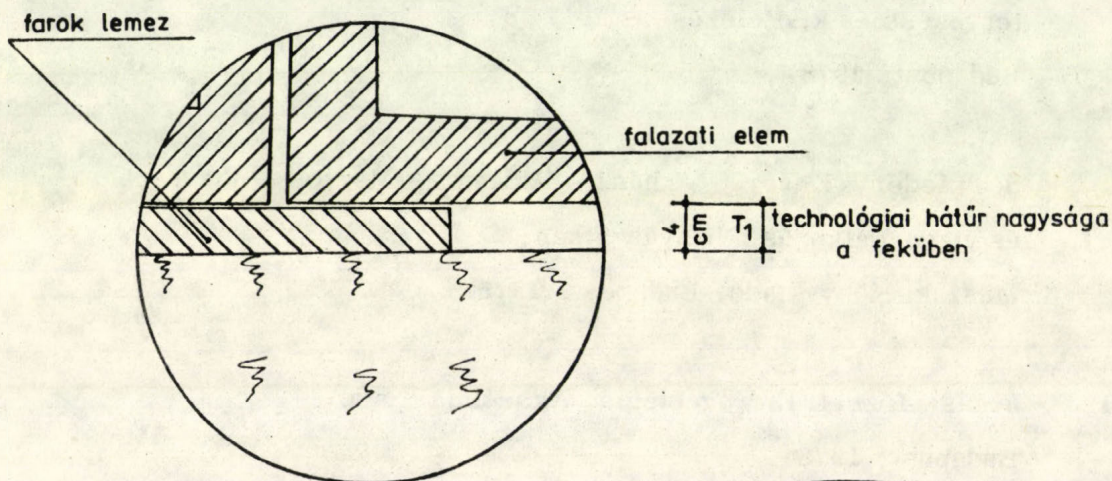
A különböző injektálási módszerek tervezéséhez táblázatok, grafik onok segítségével az alagutépítésben, mélyépítésben dolgozó szakemberek részére számszerűleg mérhető kőzetjellemzőket ismertettünk.

## Irodalomjegyzék

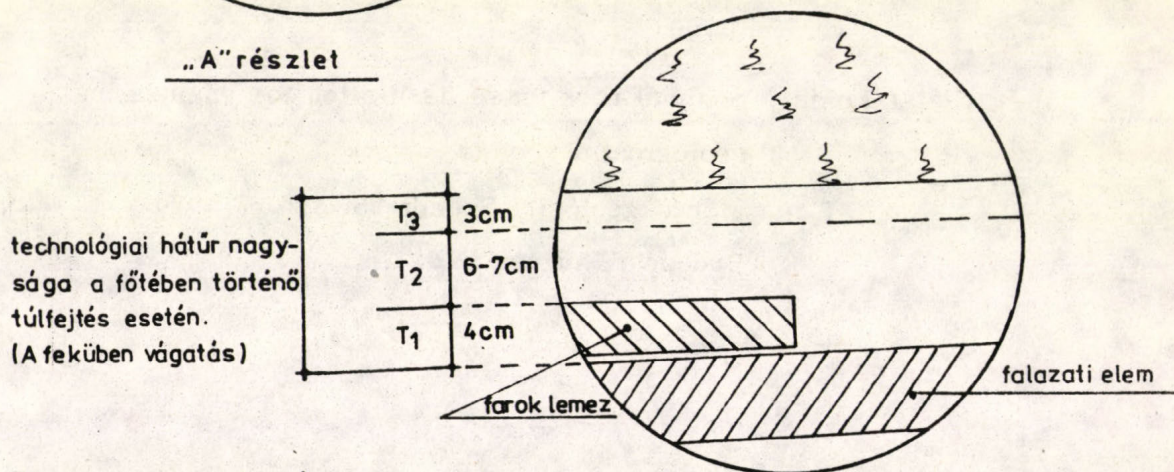
- (1) V.M. MOSZTKOV: Nagyszelvényü földalatti létesítmények.  
Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1978.
- (2) B.M.E. Geotechnikai Tanszék: Földalatti műtárgyak injektálásának tervezése és kivitelezése.  
Budapest, 1978.
- (3) Schmieder - Keserü - Juhász - Willems - Martos : Vizvesztély és vizgazdálkodás a bányászatban.  
Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1975.
- (4) Juhász József: Hidrogeológia. Akadémia Kiadó.  
Budapest, 1976.
- (5) Petar Lokin: Study of rock mass fissuration for engineering geological purposes.  
Mérnökgeológiai Szemle 23. szám. 1980.  
Budapest, augusztus hó.



A FŐTÉBEN TÚLFEJTÉS, A FEDÜBEN VÁGATÁS ESETE



„A” részlet



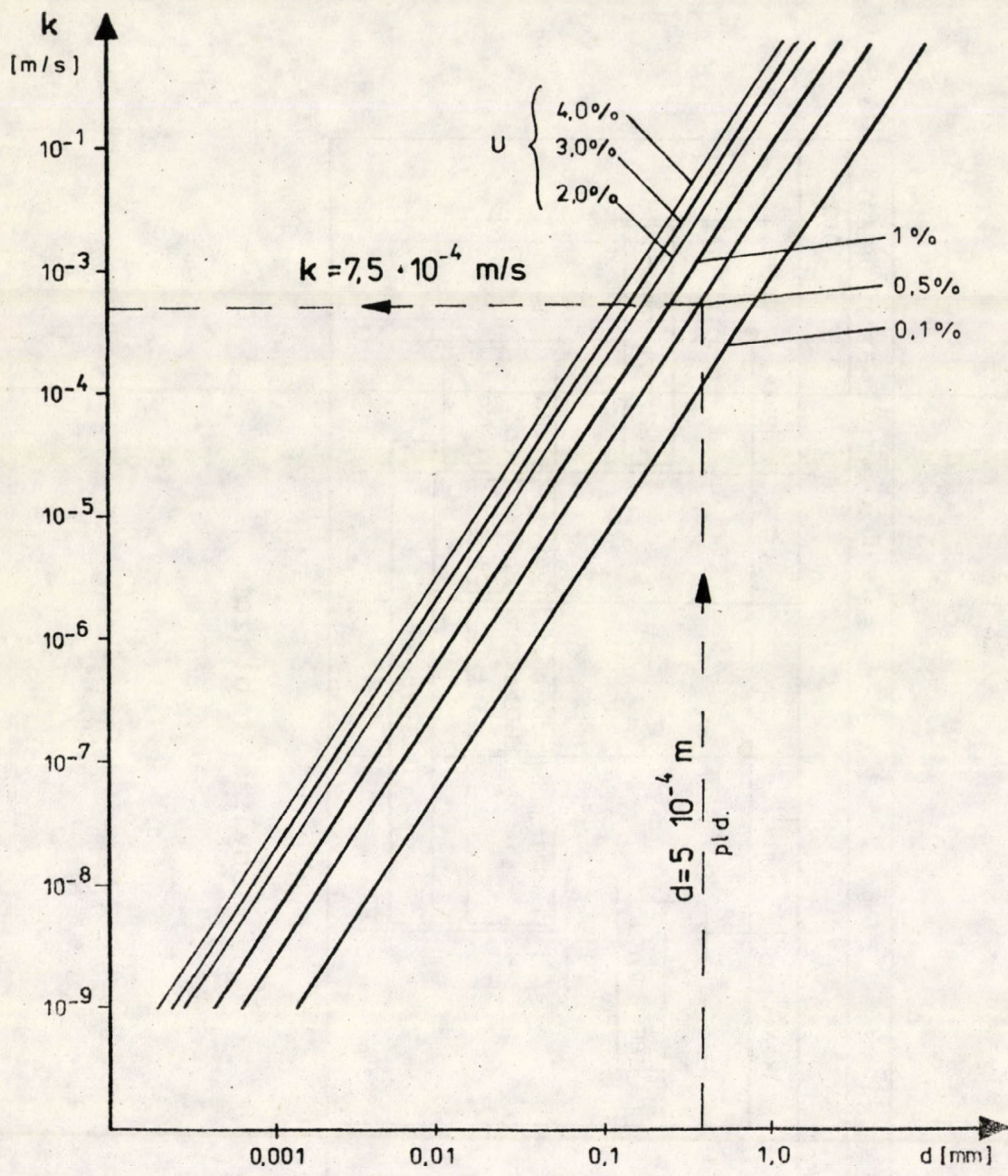
„B” részlet

$T_1$  = faroklemez vastagsága.

$T_2$  = az alagút falazat  $\phi$ -je és a pajzs belső  $\phi$ -je közötti különbség.

$T_3$  = túlfejtés értéke.

1 ábra. A PAJZSOS ALAGÚT ÉPÍTÉSÉNÉL KIALAKULÓ TECHNOLOGIAI HÁTŰR



A szivargási tényező a résméret és az áttörtség függvényében

2. ábra.

$k$ (m/sec)	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$5,8 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$5,8 \cdot 10^{-7}$	$5,8 \cdot 10^{-8}$
$k$ (m/nap)	500	100	2	0,5	0,1	0,05	0,005
	kavics	homok	mó	lössz	iszap	k agyag	
	cement						
	cement agyag						
		agyag					
		vízüveg + CaCl <sub>2</sub> reagens	vízüveg + H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> reagens	vízüveg + CaCO <sub>3</sub> reagens	vízüveg + CaCl + bentonit		
		műanyagok					
					elektromos - kémiai		

Sawitze táblázat



NEMZETKÖZI MÉRNÖKGEOLOGIAI TOVÁBBKÉPZÉS  
BUDA PESTEN

Rónai András<sup>x</sup>

A Magyar Állami Földtani Intézet az Unesco felkérésére és támogatása mellett 1975-ben Budapesten mérnökgeológiai továbbképző tanfolyamot tartott a fejlődő államok geológusai, geofizikusai és mérnökei számára.

(Postgraduate Training Course on the Principles and Methods of Engineering Geology)

Az Unesco kérésére 1979-ben a tanfolyamot megismételték. A Tanfolyam előadói karát a Földtani Intézet a budapesti Műszaki Egyetem, a VITUKI, TÁKI, FTI, Geokémiai Intézet, Építő- és Tervező Irodák és furóvállalatok vezető szakértői adták. A szervező bizottság tagjai: igazgatója: Dr. Rónai András, titkárok: Scharek Péter és dr. Siposs Zoltán (MÁFI) voltak. Az előadások nyelve angol. Ezen a nyelven jelent meg 1975-ben 19 jegyzet közel 3000 oldalon. 1979-ben egyes jegyzeteket megújítottak, másokat pótlásokkal láttak el. Így további 9 jegyzet jelent meg és egy kirándulás vezető.

A tanfolyam tantárgyai a következők voltak: Alapozó tárgyak: geológiai alapok, geofizika, geokémia, kőzetfizika, talajmechanika, hidrológia, geomorfológia. Szaktárgyak: alapozás és mélyalapozás, feltárások, terepi és laboratóriumi munka, építkezési ásványi nyersanyagok, alkalmazott hidrogeológia, mérnökgeológiai térképezés, csuszások és fejtések geotechnikai problémái, légifotók alkalmazása a mérnökgeológiában, város tervezés, vízi építmények mérnökgeológiája, mérnökgeológia a mezőgazdaság- és erdőgazdaságban.

---

<sup>x</sup>MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET

A tanfolyam időtartama 3 hónap volt, 1979. június 1–aug. 31. A hallgatók több intézetet, laboratóriumot, irodát, műhelyt meglátogattak. A tanulmányi idő alatt 4 egy napos kiránduláson és 3 egynapos terepgyakorlaton vettek részt. Az utolsó hónapban 2 kétnapos kiránduláson ismerkedtek az alföldi és dunántuli létesítményekkel.

Az 1979. évi tanfolyam hallgatóinak létszáma 13 volt a következő országokból: Nigéria, Ghána, Szudán, Tanzánia, Felső Volta, India, Thaiföld, Jamaica és egy hallgató Magyarországról.

A tanulmányi idő végén írt vizsgadolgozatok témái a következők voltak: Geofizikai mérések a mérnökgeológiában: Agyagtalajokon épült szerkezetek geotechnikai problémái: Agyagok geotechnikai vizsgálata; Ghana mérnökgeológiai térképezése; Földtani térképek használata olajkutatóban; Mélységi vízmérleg a Dunántuli hegység keleti részén; Geotechnikus energia kutatás és felhasználás; Laterit anyagok az építésföldtanban; Vízfúrások és kutak építésénél alkalmazott hidrogeológiai gyakorlat; Geotechnikai tanulmányok laza anyagban épülő alagutak tervezéséhez: Légi fotó értelmezés mérnökgeológiai térképezésnél (ebből a témából két dolgozat készült): Természetes ásványi nyersanyagok építési célokra.

A hallgatók elhelyezése IBUSZ vendégszobákban történt. A részvételi díj 200.- USA \$ volt, az ösztöndíjasok vendégszobát és 3.300.- Ft költséget kaptak.

Az UNESCO a tanfolyamot 5 hallgató repülőjegy költségeinek megtérítésével támogatta. Képviselője a tanfolyamot 1979. júniusban meglátogatta.

A NEMZETKÖZI MÉRNÖKGEOLOGIAI EGYESÜLET  
(International Association of engineering geology, IAEG)

MŰKÖDÉSE

Kertész Pál<sup>x</sup>

Az IAEG 1964-es javaslat alapján ténylegesen 1968-ban alakult meg, a prágai nemzetközi geológiai kongresszuson, mint az International Union of Geological Sciences-hez tartozó affiliált szervezet. Az IAEG a mérnökgeológia minden területével foglalkozik, szorosan együttműködve a Nemzetközi Kőzetmechanikai Társulattal (ISRM), valamint a Nemzetközi Talajmechanikai és Alapozási Társulattal (ISSMFE).

A három nemzetközi szervezet együttműködését közös koordinációs titkárság biztosítja.

Az Egyesület munkáját az egyes országokban alakított nemzeti bizottságok (csoportok) révén végzi. 1980. elején 73 országból összesen 3638 tagja volt. A magyar nemzeti bizottság a Magyar Tudományos Akadémia szervezésében 1978-ban alakult meg, elnöke Kertész Pál (BME), titkára Dr. Vitális György (SZIKKTI), tagjai dr. Végs Sándorné egyetemi tanár (ELTE), dr. Juhász József egyetemi tanár (NME) és dr. Rónai András osztályvezető (MÁFI). A magyar nemzeti bizottság szorosan együttműködik a MFT Mérnökgeológia-Építésföldtani Szakosztályával. (A magyar nemzeti bizottság címe: Bp. 1521 BME Ásványtan).

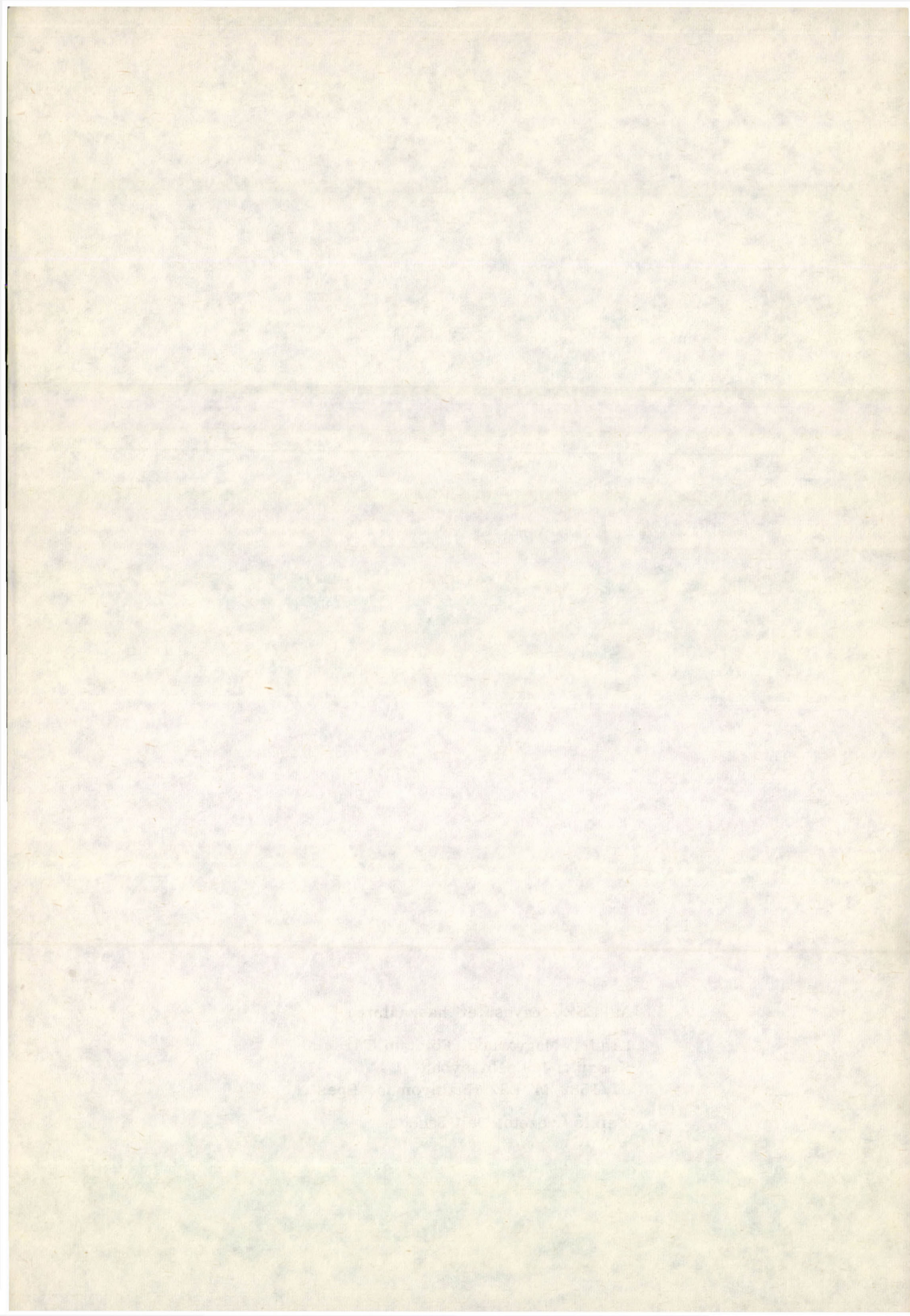
---

<sup>x</sup>BME. Ásványkőzettani Tsz.

A társulat jelenlegi elnöke J.M. Szergeev (SZU), főtitkára pedig R. Wolters (NSZK). Szergeev akadémikus az alapszabályok értelmében keleteurópai alelnökként is tevékenykedik.

Wolters főtitkár a Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának meghívására 1979. október 14-20 között látogatást tett Magyarországon. A látogatás alkalmával tárgyalásokat folytatott a Magyar Tudományos Akadémián, a Budapesti Műszaki Egyetemen és a Nehézipari Műszaki Egyetemen, valamint a Központi Bányászati Fejlesztési Intézetben az IAEG és a magyar mérnökgeológia kapcsolatairól. A Magyar Tudományos Akadémián előadást tartott szénmellékkőzetek triaxiális és egyéb szilárdsági vizsgálatáról.

A Nemzetközi Mérnökgeológiai Egyesület első kongresszusa Párizsban zajlott le, 1970-ben, ezt 1974-ben a brazíliai (Sao Paulo) majd 1978-ban a madridi kongresszus követte. Legközelebbi, sorrendben 4. kongresszusa 1982-ben, Uj Delhiben fogja a mérnökgeológiával foglalkozókat összehívni. A magyar mérnökgeológia képviselőjében helyes lenne minél több dolgozatot beküldeni és minél nagyobb magyar delegáció részvételét biztosítani.



**MTESZ - egyesületi használatra !**

**Kiadja: Magyarhoni Földtani Társulat**

**Készült: 400 példányban**

**81/1582/MTESZ Házinyomda, Bpest.**

**Felelős vezető: Deli Sándor**