

# MÉRNÖKGEOLÓGIAI

---

# SZEMLE

---

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Mérnökgeológiai - Környezetföldtani  
Szakosztályának időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével:

GRESCHIK GYULA  
és  
HORVÁTH TIBOR

35.

Kézirat

Budapest, 1986. január hó

MÉRNÖKGEOLOGIAI SZEMLE

A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT

Mérnökgeológiai—Környezetföldtani Szakosztályának  
időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével

G r e s c h i k G y u l a

és

H o r v á t h T i b o r

35. kézirat

Budapest, 1986 január hó

---

ENGINEERING GEOLOGICAL REVIEW

Issued occasionally by the Section for  
Engineering Geology  
of the

Hungarian Geological Society

Issue N° 35 Manuscript

Budapest, 1986 January

Hungary

ISSN — 0139 — 0341



Szlaboczky Pál: A Hernád magasparti csuszások Pere-Felsődobsza közötti szakas- szának bemutatása .....	1
Altnóder András - Aujezsky Géza - Scheuer Gyula: A madocsai öblözet vízföldtani vi- szonyai .....	17
Scheuer Gyula: A Nyugat-Bükk karszthidrodinamikai rendszere és működésének sajátosságai .....	35
Scheuer Gyula - Schweitzer Ferenc: A Duna menti löszöszletek mérnökgeo- lógiai tagolása .....	49
Sajgó Zsolt - Szilágyi Gábor: Geotechnikai vizsgálatok Tunéziában .....	69
Kriván Pál - Mensáros Péter - Péro Csaba: A József hegyi barlangrendszer kutató- sához kapcsolódó földtani térképezés eredményei .....	85
Mihail E. Popescu: Lejtőcsuszások tulkonszolidált agya- gokban I. rész .....	123
Szörényi Julia: Beépítési lehetőségek vizsgálata a bar- langok és a felszíni üregek felett.....	145
Szentirmai Lászlóné - Petz Rudolf - Scheuer Gyula: A rózsadombi barlangokkal kapcsolatos mérnökgeológiai térképezés .....	163
Szlaboczky Pál: Hozzászólás Greschik Gyula előadásához. ....	179

CONTENTS

Page

Pál Szlaboczký: Presentation of the section between Pere and Felsődobsza of the high bank-slidings of the river Hernád .....	1
András Altnöder - Géza Aujezsky - Gyula Scheuer: Hydrogeological conditions of the Madocsa-bay ....	17
Gyula Scheuer: Karstic hydrodynamical system of the West-Bükk and specialties of its operation .....	35
Gyula Scheuer - Ferenc Schweitzer: Engineering geo- logical division of loess layers along the Danube ...	49
Zsolt Sajgó - Gábor Szilágyi: Geotechnical invest- igations in Tunisia .....	69
Pál Kriván - Péter Mensáros - Csaba Péro: Results of geological mapping in connection with the pros- pecting of the cave-system in the mount József .....	85
Mihail E. Popescu: Slope slidings in overconsolidat- ed clays, Part I. ....	123
Júlia Szörényi: Building activity in areas with caves and underground holes .....	145
Lászlóné Szentirmai - Rudolf Petz - Gyula Scheuer: Information about the engineering geological mapping concerning the caves in Rózsadomb .....	163
Pál Szlaboczký: Contribution to the lecture of Gyula Greschik .....	179



# A HERNÁD MAGASPARTI CSÚSZÁSOK PERE-FELSŐDOBSZA KÖZÖTTI SZAKASZÁNAK BEMUTATÁSA

Szlabóczky Pál +

Mottó: " A Hernád mellett jöttem én  
Hol minden-minden költemény"  
(Urrida)

## 1. ELŐZMÉNYEK

Ellentétben Magyarország többi "magas partjával" a 60 km hazai hosszúságú Hernád magaspart regionális földcsúszásain ezideig nem volt műszaki-földtani vizsgálat, csupán geomorfológiai nomenklatúra szerinti kataszterezés, és néhány ilyen jellegű részvizsgálat, pedig egyik legérdekesebb és jól tanulmányozható mozgásvonal húzódik a Hernádvölgy K-i oldalán, 80 - 100 m völgyfeletti magassággal, Gesztely községtől kezdődve, szinte folyamatosan az ország határáig, ill. azon túl is, összesen kb- 80 km hosszúságban.

A legalább másfél évezredes mozgásmechanizmus okozói: szubdukciós kéregmozgások, ezzel kapcsolatos tektonika és szeizmicitás, kőzet rétegződés, hidrogeológiai viszonyok, folyómeder vándorlás, parti erózió, csapadékosabb időszakok, emberi műveletek. Mivel ezek hatását az egész mozgásvonal mentén még alig vizsgáltuk, itt csak egy kis területről, spontán összegyűjtött adatokat ismertetek.

## 2. A GEOLÓGIAI NAGYSZERKEZET HATÁSA

Általánosan ismert, hogy a Hernádvölgy vagy (és) a Szerencs patak völgye mentén egy nagyszerkezeti törésvonal húzódik (1. ábra, szubdukciós jellegét Balla Zoltán vizsgálta). A kéregbillenést igazolja a Bódvavölgy - Hernádvölgy közötti K - Ny-i csapású szelvény, amely mentén:

- a./ A Bódva (Sajó) völgy szélén a csereháti gömbzárványos "legfelső" riolittufa (Radócz Gyula) még a völgytalp felett található, K felé haladva viszont egyre mélyebben, a Hernádvölgyében már 150-200 m-rel mélyebben.

+ KEVILÉRV;

b./ A Cserehátról a Bódva völgybe (nyugatra) lefutó patak völgyek a torkolatuknál is felső-, vagy közép szakaszúak, ma is élő állandó meder bevágódással. Ezzel szemben a keleti oldalon mellékvölgyek alsó szakasz jellegűek, a völgy talpak mocsarasok, a patakok alig tudják vizeiket a Hernádba szállítani. Tehát a Cserehát K-i oldala ma is süllyedésben van! Az ilyen "aláhajló" törésrendszerek epicentrumai a helyi földrengéseknek, illetve jól vezetik a távolabbiakat is. A térszinsüllyedések pedig okozói a folyómeder vándorlásoknak (ami a lejtő lábak egyensúlyát megbontja), valamint áthelyezik a stabil-labil tömegek súlypontját, kiváltva azok ismételt mozgását.

### 3. VIZRAJZI VÁLTOZÁSOK

A Hernád folyó negyedkori K-Ny-i meder áthelyeződéseit:

- a kavios feké mélyvonal lefutása,
- és a felszíni meder nyomok követése igazolják.

A nagytömegű földcsúszásokkal kapcsolatos, hogy a völgytalpon kb. 1,5-2 m mélységben regionálisan megtalálható egy mélyebb humusz szint, ami a nagyszámú lelet alapján kétségtelenül neolitikorú (ó-holocén). Tehát néhány évezred alatt ilyen nagy mértékű volt az ártéri akkumuláció.

A 2. ábrán (és az itt nem közölt vizrajzi térképeken) jól kirajzolódik, hogy Pere-Felsődobosza között a Hernád néhány évszázada a csúszólejtőtől Ny felé, ívesen haladt (ez a mai Kis-Hernád medre) majd visszahúzódtott a mai vonalába, változó 1-2 km-s oldalazó mozgással. A két terület között az 1:10000-s térkép alapján további holtmeder íveket lehetett kiserkeszteni. A meder mozgások dinamikáját, időbeliségét mikropaleontológiai vizsgálatokkal lehetne kideríteni. A meder állapotok szemrevételezésével valószínűsíthető, hogy az oldal vándorlások ugrásokkal és nem folyamatos úton következtek be. A mozgások sebességét más közeli példákon dm/év, m/év nagyságrendűnek mértük.

Feltüntetettük a 2. ábrán a jelenlegi friss medervándorlások területeit is. Látható, hogy a K-i irányú medervándorlás területe a domináns. Egy-egy friss csúszás nyomán, gyors áthe-



lyeződések, kanyar lefűződés, jelentkeztek (Búdi tó).  
A Hernád völgy egész hazai felső szakaszán komoly szabályozási gondokat okoznak, a folyón történt árvízi medervándorlások.

#### 4. A PERE KÖZSÉGI ÉS DÉLRE ESŐ CSÚSZÁSTERÜLET ISMERTETÉSE

Pere község területén az épületek több mint 50%-án szerkezeti mozgásra utaló repedések láthatók. Ezek túlnyomóan két félék, (első közelítésben)

- tisztán süllyedés eredetű ferde sarok-, és nyílászáró körüli repedések,
- és horizontális mozgásra, esetleg hajlításra (emelkedésre) utaló falközi, függőleges repedések.

A község területén elegyengetett, lapos alámetsző csúszólapos mozgásformák ismerhetők fel sok forrással, vizszivárgással (3. ábra). A község É-i részén egy nagyobb, friss csúszás látható (1977), ami miatt épületeket is le kellett bontani. Legjobban tanulmányozhatók a mozgások a 3 templomon, régi iskolán, és az egykori Bárczay-féle kúrián.

A községtől D-felé haladva egy 800 x 2000 m-s területen, óriási méretű ismételt mozgások, természeti élményt nyújtó képe kerül el. Egyszerű, és időben korlátozott eszközökkel kíséreltem meg itt a mozgások időbeliségét, morfológiáját, legalább első közelítésben szétválasztani. Alkalmazott módszerek voltak:

- az 1:10000 - s térképen szereplő, 60-as évek közepéről származó pontmérések újra színtezése ( ezt Nyiri László geodéta kollégám végezte)
- Helyi szóbeli adatgyűjtés ( főként Dr Gombár József görög-keleti lelkésztől kaptam igen fontos adatokat)
- a geomorfológiai kép szemrevételezése, nem mérethelyes vázlatok készítése
- a terület morfológiai térkép szerkesztése (3. ábra)
- felszinszelvények készítése az 1:10000-s térkép szintvonalaiából ( 4. ábra).
- földrengési adatok feldolgozása (5. ábra)
- 1969-85 közötti itteni, illetve Hernád menti saját megfigyelések. ( pl. az 1970-s Építésföldtani tanulmányút



útmutatójában leírottak)

A mozgásos terület itt a következő zónákra osztható (lásd: 4. ábra II. szelvény)

A-zóna: mozgásmentes háttér, ellen lejtéssel, kb 4-5 m vastag lösz alatt, apró kavicsos, durva homoklencsék (talajviztartó). Ez alatt enyhén cementált iszapos fehér homok összlet, lignit csikokkal (felső pannon?), majd alsó pannon agyag, márga. Az alapkőzet szarmata tufa, tufit. Ennek elvetett darabjai a csúszási sáv, Hernád völgy alá követhetők.

(Alsódobozai feltárás, és fúrás)

B-zóna: 5-8 m magas csupasz szakadó lap, és meredek lejtője a lösz, néhol a durva homokot tárja fel. (Ahol 20 évnél régebbi, ott a fás növényzet benőtte.) Mögötte egyes helyeken újabb szakadó lap 1-2 m-s lépcsője kezdett kialakulni, még a 60-as évek közepe előtt. (Felsődobozán ezek évszázados pincéket nyírtak el.)

C-zóna: 3-6 m magas csúszási halmok ("koporsók") összefüggő sora, alsó határa homorúan íves. (3. ábra). Ez 1 ütemű mozgás jele.

D-zóna: az óriás lejtő alsó, laposabb szakasza, de kisebb 1-2 m magas halmok még itt is találhatóak.

E-zóna: a csúszási lejtő lába, eróziós bevágódásokkal.

F-zóna: A Hernád által "eltakarított" ártéri foltok, közel vízszintes felületekkel.

Az A-E zónákban nagyszámú, néhány éven belüli kis csúszás alakult ki az idősebb, nagy mozgások tömegein.

Érdekes feltárást találtam a mostani bejárásakor. A 3. ábrán látható, és keresztrel jelölt helyen. Pere felső részének szélétől D-re 400 m-re, az "1-ütemű" ivben lévő halom, (helyi homoknyerést szolgáló feltárás szerint) teljesen árfordult.

A feltárás szelvénye:

felül: 0,2 - 0,5 m humifikálódott barna homok

alatta: 1,5 m vastag fehér cementált, litoklázisos iszapos homok, (lagunáris),

alatta: 0,5 m vastagságig látható rozsdabarna keresztretegezett apró kavicsos durva homok (fluviogén).



A kétféle homok érintkezési felülete réteg határ, 10<sup>0</sup>-al dől Ny-felé. A község DK-i sarkánál, az 1977-es csúszás által feltárt, valamint a tetőre vezető út, löszbevérgődés alján a rozsdabarna, kavicsos durva homok látható.

## 5. ÉRTÉKELÉS

A Pere-Felsődobsza közötti csúszások jellege, története, jellemző az egész Hernád magaspartra, de utóbbi adataiból ide is visszakövetkeztethetünk. Összefoglalva, eddigi ismereteinket a következő megállapításokat tehetjük.

5.1. Földrengési hatások, mozgás periódusok. A mozgásos terület, nagy tömegű csúszásai szoros kapcsolatban állnak a nagy-szerkezeti zóna "saját" és "vezetett" földrengéseivel. A "hatások" rengések kronológiáját az 5. ábrán dolgoztam ki, megkísérelve a nagyobb mozgások esemény és forma szerinti jellemzését is. Ezek az ábra szerinti számozás sorrendjében az alábbiak.

1. A történeti feljegyzések szerint a honfoglalás utáni "Tövis-pere" vagy "Csipkés-pere" nevű ősfalú a jelenlegitől D-re kb. 2 km-re volt, az ie. IV - iu. II század között emelt, perei hármás halom alatt. Ez a település egy nagy földcsúszás nyomán pusztult el, valószínűleg a XIII. szzd. közepén, mivel a községre és a Bárczay családra vonatkozó feljegyzések alapján 1282-ben a település már a mai helyén volt, és 1258-ban Magyarországról erős földrengést jegyeztek fel. ( Réthly Antal)
2. 1441-53 között ismételt, katasztrófális rengések voltak a Felvidéken, a bányavárosokban, így Telkibányán is. Igen valószínű, hogy ez regionális földcsúszásokat váltott ki. Idézem Tompa Mihály erről énekelt versét,  
" S a bércz nagy hirtelen lesüllyedt,  
Földrázó dörgésnek közötte,  
S a bánya kincsbeteg dulóit  
Érczomladék alá temette."
3. A XVII. szd. második felében, erősebb-gyengébb fokozatú rengések voltak, majd a XVIII. szd. elején két erősebb rengés, amit a Hernád völgy közelében is észleltek.



1713-ban Bekecsen kénes víz források keletkeztek: a "megyaszói hegyek földrengés által lesüllyedvén, itt bő kénes források fakadtak" (Szirmay Antal: Abauj vármegye története) Nagyon valószínű, hogy ezt az időszakot a magaspárt regionális mozgásai követték, ami a Hernád medret is rendre nyugatra szorította. Mivel azóta kevesebb mint 300 év telt el, ezek a medernyomok már felismerhetők kellene, hogy legyenek.

4. Az 1775-ös felsődobszai nagy csúszás feljegyzéséből következtethetünk arra, hogy az év eleji nagy hó, majd árvizek, júniusi felhőszerkezetek által kiváltott, december végén bekövetkezett csúszást, mások is követhették; ha nem ekkor, akkor az 1780-87 közötti, 9 északmagyarországi gyengébb-erősebb rengés nyomán. Az ekkor lecsúszott tömegeket a mai, hosszú lapos lejtők aljában feltételezzük, ill. egy részüket a visszahúzódó Hernád elhordta.
  5. A XIX. szd. közepétől 1914-ig már Peréről is sok csúszásra földmozgásra utaló feljegyzésünk van. Az 1858-as nagy, felvidéki földrengések nyomán keletkezett, Pere É-i oldalán a ma is látható "szakadás", ami kétségtelenül a Hernád medret is eltolta Ny felé legalább 100-200 m-rel. Ebben a félévszázados periódusban (tehát 70-120 éve) keletkezettek a külterületeken látható halomsorok, melyek egy része alámetsző csúszólap emelkedő aljaként, más része, a húzási repedés tetejéről leszakadt tömbként értelmezhető.
  6. Kétségtelenül regionális mozgások voltak 1976-1977-ben, ami összefüggött az akkori nagy földrengésekkel is.  
(A bukaresti földrengést Miskolcon is észlelte: Orbán Endre, akinél az ingaszerűen felfüggesztett csillár kilengett!) Ezeket a mozgásokat az 1980-ban végzett kataszterezés során dokumentáltam Abaujvártól, Gesztelyig.
- 5.2. Geodéziai mérések értékelése. A jelen tanulmány elkészítéséhez 1985. június 6-7-én bemértünk a vizsgált területen 14 olyan pontot, ami a 60-as évek közepén mért 1:10000-s térképen is szerepel.



Ezek adatait az 1. táblázatban adjuk közre.

A 10 cm-t meghaladó magasságváltozásokat bevetítettük a két szelvényen megfelelő (hasonló) mozgású helyre. Figyelemreméltó, hogy a község közepén lévő református templom küszöbszintje kb. 20 év alatt 34 cm-t emelkedett ! Máshol 2-4 dm-s süllyedések mutathatók ki. Mivel ezen földtömegeklehetséges mozgási pályája a felszín ill. kikövetkeztetett metszetek alapján 10-30° meredekségű, kiszerezhető, hogy ez kb. 1-2 m-es lejtő irányú mozgást (kúszást) jelentett, a két mérés közötti kb. 20 év alatt. Ebből 0,5 - 1 dm/év fajlagos sebesség adódik. Ez megfelel a szakirodalomban szereplő nagyságrendeknek (Mahr Tibor)

- 5.3. Műszaki földtani értékelés. A Hernád, epirogén süllyedést, (vagy nagyobb sűrűségű vulkáni tömeg vonzását?) követő K-re vándorlása miatt, a kb. 100 m magas lejtő lábát elmossa, eláztatja, ami a hazai szakirodalomból is jól ismert magaspart csúszásokat okozza. A folyó erózió miatt mobilizálódó lejtő nagyarányú mozgásait nagymértékben segítik a nagyszerkezeti vonalmenti szeizmikus lökések, melyek 50-200 évenként jelentkeztek az elmúlt évezredben. A legmélyebb csúszólapok a regressziós pannon rétegsor alján található agyagos rétegeken alakulhattak ki. (Ezt fúrás, még nem bizonyította).
- A jelenlegi legfelső szakadólap vonal Pere-Felsődoboz között, a dombvonulat egykori gerince közelében halad. Így a Hernád jelenlegi vonaláig számítható, mozgott lecsúszott fajlagos tömeg 80-100 e. m<sup>3</sup>/m, ebből "eltűnt" 30-40 e. m<sup>3</sup>/m, kb. 2,5 milliárd m<sup>3</sup>. Ha az időszámítás kezdetétől számítjuk ezt a földtörténeti "földmunkát" akkor ez kerekén évi 1 millió m<sup>3</sup>, amit a Hernád elszállított, ill. az árterületen elteregtetett. (A Hernád éves vízszállítása milliárd m<sup>3</sup> nagyságrendű, tehát a fenti földtömeget, a vízgyűjtő más részéről begyűjtött hordalék mellett még "könnyen" elszállíthatja.)
- Megjegyezzük, hogy a perei hármashalomhoz hasonló, ma már a csúszásokkal eltűnt halom sor az időszámításunk kezde-

tén alakult ki. Felsődobozán pedig a csúszólapok gabona földvermeket nyirtak el.

Ezért a Hernád magas-part csúszásainak kezdetét kb. 2000 évvel ezelőttinek tekintjük.

A tanulmány egyszerű kutatási módszerekkel készült.

Feltevéseit fúrásos kutatással, korszerű anyagvizsgálatokkal egyszerű és felső geodéziai mérésekkel lehet majd bizonyítani.



## PERE MELLETTI MÉRŐPONTOK

1.táblázat

Sorszám	Pont neve	1965-67-1 térkép magasság	1985-ben mért (mBf)	Változás cm	Megjegyzés
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	Hernádszentandrás- - Pere közuti hid- ban gomb.	129,17	129,17	+ 00	Kiinduló ma- gasság
2.	45.j. magassági viz- ügyi alappont	129,6	129,51	- 9	kiszántott kő, helyreállítva a valószínű magasságra
3.	Pere-Hernád' hidban gomb.	132,26	132,18	- 8	A hid járdája megtűllyedve
4.	Görög-Keleti Ő-ban csap	154,81	154,80	- 1	
5.	Ref.templom küszöb	157,5	157,84	+34	Ellenőrizvel
6.	R.K.templ.(romos) küszöb	175,0	174,80	-20	
7.	1./ jelű halom	191,8	191,36	-44	
8.	1./ jelű domb tető	205,2	205,11	- 9	

1.	2.	3.	4.	5.	6.
9.	Pere-Kőkereszt alsó párkány	175,7	175,63	-7	
10.	8./jelű földút elá- gazás tengelye	221,9	221,84	-6	
11.	6o9 139 régi Hp.	231,0	231,02	+2	Terep magasság
12.	6o9 142 régi Hp	232,7	232,67	-3	Terep magasság
13.	5./ jelű különálló dombocska	193,10	192,65	-45	
14.	7. jelű, régi földút melletti domb	154,00	152,83	-17	

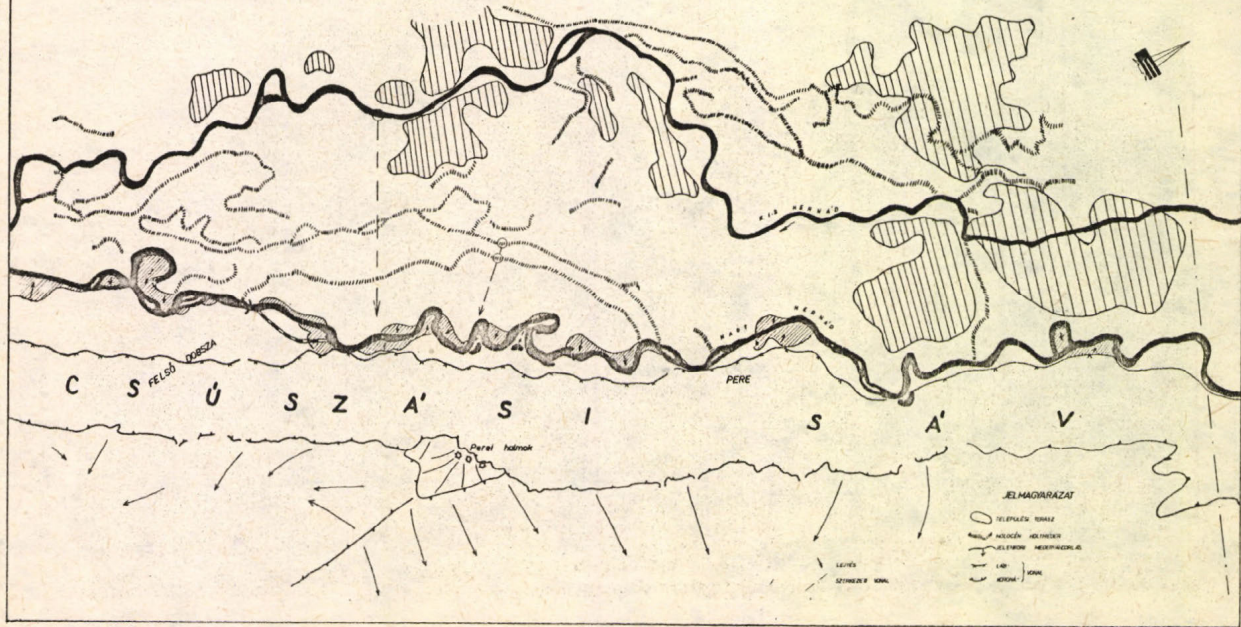




2. ábra  
**VIZRAJZI TÉRKEP**

M. 1:10000

MEZŐKÖZSÉGI KÖZTISZTARSASÁG  
 1926



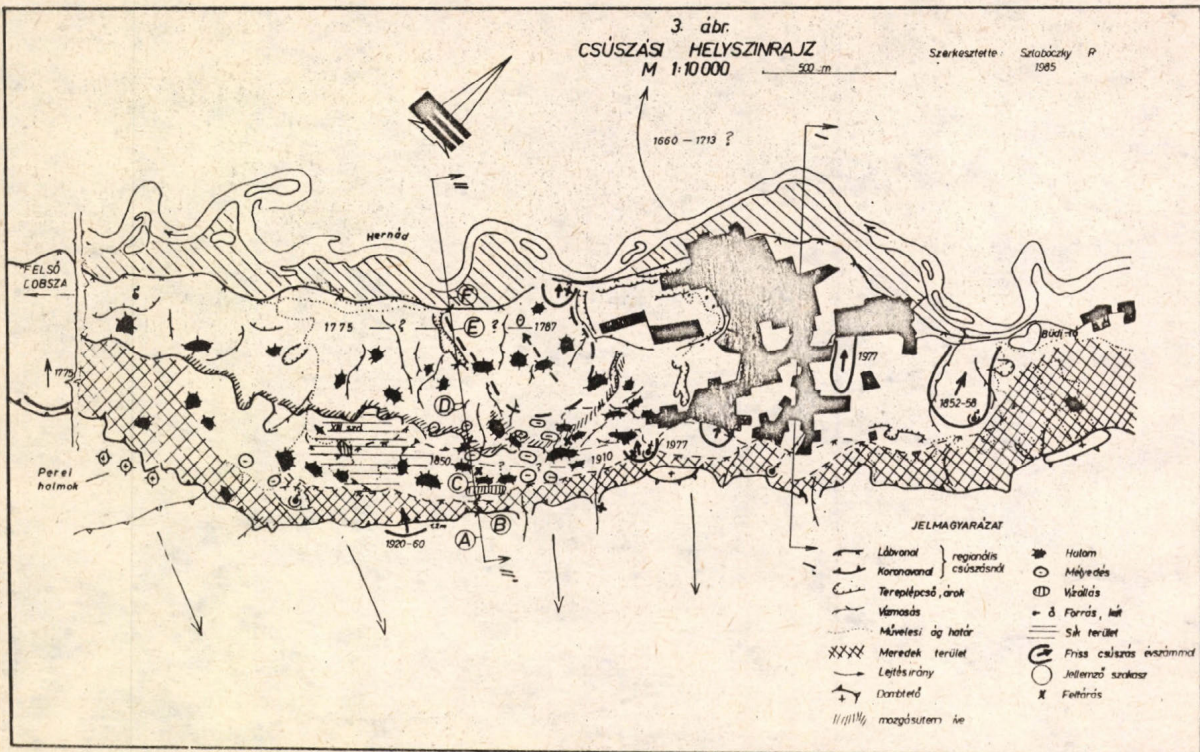


3. ábr.  
CSÜSZÁSI HELYSZINRAJZ  
M 1:10 000

Szerkesztette: Szilabóczy P.  
1985

500 m

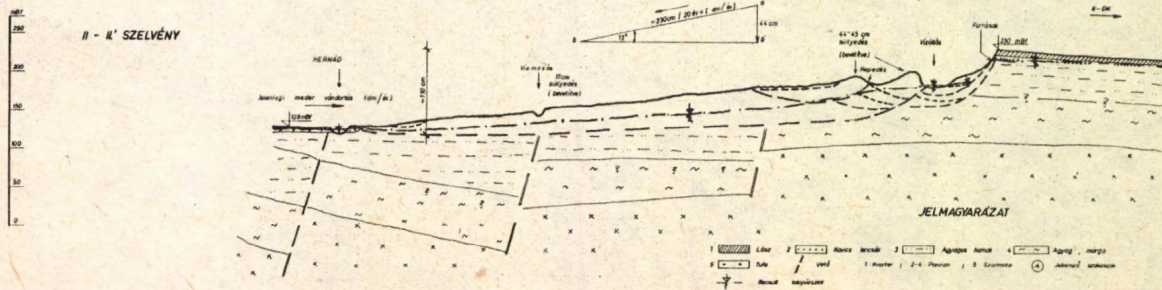
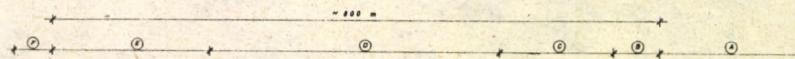
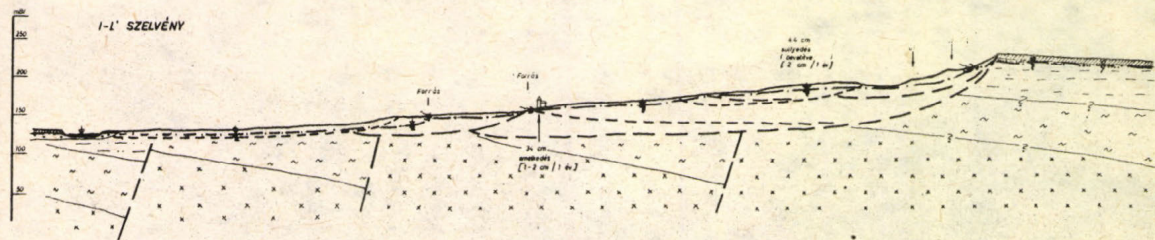
1660 - 1713 ?



# 4. ábr. CSÚSZÁSI SZELVÉNYEK

M = 1 : 2000

Szerkesztette: SZLABÓCZKY PÁL  
1963



- 14 -



5. ábr.  
MOZGÁS OKOK ÉS JELEK KRONOLÓGIÁJA

ÉV	ESEMÉNY	OPÁLIS	REGONALIS	BIZONYTALAN	BIZTOS	ERŐS	REPEDÉS	MEZIGALAF	FELŐRÁG	ÉPÍTÉSEK	EMBERT NEM VÁLTOZTATÓ VETÉLKÉZTETÉLY MŰKÖDŐ KÖZMŰVEK
1000	CSÖZSÁZÁSOK	HATÁSÚ FÖLDRENDEZÉSEK	ÉPÜLETEN								
				+							
1200					+						← ①
	+										
1400				+		*					← ②
1600				+							
				+							
	+			+		+					← ③
				+		+					← ④
1800				+		+					← ⑤
				+		+					← ⑥
	+			+		+					← ⑤
				+		+					← ⑥
2000				+		+					← ⑥

Presentation of the section between Pere and Felső-  
dobsza of the high bank-slidings of the river Hernád

Pál Szlaboczky

Along the 60 km long home section of the high bank of the Hernád only simple movement-investigations have taken place without any exploration and geodesy. For the Engineering Geological Seminary in Miskolc in 1985 I have tried to process the section between Pere and Felsődobsza on basis of the data gained until now, some new height-measurements and historical data-collection. The results of this are the following:

The lowest sliding plate of the 100 m high "collapsing bank" can be supposed to be found on the Pannonian sand-clay border. In producing movements of great masses may have the linear seismicity of the even today living tectonics an important role. The known cronology of this is contained by Fig.-5.

From the height movements between 1965 and 1985 creeping velocities of 0,5 - 1 dm/year came into being.

By movements reckoned from the beginning of our calendar an earth mass of 80-100 thousand m<sup>3</sup> reckoned to a 1 m wide strip of the area was moving and from this 30-40 thousand m<sup>3</sup> was washed away by erosion and taken away by the Hernád.

In consequence of the movements dynamical hydrological changes and valley-infillings came into being.



## A madocsai öblözet vízföldtani viszonyai

Altnöder András<sup>+</sup> - Aujezski Géza<sup>++</sup> - Scheuer Gyula<sup>++</sup>

### 1. Bevezetés

Az Országos Vizügyi Hivatal /OVH/ központi anyagi erőforrásainak terhére, a Vizgazdálkodási Intézet megbízásából a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat 1984-ben elkészítette a Duna jobbpart Dunaföldvár és a déli országhatár közötti szakaszára vonatkozóan

- a vizszerzési lehetőségek leglevő adatok alapján történő értékelését, valamint
- az ezirányú szükséges további ismeretek megszerzésére irányuló vizkutatás tervét.

A fenti kutatási terv első lépésben tájékoztató előzetes vízföldtani és vízminőségi feltárás végrehajtását irányozta elő a vizkutatásra alkalmasnak mutakozó partszakaszokon. Az előzetes feltárás 1985-ben megindult és ennek keretében 3 db fúrás lemélyítésére a madocsai öblözetben is sor került. A vizszerzési lehetőségek értékeléséhez összegyűjtött adatok, valamint az említett feltáró fúrások alapján az alábbiakban rövid ismertetést adunk az öblözet vízföldtani adottságairól, vizszerzési lehetőségeiről.

+ Vizgazdálkodási Intézet

++ Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

## 2. Geomorfológiai és földtani viszonyok

A madocsbai öblözet a Budapest - Mohács közötti Dunavölgy középső szakaszán a folyó jobb oldalán helyezkedik el. Természetes határai a következők: keleten és délen a Duna, északon a dunaföldvári magaspart, nyugaton a Bölcske - Dunakömlőd között húzódó magaspart /1. ábra/. Magassága 92-97 mBf között változik, felszínét az egykori holt medermaradványok keskeny feltöltött medrei, továbbá szélfújta homok formák teszik kissé változatosabbá. A geomorfológiai vizsgálatok szerint 1, 6 a süllyedék területén a pleisztocén végi II/a terasz és a holocén I. sz. teraszok mutathatók ki. A vizsgált terület mélyebb részei közepes és magas árvizek idején víz alá kerültek természetes állapot mellett. Ma már a megépült védőgátak ezt megakadályozzák.

A vizsgálatok szerint 3 az öblözet földtani felépítésében felső pannoniai és negyedidőszaki rétegek vesznek részt. Az idősebb képződmények csak a fúrásokból és a süllyedék peremén található természetes és mesterséges feltárások révén tanulmányozhatók, mert a süllyedék területén a fiatal dunai üledékek mindenütt eltakarják.

A folyóvízi szemcsés üledékek fekjét részben felsőpannoniai, részben pedig pleisztocén löszösszlet képződményei alkotják.

Az öblözet déli részén a fúrások szerint a fekében



felsőpannoniai homok, iszap és agyag rétegek ismeretesek. A többi részen pedig a folyóvízi összlet és a felsőpannoniai rétegek közs a magaspartot alkotó pleisztocén löszösszlet megsüllyedt és eltemetett képződményei iktatódnak. E képződményeket tárták fel többek között az FTV által lemélyített fúrások is /2. ábra/. Ezek vastagsága 5-30 m között változik és rétegzettségük és kifejlődésük alapján azonosíthatók a magaspartok felépítő pleisztocén löszösszlet idősebb tagjaival.

Az előzőekben ismertetett feküképződményekre dunai eredetű folyóvízi összlet halmozódott fel, amelynek település viszonyait és vastagságát a 3. ábrán közölt szelvényeken mutatjuk be. A rendelkezésre álló fúrásszelvények szerint a folyóvízi összlet általában a peremek felől a Duna felé fokozatosan kivastagszik. Ennek megfelelően a legnagyobb vastagságban Madocsától DK-re a folyó mellett jelentkezett. Éttől északra és délre is a fekü fokozatosan emelkedik és csökken a víztartó folyóvízi összlet vastagsága. A legnagyobb vastagságot mutató összletszakasz északnyugati irányban benyulik egészen Madocsa község alá is, ahol az M1/a jelű fúrás /2. ábra/ 29 m-ben érte el a feküt. Így a rendelkezésre álló fúrásadatok alapján kijelenthető, hogy a madocsai süllyedék legmélyebb része a fenti részen található. Ennek az adottságoknak megfelelően megállapítható, hogy az öblözet süllyedése először ezen a

területen indult meg, amely azután kiterjedt az egész öbölzetre.

A folyóvizi összletet lényegében három részre bonthatjuk, amely visszatükrözi az üledékképződés folyamatát. Az üledék összlet alsó szakaszán találjuk a legdurvább kifejlődésű - szemcseösszetételű - anyagot homokos kavics, kavics formájában. Ezen összlet 1-2 m-es görgetett lösz konkréciós kaviccsal kezdődik, amely jelzi azt, hogy a süllyedést megelőzően e terület is szerves tartozéka volt a mai peremeket alkotó löszterületeknek és e terület csak süllyedéssel szakadt el azoktól és a folyó intenzíven erodálta és pusztította a löszösszlet felső szakaszát. A finom anyagot elszállította, de a löszrétegekre jellemző konkréciókat rövid szállítási út után ismét lerakta. Ilyen jelenségek ma is megfigyelhetők a dunai magaspartonnál, ahol közvetlenül pusztítja a Duna a löszösszletet, így pl. a dunaföldvári Öreghegynél.

A folyóvizi összlet középső szakaszát már homokrétegek alkotják. A durva kavicsos összlet fokozatosan át megy kavicsszórványos homokba, majd homokba és a homok is felfelé fokozatosan elfinomodik.

Az összlet legfelső szakaszain található a legfinomabb üledékanyag homokos iszap, iszap formájában. Egyes helyeken mocsári eredetű üledékek is megtalálhatók. A folyóvizi összletre helyenként szélfújta homok települ.



Ezek a területrészek adják ma a süllyedék térszinileg legmagasabb szakaszait.

Az előzőekben ismertetett hármas üledékköszlet tagolódás egyértelműen jelzi a folyóvízi üledékképződés mechanizmusát és a folyó szállítóképességének változását, vagyis azt, hogy a Duna kezdetben nagy energiával rendelkezett. Ekkor rakta le a kavicsos üledékköszletét, majd ez fokozatosan csökkent egészen a finom iszapos lebegő anyag lerakodásáig. Ez természetesen összefüggött a folyó vízhozam nagyságával és a terület süllyedésének sebességével. Ennek alapján az valószínűsíthető, hogy a süllyedék kialakulása kezdetben volt a legerőteljesebb, majd ennek sebessége fokozatosan csökkent.

A rendelkezésre álló adatok alapján a madoccai süllyedék korára és kialakulására vonatkozóan az alábbi fejlődéstörténeti megállapítások tehetők.

A terasz morfológiai vizsgálatok szerint 1, 5 az idősebb Dunateraszok hiánya alapján a felső-pleisztocén előtt a folyó nem járt ezen a területen, tehát a süllyedék szerves tartozéka volt még akkor a dunaföldvári, paksi löszterületeknek, vagyis térszinileg a Duna szintje felett helyezkedett el. A lösz területektől való elkülönülés a terület megsüllyedésével kezdődött és ennek hatására jelent meg a Duna és kezdődött meg pusztító és üledék felhal-

mozó tevékenysége. A süllyedés kezdetben gyors volt. Ennek hatására a Duna főmedre ide helyeződött át és ekkor rakodtak le a folyóvízi összlet alsó legdurvább kavicsos rétegei. Majd a süllyedés intenzitásának csökkenésével a főmeder keleti irányba helyeződött át /Kalocsai süllyedék/ és a Dunának csak kisebb, de azért jelentős, főleg homokot szállító ágai hálózták be a területet, majd ezután csak olyan kisebb mellékágak fejlődtek ki, amelyek csak a legfinomabb anyag felhalmozásra /iszap/ voltak képesek. A területen avval, hogy a süllyedésének sebessége erősen csökkent és kikerült a folyóvízi üledékfelhalmozás főáramlatából, lehetőség nyílt a felszínén szélfújta homok lerakódására is akkor, amikor erre az éghajlati adottságok kedveztek. A süllyedéket még a közelmúltban is fattyúágai-val erősen behálózta a Duna.

Meg kívánjuk még jegyezni, hogy az irodalomban 1, 5 Madocsánál feltételezett II/a teraszt nem sikerült az általunk telepített fúrásokkal bizonyítani /M1, M1/a/. A fúrások legfelül futóhomokot tártak fel és utána 24 ill. 29 m mélységben érték el a feküt /M1 és M1/a fúrások/. A feküben az idősebb terasz meglétét jelentősebb megemelkedés jelezte volna, de ezt a fúrások nem igazolták. Magasabb elhelyezkedését a folyóvízi összletre felhalmozódott szélfújta homok okozza.



Összefoglalóan megállapítható tehát, hogy a Madocsai öblözet földtanilag fiatal. A felső-pleisztocénben végbement mozgások és a folyóvízi üledékképződés hatására alakult ki. Morfológiailag nem tekinthető önálló egységnek, hanem a Kalocsai süllyedék tartozékának, annak észak-nyugati a Duna alatt áthúzódo szárnyának.

### 3. A süllyedék geohidrológiai jellemzése

A madocsai süllyedék geohidrológiai szempontból olyan térséget képvisel, amely a dunai üledékek elterjedési területe. Az öblözet félkörívben a Dunával érintkezik, ezért vízjárását alapvetően a folyó szabályozza, kisebb mértékben pedig a területre hullott csapadék és az inaktív magaspartok felől átadódó talajviz. Ilyen helyzet alapján a süllyedék talaj- ill. partiszűrészű vizet tározó, teljesen nyitott hidrodinamikai rendszernek tekinthető.

A süllyedéket kitöltő, 30 m vastagságot is elérő folyóvízi üledékösszlet kedvező vízáteresztőképessége és a Dunával való szoros kapcsolata révén a partiszűrészű vízbeszerzésre a feltételek adottak.

A süllyedék szóbanforgó Duna szakaszán több kisebb-nagyobb sziget és zátony található, de vannak ezektől mentes szabad folyószakaszok is. Partiszűrészű vízbeszerzés szempontjából az utóbbiak a kedvezőbbek. Mint ahogy már az előző fejezetben ismertettük, a süllyedék területén a Duna

változatos szemcsés üledékösszlet halmozódott fel, mind területi, mind pedig függőleges értelemben egyaránt. Az üledéksorban a kavicsos-homokos rétegek különböző formái - homokos kavics, kavicsos homok, kavicsszórványos durva homok, durva homok - előfordulnak.

Vízbeszerzésre ezek a legkedvezőbbek és a közölt 3. ábrán ezeket külön összevontan ábrázoltuk, továbbá ennek az összletnek a vastagsági viszonyait a süllyedéken belül az 1. ábrán közöljük.

A víztartó kavicsos összlet fedőjét - finomhomok, iszap - mint jelentős víznyerésre alkalmatlan képződményeket külön lehatároltuk és elválasztottuk a jó vizadóktól.

A folyóvízi összlet feküjét idősebb pleisztocén és felső-pannoniai képződmények alkotják. Geohidrológiai szempontból a fekü túlnyomó részben rossz vizáteresztő képességű üledékekből áll. Rendszerint agyag, iszap, ritkán előfordul iszapos homok, homok is.

A fekü legmélyebben a folyó mentén található, ahol 70 mBf alá süllyed. Ezzel szemben a magaspartokhoz csatlakozó területeken 80 mBf vagy a felett található. A fedőnek vett rétegek általában 6-8 m vastagságúak, de egyes helyeken jelentősen kivastagodnak, elérhetik a 15 m-es vastagságot is. A süllyedék nyugati peremén is 10-12 m vastagok.

A kedvező vizadó homokos-kavics összlet és a Duna



kapcsolatát vizsgálva megállapítható, hogy a folyó mai medre az öszlet kb. 1/3-ába vágódott be, továbbá, hogy a dunai legkisebb vízszint is /LKV/ az öblözet teljes hossza mentén ellepi az öszlet teljes magasságát, ami pártiszűrészű vízbeszerzés szempontjából igen kedvezőnek ítélnélhető.

A negyedkori kavicsos öszlet vízminőségét vizsgálva megállapítható, hogy a vizsgált terület egészére vonatkozóan nem rendelkezünk elegendő adatokkal. Általánosságban azonban lerögzíthető, hogy a vizadó öszlet vize általában vasas, az érték 0,1-3,0 mg/l között változik. A keménység pedig 17-35 nkf értékek közé esik. A víz a községek, valamint a Tsz majorok közvetlen környezetétől eltekintve általában szennyeződés mentes.

Az előzőekben ismertetett földtani és geohidrológiai adottságok alapján a terület jelentős partiszűrészű vízkitermelésre látszik alkalmasnak. Figyelembe véve a vizadórétegek kifejlődését, vastagságát, a vizutánpótlási lehetőségeket, a várható vízminőséget és a környezet terheltségi viszonyait, a meglévő vízhasználatoknál szerzett tapasztalatokat, továbbá a jelenlegi és tervezett dunai folyamszabályozó létesítményeket, valamint a folyópart meglévő állapotát, a vizkutatásra javasolt folyószakaszokat a következők szerint választottuk ki:

A Bölcskéi kutatási terület az 1551-1548,5 folyamki-

lométerek közötti 2,5 km hosszú partszakasz. E kutatási területen a vizadó összlet vastagsága 10-15 m, a vízfolyás irányában lefelé haladva növekvő jelleggel. A fedő vastagsága 8 m körül van. Partiszűrészű víznyeres szempontjából kedvező, hogy a figyelembe vett partszakasz homorú, mosott kifejlődésű, élénk vízáramlással. Kedvezőtlen viszont, hogy a partszakasz D-i végén feliszapolódást okozó folyamszabályozási sarkantyúk vannak és néhány továbbit terveznek kiépíteni. Ugyancsak kedvezőtlennek ítélnélhető, hogy a vízkutatási terület É-i része 1 km-re megközelíti Bölcske községet, amelynek nincsen megoldva a csatornázása, ezért ebből az irányból szennyezett vizek odaáramlásának lehetősége áll fenn. A tényleges kitermelhető vízkészlet és a várható vízminőség megállapítása céljából, előzetes vízkutatás javasolható. Továbbá szükséges a meglévő aránylag még kedvező jelenlegi állapot megőrzése, fenntartása és az ehhez szükséges területvédelem biztosítása.

A javasolt bölcskei területről az előzetes számítások alapján 35 000 m<sup>3</sup>/d partiszűrészű vízmennyiség termelhető ki.

A második un. madocsbai kutatási terület az 1542,5-1540,5 fkm-ek között 2 km hosszúságban helyezkedik el. A vizadó kavicsos összlet vastagság 15-16 m, a fedő pedig 7 m körül van. A parthoz közeli sodorvonal és



az evvel járó élénk vízcserre kedvező adottságokat biztosít a partiszűrős víznyerés számára. Továbbá kedvező az is, hogy jelenleg feliszapolódást okozó folyam-szabályozási műtárgyak hiányoznak. Kedvezőtlennek íté-  
hető viszont Madocsa község viszonylag közeli fekvése /kb. 2 km/. E partszakaszon is előzetes vizkutatás szük-  
séges. A próbakutak várható mélysége 30-35 m-ben adható  
meg. Itt is az előzetes terület védelmét biztosítani kell  
a víztartóréteg elszennyeződésének megakadályozása érde-  
kében. A madoccai területről az előzetes számítások sze-  
rint kb. 35 000 m<sup>3</sup>/d partiszűrős vízmennyiség kitermelé-  
se várható.

Igy összességében a vizsgált madoccai öblözet táj-  
egységről 70 000 m<sup>3</sup>/d partiszűrős vízmennyiség kiterme-  
lésével lehet számolni, amely értéket természetesen viz-  
kutatással pontosítani kell.

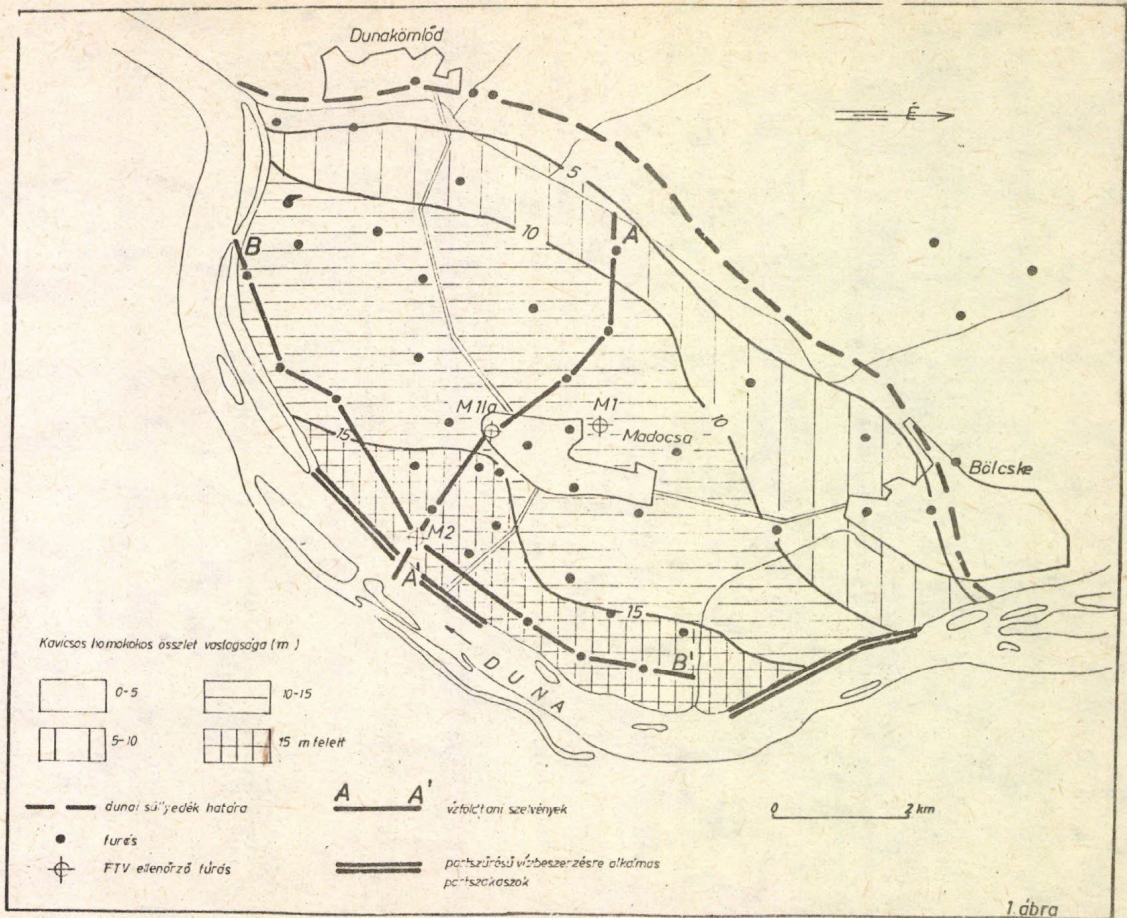
## IRODALOM

- [1] Ádám L. - Marosi S. - Szilárd J.: A Mezőföld természeti földrajza. Földrajzi Monográfiák 2. Akadémiai Kiadó Bp. 1955.
- [2] Aujeszky G. - Scheuer Gy.: Budapest - Mohács közötti Duna jobbpart geohidrológiai viszonyai. Mérnökgeológiai Szemle 1984. 32. sz. 47-66.
- [3] Fodor T.-né és munkatársai: Dunakömlőd - Paks közötti dunai magaspart mérnökgeológiai térképezése és vizsgálata. Földtani Közlöny 111. 1981. 258-280.
- [4] FTV: Vizbeszerzési, nyersanyagkutató és geotechnikai szakvélemények. Kézirat Adattár 1960-1985.
- [5] Juhász J.: Hidrogeológia. Akadémiai Kiadó Bp. 1976.
- [6] Pécsi M.: A magyarországi Dunavölgy kialakulása és felszín alaktana. Földrajzi Monográfiák 3. k. Akadémiai Kiadó Bp. 1959.
- [7] Scheuer Gy.: A dunai magaspartok mérnökgeológiai vizsgálata. Földtani Közlöny 109. 1979. 230-254.
- [8] VITUKI: Magyarország kútkatasztere.



## Ábrák

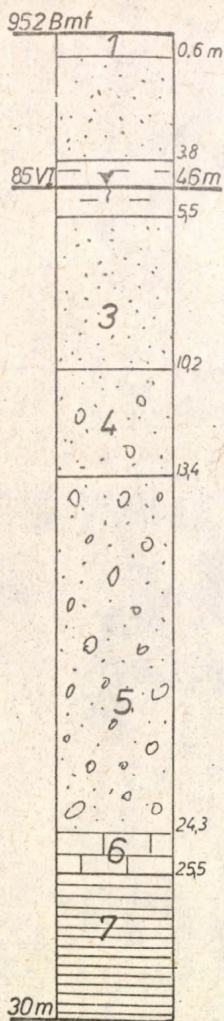
1. ábra Áttekintő helyszínrajz a vizadó kavicsos összlet vastagsági viszonyainak feltűntetésével.
2. ábra Az FTV ellenőrző fúrások rétegszelvényei. 1. Talaj; 2. iszap, homokos iszap; 3. finomhomok; 4. kavics-szórványos homok; 5. jó vizadó homokos kavicsösszlet; 6. homokkő; 7. agyagos lösz; 8. konkréciós lösz.
3. ábra Áttekintő vízföldtani szelvények. 1. Fedő üledékek, finomhomok, iszap; 2. víznyerésre alkalmas kifejlődésű homokos kavics; 3. fekü üledékek /lösz és annak különböző változatai/; 4. talajviz átlagos szintje; 5. Duna LKV bevetített szintje; 6. dunai mederfenék bevetített szintje



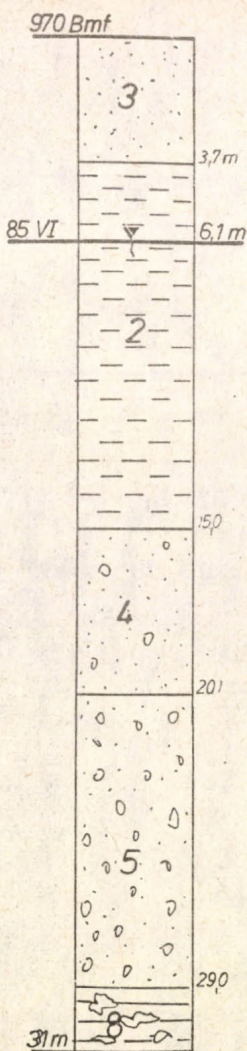
1. ábra



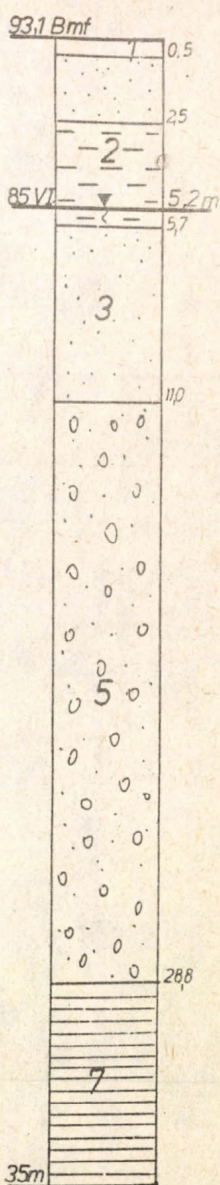
M1 fúrás



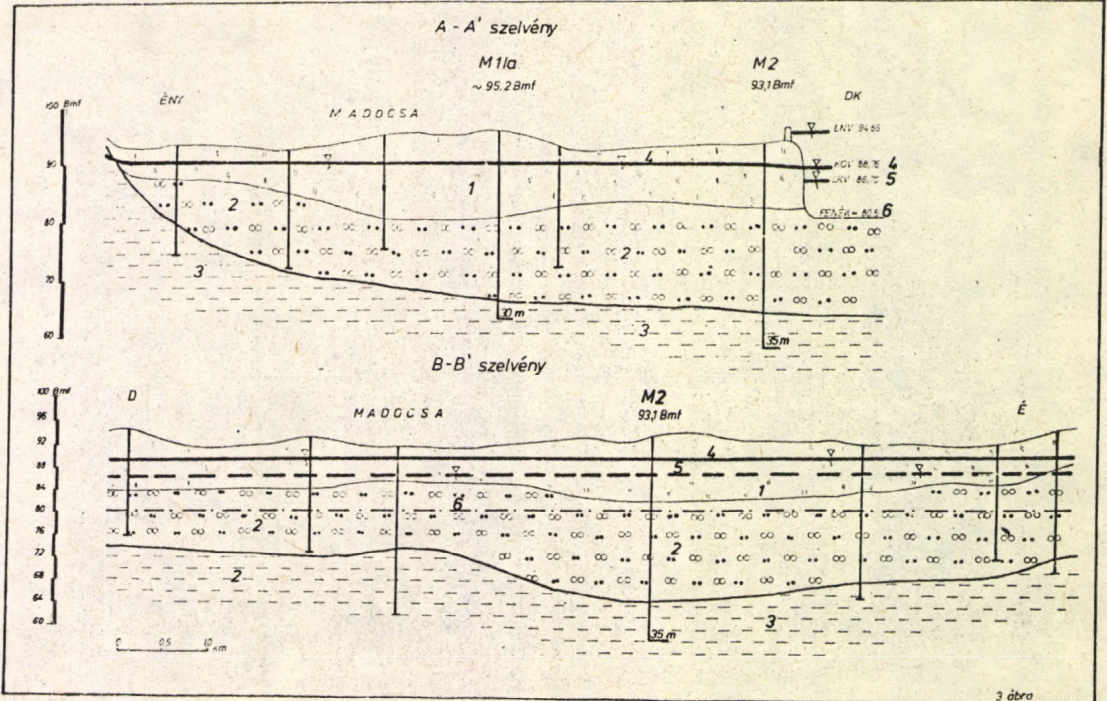
M1a fúrás



M2 fúrás



2 ábra





## Hydrogeological conditions of the Madocsa-bay

András Altnöder - Géza Aujeszky - Gyula Scheuer

The Madocsa-bay is situated in the middle section of the Danube-valley between Budapest and Mohács on the right side of the river. Upper Pannonian and Quaternary layers take part in its geological structure. The bay is geologically young, it has been formed on the effect of movements in the upper Pleistocene and the river sedimentation. From the geomorphological point of view it contacts in a half round with the Danube, therefore its water-flow also is regulated basically by the river and to a smaller extent by rainwater and groundwater flowing from the direction of the inactive high banks.

On basis of this situation the depression can be considered to be soil- and bank-filtered water storing, perfectly open hydrodynamical system and seems to be suitable for the production of bank-filtered water of an important quantity. Totally with the production of a bank-filtered water quantity of 70000 m<sup>3</sup>/d can be reckoned from the land-unit.





A Nyugat-Bükk karszthidrodinamikai rendszere  
és működésének sajátosságai

Scheuer Gyula <sup>+</sup>

Hazánk mezozoós karbonátos alaphegységi karszt és karsztos hévíztározókban gazdagnak mondható.

Ezek sorába tartozik a Bükk-hegység is, amelyen belül a Nyugat-Bükk bár nem képez önálló egységet egyedi adottságai indokoltá teszik kutatását elősegítve ezzel az egész hegységre vonatkozó ismeretek bővülését.

A közelmúltban végzett karsztvízföldtani vizsgálatok és kutatások olyan alapvető adatokat szolgáltatottak a Nyugat-Bükk területére vonatkozóan, amelyek alapján ma már felvázolhatjuk és értelmezhetjük ennek a hatalmas karsztrendszernek a hidrodinamikai modelljét és működésének folyamatait időben és térben elősegítve ezzel a gyakorlati célú kutatásokat.

1. A karszthidrodinamikai rendszerekről általában

Karsztvízföldtani szempontból általánosságban egy karszthidrodinamikai rendszer három részből tevődik össze: 1. tápterület, 2. akkumulációs zóna, 3. megcsapolási zóna. Ezeknek a hidrodinamikai rendszeren belül különböző funkcionális szerepük van, de egy egységet alkotnak. A tápterület az a rész, ahol rendszer működését biztosító és fenntartó csapadékvíz beszívárog a rendszerbe.

+ Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

A karsztrendszeren belül a tápterület lehet nyitott és rejtett. Ha mind a kettő együttesen jelentkeznek, akkor összetett tápterületről beszélhetünk. A nyitott tápterület a karszthidrodinamikai rendszer azon része, ahol a karsztos kőzetek a felszínen vannak és annak működését biztosító és fenntartó csapadékvíz beszivárog a rendszerbe. Rejtett tápterület alatt értjük amikor a rendszer fedett, fiatalabb üledékekkel eltakart részénél más víztartó rendszerekkel érintkezve, azokból adódik át a víz növelve ezzel a karsztrendszernek vízkészletét. Miután a kettő gyakran együttesen fordul elő a karsztrendszereknél, ezért rendszerint összetett tápterületi adottságokkal találkozunk.

Amíg tápterület nyitott felszíni része közvetlenül tanulmányozható és vizsgálható, addig az elfedett rejtett tápterületre vonatkozóan csak közvetett vízföldtani és vízkémiai adatokból tudunk következtetni.

A akkumulációs zónában halmozódik fel a rendszerbe jutott víz, amely részben a nyitott, részben pedig a rejtett tápterületekről származik és mozog a megcsapoló helyek irányába.

A megcsapolási zónában ürül le a rendszer nyíltan, vagy rejtetten. Nyíltan akkor amikor a víz forrásokként hagyja el a rendszert, rejtetten pedig akkor amikor átadódik a vele érintkező másik víztartó rendszernek növelve



annak vízkészletét.

Ennek alapján egy karszthidrodinamikai rendszer magába foglal egy teljes vízföldtani körfolyamatot beszívás /vizátadás/ - felhalmozás - vízmozgás - megcsapolás formájában.

Egy adott karszthidrodinamikai rendszer egyes részeinek funkcionális szétválasztása, továbbá ezek esetenkénti egybeesése vagy hiánya alapján különböző hidrodinamikai rendszerek különböztethetők meg.

1. Teljesen nyitott hidrodinamikai rendszer. Ennél a tápterület, az akkumulációs zóna és a megcsapolás területileg összeesik.

2. Nyitott rendszerek. Meg van mind a három része a rendszernek.

3. Félig zárt rendszerek. Ezek olyanok, amelyeknél az akkumulációs zóna legnagyobb része vízzáró képződményekkel fedett és a megcsapolás a tápterület peremi részén történik.

4. Zárt rendszerek. Ezeknél csak az akkumulációs zóna van meg. Nincs tápterület és hiányzik a megcsapolási zóna is. Így nincs lehetősége a felszíni vizek bejutásának a rendszerben és seholsem csapolódik meg, sem nyíltan - forrás-, sem rejtve átadódva más rendszernek. E típusú rendszerben levő vizek fosszilis, vagy maradék vizeknek tekinthetők. Mesterségesen mélyfúratú kutakkal

termelhető ki a statikus készletük.

A víztípusok alapján pedig megkülönböztethető a./ talajvizet tartó hidrodinamikai rendszerek, b./ rétegvizet tartó hidrodinamikai rendszerek, c./ karsztvizet tartó hidrodinamikai rendszerek, d./ rés- és hasadék hidrodinamikai rendszerek, e./ összetett vizeket tartó hidrodinamikai rendszerek.

## 2. A Nyugat-Bükk karszthidrodinamikai vizsgálata

2.1 Az előzőek alapján megállapítható, hogy a Nyugat-bükki karszthidrodinamikai rendszer az adottságai figyelembevételével a féligzárt karsztviktároló hidrodinamikai rendszerbe sorolható, mert a hidrodinamikai adottságai alapján a nyitott és a zárt rendszerek között helyezkedik el /1. ábra/.

Vizgyűjtő területe növényzettel és nagyrészen talajtakaróval borított, ezért erdős - bokros fedett karsztokhoz tartozik. Szerkezetileg a törvegyűrt, morfológiailag pedig a vegyes karszt típusát képviseli, mert részben táblás fennsík, részben pedig erősen tagolt területek egyaránt megtalálhatók. Éghajlat szerint a mérsékelt övön belül a kontinentális hegyvidéki klíma tartományba tartozik. Ha a tápterület magassági adatait is figyelembe vesszük, akkor a középhegységi karsztok típusát képviseli. Mindezek az adottságok együttesen adják azokat az általános és egyedi típusjellemzőket, amely a Bükk-hegység és



ezen belül a Nyugati-Bükk karszthidrodinamikai rendszerére érvényesek.

A hidrodinamikai rendszerek általános tulajdonságai alapján vizsgálva a Nyugat-Bükköt, akkor a következők állapíthatók meg: a vizsgált terület É-i részén több egymástól független kisebb karszthidrodinamikai rendszer ismerhető fel /perm. karbon mészkövek/. Ezek a mészkövek szigetszerűen fordulnak elő a vízzáró környezetben. A déli részen a Nagy-Eged - várhegyi vonulat DK-i oldalán levő felsőeocén mészkő képez önálló rendszert, melynek megcsapolói a Forró-kút és az Inre-források.

Mint ahogy már korábban kimutatták a Bükk-hegységben kialakult egy egységes hatalmas karszthidrodinamikai rendszer, amely lényegében magában foglalja a hegység legnagyobb részét, sőt mélyre süllyedve és fedetten fiatalabb üledékekkel nagy elterjedésben nyomozható. A Nyugati-Bükk karsztos területei is e rendszernek tartozékai, ezekhez szervesen kapcsolódik, tehát nem tekinthető különállónak. Ezért a Nyugat-Bükkre vonatkozóan elkészített és a 2. ábrán közölt hidrodinamikai modellséma érvényes az egyéb területekre is.

Az ábrából megállapítható, hogy a karszthidrodinamikai rendszer tépterületére a fennsík, az ehhez közvetlenül kapcsolódó, mélyebben fekvő területek a karsztrendszer

telítettségű állapotától és helyzetétől függően, hol tápterületként - alacsony karsztvízkészlet esetén -, hol pedig időszakosan megcsapolóként - magas feltöltéskor - funkcionálnak. A peremi területek pedig csak megcsapolóként működnek azt ott fakadó karsztforrások révén. A beszivárgott csapadékvíz egy része azonban nem lép ki rövid földalatti út után a felszínre, hanem a mélybesüllyedt karsztos kőzetekben tovább áramlik és a területeken felmelegedve ásványi sókban feldúsulva langyos és meleg termális karsztvizekké átfejlődve lépnek ki a felszínre.

Összegezve a fent elmondottakat a Bükk-hegység és ezen belül a Nyugat-Bükk egy olyan félig zárt karszt-hidrodinamikai rendszer típusát képviseli, ahol rendszerdinamikai funkcióikat tekintve a hegység a tápterület, továbbá karsztvizek felhalmozódásának és áramlásának zónája. Az elsüllyedt karsztos kőzetek pedig a termális karsztvíz keletkezésének és feláramlásának szerepét tölti be. A fő megcsapolása a rendszernek pedig a két terület közötti átmeneti szakaszra korlátozódik. A rendszer működését a tápterület alatti akkumulációs zóna mindenkori vízszintértékétől függő hidrosztatikai nyomás viszonyok vezérlik. Ezt a fedett karsztos területeken a vizek felmelegedése és egyéb helyi tényezők a hegységtől tárolódva mindinkább el-



torzítják és módosítják.

2.2 Vizsgálva a karszthidrodinamikai rendszer átteresztőképességét, a következők állapíthatók meg.

A Nyugat-Bükkben végzett kutatófúrások, s paleológiai, hidrológiai vizsgálatok és szerkezeti, valamint tektonikai megfigyelések eredményei alapján a karbonátos kőzetek átteresztőképességének lényegében három tényezőjét lehet megkülönböztetni:

a/ karsztoldódásból származó barlangok, üregek és járat rendszerek,

b/ kőzettöredezettség tektonikai erőhatások miatt,

c/ réteglapmenti rések.

Ha a hegységrészre vonatkozóan vizsgáljuk a fenti tényezőket fontossági szempontból lerögzíthető, hogy a különböző tektonikai erőhatások következtében keletkezett repedezettség, kőzettöredezettség, a leglényegesebb és ennek mértéke és foka határozza meg alapvetően a karsztos kőzetek átteresztőképességét. A különböző időben lezajlott, gyűrődések, áttolódások, felpikkelyeződések, vetődések miatt a karbonátos kőzetek helyenként és szakaszosan erősen összetöredezték. Lényegében ezeknek köszönhető a karsztosodottság magas foka is és a mai felszínalatti áramlási rendszerek hálózatának kialakulása, amelyekben mozog a víz a megcsapolási pontok irányába.

A mai felszínalatti hidrográfiai viszonyok is a karsztfel fejlődés csak egy jelenlegi és pillanatnyi állapotát mutatják, mert a több fázisban lezajlott mélyégi karsztosodás, üreg és barlang képződés is jelentősen növelték a karsztos rendszer tározó és átteresztőképességet. Tehát az átteresztőképesség időben az oldással növekszik. Természetesen ezzel ellentétes folyamat is lejátszódik, amely az átteresztőképesség csökkenését idézi elő. Így többek között üledék felhalmozódás a vízvezető kőzetekre, továbbá anyagbemosódás a résekbe, hasadékokba, vagy karsztos üregekbe. Így például a barátréti vízműutak számos vörös agyaggal kitöltött hasadékot tártak fel még 70 m körüli mélységben. Minden forráshoz egy felszínalatti vízgyűjtő terület tartozik, amelyen belül kialakult a táplálását biztosító vízhálózati rendszer.

Ezen belül megkülönböztethetők fő és mellék vízvezető rendszerek, ill. első, másod- és harmadrendű vízhálózat, amelyek az adott forrás vízgyűjtőterületét behálózzák és összegyűjtve vezetik a vizet a forrásig.

A vízmozgás egyrésze a hegységész erőtöljes karsztosodása miatt az oldási üregekhez, barlangokhoz kapcsolódik és ezekben a víz szabadon és gyorsan mozog. A keskenyebb hasadékokban és összetöredezett zónákban már a vízmozgás sokkal lassabb, de még ez is relative gyors. A



rológiai tényezőkön túlmenően. Lényegében ezek egymástól való eltérése és különbsége okozza, hogy a forrásoknak az általános karsztforrásokra jellemző adottságokon túlmenően egyedi sajátosságok mutathatók ki.

#### IRODALOM

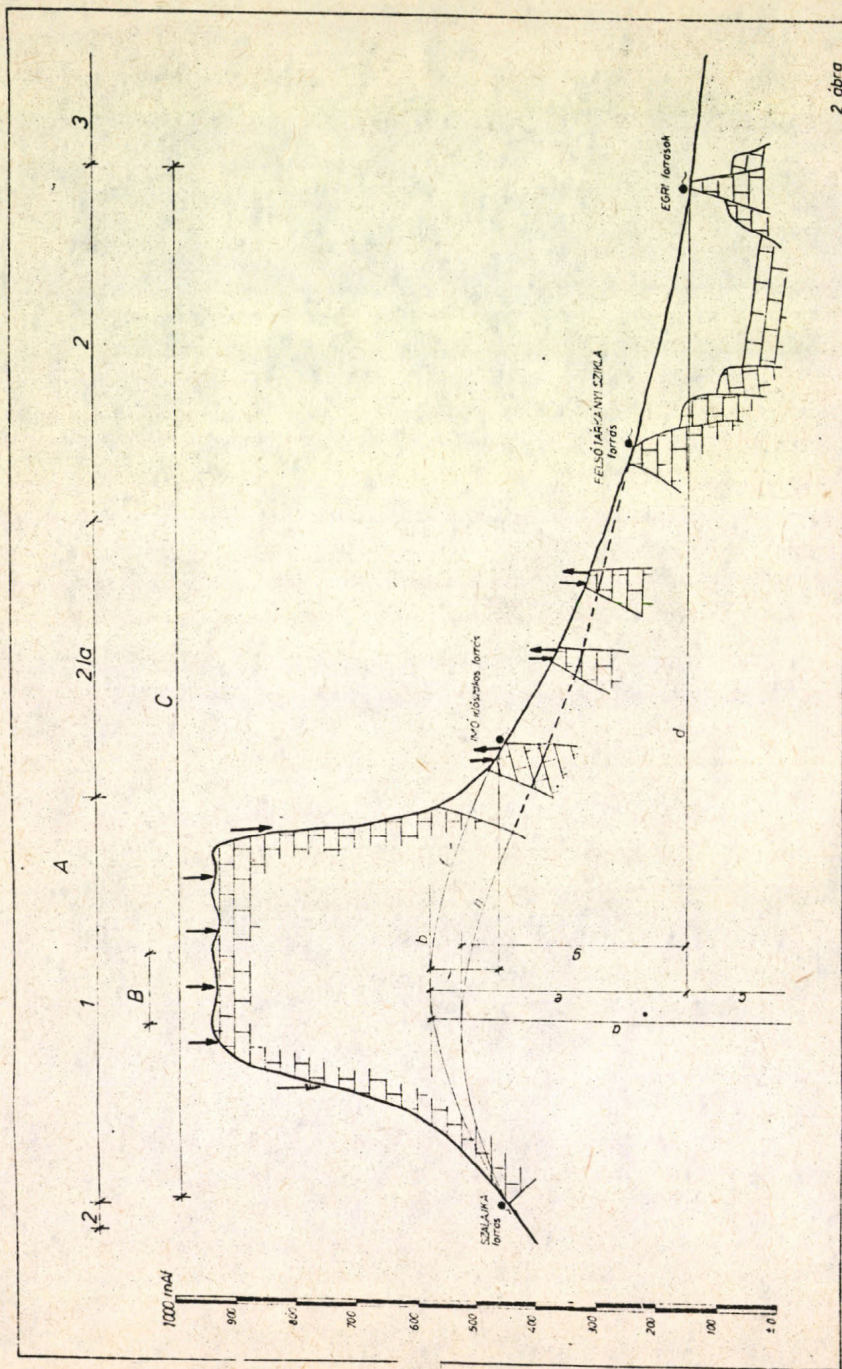
- Alföldi L. és munkatársai: Magyarország karbonátos repedezett hévíztárolóinak hidrogeológiai jellemzői. Magyarország hévízkútjai. VITUKI Budapest 1977. 17-28.
- Aujeszky G. - Scheuer Gy.: Adatok a Bükk-hegység karsztvíz földtani viszonyaihoz. Hidrologiai Közlemény 1974. 54. 173-183.
- Bögli A.: Karsthydrographie und physische Speläologie. Berlin, Heidelberg, New-York, Sprigner Verlag. 1978.
- Juhász J.: Hidrogeológia. Budapest 1976.
- Szilágyi G. és munkatársai: A Bükk-hegység regionális hidrodinamikai képe és karsztvízforgalma. Hidrologiai Közlemény. 1980. 60. 49-55.
- Szlahóczky P.: A Bükk-hegység hasznosítható vízkészlete. Hidrologiai Közlemény 1978. 58. 185-192.
- Tóth G.: A Központi Bükk karsztvíztérképe. Hidrologiai Közlemény 1976. 56. 444-450.
- Vitális Gy.: Adatok a DNY-i Bükk vízföldtanához. Hidrologiai Közlemény 1966. 46. 255-260.
- Zötl J. G.: Karsthydrologie. Wien - New York 1974.

## Ábrák

1. ábra Vizföldtani áttekintő helyszínrajz a Nyugat-Bükkről. 1. Időszakos karsztforrások, 2. hidegvízű karsztforrások, 3. hűvös vízű /13-15 C<sup>0</sup>/ karsztforrások, 4. hévforrások, 5. thermáلكutak, 6. karsztos képződmények a felszínen /tápterület/, 7. elfedett karsztos terület a hegységi területen, 8. átmeneti terület a mély és a felszíni karszt között /megcsapolási zóna/, 9. fedett mélykarszt.
2. ábra A Nyugat-Bükk karszthidrodinamikai rendszere és működésének vázolata természetes állapotban. A. Nyugat-Bükk félig nyitott karszthidrodinamikai rendszer részei. 1. A rendszer tápterülete, 2. a rendszer megcsapolási övezete, 2/a. a rendszer telítettségétől függően megcsapoló vagy tápterület, 3. a rendszer zárt mélykarsztja. B. A felszín alatti vízváltató változásának tartománya. C. A hidrodinamikai rendszeren belüli karszthidrológiai zónák és felületek, a./ a karsztrendszer legnagyobb feltöltődéskor /maximális beszivárgáskor/, b./ a legnagyobb feltöltődéskor kialakult maximális vízszint, c./ mindenkori statikus alapkészlet, d./ a statikus alapkészlet szintje, e./ legnagyobb árvízi dinamikus karsztvízkészlet, f./ az árvízi karsztvíz tükör, g./ átlagos kisvízhez tartozó dinamikus karsztvíz készlet, h./ az átlagos kisvízkor kialakult karsztvízszint, i./ az időszakos források átmeneti dinamikus karsztvíz készlete.









Karstic hydrodynamical system of the West-Bükk  
and specialties of its operation

Gyula Scheuer

The recently effected karstic hydrodynamical investigation and prospecting have delivered such basic data concerning the area of the West-Bükk, on basis of which we can schedule and interpret today the hydrodynamical model and operation processes of this vast karstic system in time and space, promoting by this the practical prospecting. It can be stated that the karstic hydrodynamical system of the West-Bükk, taken its features into consideration can be enlisted into the half-closed karstic water storing hydrodynamical system because on basis of its hydrodynamical conditions it is situated between the open and closed systems. /Fig. 1/

Its water collecting area is covered by vegetation and to a great part by soil, therefore it belongs to the karstic areas covered with forest and bush. As to its structure it represents the broken-folded and morphologically the mixed karst-type because table-highland on the one hand and strongly cut areas on the other equally can be found. Concerning the climate within the temperate zone it belongs to the continental mountain climate range. Taken also the height data of the feeding area into consideration, it represents the type of the medium height mountain-karsts.





A Duna menti löszösszletek  
mérnökgeológiai tagolása  
Scheuer Gyula<sup>+</sup> - Schweitzer Ferenc<sup>++</sup>

1. Bevezetés

Magyarországon a Duna jobb partján a folyó mentén találjuk a legjelentősebb és legvastagabb természetes löszfeltárásokat /1. ábra/. Az utóbbi évtizedekben nemcsak a löszgenetikai és stratigráfiai vizsgálatoknak voltak e magaspartok tárgyai, /Pécsi M. 1975, 1977/ hanem a mérnökgeológiai vizsgálatoknak is, mert az utóbbi évtizedekben ezeknél a magaspartoknál igen jelentős felszínmozgások zajlottak le, amelyek ipari üzemeket, lakótelepüléseket veszélyeztettek és ezek megelőzése, ill. konszolidálásuk nagyobb arányú mérnökgeológiai kutatásokat és vizsgálatokat tettek szükségessé.

A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat a magaspartok mozgásveszélyességének megállapítása céljából lényegében minden jelentős magaspartszakaszt megvizsgált. Ennek keretében olyan mélységű kutatófúrások készültek, amelyek teljes vastagságában hárántolták a löszösszleteket és így feltárták rétegzettség viszonyaikat, valamint azokat a képződményeket, amelyekre települnek. E mérnökgeológiai ku-

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

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

tatások keretében a löszösszletek részletes talajmechanikai laborvizsgálatára került sor. Ezeknek a vizsgálati eredményeknek birtokában lényegében összefüggő adatsorokkal rendelkezünk a löszösszletek mérnökgeológiai adottságaira vonatkozóan, amelyek alapját képezik a további vizsgálatoknak.

## 2. A dunamenti löszösszletek kőzetfizikai tulajdonságai

A dunai magasparti fúrásokat értékelve megállapítható, hogy azok a termőtalaj alatt azonnal a löszösszlet különböző kifejlődésű és kőzetfizikai tulajdonságú képződményeit harántolták.

A felsőpannoniai rétegek felett mutatkozó összlet különböző vastagságban fejlődött ki. A legvastagabb összlet megközelíti a 100 m-t /Dunaföldvár, Dunaszekcső/ helyenként azonban csak 20-25 m-es értékben jelentkezett. Ilyen nagy vastagságú összletek Magyarországon eddig még nem voltak ismertek.

A rétegződés és azok talajfizikai jellemzőinek megállapítása és meghatározása céljából készült fúrások száma megközelíti 100 db-t és a kb. 5000 összefolyómétert. A legrészletesebb kutatás Dunaújvárosnál volt az ott lezajlott nagyméretű felszínmozgások miatt.

A nagyszámú talajfizikai vizsgálatból nyert ada-



tok és kőzetadottságok szerint csoportosítva a képződményeket a legtöbb fúrásban határozott sorozatokra lehet bontani a rétegösszletet /2. ábra/, amelyekben megközelítően azonosak a kőzetfizikai tulajdonságok, ill. az egyes összletcsoportok között oly mértékig eltérőek a képződmények mérnökgeológiai adottságai, hogy tagolásuk szinte önként adódik. /3. ábra/. A löszösszlet mérnökgeológiai bontásának gyakorlati jelentősége avval indokolható, hogy miután hazánk területén ezek a rétegsorok a legteljesebb kifejlődésűek, így az egyes összletcsoportok talajfizikai jellemzői általánosíthatók és párhuzamosíthatók az oly gyakori más területeken feltárt löszösszletekkel. Így a főbb jellemzők összehasonlításából a várható adottságokra vonatkozóan helyileg is kellő mélységű megalapozott következtetések-megállapítások levonását segíthetik elő. /pl. roszakadás, alapozási viszonyok stb./

Vizsgálva a fúrási rétegsorok talajfizikai jellemzőit megállapítható, hogy három mérnökgeológiai összletcsoport különíthető el. Ezek a következők:

- A/ Homokliszt sorozat,
- B/ Homok-iszap-sovány agyag váltakozásából álló sorozat

## C/ Agyag sorozat

Ezekkel kapcsolatban az alábbi részletezést adjuk:

### 2.1 "A" Homokliszt sorozat

A feltáró fúrások a talajtakaró alatt mindennél - a tárgyalt magaspartszakaszok minden egyes tagjánál kivétel nélkül - e tagozatot tárták fel kb. 10-25 m-es vastagságban.

A talajfizikai vizsgálatok szerint az összlet homokos homokliszt, és homokliszt rétegekből épül fel. Egyes rétegeknél a homokfrakció erősen felszaporodhat. A plaszticitásuk kicsi. A sok száz plasztikus index vizsgálat szerint 5-8 Ip % között változik, de sohasem haladja meg a 10 Ip %-t. Még a közbetelepülő barna fosszilis talajok és humusz szintek képlékenysége csak ritkán éri el az iszapét.

Az összletet felépítő rétegek hézag tényezője /e/ nagy, 0,70-1,0 között változik. A leggyakoribb hézagtényező értékek 0,90 körül csoportosulnak. A térfogatsűrűségük a nagy hézagtérfogatnak megfelelően alacsony, 1,31-1,70 között változik de az értékek 1,50 körül sűrűsödnek.

A roszakasztási kísérletek szerint az egész összlet roskadásra erősen hajlamos, ezért igen veszélyesek ilyen vonatkozásban. Ismerve az egész



lössösszlet vizsgálati eredményeit lerögzíthető, hogy ez az összletszakasz mutatja a legnagyobb roskadási képességet. Ha az összlet teljes vastagságában a talajviz szintje felett van még 20 m mélyen is roskadó tulajdonságú. A talajviz szintje alól vett talajminták azonban már nem mutatnak roskadási hajlamot. Az ismert fúrások legfelső szakaszai sorolhatók e tagozatba. Így többek között kulcsi fúrásban 16,5 m-ig, a dunaújvárosiban 13,2 m-ig, Dunaföldvárnál 26,4 m-ig, Paksnál pedig 22,5 m hátrántolták. Ezen értékekből is látható, hogy néhol igen tekintélyes vastagságban halmozódott fel. Területileg igen elterjedt képződmény a felszín közelében így alapvetően meghatározza egy-egy terület mérnökgeológiai adottságait. A roskadási tulajdonsága pedig a szokványostól eltérő költséges műszaki eljárások kivitelezését teszik indokolttá. Földtanilag e sorozat képviseli a legjellegzetesebb löszet.

Az összletsorozatot összehasonlítva Pécsi M. /1977/ litosztratigráfiai beosztásával megállapítható, hogy ez felöleli a dunaújvárosi-tápiószlyi összletszakaszt teljes vastagságában, de a Mende-Basaharci sorozat felső része is esetleg ide sorolható még. A diferenciál thermoanalitikai és reoló-

giai vizsgálatok szerint e sorozat agyagásványtartalma alárendelt. Kismennyiségű illit jelenlétét mutatták ki.

## 2.2 "B" mérnökgeológiai vegyes-agyag-iszap-homok-összletszakasz

A fúrászelvények, és a természetes és mesterséges feltárások szerint az előző fejezetben tárgyalt összletcsoport alatt nagyon változatos talajmechanikai tulajdonságú rétegekből álló összletsorozat következik. Ebben az összletben a homoktól kezdve a homoklisztiszap rétegeken keresztül a sovány agyagig mindenféle üledékanyag előfordul.

Az összletcsoport vastagsága is helyről-helyre változik. Kulcs térségében nem haladja meg a 7 m-t, de már Dunaújvárosnál helyenként 23 m vastagságú kifejlődésben mutatható ki. Dunaföldvárnál 36 m /4. ábra/ és Paks pedig 38 m vastag összletszakasz sorolható ide.

Vizsgálva az egyes rétegek talajfizikai jellemzőit a következők állapíthatók meg: Az összletben uralkodóan a kötött kisebb plaszticitású rétegek vannak jelen. Nagyon gyakori az iszap és annak különböző változatai /homokos iszap, homoklisztes iszap/, továbbá az agyag, amelynek a kisebb plaszticitású fajtái jelennek meg a rétegsorban. Plasztikus indexük 15-21  $I_p$  % között ingadozik, de a legnagyobb részüknél a plaszticitás alig haladja meg az iszapét.



A szemcsés rétegek alárendeltek, de majdnem mindenütt megjelennek a rétegsorban rendszerint finom homok, homoklisztes homok kifejlődésben. A durvább frakció teljesen hiányzik.

A kötött rétegek jól és közepesen tömörek. Hézag tényező értékük  $\rho_e$  0,45-0,84 között változik. A mélységgel határozottan növekszik az "e" nyilvánvalóan a felettük levő rétegek terhelésének hatására. A térfogatsűrűség 1,54-2,05 között ingadozik. A felsőbb rétegeké kisebb és lefelé haladva növekszik, de előfordulhatnak kivételesen már az összlet csoport felső részén is nagyon tömör agyagok.

A rokasztási kísérletek szerint csak az összlet felső szakaszán lévő homokliszt és iszaprétegek mutatnak közepes, ill. kismértékű rokadási tulajdonságot. A hajlam a mélységgel csökken és a középső és alsó szakaszon már teljesen megszűnik.

Az előzőekben közölt vizsgálati eredményeket összevetve az egyes magaspartoknál feltárt adottságokkal megfigyelhetők a rétegsorokban, helyi specifikus jellemzők is. Így a kulcsi területre a már említett kis összletvastagság a jellemző, /Fodorné et al. 1983/ ahol csak kötött rétegek - agyag - iszap képviselik e tagozatot. Az iszap genetikaailag mélyebb lősznek felel meg,

mig e sovány agyag réti-mocsári keletkezésű. A lösz-összletre annyira jellemző egykori felszínüket jelző fosszilis talajok itt teljesen hiányoznak.

A Dunaújvárosnál feltárt összlet már sokkal változatosabb kifejlődést mutat. A felső részen az iszap az uralkodó és megjelenik már a homok is az összletben. A középső és az alsó szakaszon az iszap és homokrétegek mellett a sovány agyagok is jelentős számban fordulnak elő. A különböző kifejlődésű rétegek váltakozása az üledékképződési feltételek gyakori ingadozására vezethető vissza. Genetikailag vizsgálva a tagozatot alkotó képződményeket a tipusos lösznek tekinthető iszaprétegek csak alárendelten jelentkeznek és a több szintben harántolt barna-vörösbarna-vörös fosszilis talajok - ezek talajmechanikailag a felső részen iszapnak, - az alsó részen pedig sovány agyagnak felelnek meg a plaszticitásuk alapján - mellett számottevő mennyiségben ismerhetők fel folyóvízi, proluviális homok, iszapos homok és tavi, mocsári agyagok.

Dunaföldvárnál az Öreghegyi fúrások hasonló rétegződést mutattak ki avval az eltéréssel, hogy a tagozat alján megjelenik egy olyan homok-homokliszt réteg, amely az előző területeken hiányzott és a vizsgálatok először e területen mutatták ki. E homok-



homokliszt réteget Pécsi M. /1977/ homokos sziltnek írta le és keletkezését szubtrópusi-mediterrán jellegű klíma alatti proluviális felhalmozódással magyarázta.

A paksi magaspart e tagozatának egyedi jellemvonást az kölcsönöz, az előzőekben ismertetett rétegsorokkal szemben, hogy e részen a genetikailag valóban lösznek minősíthető rétegek uralkodnak és az egyéb származású képződmények csak alárendeltekben jelentkeznek, kivételt képez a nagyobb számban kimutatott különböző genetikájú fosszilis talajok, amelyek iszapnak és sovány agyagnak minősülnek a plaszticitásuk alapján.

A thermoanalitikai és reológiai vizsgálatok szerint megállapítható, hogy az uralkodó agyagásvány az illit, de egyes rétegekben - tavi-mocsári agyagok - felszaporodhat a montmorillonit is. Ezért egyes agyagrétegek főleg a tagozat alsó részén térfogatváltozónak minősíthető.

E mérnökgeológiai összletsorozat sztratigráfiai helyzete alapján magában foglalja a Mende-Basaharci összlet középső és alsó részét, a paksi összlet teljes egészében és a dunaföldvári összlet felső szakaszán kimutatott 3-6 m vastagságú homokos-homoklisztes sziltés rétegeket is Pécsi M. /1977/ a

lössösszletek paleogeográfiai tagolását figyelembe véve.

### 2.3 "C" Agyag sorozat

A magaspartai fúrások rétegösszletek alsó részén nagyobb plaszticitást mutató agyagrétegeket tártak fel. Kulcsnál ez az agyagösszlet közel 23 m vastagságban mutatkozott, de Dunaújvárosnál szeszélyesen váltakozva 3-10 m közötti vastagsági értékben volt kimutatható. Dunaföldvárnál és Dunaszekescsónél megközelíti a 30 m vastagságot jelezve e tagozat jelentőségét és különleges kifejlődését, mert genetikailag nem kapcsolhatók az eolikus üledékek csoportjába. Erre az agyagösszletre az jellemző, hogy ezt felépítő agyagok közepes és kövér agyagoknak minősülnek a plaszticitásuk alapján egy-két esettel eltekintve. Egyes agyagok plasztikus indexe meghaladja a 40 Ip %-ot. Az agyag tömörek, hézag-tényezőjük 0,50-0,72 között változik és térfogatsűrűség is legtöbbször meghaladja a 2,0 kNm<sup>3</sup> értéket.

A termikus és reológia vizsgálatok szerint agyagrétegek közepes, ill. igen magas illit és montmorillonit tartalmúak. Az agyagásványok mennyisége egyes mintáknál megközelítette az 50 %-t. Ezért igen erősen térfogatváltozónak minősülnek. Az agyagok tartalmaznak még kaolinitet, hidromusz-



kovitot, dolomitot és kalcitot is.

E sorozatot felépítő agyagok genetikailag három típusra bonthatók: fekete-barna hidromorf és vörös fosszilis talajokra, továbbá a zöldesszürke, szürke tavi, mocsári agyagokra, amelyek hűvös-csapadékos klíma alatti keletkezésre utalnak /Fécsi M. 1977/ míg a vörös talajok meleg-szubtrópusi mediterrán éghajlati viszonyokat jeleznek.

## Irodalom

Fodor T.-né et al.: A Dunakömlöd-Paks közötti dunai magaspárt mérnökgeológiai térképezése és vizsgálata

Földtani Közlöny 111. 1981. 258-280.

Fodor T.-né et al.: A Rácalmás-kulcsi magaspártok mérnökgeológiai térképezése

Földtani Közlöny 113. 1983. 313-332.

FTV.: Talajmechanikai és mérnökgeológiai szakvélemények.

Kézirat. FTV Adattár 1955-1985.

Kretzoi M.-Pécsi M.: A pannóniai medence pliocén és pleisztocén időszakának tagolása.

Földrajzi Közlemények 30. 1982. 300-321.

Molnár B.: A dunaújvárosi felsőpannóniai és pleisztocén képződmények üledékföldtani vizsgálata

Földtani Közlöny 101. 1971. 79-85.

Pécsi M.: A magyarországi löszszelvények litosztratigráfiai tagolása

Földrajzi Közlemények 23. 1975. 217-230.

Pécsi M. et al.: A magyarországi löszök fosszilis talajainak paleogeográfiai értékelése és tagolása

Földrajzi Közlemények 25. 1977. 128-137.

Scheuer Gy.: A dunai magaspártok mérnökgeológiai vizsgálata

Földtani Közlöny 109. 1979. 230-254.



Scheuer Gy.-Schweitzer E.: A dunai magaspártok

lössösszleteinek deformációs formái és töré-  
ses szerkezetei

Mérnökgeológiai Szemle 33. sz, 1965. 145-162

Úngár T.: Lössfajták fizikai sajátosságai

Hidrológiai Közlöny 44. 1964. 537-545

Wein Gy.-Moldvai L.: Magyarázó Magyarország 200.000-  
es földtani térképsorozatához. L-34-XIX.

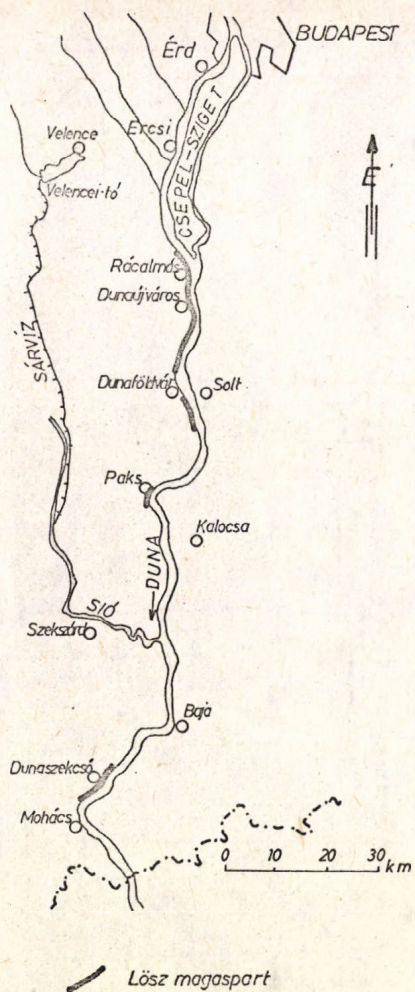
Mohács

MÁFI kiadás Budapest 1973.

## Ábrák

1. ábra. A dunai lösz magaspartok áttekintő helyszinrajza
2. ábra. A dunaújvárosi QH jelű fúrás mérnökgeológiai szelvénye. 1. homokliszt, homokos homokliszt /tipusos lösz/. 2. barna, vörösbarna fosszilis talajok /iszap, agyag/. 3. homok. 4. agyag /mocsári, tavi/. 5. konkréciós iszap /idős lösz/. 6. iszap /idős lösz/
3. ábra. A dunaújvárosi lösz magaspart középső részéről szerkesztett mérnökgeológiai összletsorozat áttekintő szelvénye. "A" homokliszt sorozat. "B" homok, iszap, agyag sorozat. "C" agyagsorozat. D. felsőpannóniai üledékek
4. ábra. Dunaföldvári magasparti fúrás szelvénye a mérnökgeológiai összletsorozatok feltüntetésével. 1. homokliszt /tipusos lösz/. 2. fosszilis talajok /iszap, agyag/. 3. homok. 4. iszap /idős lösz/. 5. iszap /folyóvízi/ 6. fekete hidromorf fosszilis talaj /agyag/ 7. tavi-mocsári agyag.

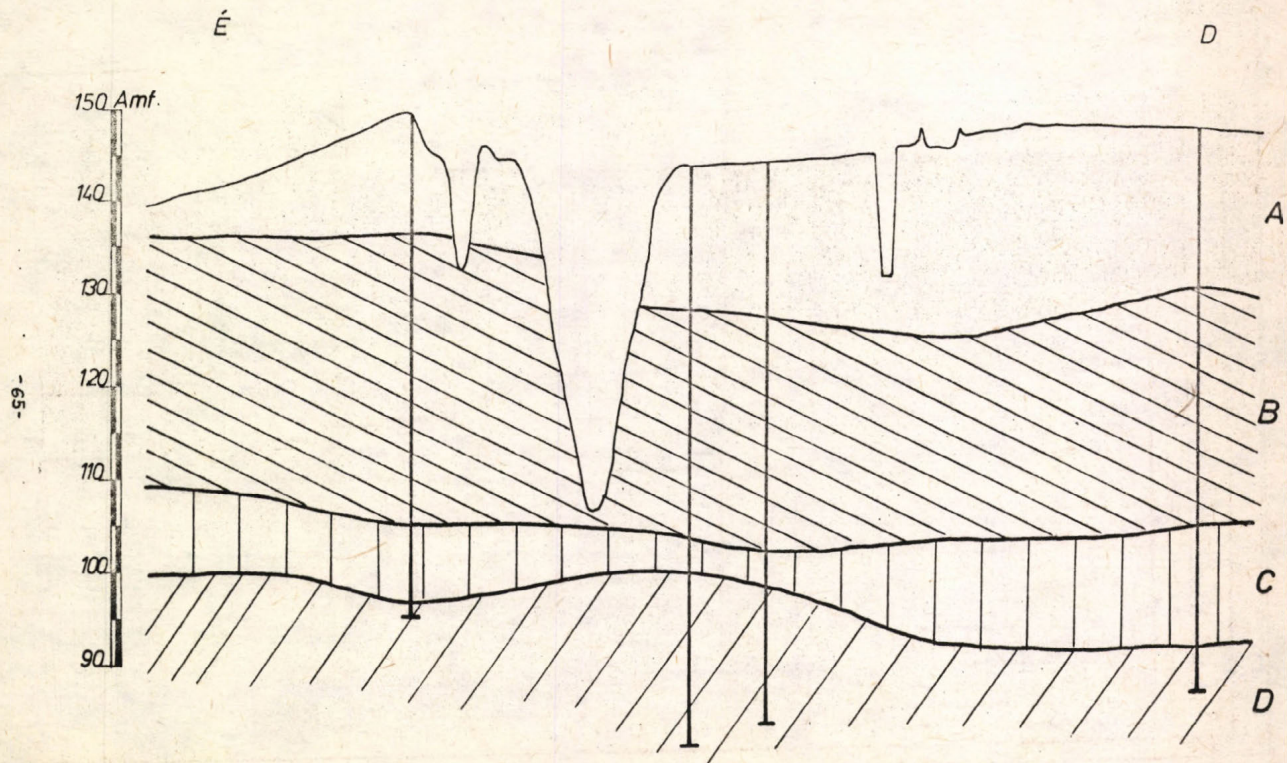




1. ábra











Engineering geological division of loess layers  
along the Danube

Gyula Scheuer - Ferenc Schweitzer

The high banks along the right side of the Danube are the most important and most thick natural loess explorations of Hungary. In the last decades beyond the loess-genetical and stratigraphical investigations also engineering geological investigations were effected here because of the very important surface movement.

The formations could be divided to definite series in the most boreholes according to the soil physical parameters and the rock features. The engineering geological features are so much different among the single layer-groups that their separation to layer groups is offered automatically. Three engineering geological layer groups can be separated:

A/ Sandflour layer-series

B/ Structure consisting of the variation of sand-silt-lean clay

C/ Clay-structure

The soil-physical parameters of the single layer-groups can be generalized and compared with other loess-layers explored in other areas.





## GEOTECHNIKAI VIZSGÁLATOK TUNÉZIÁBAN

Sajgó Zsolt<sup>x</sup> - Szilágyi Gábor<sup>x</sup>

### 1. Földrajzi, földtani adottságok

Tunézia Észak-Afrika arid klimatológiai övezetébe tartozik. Az ÉNY-DK-i irányban húzódó Atlasz hegység az országot két részre osztja; a tengerpart felőli síkság a téli időszakban rövid idő alatt jelentősebb /1000 mm/ mennyiségű csapadékot kap. A belső sivatagos területeken az évi csapadékösszeg 100 mm alatt marad.

Az ország területe három főegységre tagolódik /1. ábra/:

- északon az Atlasz keleti nyulványa,
- a középső részen a sóstavakkal borított síkság,
- délen pedig a Dahar hegység található.

Az Atlasz hegység ÉK-DNY-i irányu tektonikai vonalakkal tagolt keleti hegyvomulata az uralkodó földtani képződményeket tekintve több zónára osztható.

Az É-i keskeny tengerparti zónát főként alsó oligocén kori homokkő alkotja, amely Bizert város térségig terjed.

Az Atlasz hegység tömegét elsősorban a Cap Bon félszigetig húzódó kréta kori tengeri fácies alkotja, amely márga, mészmárga, mészkő összletből épül fel. E zónában alsó és középső eocén mészkő, valamint márga rétegek is megjellegnek. A Gafsa térségi foszfáttelepet is az eocén képződmények közé sorolják.

<sup>x</sup>Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

Az Atlasz hegységtől délre - közép Tunéziában - felszínközelségben elsősorban negyedkori képződmények találhatók.

A villafranchi és szárazföldi kifejlődésű összleteket iszapok, szárazföldi keletkezésű homokok, agyagok, mésztufa és jellegzetes, vörös színű homokos márga rétegek alkotják. Chott Djerid térségében kréta kori márga és felső miocén konglomerátum rétegek ismertek.

A Dahar hegység közel É-D-i irányú törésvonalai mentén tirász, jura, kréta kori képződmények jelennek meg a felszínen. Az összletek anyaga dolomitos mészkő, mészkő, gipsz, homokkő és márga.

## 2. A geotechnikai vizsgálatok eredményei

A csatornahálózatok és szennyvittisztító telepek építéséhez végzett helyszíni vizsgálatok során feltárt rétegek közül két rétegtípus szerepe emelhető ki:

- a mésztufa összleté és
- a lagunaledékeké.

### 2.1 Mésztufa összlet

É-Afrika területén mindenütt elterjedt képződmény. Tunéziában főleg az Atlasz hegység K-i előterében és a Dahar hegységtől K-re fordul elő.

Általában világos színű, kis sűrűségű, pórusos, laza kőzet. Geotechnikai szempontból  $\gamma = 2,0 \text{ t/m}^3$  térfogatsűrűséggel és  $q_u = 0,5-1,0 \text{ MPa}$  egyirányú nyomószilárdsággal jellemezhető.



Eredete szerint a biológiai és a vegyi úton keletkezett tufa különíthető el. A vizsgált területen főként a vegyi eredetű előfordulás ismert, amelynek keletkezési körülményei közül döntő fontossága az arid, szemiárid éghajlat és a gyakorlatilag sük térszín.

Keletkezése a következők szerint írható le. Az esős évszakban a kopár mészkőhegyekre hulló csapadék oldott széndioxid tartalma kalciumhidrogénkarbonát formájában oldja a mészkövet. A hegyvidékről lefolyó, oldott  $\text{Ca}/\text{HCO}_3/2$ -t szállító csapadékvizek a tengerparti síkságon beszivárognak a talajba. A száraz időszakban az evapotranspiráció megcsapolja a talajvizet, és az oldott mész kicsapódik a talajban. A talaj fokozatosan telítődik mésszel, szerkezetét és teherbírását a mész kötése adja meg. Az így kialakuló talajszelvény igen változatos felépítésű; a 2. ábra egy teljes fáciest mutat bel.

A vízzáró alapkőzet felett lazább szerkezetű mészsizapos réteg található, majd arra egy mészkonkréciós, mészsizapos réteg települ. Ezen összletekben a mész mellett nagyobb mennyiségben kvarc, agyag és földpátok is találhatóak. Felfelé haladva a mésztartalom növekszik, és egy tömör mészkőréteg zárja a rétegsort, amelynek alsó része lemezes kifejlődésű. Az összlet vastagsága általában 3-4 m, ezen belül a mészkőkéreg a 40-80 cm vastagságot is elérheti.

A negyedkor folyamán a klíma változásainak megfelelően

több mésztufaszint alakult ki, koruk 20 ezer évtől néhány 100 ezer évig terjed.

A különböző koru tufaszintek eltérő kifejlődésük /3. ábra/. Az ó- és középső pleisztocén eredetű tufaösszleteknél a 2. ábrán bemutatott teljes fácies megjelenik. Az ujpleisztocén és holocén szinteknél a fáciest záró tömör mészkőkéreg általában hiányzik.

Az öszlet és azon belül az egyes szintek ásványi összetétele az előfordulási hely függvényében igen változó, a mésziszapok általában 80-90 % meszet / $\text{CaCO}_3$ -ot/ és 10-15 % kvarcot tartalmaznak.

A tömör mészkőrétegek összetételében a mész és a kvarc ugyancsak döntő szerepet játszik, de egyéb ásványok is szerephez jutnak:

aragonit	3	-	50 %
kalcit	20	-	70 %
dolomit	1	-	2 %
gipsz	0,2	-	2 %
kősó	0,2	-	2 %
kvarc	15	-	45 %
csillámok			0,1 %
földpátok	0,5	-	1,0 %

A helyi lakosság a tömör, szilárd mészkőkérgyet ősidők óta építkezésre használja. Az utóbbi évtizedekben már az utalapok építésénél is alkalmazzák.



A mésztufa összlet nagy területeken a tervezett csatornahálózat és mőtárgyai fektetési, ill. alapozási mélységében jelentkezett. Az összlet - és különösen a mészkéreg - teherbirása alapozási szempontból általában megfelelő volt. Probléma csak a magas talajvízű tengerparti területeken jelentkezett, ahol a talajvíz hatására a mészszipos réteg plasztikus állapotba került, illetve a mészkéregben a mészkötés hiánya miatt laza szerkezet alakult ki /pl. Zarzis térségében/.

A földmunkák kivitelezését megnehezítette a nagyobb vastagságú /0,5 - 1,0 m/ mészkéreg jelenléte, mert ez kőzetbontó szerelékkel ellátott földmunkagépek alkalmazását tette szükségessé.

## 2.2 Tengerparti holocén, pleisztocén kora laguna üledékek

A kopár felszín és a téli időszak nagy intenzitású csapadékaiknak következménye a felszín gyors lepusztulása.

A hordalékanyag a kismélységű tengerparti részeket feltöltve fokozatosan lefűződő lagunákat, mocsaras területeket alakít ki. A jelenleg is tartó folyamat hatására laza szerkezetű, nagy szervesanyagtartalmú homokos üledékösszlet képződik. Az összlet általában 6-15 m vastag. Feküképződését mindenkor idősebb kora /quarter, oligocén, kréta kori/ rideg agyagok, márgák, mészkövek alkotják. A homokos összleten belül iszap és agyag közbetelepülések figyelhetők meg. A homok többnyire közepes szemcseméretű, folyósodásra hajlamos.

Az e területen végzett helyszíni vizsgálatok nehézségeit,

a geotechnikai feladatokat és a csatornaépítés lehetőségeit a következő esettanulmányban ismertetjük.

Bizert város Tunézia északi részén, a tengerparton terület /lásd az 1. ábrát/. A szennyviztisztító telepet a városon kívül, a tengerparti mocsaras területen tervezték megépíteni. A városból kivezető főgyűjtőcsatorna nyomvonal változatait vizsgáltuk meg.

A feltárt rétegsor jellemző mocsári összletet mutatott /4. ábra/. A laza szerkezetű, nagy szervesanyag-tartalmu, 7,0-8,0 m vastag homokos összletet agyagréteg közbetelepülése osztotta meg. A fekréteget rideg, repedezett márga alkotta. A talajviz a terepszint közelében  $-0,6 - 0,8$  m/ helyezkedett el.

A laborvizsgálatok szerint a homok közepes szemszerkezetű, folyósodásra hajlamos tulajdonságu, amit az alábbi talajfizikai jellemzők bizonyítanak:

szemeloszlása:  $d > 0,2$  mm-hez  $S = 62$  %

$d = 0,2-0,1$  mm-hez  $S = 35$  %

iszaptartalma  $3$  %

egyenlőtlenségi mutatója  $U=1,6-2,7$

hézagtényezője  $e=0,7-0,8$

A kisátmérőjű zavartalan mintából meghatározott hézagtényezőre betömörített minta nyirási vizsgálata szerint a  $\varphi$  belső surlódási szög  $30-32^\circ$ .

A szivárgási tényező helyszíni vizsgálata /Lefranc módszer/



szerint a szivárgási tényező  $k = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ .

A közbezárt agyag és márga plasztikus tulajdonságu fizikai jellemzőik a következők:

	<u>Agyag</u>	<u>Márga</u>
természetes víztartalom	$w = 22-24 \%$	5 %
plasztikus határ	$w_p = 18-20 \%$	18-21
folyási határ	$w_L = 35-37 \%$	33-34
plasztikus index	$I_p = 17-20 \%$	15-16
konzisztencia index	$I_c = 0,7-0,8$	1,8-1,9

A csatorna fektetési mélységét a közbezárt agyagréteg felett 3 m körül tervezték kialakítani. A nyomvonal mentén az egyik oldalon 10 m-es távolságon belül lakóépületek voltak, a másik részen 50-70 m-re a tengerpart húzódott.

A közbezárt agyagréteg kis vastagsága és állapota miatt a munkagödör megtámasztására egyedüli megoldásként a márga rétegbe bekötött vizzáró szádfal alkalmazása és szakaszos építési mód adódott, mert a nyomvonal mentén elhelyezkedő épületek állagát a laza településű szerves homokban végzett víztelenítés veszélyeztette volna.

További problémát okozott, hogy a szádfal rideg márgába való beverése a szádfal esetleges elgörbülése miatt nehezen megoldható, és a márga összerepedezése miatt a tökéletes víz-zárás nem biztosítható.

### 3. A hidrológiai vizsgálatok eredményei

Különleges problémát jelent Tunézia tengerparti területein a talajviz minősége, mert a tengervíz a partmenti rétegekbe behatolva a talajvízzel keveredik.

A vizsgálatok során 18-25 ezer mg/l össz-sótartalmat határoztunk meg, melynek döntő része /13-18 ezer mg/l/ konyhasó /NaCl/ volt; a szulfát ion tartalom /1800-4500 mg/l/ miatt a talajviz beton műtárgyakra erősen agresszív hatása.

A vizsgálatokat elsősorban a tengerparti sávban lévő üdülőtérületeken és településeken végeztük. A helyszíni vizsgálatok végrehajtásakor a fő problémát a mocsaras területek rossz közlekedési lehetőségei, továbbá a tömör mészkőpadoknak a megrendelő tunéziai cég által előírt - a talajmechanikai furóberendezéssel nehezen megoldható - átfurása jelentette.

A csatornaépítés tervezési feladatai közül elsősorban a vízzel telített tengerparti folyós homokban, beépített területen végzendő földmunkák megtervezése és a nyomvonal mentén igen változó teherbírású és tömörségű talajok változásából eredő építési problémák megoldása emelhető ki.



Irodalomjegyzék

1. G. CASTANY: Carte géologique de la Tunisie.  
TUNIS, 1953.
2. M.BEN DHIA: Les tufs et encrûtements calcaires en Tunisie  
et dans le monde. Bull. liaison Labo P. et Ch., juillet  
1983.
3. J.-P. ADOLFHE: Obtention d'encrûtements carbonatés par gel  
expérimental. C.R.Ac.Sc.Paris, D 274/8

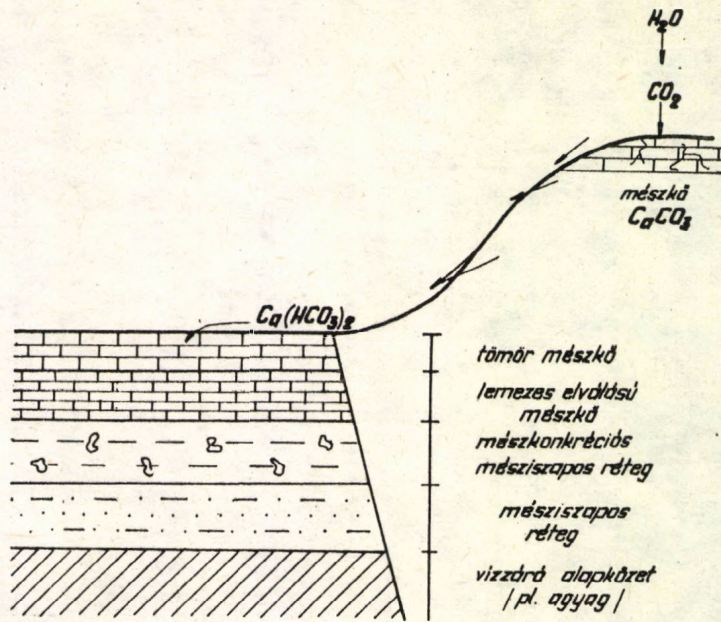
## Ábrajegyzék

1. ábra. Tunézia áttekintő térképe
2. ábra. Mésztufa összlet képződése és felépítése
3. ábra. Jellemző furásszelvények
4. ábra. Tengerparti mocsaras üledékösszlet jellemző szelvénye



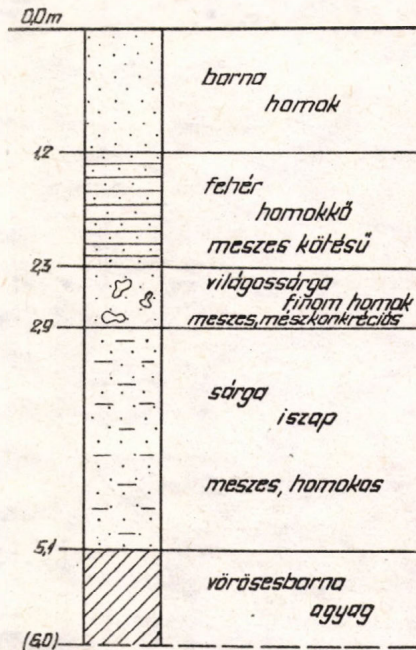
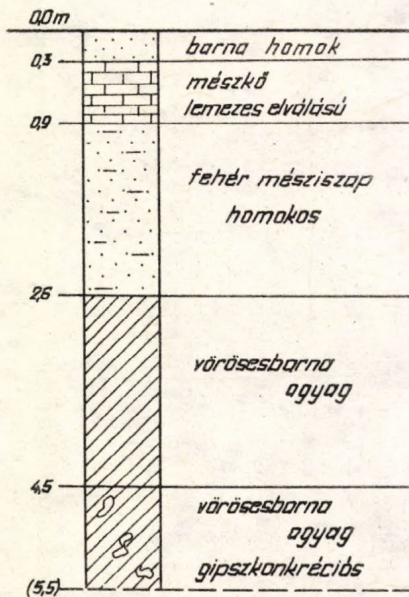


1. ábra

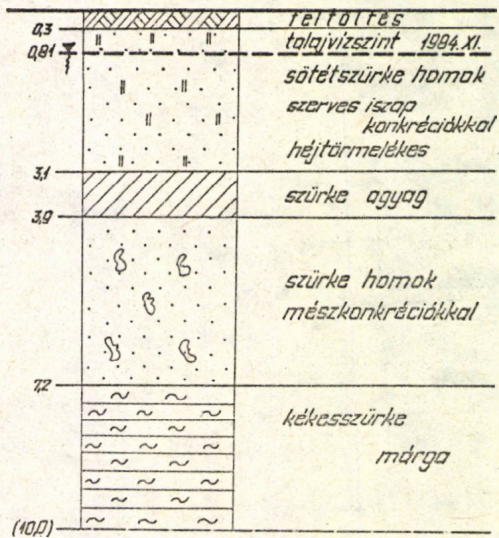


2. ábra





3. ábra



4. ábra



## GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS IN TUNISIA

Zsolt Sajgó - Gábor Szilágyi

### Summary

FTV Consulting Engineering has prepared 27 expertizes for 25 settlements of Tunisia in 1984-85 in the frame of the contract which came into being on basis of a world bank-credit-international competition conducted for the projecting of the canalization of 30 towns. This contract was concluded with the National Bureau for Canalization of Tunisia /ONAS/.

In the frame of the canalization program the construction and extension of the canal network, of greater settlements and holiday areas, as well as the construction of sewage purification plants takes place. The boreholes prescribed by the customer were drilled by a drilling rig type BORRODRILL. Along the canal tracks generally boreholes of low depth /4-5 m/ and in the place of the overlifting engineering objects and sewage treatment plants boreholes of 8-12 m were prepared. The soil mechanical and chemical investigations were implemented with the instruments transported to the site, in a laboratory set-up on site.

In the paper information will be given about a few more interesting geological formations explored in the course of the in situ investigations and their technical relations influencing the construction of the canal.





A JÓZSEF-HEGYI BARLANGRENDSZER KUTATÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ  
FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS EREDMÉNYEI

† Kriván Pál<sup>+</sup> - Mensáros Péter<sup>++</sup> - Péró Csaba<sup>+++</sup>

1. B E V E Z E T É S

1983-84-ben nagyszabású építkezési munkák folytak a Rózsadombon, a József-hegy magaslatán. Ennek során - mint azóta ismert - méretében és "ásványkincseiben" is páratlan barlangrendszert fedeztek fel.

Az ezzel kapcsolatban jelentkező műszaki, hidrológiai és környezetföldtani problémák tisztázásához szükség volt a földtani keret elérhető pontosságú meismerésére, jellemzésére és az alábarlangosodás felszíni hatóinak ismeretéhez, annak prognosztizálására.

E munkában az ELTE Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszéke (Dr. Szentirmai István, Dr. Hidasai János, Kovács József, valamint külső munkatársként Kriván Bence és Dezső Judit) is részt vett Dr. Kriván Pál vezetésével.

Felhasználtuk az 1970-73-as években, a Budapest építésföldtani térképezése keretében, az ELTE Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszéke által (Dr. Szentirmai István szerkesztésében) 1:10.000 méretarányú

+ ELTE Földtani Tanszék

++ ELTE Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszék

+++ MTA Földtani Kutató Csoport

"Rózsadomb" nevű földtani térképsorozatot és annak dokumentációit, Dr. Kriván Pál földtani térképezéseinek és szakvéleményeinek, fúrási anyagfeldolgozásainak eredményeit és természetesen az idevonatkozó földtani szakirodalmat. Ezt kiegészítettük a rendelkezésre álló idő alatt felvehető észlelésekkel, hol a nagymérvű építkezések adta bőség zavarával, hol a teljes beépítettség miatti ismerethiánnyal küzdve. Rendelkezésre álltak még a talajmechnaikai fúrások rétegsorai, amelyeket az új felismerések, adatok alapján szükség esetén újra értelmeztünk.

Kétféle léptékben végeztük a céltérképezést, egyrészt tágabb környezetben - tartalmazva az ismert barlangokat - másrészt részletező módon a feltáródó barlangrendszer felett, az un. József-hegyi építési területeken. A tágabb környezet határai: Mátyáshegy-Látóhegy-Nagybányai út-Ördögárok-Mártírok útja-Frankel Leo utca-Szépölgyi út.

Az eredményeket a szöveges magyarázókbán, fotódokumentációs kötetben, a tágabb környezetet 1:4.000 méretarányú fedett-, fedetlen-, észlelési- és földtani-rayon térképsorozaton, a József-hegy és környezetének földtani szerkezeti alkatát 1:1.000, és építési területekét 1:500 méretarányú térképen adtuk ill. ábrázoltuk.



## 2. FÖLDTANI FELEPÍTÉS

A vizsgált terület fő tömege a triász karni emeletébe tartozó karbonátos, mészkőből és dolomitból álló sorozat. A teljes mezozoós-kainozóós rétegsort az 1. ábra mutatja be.

A továbbiakban összevonásokkal és csak a területünket érintő és elsősorban a barlangosodásokkal kapcsolatos megállapításokra szorítkozunk.

### 2.1. Mezozoikum

Triász időszak

felsőtriász kor

karni korszak  
Szürke, tűzköves, bitumenes "raibli" mészkő (  $\frac{bmk}{m} T_{3k}$  )

A többi mészkőfajtaival szemben barlangosodásra kevésbé hajlamos képződmény, bár a Mátyáshegyi barlang mélyebb szintjei ebben a képződményben alakultak ki. Ugyanígy a József-hegyi barlang mélyebb szintjeiben - szóbeli közlés szerint - is ezt a kőzetet találták változóan +120-170 mBf-i magasságban. Felszínén a Mátyáshegy DNy-i kőfejtőjéből ismert, ahol egy kis redő feltolódó, időszaki tagja.

Tűzkőréteges, tűzkőgumós dolomit ( ${}^d_m T_3 k$ )

A világosszürke, barnásszürke, ököl vagy fejnagyságú tűzkőgumókat, lencséket, rétegeket tartalmazó dolomit felszínén a Mátyáshegyen, a Látóhegy ÉK-i, valamint a József-hegyi gerinc K-i végződésében a II. kerületi Tanács Ifjúsági Sportpálya területén lévő - a volt Melocco cementgyár kőfejtője - feltárásból ismert. Vastagsága 400-500 m-re becsülhető.

Földolomit ( ${}^d_m T_3 k$ )

A harmni emelet felső részébe tartozó tűzkőmentes dolomitkifejlődés a felszínén a Látóhegy területén és a Balogh Ádám utca karéjában kijelölt Természetvédelmi Területről ismert.

A fauna alapján két részre osztható, egyrészt a Megalodontida, másrészt az Ammonites faunát tartalmazóra, amelyek kőzetkifejlődésben azonban azonosak. Ez utóbbi az Apáthy-sziklai típus és Wein Gy.(1977) alapján ide soroljuk a Balogh Ádám utcai és a Látóhegy Ny-i felén található kibúvákat. A Balogh Ádám utcai Természetvédelmi Terület dolomitszikla csoportja, mint egykori hévforrás kilépési hely vált védetté. É-D és K-Ny irányú dilatációs irányok "keresztződésében"



láthatunk nyitott, oldott szakaszokat, helyenként üregeket, amelyekhez forrásvizi mésztufa fűrtök tartoznak, kijelölve az aktuális forrás kilépést. A kilépési hely környezetében a dolomit erőteljesen porlódik, távolodva kataklázos szövetű.

## 2.2. Kainozoikum

### 2.2.1. Harmadidőszak

#### 2.2.1.1. eocén kor

Az eocén karbonátos képződmények óriási üledékhézaggal települnek a triász kőzetekre, de karszt-hévíz és barlangosodási szempontból egy rendszert alkotnak. Az eocén üledékképződésig, a vízvezetőképesség növelésében, az üregképződésében, a barlangosodás tektonikai preformáltságában szerepet játszó tényezők ill. folyamatok közül a következőket kell kiemelni: a szárazulati helyzet (bizonyítéka pl. a Rókahegyi két fázisú mezozoós őskarszt), a tektonikai fázisok (főleg az ausztriai) kataklázosító szerepe, és az illír fázis neutrális vulkanizmusához valószínűleg kapcsolódó hévíz-tevékenység.

#### Középső-, felsőeocén kor

A helyenként feltárt terresztrikus képződmények és a lutéciai emeletbe sorolt alapkonglomerátu, alapbreccsa, főleg fáciesjelző, ősföldrajzi jelentőségű

képződményei után a priabonai emeletbe teljese-  
di a tengeri üledékképződés. Ennek karbonátos termé-  
kei a jelenleg feltárt barlangrendszerek fő szintjei.  
Az eocén-oligocén képződmények rétegtani helyzetét a  
1. ábra mutatja.

Nummuliteszes-discocyclinás mészkő ( $\frac{mk_{E_3}}{m_{3p}}$ )

Felszíni előfordulásai a Látóhegy-Remete-hegy, Pálvölgy-  
Mátyáshegy ill. a Törökvészi út-Ferenc-hegy vonulatok-  
ban ismertek. A Budai-hegység karbonátos kőzeteinek  
legjobb oldható tagja, így a barlangképződés  
szintje. A partközeli kifejlődésű biogén törmelőkes  
kőzet átlagos vastagsága 100-300 m, míg a József-he-  
gyi barlangrendszer területén csak kb. 40-50 m vastag.  
A településben mutatkozó lencséséget az utólagos ol-  
dás és a felszínközeli kifagyási hatások hívják elő.  
Inkább ez a morfológia jellemző a kőzetre, mint a  
litoklázis rendszer menti, szögletes aprózódás. Ennek  
kiváló példája és egyben igen fontos barlangi indiká-  
ció a II. Bimbó út 185-187.sz. telkek határán talált  
feltárás. Mint az alábarlangosodást mutató jelenséget  
a negyedkori képződményekkel együtt részletezzük.



Bryozoás márga ( $\frac{mg_E}{m_{3P}}$ )

Az esetek nagy részében a Nummuliteszes mészkőre települ, rendszerint éles fácies váltással, de részben helyettesítő helyzetben is találjuk. Ilyen, közvetlenül a triász alaphegységre települő helyzetben észleljük a II. kerületi Tanács Ifjúsági Sporttelepénél a Szeréna út 17-29.sz. telkek K-i végződésében. Ez az érintkezés ma már a tereprendezések, feltöltések miatt sajnos nem látható, mint ahogy a régebbi térképeken a Palatinus és Szeréna utcák szögletében jelzett Nummuliteszes mészkövet termelő kőfejtő sem. / Schafarzik. et al (1917-1919) és Horusitzky H. (1939) földtani térképei). A többi felszíni és barlangi feltárásai területünkön kapcsolódnak a Nummuliteszes mészkőhöz.

Az ismert barlangokban mindenütt feltárták, kioldható, benne járatok alakultak ki. Hévíforrás, hévíz-tevékenység esetén kifakuló, átkovácsodó hajlama jellegzetes. A József-hegyen a 15 m vastagságot nem haladja meg (az eddigi adatok alapján), de a Budai-hegységi átlagvastagsága ennél lényegesen nagyobb. A Bryozoás márga egyre növekvő oldási maradéka jelzi a pelites üledékképződés megindulását, amely tetőfokát a Budai márgával éri el. Az átmenet folyamatos, az elhatárolás nehéz.

Budai márga ( $\frac{amg_E}{m_3p}$ )

Az egész Budai-hegységet tekintve az egyik legelterjedtebb képződmény. A nagy vastagságu összlet az egész Budai-hegységet lefedve, túlterjedően, közvetlenül a triászra is települve képződött. Nagy oldási maradéka és agyagos rétegek közbetelepülése ellenére is nagyrészt ellenálló, kemény kőzet. Kagylós törésű, 5-25 cm vastagságban rétegzett aleuritós márga, néhány cm-es aleuritós agyag közbetelepüléssel. Finomhomokos-tufitos betelepülései a József-hegy területéről is ismertek. Ki kell emelni az allodapikus mészkő, mészkőmárga betelepült blokkjait, amelyek Nummuliteszes, biogén törmelékes mészkő, ill. Bryozoás mészmárga anyagai. Általában 30-120 cm vastagok és szingenetikus, zagyáros törmelék-szállítással kerültek ebben a helyzetbe. Felismerésük rétegtani, ősföldrajzi jelentőségük mellett igen fontos, hiszen az üregképződés fő szintjének meghatározása múlhat ezen.

Kétségtelenül a legkevésbé üregesedő képződmény, de kisméretű fülkék, kürtők kialakulására alkalmas. A diaklázisok, a mélyebben elhelyezkedő üregek beszakadásának felharapódzása is kisebb-nagyobb üregek kialakulásához vezethetnek, amelyek az építkezések esetében alapozási problémákat okozhatnak. Prognosztizálása szinte lehetetlen.



A többszáz méteres Budai-hegység átlagvastagsággal szemben a József-hegyen csak 20-30 m-es vastagságot ér el, míg attól D-re a Vérhalom utcában mélyült fúrásban 60 m vastag Budai márga harántolása után érték el a Nummuliteszes mészkövet.

#### 2.2.1.2. oligocén\_kor kiscelli korszak

##### Tardi agyag (<sup>hala</sup><sub>m</sub>Ol<sub>1,k</sub>)

A helvétii fázis hatására indul meg a túltejedő oligocén transzgresszió, ill. folytatódott a tengeri üledékképződés. Így folyamatosan fejlődik ki a Budai márgából az alsóoligocén Tardi agyagmárga, majd még később a Kiscelli agyag. Ezeket a folyamatos rétegsorokat tárták fel az FTV úgynevezett József-hegyi fúrásai a Mandula és Apostol utcákban. A Tardi agyagmárga finomrétegzett, aleuritos-finomhomokos agyag és tiszta agyagrétegek váltakozásából épül fel, gyakori növény-törmelékekkel, halpikkelyekkel.

A terület lepusztítási foszlányokban, foltokban ismert, a korábbi ismeretekhez képest azonban nagyobb mértékben tártuk fel. Az időszakban folyó építkezések alapozási gödreiben észleltük újabb helyeken (Török-

vész út 44/b, Törökvész út-Kapi út kereszteződésében), igaz pleisztocén átmozgatott helyzetben. Rétegtani-tektonikai helyzetével nem mond ellent, ha ilyen, pleisztocén helyzetű szintje alá szálbanálló elterjedést is adunk. Ezek alapján a jelenlegi elterjedés határát É-i irányban a Törökvészi útig,

a Ferenc-hegy gerinc délies lejtőjére terjeszthejtük ki. A gerinc É-i oldalán a Törökvész és Kap út kereszteződésében hasonló helyzetben észleltük, de pontszerű ismerete nem adott lehetőséget foltszerű ábrázolásra.

Vízföldtani, barlangképződési szempontból kiemeljük, hogy a képződményben - ellentétben a Kiscelli agyaggal - állékony, esetenként vizet tartósan vezető törések alakulnak ki, amely különösen az elulról feltörő melegvizekre nézve fontos jelenség.

#### Kiscelli agyag ( $^{al}_m O_{1,k}$ )

A térképezett területen - a Tardi agyaghoz hasonlóan - a lepusztítás miatt csak védettebb lejtőtálpakhoz közel, azzal párhuzamos sávokban, árkokban maradt meg. Pontszerű adat, hogy a József-hegy egy dilatációs hasadékból származó agyag mikropaleontológiai vizsgálata



esetleges Tardi, de biztos Kiscelli szintet jelzett. Üde állapotban szürke, szárazon kemény, kagylós törésű, általában alig vagy nem rétegzett. Alsó tagozata aleuritós agyagmárga, felső tagozata agyagmárgás aleurit. Gyakrabban találjuk átmozgatott helyzetben, ilyenkor kifakult, sárgás színű, gipsztartalmú. Míg a Tardi agyag állékony, meredek, addig a Kiscelli agyag lapos lejtőket alkot. A képződmény vízzáró, a felszínre veszélyes üregek prognosztizálásában, mint legkevésbé veszélyes terület szerepel, természetesen mint felszínmozgásos területek különös figyelmet érdemelnek.

#### 2.2.2. Negyedidőszak pleisztocén kor

A barlangképződés fő ideje a negyedidőszak, ugyanakkor a prognózist segítő üledékek is ekkor képződtek. Ezért részletesen foglalkozunk az üledékképződés körülményeivel, mechanizmusával.

Az eddig bemutatott képződményekre jelentős üledékhézaggal települnek a negyedidőszaki üledékek. Két alapvető tényező szabta meg az időszak fejlődésmenetét:

- a vertikális mozgásformák folyamatossága és állandósulása,
- a forradalmi klímaváltozások szakaszos jelentkezése.

Ezeknek a tényezőknek komplex működése nagy üledékhézaggal települő, változatos, szinte mindenütt megtalálható üledékeket hozott létre. Anyaguk ideszállított (lösz), az akkori felszínen lévő kőzetek fagyhatású aprózódásából származó törmelékes üledékek, valamint a hévforrás tevékenység termékei. A mai morfológiát alakító, lepusztító-anyagtermelő, ill. építő-anyagfelhalmozó folyamatok az üledékekben rögzült, elsősorban krio- valamint atektonikus mozgásformák, az intenzív, de szakaszos vízcirkuláció termékei, mind a barlangprognózist segítő elemek.

A terület az oligocéntől - az egerientől - minden bizonnyal szinte végig a negyedidőszakig szárazulati terület volt mint a Budai sziget-félsziget része. Különösen a negyedidőszaki emerziós mozgások következményeként - amely a Rózsadomb esetén rögdiapir jellegű - a nagyvastagságú, oligocén aleuritós-agyagos vízzáró közettömeg helyenként teljesen lepusztult és itt a karbonátos triász és eocén alaphegységi tagok felszínre kerülve teret adtak az intenzív beszivárgásnak.



A tundraeffektus hatására (fagyás-olvadás-fagyás) kőzetaprózódás, kriofrakcionálódás zajlott le. Az így fellazított kőzetanyag (minőségtől függetlenül) megfelelő "szállítószalag" ill. "kenőanyag" és akár néhány fokos lejtő esetében is a fagyás-olvadás-fagyás "emelő" hatására az erobázist jelentő völgytalpak felé "lépeget", "kúszik" (periglaciális szoliflukció). A fagy repesztő hatását kifejtheti a réteglapok (batroklázisok), a kőzetrések (litoklázisok) a dilatáló mozgások eredményezte szétnyílt kőzetrések (diaklázisok) és a törés menti elmozdulások (paraklázisok) mentén.

Az oligocén fedőanyagok a lepusztulás mellett a lito- és diaklázisokba is beiszapolódtak, ezzel megszorozva a tágító hatást. A lejtőkön települve pedig sok helyen, mintegy lepelként maradtak meg és kiváló szállító kenőanyagként szolgáltak. Szegélytöréseknél, peremi helyzetekben a karbonátos szálkőzet kriofrakcionált anyaga a lejtő helyzetű "szállítószalagra" "ráforgatva", szinte mérettől függetlenül szállítódott a periglaciális szoliflukció által a lejtők mentén a völgytalpi erózióbázis felé, esetleg onnan tovább az egykori Dunaártér, vagyis a környéki erózióbázis felé

("tundrás kőzetborjadzás" ill. a lejtőstundra szoli-flukciós anyagtranszportja). Lényegében ez a mechanizmus "szórja szét" a forrásvízi mészkőtestek anyagát is létrehozva azok "kúszó" ill. vándorkövekből álló blokkfáciesét, nagymértékben elfogyasztva ezzel szálbanálló elterjedését. A közbetelepült agyagos-aleuritós rétegek biztosítva a lejtőmenti léptetést a Budai márgát szinte "önjáróvá" tették. Ezért mozgásveszélyek a Rózsadomb D, DK-DNy-i egyenlejtés településű lejtői, de nem azok az É-i oldal ellenlejtésű lejtői.

Ez a folyamat lezajlik a Tardi és Kiscelli agyagokkal is, a képződményen belüli, önmagán történő anyagszállítással. Ilyenkor nehéz a már krifrakcionált, szét<sup>esett</sup>, kifagyással átmeszezett, vasas szineződésű, pászttáan egymásra telepített rétegsort "szétfésülni", a szálbanálló helyzetűtől elválasztani ill. szintjét (Tardi, Kiscelli) megadni. Pedig építésföldtani szempontból is lényeges lenne a felismerés, hiszen gyakran alapozási szintként szerepel a már eredeti szerkezetét, állékonyságát veszített, mozgásra hajlamos, inhomogén képződmény.



Amikor a kriofrakcionálással feltárt, felfagyott karbonátos kőzet anyagtranszportjához nincs jelen "kenőanyag" (pl. idősebb eocén képződmények a Ferenc-hegy gerincén) a törmelék szétlazulva, de nem elszállítva helyben marad. Jellegzetességük, hogy a törméktestek alján kifagyási mészkéreges, meszes inkruz-tációk (un. "réti cseppkő") mutatkoznak.

A folyamatos emerziós mozgások, a szakaszos (száraz, befagyó glaciális és nedves, bővizű interglaciális) klímaváltozás lehetővé tette az intenzív, egyre nagyobb felületű beszivárgást ill. mozgásba hozta a vízcirkulációt. Az arra alkalmas, preformált helyeken - rendszerint az aktuális erózióbázist jelezve - a meleg felszálló karsztvíz a felszínre lépett, forrásvízi mészkőtesteket létrehozva. Míg az emelkedés folyamatos, az éghajlat változás miatt a vízkilépés szakaszos, az újabb és újabb vízkilépési helyeket egyre mélyebb térszíni helyzetben ill. egyre K-ebbé találjuk.

Mindezek alapján világos, hogy negyedidőszak képződményei az aljzati minőségtől és a morfológiától függő, egymást kiegészítő (heteropikus) fáciesű üledékek.

## Alsó- és középsőpleisztocén korú forrásvízi mészkő

A terület forrásvízi mészkő foltjai a tengerszint feletti magasságuk alapján gүнz-mindel, míg az Apostol u-i szint, amely itt "legkeletibb" és legalacsonyabb helyzetű mindel-riss interglaciálisban képződöttnek tartjuk. A kilépési helyeket a tektonikai preformált-ság vagyis az emerziós mozgások eredményezte idős-fiat-tal mozgások metsződése, fellazulása, valamint a folyók bevágódása, mint az eróziós bázis mindenkori helyzete és a karbonátos alaphegység és a vízzáró fedő-képződmények viszonya határozzák meg.

Több térképen a Herman O. úti MTA Talajtani Kutató Intézet területén nagy mennyiségben, elszórtan található mészkőblokkjait összefüggőnek, száibanállónak tűnítették fel, de helyzetüket, településüket elemezve és a Radna és Zilah utcai közműárókban feltárt több méteres mészkő blokkokat megismerve és az a tény, hogy Kiscelli agyag területen fekszenek világossá tette, hogy a Rókushegyi mészkőtest leszakadt, lejtőn lecsúsztatott darabjairól van szó, tehát blokkfáciesű "kúszókövek".

Barlangprognosztikai szempontból igen fontos indikáció, mint a barlangosodást előidéző felszálló meleg karsztvíz felszíni megjelenésének terméke.



### Szálbanálló lösz

A jellegzetes, pleisztocén képződmény a glaciális szakaszokban, füves és erdős sztyeppére hulló porból származik.

A helybenmaradás szinte egyedüli meghatározói a fekvő minősége és a térszíni helyzet. Vízjáró feké esetén és lejtőhelyzetben a löszön leszivárgó víz a vízjáró felszínén megrekedve, mozgásba hozza a képződményt, míg karbonátos vízáteresztő feké esetén lehetőség van a helybenmaradásra. Barlangprognosztikai szempontból jelentősége talán annyi, hogy karbonátos fekűt jelez, de távolabb a felszíntől, ezért nem részletezzük.

### Törmelékes és törmelékmentes lejtőlösz

A terület É-i részén a lejtőhöz kötődő átmozgatott, "idegen" anyagot tartalmazó vagy nem tartalmazó képződmény.

Üregprognosztikai jelentősége hasonló a szálbanálló löszéhez.

### Közelhegységi törmeléket tartalmazó aleuritós-homokos szoliflukciós üledékegy, helyenként löszszel keveredve

A felszín a legnagyobb kiterjedésben borító, a "prognosztizáló" krio formákat tartalmazó, ezért jelen esetben fontos képződmény.

Mind a kötőanyag-törmelékanyag aránya, mind a törmelék mérete szélsőséges határokat mutatnak. Az alap-ill. a kötőanyag a fekvőtől függően Tardi vagy Kiscelli agyag, a Budai márga agyag-betelepülései ill. oldási maradéka, esetenként lösz. A törmelékanyag természetesen az ott lévő karbonátos képződményekből származik, rendszerint teljes osztályozatlan állapotbantelepülve. A tágabb területen szinte alapszelvény jelentőségű feltárásokban észleltünk és dokumentáltuk a képződményt, ill. a rögzült mozgás-mechanizmusokat.

Együttesen és külön-külön is a barlangosodást jól jelző feltáráscsoportot alkotnak a Balogh Á. utcai Természetvédelmi Terület, a Tömörkény u. 15/a. számú ház udvara és a Bimbó út 185-187. számú telkek szelvényei. Bryozoás márga "tundrás kőzetborjadzását" a szálkőzet szoliflukciós mobilizálódása, valamint a fiatal K-Ny csapású hévforrástörés menti élénk, vassas (limonitos, hidrohematitos, mangándioxid-hidrátos) festődés komplex együttesét szelvényeztük a Tömörkény u. 15/a. ház udvarában.

A Bimbó ut 185-187.sz. telkekhez épült garázsok bevágásában a Nummuliteszes mészkő durva törmeléke monomikt breccsát formált úgy, hogy a darabok elváltak, eltávolodtak kissé egymástól, de a visszailleszthetőség



nagyrészt felismerhető és az egész feltárás egymást kitémasztó törmelékanyag rendszere. Beszakadásos szerkezetnek neveztük el ezt a jelenséget, mikor is a mészkőtest mélyebb szintjében kialakult üreg beszakadása felfelé ható aprózódást okoz. Ezt bizonyítja az is, hogy a talajjal borított, felszint alkotó, a térszínnel egyenlejtés (DNY-i) kb. 40-50 cm vastagságú mészkőréteg már nem vett részt az atektonikus kőzetaprózódásban és összefüggő padként egyben maradt. A szerkezet állandó beszivárgást biztosít, kitöltetlen üregrendszerével.

Alapszelvény jelentőségű volt a Törökvész út 44/b. épületalapozás feltárása. 2 m vastag, 3-6 m átmérőjű, forrásvizi mészkő testről leszakadt, tetarátá homlokzat darabot tártak fel az alapozáskor. A mészkőtest homlokzatával kissé előredőlt a haladás irányába (75°-os szögben), amit a mögötte szolifluáló, mozgó agyagtömeg nyomása idézett elő. A nagyméretű kőzettest kriofrakcionált, elagyagosodott Tardi agyagmárga felületen mozgott, és ennek mechanizmusa világosan látható volt. A kőzettest mögött, visszaduzzadt agyag a síktundra (állótundra) jellegzetes, hullámos, girlandos formáit mutatta, távolabb a kitért agyag mozgáspályák menti anyagáttelepítése (lejtős-

tundra) volt jól tanulmányozható. A mozgáspályákat a kifagyásos mészkiválások, mészszipap- kifagyási krétapamacsok hívták elő, tették jól láthatóvá. A feltárás alsó felében kaotikusan felfagyottan, átmetsetten, áttelpítet<sup>e</sup>t helyzetben, megtartva jellegzetes, kissé "ridegen" törő, mikrorétegzett szövetét, Tardi agyagmárga települt.

Közelhegységi forrásvízi mészkőtörmelék tartalmazó  
aleuritos-homokos szoliflukciós üledékelegy

Általános jellegzetességei az előző képződ-  
ményével. Különválasztjuk mégis ezt a fáciest, amely-  
ben kizárólag forrásvízi mészkőtörmelék, blokkok,  
tömbök települnek. A képződés mechanizmusa ismert, a  
nagy méreteket a forrásvízi mészkőtestek jellegzetes  
(vastagpadosság, zuhogó homlokzat stb.) felépítésének  
köszönheti, hiszen azok mentén válnak el legkönnyeb-  
ben.

A szélsőséges méretre jellemző, hogy a Radna u. 1.  
számú házhoz garázst alakítottak ki egy ilyen vándor-  
kőben. A szétúszott tömbök szinte lepelként símulnak  
a ma tanuhegyként kiemelkedő forrásvízi-mészkősapkás  
blokkok lejtőin. A blokkfácies legszebb példáit a



Gárdonyi G.u.-Kiserdő-Majális utca és a Kisrókus-hegy lejtőin tanulmányozhattuk. Ilyen a már részletezett Hermann Ottó út környéki terület is.

### 3. JÓZSEF-HEGYI ÉPÍTÉSI TERÜLET

Külön mutatjuk be a kiemelten kezelt József-hegyi építési területet. Itt, a felvételezéskor még folytak az építési munkálatok. 38 ponton sikerült részletesen felvenni a rétegsort, az üledékföldtani jellegeket, a szerkezeti jellemzőket. A feltárások (munkagödör, csatornázás) nagy része sekély, így legtöbb helyen csak a pleisztocén tárult fel.

Ahol lehetett külön figyelmet szenteltünk a litoklázis rendszernek, ill. a néhány, észlelt, konkrét vetők irányának, amelyeket Wulff-háló értékeltünk. A feltárások sajnos egyenetlen eloszlásban voltak és sok helyen vastag, antropogén feltöltés (régikőfeltöltés, szőlőműveléshez részűzés stb.) is nehezítette a munkát.

#### 3.1. Földtani viszonyok

A József-hegy Ny-K-i irányú gerincét Tűzköves mészkő ill. dolomit, Nummuliteszes mészkő, Bryozoás márga, Budai márga és pleisztocén-holocén fedőképződmények építik fel.

A pleisztocén során a József-hegy tömege is kiemelkedett és D-DK-i irányban 20-30°-os szögben kibillent.

Az építési terület a vonulat É-i, gyorsabban és magasabbra emelkedő részére esik. A jellemző D-DK-i dőléseket csak a vonulat központi részéhez közeli feltárásokban lehetett észlelni. "Körben" a peremeken a szétejtő, dilatáló vetők mentén leszakadás irányú dölések adódtak. Közben, megszabadulva a "lefojtó" oligocén agyagos képződményektől, beindult a vízcirkuláció, és a hévvíz feláramlás kioldotta a tektonikusan preformált járat és üregrendszert. A legnagyobb üregek itt is a Nummuliteszes mészkőben alakultak ki, kisebb mértékben annak fekéjében és fedőjében. Építésszempontból a fő probléma a Budai márga litoklázis ill. vetőrendszere menti felszínig ható üreg felharapódzásai ill. kisméretű, oldott kürtői, járatai.

Felszíni geológiai módszerekkel, a szakadásos hasadékrendszerek kitérképezésével állapítottuk meg és ábrázoltuk a térképen, hogy hol van lehetősége tektonikailag preformált üregrendszerek kialakulásának. A már részletezett negyedkori folyamatok, a rögzült formák ismeretében a következő "fáciesjelző" negyedkori képződménytípusokat térképezhattük:



1. Nyílt, szakadós, hasadékokat kitöltő felülről beiszapolt agyagba ágyazott, egymást gyakran kitámasztott, kőzetblokkos kifejlődés. A nyílt töréses zónák felfelé többszerűen kiszélesednek, felszínén a 20-30 méteres szélességet is elérhetik. E kitöltő anyag kibontása után érhetőek el a barlangjáratok, mintegy 30 méteres mélységben. Eddig két barlang bejáratot nyitottak ebben a képződményben.

2. A fenti hasadékitöltések fölött fagyzsákos, fagyékes síktundra alakult ki, hiszen a beszakadás "falai" nem engedték az anyag lejtőmenti elindulását. Gyakran figyelhetők meg kifagyási jelenségek meszes, limonitos anyaggal.

3. A lejtőtundra kifejlődés esetén az anyagszolgáltatástól függően három féle típust választhattunk szét a mátrix-törmelék mennyiségi aránya alapján.

A durva márgablokkos típus esetén legalább 0,5 m nagyságu kőzettömbök szakadtak el és indultak meg lejtőirányban az elagyagosodott  $b^a$  troklázisok mentén a fagyhatás emelgető hatásától. A fagyhatásnak ellenállóbb mészmárga rétegek kerülnek ilyen helyzetbe, hiszen az agyagosabb szakaszok könnyebben szétfagynak, kriofrakcionálódnak. A fagyhatás ezzel a "kenőanyag"

növelő munkájával - amelyhez társul a közbetelepült agyagrétegek anyaga - mintegy energiáját növeli, és így akár több méteres tömböt is képes fekéjétől elszakítani ill. a lejtőn mozgatni.

A fagyhatás energiája megnő a megnyíló hasadékokba kívülről beiszapolódó agyag hozzákeveredésével is. Az első típus inkább kezdeti, indító fázist jelez, de ha ezek a blokkok már "úton" vannak, tovább kriofrakcionálódnak, agyagosodnak, a mátrix (agyag) mennyisége megnő és csak elszórtan "magányosan" elhelyezkedő úszóköveket találunk.

Olyan esetben, mikor csak kevés agyagos-aleuritós mátrix alakulhat ki, úgy szögletes, fagyhatásra mállott márgatörmelékéből álló, húzódó lejtőtörmelék alakul ki.

A József-hegyen térképezhető pleisztocén képződmények átlagos vastagságát nehéz megállapítani, éppen a nagy blokkban is elmozdulni tudó kőzettestek miatt. Minden esetre biztosan térképezhetően 0,5-2,0 m vastagságban észleltük. Természetesen a bezökkenéses, dilatációs zónákban jóval vastagabb lehet.



### 3.2. Szerkezeti viszonyok

A több száz szerkezeti mérés, a barlangi járatok irányai alapján megállapítható, hogy a József-hegy és a barlangrendszer egy közel K-Ny-i csapású, meredek, dilatációs szerkezeti rendszerben alakult ki. Ki kell emelni, hogy "közeli" hiszen szinte sohasem mértünk  $90-270^\circ$  vagy kiegészítő,  $0-180^\circ$ -os csapásirányt. Mindig  $10-20^\circ$ -os, inkább  $340-350^\circ$ -os irányban tapasztaltunk eltérést. Ezt a fiatal, közel K-Ny-i csapásirányú, meredek, sokszor függőleges dilatáló rendszert a jóval ritkábban előforduló É-D-i irányokkal kiegészítve észleltük a kiterjesztett területeken is (pl. Balogh Á. u-i Természetvédelmi Terület). Úgy tűnik, hogy a mindig - idős irányként - jelentkező ÉNy-DK, és rá merőleges rendszer nem tud felújulni, de igyekszik "befordítani" az új irányokat.

A K-i, Duna felé levető peremi vetőrendszer látszólagos É-D-i főiránya is  $70-250^\circ$ ,  $80-260^\circ$  ill. rá közel merőleges irányok fogazódó és lazuló szerkezetéből adódik.

Észleltünk több helyen is "idős" irányú torlódásos litoklázis rendszert, a kompresszió egységes, DDK-ÉNy-i irányával, de csak lokális hatásúnak tűntek.

#### 4. DINAMIKUS FÖLDTANI RAYONTÉRKÉP

A kutatás fő témája a barlangosodást rögzítő és azok képződési lehetőségére figyelmező jelenségek felismerése, dokumentálása és összegzése, egyben prognosztizálása. Ezért az észlelések, elemzések és a célterképezés eredményeit földtani-rayontérképen összegeztük, ábrázoltuk.

Dinamikus jelzővel egészíthetjük ki a térkép elnevezését, mert a periglaciális szoliflukciós anyagmozgató irányával a lejtőtörmelék fáciéseinek kijelölésével a mozgástendenciákat is ábrázoltuk.

Négy, szétkülöníthető kategória megjelölését látjuk indokoltnak a fedett földtani térképpel összhangban szerkesztve. A kategóriák a következők: (a számok meggyeznek a 7.számú ábrán jelöltekkel)

1. Karbonátos alaphegység, barlangosodott felsőecoén mészkőszintekkel mészmárga fedővel.
2. Általában az előző terület tágabb környezete a Bryozoás márga ill. főleg a Budai márga felszíni elterjedésével vagy más potenciális, alábarlangosodott területek.



3. A további Budai márga alaphegységű területek, de változó vastagságú negyedkori üledékekkel fedve, ezért az előzőknél kevésbé valószínű a felszínre ható alábarlangosodás.
4. A térképen márga szimbólummal lehatárolt területek vízzáró agyag, agyagmárga (Tardi, Kiscelli képződmények) üledékekkel, közelítőleg az erózióbázisig fedettek, így veszélyhelyzetet kiváltó alábarlangosodás itt nem várható.

A szálbanálló forrásvízi mészkő testeket külön jelöltük, mint barlangképződési indikációkat, de egyaránt találjuk azokat vízzáró Tardi agyagmárga aljzaton és vízáteresztő karbonátos aljzaton, ezért külön kategóriaként nem szerepeltetjük.

## ÁBRAJEGYZÉK

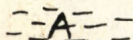
1. ábra A terület képződményeinek elvi rétegsora
2. ábra Fedetlen földtani térkép
3. ábra Földtani szelvény /A-B/
4. ábra József-hegy és környezetének földtani alkata
5. ábra Földtani szelvény /C-D/
6. ábra Földtani szelvény /E-F/
7. ábra Dinamikus földtani rayontérkép

### JELMAGYARÁZAT AZ ÁBRÁKHOZ

A kőzetek jelkulcsa az 1. számú ábrán látható



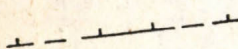
Szálabanálló forrásvízi mészkő



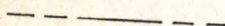
Antropogén feltöltés



A barlangok, járatok és az ott mért tektonikai elemek irányainak felszíni vetülete /4. ábra/



Észlelt irányok a lehetséges hosszabbításokkal és mérhető dőlésértékekkel /4. ábra/



Észlelt dilatáló irányok, a lehetséges hosszabbításokkal /4. ábra/



Rétegdőlés /4. ábra/



Ismert üregindikációk /4. ábra/

1 2 3 4

A 4. fejezetben részletezett kategóriák /7. ábra/



Az 1. kategória területei /barlangok, furási adatok, szóbeli közlések, földtani indikációk stb. alapján/ /7. ábra/

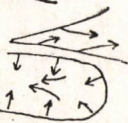




Kategória határok /7. ábra/



Az agyagos képzőmények elterjedésének határa /tardi és kiscelli/ / 7. ábra /

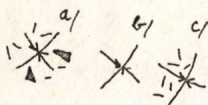


Völgyületek /Kapy u., Csatarka u. stb./

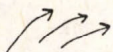


Domborzati öblözetek /Marczibányi tér stb./

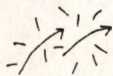
Szoliflukciós pihenők -- krioplanációs anyaggyűjtő depressziók /Vérhalom tér stb./, anyagmozgatási irányjelekkel



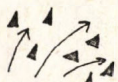
Szoliflukciós üledésváltsztók /lehet mindkét oldal a/ törmelékfordozó; b/ lehet tőle messze; c/ lehet asszimetriás; Kapy u.-Csatarka u. nyak/



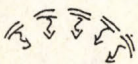
Törmelékanyag mozgási irányok, agyag-aleurit-közetliszt frakciós üledékek esetén



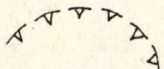
U. az, mint az előző, hozzáelegyített közelhegységi /domborzati háttéri/ törmelékanyaggal, osztályozatlan üledékelegy



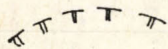
Periglaciális szoliflukciós blokk-fácies -- törmelékfolyamok édesvízi mészkő anyagu "vándorkövekkel". /A felrakott törmelék sűrűsége észlelés alapu/



Pleisztocén koru suvadások agyagos, agyagmárgás domborzaton-- krioplanációs rendezés után is átűnők /Hankóczy J. u., Présház u. stb./



Recens és szubrecens suvadási karéjok, pl antropogén anyagnyerési feltárásokkal kapcsolatban /Pasaréti út-Hermann O. út között, stb./



Leszakadási karéjok / Törökvész út -- Látóhegytől Ny-i szakasza/

D2

A legidősebb, biztosan észlelhető derázós völgytalp / Pasaréti ut K-i szegélyén lévő magasabb párkánysík, "szinlő"/

D1

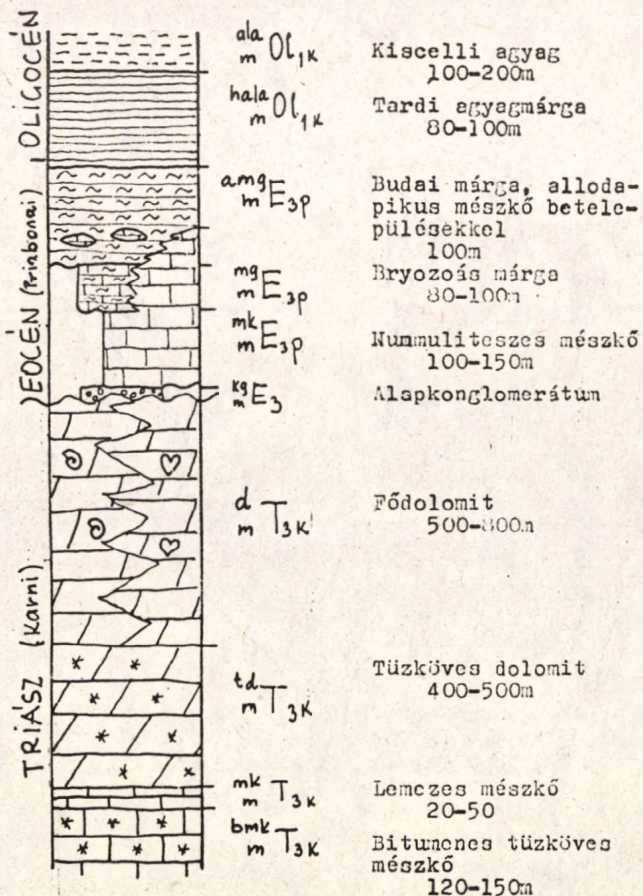
Középső derázós völgytalp maradványa /Pasaréti ut sarka/

D0

A mai, de még a würmi végére datálódó széles, lapos völgytalp határa -- 10-12 m. vastagságban húzó-dó, esés mentén rendezett, osztályozatlan elegyüledéssel



1. ábra



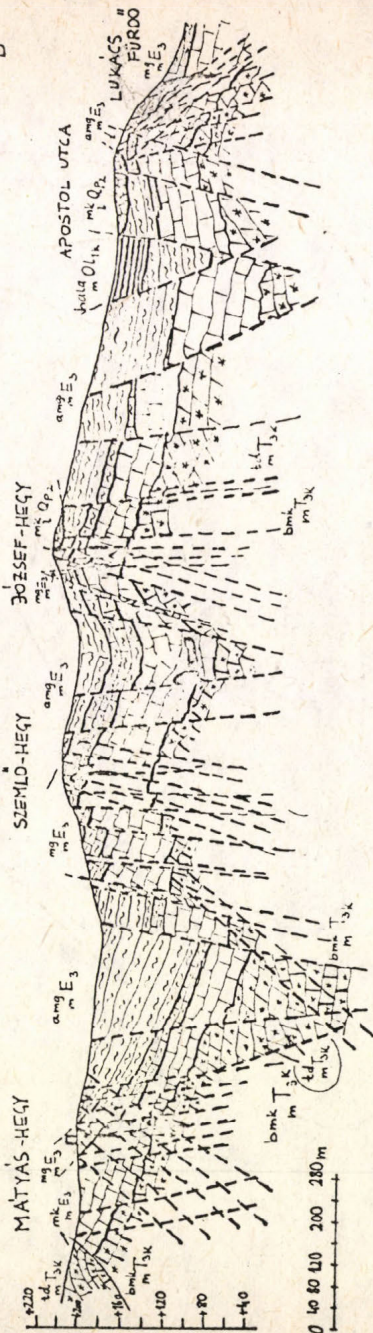




# 3. ábra

ÉNY

A

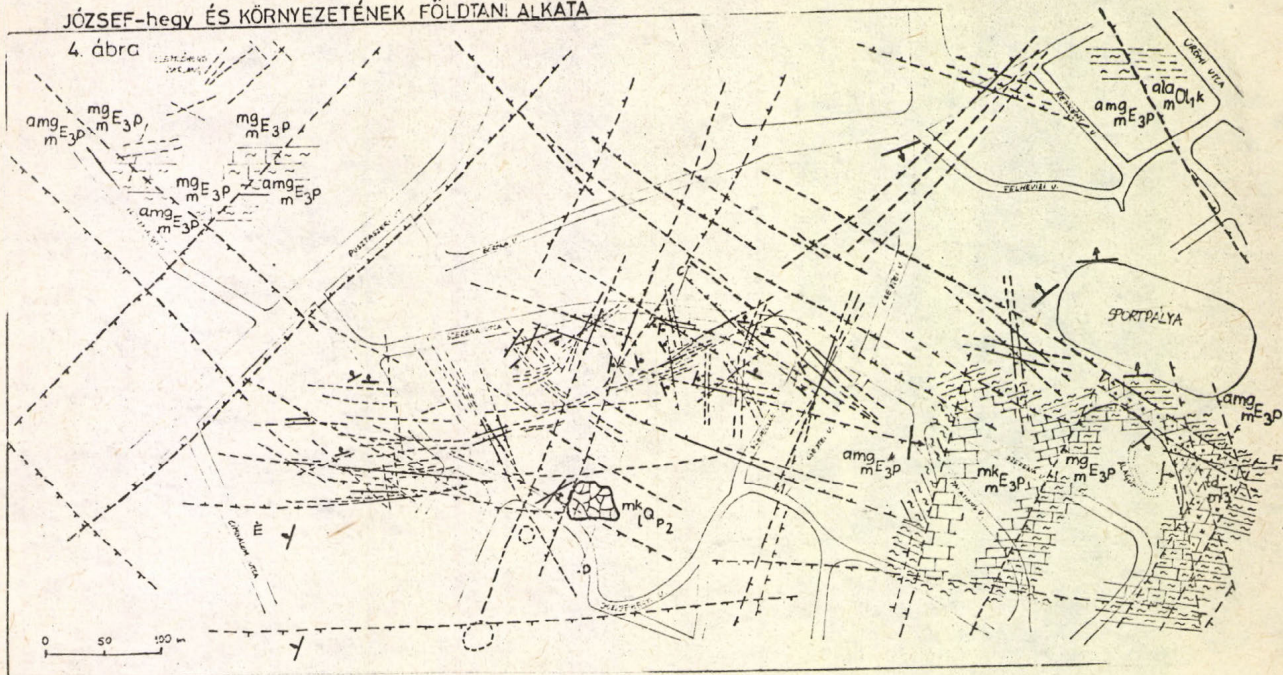


DK

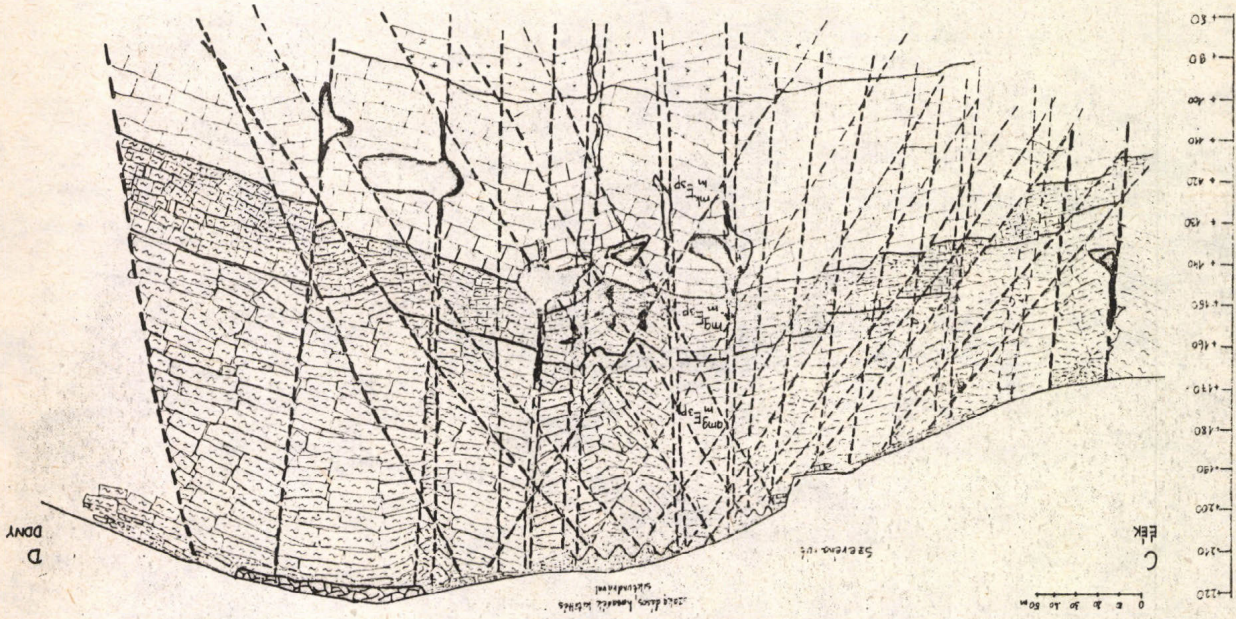
B

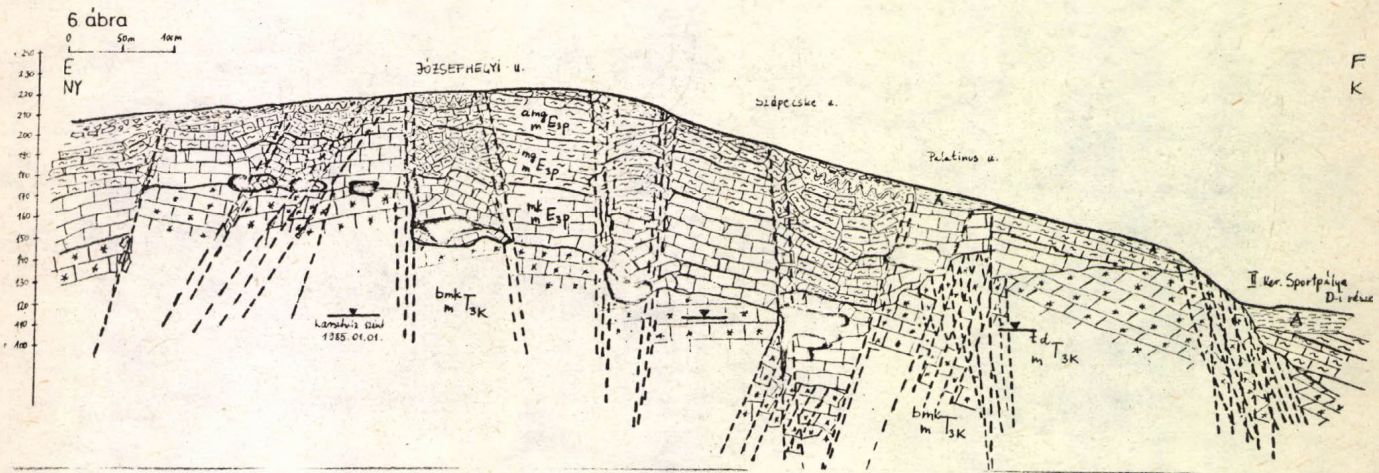
# JÓZSEF-hegy ÉS KÖRNYEZETÉNEK FÖLDTANI ALKATA

4. ábra





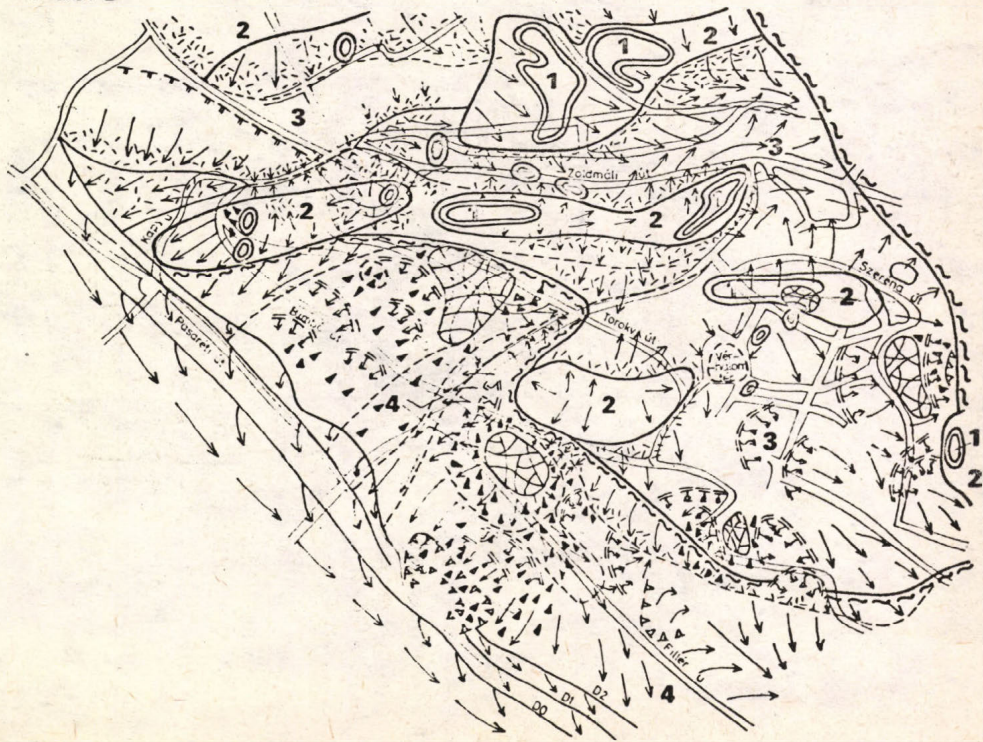






DINAMIKUS FÖLDTANI RAYONTÉRKÉP

7. ábra



Results of geological mapping in connection with  
the prospecting of the cave-system in the mount  
József

† Pál Kriván - Péter Mensáros - Csaba Péro

The both in size and in mineral-richness special cave-system discovered in the course of construction works in the mount József has created a new building geological, hydrological and environment protection-situation. For the clearing up of the situation a geological mapping was effected in two scales together with the colleagues at the Chair for Applied and Technical Geology. The aim was to map the directly and indirectly indicating formations by the analysis of geological processes bringing the cave-formation into being.

We concentrated first of all to the Quaternary formations and the atectonic movement forms fixed in them /tundra and solifluction phenomena/. The separation of the stand-up- and floated blocks of the springwater-limestone bodies and also the new limitation of extension of the actuating, "floating" clay- and clay marl-formations Kiscelli and Tardi was of special importance. We paid a special attention to the structural elements and we dealt with the young, expanding directions as with basic factors of cave-formation. It must be stressed that the directions of dilatation - especially in the case of the mount József - we observed to be the main direction E-W and a very subordinate direction N-S with feeling a strong "inclination" to turn into the general NE-SW-direction. Taken all these factors into consideration the areal distribution of the possibility of cave-formation was categorized and illustrated on map.



## LEJTŐCSÚSZÁSOK TÚLKONSZOLIDÁLT AGYAGOKBAN<sup>✖</sup>

### I. rész

(Az okok; a veszélyeztetett területek felismerése)

Mihail E. Popescu <sup>+</sup>

Kevés olyan összetett probléma fordul elő a geotechnikai feladatok között, mint a lejtőcsúszásoké. Az állékonyság vizsgálatát és biztosítását még inkább bonyolítják a túlkonszolidált agyagok tulajdonságai és fizikai jellemzői. Mindezek miatt állandóan nő az ilyen esetek iránti érdeklődés.

A jelenség elég általánosan ismert egész Kelet-Európában, ahol nagy területeken fordulnak elő túlkonszolidált agyagok. Az irodalomban is számos közlés található az ilyen lejtők - ill. az ezekben nyitott mesterséges bevágások - csúszásairól. Az utóbbi évek publikációiban igen sok tudnivaló jelent meg az ezekre vonatkozó tapasztalatokról, elméletekről, helyszíni megfigyelésekről és vizsgálati eredményekről. Ezek által figyelemre méltó haladást értek el, különösen a csúszásokra vonatkozó számítások, valamint a túlkonszolidált agyagok nyírószilárdságát befolyásoló tényezők ismerete terén. Folyamatosan fejlődik a lejtőcsúszások megfigyelésének eszköztára, valamint az elhárításuk ill. helyreállításuk módszereinek köre is.

Ez a beszámoló az e téren elért eredményekkel, az ezekre vonatkozó mai ismereteinkkel foglalkozik... A bőséges irodalom áttanulmányozása alapján az a következtetés vonható le, hogy bár a kérdéscsoportra vonatkozó tudásunk rohamosan gyarapodhatott a legutóbbi években, ismereteink mégis több vonatkozásban hiányosak.

---

<sup>+</sup> a bukaresti építőmérnöki intézet tanára

<sup>✖</sup> "Landslides in Overconsolidated Clays as Encountered in Eastern Europe". State - of - the - Art Lecture; 4 th Int. Symp. on Landslides, Toronto, 1984.

Ez a közlemény az előadás kissé (a szerző hozzájárulásával) - értelemszerűen - rövidített szöveg változatának első fele. A kérdéssel kapcsolatos geotechnikai - talajmechanikai tudnivalókat - vagyis az előadás második felét - egy későbbi közlemény fogja ismertetni. (Fordította és a publikációt gondozta: Dr. Varga László, KTMF, Győr)



Ezért még sok tennivaló lesz, amíg megnyugató eredményességgel előre jelezni ill. rendszabályozni tudjuk majd a túlkonzolidált agyagok lejtőinek mozgásait.

## 1. Bevezetés

A földcsuszamlások jelensége régóta ismert Kelet-Európa különböző területein. Komoly fenyegetést jelentenek vagyontárgyak és emberi életek ellen, súlyosságuk pedig évről évre nő, egyes arányban az ilyen szempontból kedvezőtlen területek fokozódó igénybevételeivel. Bár az ebből fakadó költségeket még felbecsülni is nagyon nehéz, valószínű, hogy a földcsuszamlások által okozott károk a legtöbb országban évente több száz-ezer dollárra rúghatnak (Arnould, Frey; 1978).

Ennek természetes következménye az ebből fakadó gondok iránti állandóan növekvő érdeklődés. Így a lejtőmozgások kérdései a jelentősebb kelet-európai konferenciák állandó témáivá váltak (1977-ben Csehszlovákiában, 1979-ben és 1981-ben Lengyelországban, 1981-ben a SZU-ban, 1982-ben és 1983-ban Romániában). A földcsúszások analízisének gyors fejlődése kifejezésre jut az ezekkel foglalkozó tanulmányok számában is. Cikkek, beszámolók, könyvek sokasága jelent meg az utóbbi időkben, a tapasztalatok, elméletek, helyszíni megfigyelések és kísérletek gazdag tárházaként. Kevés hasonlóan komplex feladat van a geotechnika területén, mint a földcsúszások. Az ezek tanulmányozásának bizonytalanságai azokból a bizonytalanságokból fakadnak, amelyek az előre nehezen megállapítható természeti adottságokban rejlenek, hasonlóan az összes többi "geológiai" veszélyforráshoz (földrengések, vulkánkitörések, stb). Ezért egyetlen eset sem kezelhető "rutin" feladatként, hanem mindig mérlegelni kell a konkrét helyi körülményeket is. ...

... A túlkonzolidált agyagokat minden mérnöki vonatkozásban "problematikusnak" tartják. A gondok nagy részét az ilyen talajok szélsőségesen nagy térfogatváltozása, vagy a rézsűik instabilitása okozza. Ezért csak üdvözölni lehet a nemzetközi talajmechanikai és alapozási egyesület (ISSMFE) földcsuszamlásokkal foglalkozó bizottságát azért, hogy megszervezte a 4. föld-



csúszásokkal foglalkozó nemzetközi szimpózium keretében a túlkonszolidált agyagok és lágy kőzetek csúszásaival foglalkozó alszekciót.

A földcsuszamlás elég általánosan ismert jelenség egész Kelet-Európában, ahol nagy területeken fordulnak elő túlkonszolidált agyagok. A szakirodalomban számos példát találhatunk az ilyen területek felszínmozgásaira, ill. az itt létesített bevágások rézsúcsúszásaira. A legtöbb adat a Szovjetunióból, Csehszlovákiából és Romániából származik, míg az e tekintetben kedvezőbb topográfiai adottságú Lengyelországban és Magyarországon viszonylag kevesebb az ilyen természetű gond.

Különösen sok tanulmány jelent meg az utóbbi években a túlkonszolidált agyagokban lévő rézsúk állékonyságáról. Ezen belül figyelemre méltó a haladás a túlkonszolidált agyagok nyírószilárdságát érintő kérdések, valamint az ilyen talajok földcsúszásainak analízise területén. Jelentősek a csúszások megelőzésével ill. helyreállításával foglalkozó vizsgálatok eredményei is, amelyek néhány ide tartozó kérdést új megvilágításba helyeztek.

A szekcióülés felkért előadójaként e cikk szerzője áttanulmányozta azokat az utóbbi években megjelent tanulmányokat, amelyekre a különböző országok nemzeti bizottságai felhívták a figyelmét. A túlkonszolidált agyagokra való tekintettel főként a kelet-európai szakértők anyagából merített, de - a jobb megértés érdekében - természetesen más országok forrásműveit is figyelembe vette.

Ez a beszámoló a lejtőmozgásokkal és a bevágások rézsúcsúszásaival foglalkozik. Ezek annyiban rokon jelenségek, hogy mindkét esetben jelentős a korábbi terhek átcsoportosulása, akár erózió, akár földmunka okozza is. Lényegét tekintve ugyanis egy geológiai hatásokra kialakult természetes lejtő stabilitási kérdése nem különbözik a mesterségesen kialakított bevágások hosszú időtartamú egyensúlyi problémájától (Janbu, 1977). Sőt olykor még azt is nehéz eldönteni, hogy a mozgást lejtő-, vagy rézsúcsúzásnak kell-e tekinteni.

A szerző úgy találta, hogy e nagyon szétágazó feladat egy elő-



adás keretében amúgysem tárgyalható meg a legkisebb részletekig, ezért a következő főbb témakörökre szorítkozott:

- a) a földcsuszamlások okai és lezajlása;
- b) a földcsuszamlások és az általuk potenciálisan fenyegetett területek vizsgálata ill. felderítése;
- c) a földcsuszamlások szempontjából lényeges talajtulajdonságok;
- d) a nyírószilárdság mobilizálási folyamata és az ezzel összefüggő állékonyság-vizsgálati problémák;
- e) a földcsuszamlások megelőzésének ill. "kézben tartásának" módszerei.

## 2. A földcsúszások okai és lezajlása

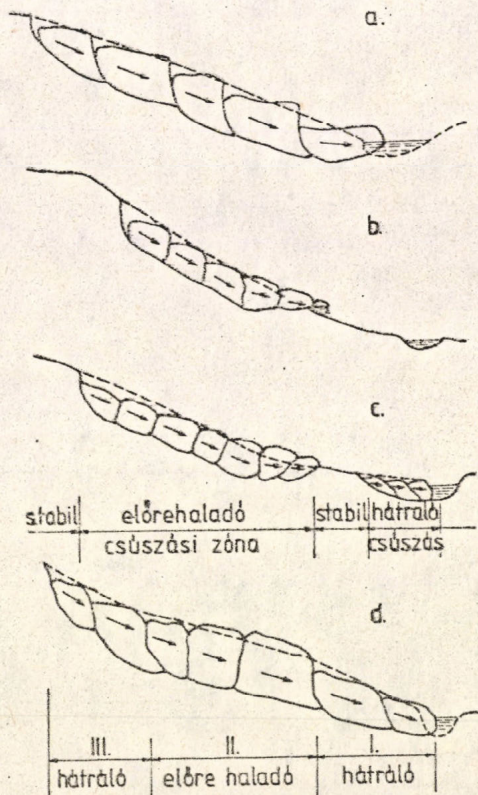
Skempton és Hutchinson (1969) definíciója szerint a "földcsúszás" a talaj-, vagy közettömegek mindazon lefelé mozgása, amely a mozgó anyag határfelületén bekövetkező nyírási törés eredménye. Ezen belül aztán sokféle további csoportosítás van, amelyek valamely jellemző körülmény hangsúlyozásával lehetnek hasznosak a felismerés, a megelőzés, a szabályozás, vagy a kijavítás számára. Az említett szerzők néhány gyakran előforduló típust ismertetnek az egyszerű, a többszörös és az összetett földcsúzási jelenségek sorában. Egyéb, szélesebb körben használt osztályozások találhatók Varnes (1978) valamint Zaruba és Mencl (1982) publikációiban. A különböző típusú földcsúszások csoportosításánál a legnagyobb súllyal a mozgás jellegét és a mozgás által érintett anyagok milyenségét veszik figyelembe.

Bizonyos földcsúszástípusok részletes helyszíni vizsgálata - amikor a mozgás éveken át megfigyelhető volt - azt mutatta, hogy nagyon ritka az, ha a csúszás előzmény nélkül, "egyszerre" következik be valamely egyetlen, görbe csúszólap mentén. Általában a mozgás térben és időben is változik, méghozzá úgy, hogy a jelenség egészében részt vevő tömegek egy része megmozdul, miközben más részük még mozdulatlan marad. Így hát különbség lehet a résztömegek mozgásának sebességei, sőt a mozgások jellege között is. A különböző osztályozások hasznossága főként éppen abban rejlik, hogy pontosítja azokat a fogalmakat, amelyekkel egy ilyen, igazán bonyolult lejtőirányú mozgás leírható.



Az 1970. év tavaszának nagy esőzései által Románia különböző - túlkonzolidált agyagokkal fedett - területein bekövetkezett nagyszámú csúszás rendszerezése alapján Borsaru és társa (1971) a következő három jellegzetes típust különböztették meg:

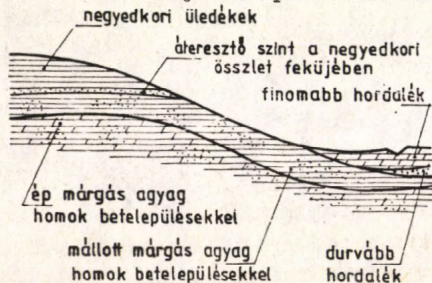
- 1) a retrogresszív (hátráló) csúszás az 1/a ábra szerint a mozgás irányával szemben, a lejtő aljától indulva fölfelé terjeszkedik. A mozgás erózió hatására, általában valamely vízfolyás medrénél kezdődik. A legnagyobb elmozdulás a lejtő alján fejlődik ki, innen azután - csillapodó mértékben - akár 1 km-nél is messzebbre is "felkúszhat", miközben a vízfolyás medrét részben vagy egészen eltorlaszolja a lecsúszó tömeg.



1. ábra

- 2) az előrehaladó (progresszív) csúszás méretei a mozgással megegyező irányban - vagyis a lejtőn lefelé - növekszenek (1/b ábra). Az ilyen mozgásnak általában nincs összefüggése a vízfolyások medrével. Fő okozója a nyírószilárdság helyi lecsökkenése. A megmozdult tömeg felső élénél akár 10 m-nél is magasabb függőleges elválási felületek figyelhetők meg, az alsó szakaszon pedig feltorlódik a megcsúszott anyag.
- 3) Leggyakoribb az előző két forma kombinációja (1/c ábra). A vízfolyás medrénél kialakult erózió megindítja a retrogresszív csúszást, miközben a lejtő egésze úgy kezd "progresszív" megcsúszni, hogy a két mozgás között egy - akár "stabilnak" is nevezhető - zóna maradhat. Az 1/d ábrán látható Vrancea térségében megfigyelt ilyen típusú mozgás. Eleinte a hátráló mozgás volt a jellemző, amikor - 1970 márciusában - 5 m elmozdulás következett be. A második fázisra a májusi esőzés hatására került sor, és ekkor progresszív volt a mozgás jellege, amely 90 m elmozdulás után az első megcsúszás helyén további 1,5 m mozgást váltott ki. A harmadik lépésben ismét a retrogresszív mozgás vált uralkodóvá, s végül a lejtőn fölfelé terjeszkedő mozgás 100 ha-nál nagyobb területre terjedt ki.

A most leírt esetek többsége túlkonzolidált márgás agyagban fordult elő, amelyek mállott felső részét lejtőtörmelék borította. A 2. ábrán egy ilyen terület jellegzetes szelvénye látható. A mozgások a lejtőhordalékban és a mállott zónában következtek be és csak elvétve hatottak le a mélyebben fekvő ép agyagokba. A legalsó és a legfelső szakaszoktól eltekintve a csúszási felületek a lejtővel párhuzamosak voltak.



2. ábra



Mindezek a földcsuszamlások általában egy hosszabb, sok éves, összefüggő folyamatként fejlődnek ki, amelyen belül a sokáig tartó lassú mozgások között hirtelen, "erőszakosan" alakulnak ki a nagy elmozdulások (Bally és társai, 1974). Így például az 1/d ábrán ismertetett csúszás helyszínén már kb. 50-60 évvel korábban is volt hasonló földmozgás. A két nagy, gyors mozgás közötti időszakban azonban - amikor csak jelentéktelen "moccanások" fordultak elő- új házak épültek ott és nagy területű gyümölcsösöket telepítettek. Az 1970-ben bekövetkezett 90 m elmozdulás e hosszú "nyugalmi" állapot után 24 óra alatt zajlott le. Ugyancsak 1970-ben történt egy másik területen, hogy a kúszbőn álló földcsuszamlás nyilvánvaló jeleire egy vadonatúj téglapépület tulajdonosa a szomszédok segítségével sebtiben lebontotta a házat, amely egy helyi közút szélén állott. Aznap éjjel a földcsúszás kettészelte az utat, melynek burkolata 20-30 m vízszintes és 5-6 m függőleges eltolódás után (óriási földtömbökkel együtt) egy folyó medrébe omlott. Érdekes osztályozási javaslatot adott Chowdhury (1980) a földcsúszások okaira:

- a) rendkívüli okok (ú.m. földrengés, folyósodás, óriási esőzések) miatti földcsúszások;
- b) Szokványos csúszások, amelyek a hagyományos elméleti eljárásokkal többé-kevésbé jól megvilágíthatók - legalább is megtörténtük után;
- c) Olyan csúszások, amelyeknek nincs szembeötlő oka (sem közvetlen zavaró tényezők, sem a kiváltó mechanizmus nem deríthető fel). Az ilyen mozgások alapvető okai a pórúsvíznyomási viszonyok lassú megváltozásában, a kúszás-jellegű alakváltozásokban és az ezzel összefüggő szilárdságosökkenésben kereshetők.

A földcsúszások tehát egy folyamatos "esemény-sorozat" eredményei, és így csak kivételesen lehet őket egyetlen okra visszavezetni. A lejtős felszínű földtömegek állékonysága dinamikus egyensúlyi kérdés és csaknem mindig hiábavaló "az ok" megállapítása, mert oly nagy lehet a befolyásoló tényezők száma. Így például az 1. ábrán bemutatott mozgások a gyenge talaj, a viszonylag meredek lejtő és az alsó tömegek eltávolítása miatt,



tehát ezek együttes hatására jöttek létre.

Számos publikáció kimerítően elemzi a földcsuszamlások okait, ezért a részletek iránt is érdeklődőknek ajánlhatók Duncan (1971); Chowdhury (1978); Schuster és Krizek (1978); Zaruba és Mencl (1982), valamint Popescu (1983) művei. Általánosságban is kimondható azonban, hogy az okok között mindig előfordul a megnövekedett csúsztató feszültség és a gyenge (vagy lecsökkent) nyírási ellenállás.

Valószínűleg a legfontosabb kiváltó tényező lehet a talajvíz viszonyok megváltozása. A magas talajvíz annyira általános veszélytényező a földcsuszamlások esetében, hogy ezek szinte el sem képzelhetők száraz (kiszikkadt) talaj esetében. (Legget, Karrow 1983). Áttételesen azért előfordulhat az is, hogy pl. a bevágási részsükön szabadabbá vált agyagok összeropedeznek a kiszáradás hatására, majd az ezt követő csapadékos időszakban vízzel telítődnek a zsugorodási repedések és ez vezet a réteg szokatlan átnedvesedéséhez. (Stanculescu, 1963; Popescu 1982) A földcsuszamlások története is azt tanúsítja, hogy az esőzések időtartamának, eloszlásának, intenzitásának igen nagy a hatása. Az esőzés akkor válhat leginkább a csúszások kiváltó okává, ha a felszínközeli anyagok porózusak és áteresztők, néhány méterre alattuk pedig vízzáró anyag fekszik. Rendkívüli esőzés volt 1970-ben Románia igen nagy részén. Ez a csapadék jelentősen gyengítette a talajok szilárdságát, növelvén a potenciális csúszólapok mentén a pórusvíznyomást, illetve a geosztatikai nyomások lejtő irányú csúsztató komponensét. Mindez több száz csúszás okozójává vált.

A természetes és mesterséges lejtők mozgásait csupán az egyszerűbb osztályozás kedvéért szokás az irodalomban külön tárgyalni, holott számos csúszás tanúsítja, hogy a "természeti" folyamatot az emberi tevékenység váltotta ki, vagy gyorsította, illetve súlyosbította. Ugrásszerű növekedés tapasztalható az emberi beavatkozással keltett csúszások terén a huszadik század eleje óta, mert az ember sokféle úton-módon megzavarhatja a lejtők eredeti egyensúlyát. A legáltalánosabb ilyen beavatkozást az utak, vasutak, gátak építése jelenti. Madej (1977) pl. arról számol



be, hogy a Visztula partjai hogyan csúsztak meg azon a környéken, ahol egy gát építése a folyó vízszintjének emelkedéséhez vezetett, ez pedig kiváltott, illetve újból megindított számos csúszást. Vizsgálatot kezdtek annak megállapítására, hogy a csúszások hogyan fejlődtek ki, és hogy a közeli beépített terület szempontjából hol lehet a biztonságos zóna határa. Ez utóbbi egy kb. 60-100 m széles, a folyóval párhuzamos sávnak bizonyult a középvízi meder szélétől mérve.

Bilz (1974), valamint Fleischer és Scheffler (1979) számolnak be arról, hogy a bányászati tevékenység is sokszor okozott földcsúszásokat. A mozgások különösen az 1950-es évek óta váltak gyakorivá a kelet-európai városok környezetében, mintegy az ekkori gyors fejlődés egyik következményeként. Az építkezések egyrészt új mozgásokat hívtak életre, másrészt számos korábbi csúszást elevenítettek ismét fel. Ugyanekkor Esenov és Degovetz (1981) valamint Stanculescu (1974) az urbanizációnak éppen ellenkező hatásáról adnak hírt.

A városiasodás egyik következménye például az eredetileg a területen volt növényzet eltávolítása, amely korábban az elpárologtató hatásával csökkentette a talaj víztartalmát, ill. a talajvízszint magasságát. A területek beépítése folytán tehát emelkedik a talajvíz és így nyilván a pórusvíznyomás is. Említésre méltó hatása van a növények gyökérzetének is, amely hozzáadódik a talajnak a mozgást akadályozó nyírési ellenálláshoz. Zaruba és Mencl (1982) a handlovi csúszások kapcsán hangsúlyozzák, hogy a felszín természetes takarójának megsemmisítése a rézsűk labilissá válásának potenciális okozója lehet. Az adott esetben például egy közelben lévő, barnaszén tüzelésű nagy erőmű pernyéjét a szél a Handlova déli részén lévő nagy dombra hordta. Ott tehát az apránként felhalmozódó hamuréteg váltotta fel az eredeti füves felszínt és ennek következtében a lejtős terület amúgyis kényes vízháztartási egyensúlya alapvetően megromlott. Az 1960. évi nagy esőzések ezután oly mértékben megemelték a talajvíz szintjét, hogy ez - a kedvezőtlen geológiai adottságokkal társulva - 20 millió m<sup>3</sup> agyag, iszap, kőtörmelék megcsúszására vezetett, és súlyos károkat okozott a városban is.



Egyébként még sok más emberi tevékenység vezethet a felszín, vagy az ez alatti anyagok elnedvesedéséhez. Ilyen például a szivárgók hibás tervezése, vagy a már meglévők nem kielégítő karbantartása, a gyepek (kertek) locsolása, vagy kiszivárgás a különböző tározókból. Pórusvíznyomás növekedést okozhatnak az új építmények vagy töltések egyszerűen azáltal is, hogy meggátolják vagy nehezítik a korábbi szabad vízfolyást. Városi területen még arra is számítani lehet, hogy a közművekből kikerülő vizek vezetnek csúszásokhoz, és így ezek kijavítási, karbantartási költségei részben e károk elhárításának javára írhatók. (Stanculescu, 1974)

### 3. Helyszíni vizsgálatok: a csúszások és csúszásveszélyes területek felderítése

A földcsúszások helyszíni vizsgálataira különböző eszközöket használnak. Ide számíthatók a tömörség, az áteresztőképesség, a nyírószilárdság in-situ mérése, az ellenőrzésre szolgáló vágatok, vizsgáló aknák, továbbá a felszín mozgásának mérései (a felszíni mérési pontok geodéziai eszközökkel vagy fényképezéssel való megfigyelése, a különböző tágulást,- és összehúzódást mérő eszközök, billentésmérők, stb). Említeni kell a felszín alatti elmozdulások méréseit (inklinométerrel, extenzométerrel, műszerezett PVC csövekkel, stb), a pórusvíznyomás-méréseket (nyitott csövekkel, rezgő-húros piezométerrel), a felszín alatti áramlások méréseit (radio-izotópokkal, a pórusvíznyomás térbeli eloszlásának megfigyelésével, elektromos ellenállás méréssel), valamint az esőzési adatok regisztrációját. Ezeket a műszaki megoldásokat nem szükséges itt leírni, néhány különösebb érdeklődésre számot tartó részletet azonban meg kell említeni.

Az adott terület geológiai adottságainak megismerése az egyik legfontosabb feladat. Igen értékes felvilágosítások nyerhetők a geológiai térképek elmélyült tanulmányozása által. A légi fényképek is nagyon értékes adatokat szolgáltathatnak, bár ezt a felderítési módszert talán nem használják ki érdeme szerint. Pedig figyelemre méltók az előnyei, ahol a terep nehezen járható - és a földcsuszamlásos területek éppen ilyenek.



A térszín háromdimenziós térbeli képe lehetővé teszi, hogy feltérképezzük az aktív,- a potenciális,- és a régi csúszásos zónákat. A légi felderítés még időben is gyorsabb, hatékonyabb, mint a szokványos felszínen végzett vizsgálódás. Balanescu és Negut (1983) egy 2 km hosszú és 100-600 m széles földcsúszás sztereo-fotografikus tanulmányozásáról számoltak be. Három felvétel készült. Az egyik közvetlenül a csúszás után, a másik kettő egy, ill. 12 évvel előtte. Az így nyert adatok - megerősítve a felszínen végzett mérésekkel - tájékoztattak az egész mozgás méretéről, a megcsúszott tömeg vastagságáról, a lejtő elnedvesedett zónáiról, valamint a lejtőmozgás irányáról és mértékéről.

A műszerek - amelyek a felhasználható eszközök széles körét ölelik fel, az igazán egyszerű pontmegjelölésektől a nagyon bonyolult automatákig - felbecsülhetetlen segítséget nyújthatnak a lejtős felszínű földtömegek tényleges viselkedése és az elméleti előrejelzések közötti különbségek csökkentéséhez. Ezen kívül a műszeres megfigyelés arra is jó, hogy elbírálhassuk valamely kijavítás eredményességét, de figyelmeztethetnek a küszöbön álló veszélyre is (Jakubowski, 1971; Bally és Stanescu, 1977; Fukuoka, 1980).

Nyilvánvaló, hogy a rézsűbéli pórusvíznyomás-eloszlás beható ismerete nagyon fontos a csúszás mechanizmusának jó megértéséhez. A tartós stabilitással foglalkozó tanulmányában Skempton (1964) kimutatta, hogy a merev, repedezett agyagban létesített bevágási rézsűk csúszólapján a mozgás idején érvényesülő átlagos nyírási ellenállás és a laboratóriumban mért reziduális nyírószilárdság között korreláció van. Egy későbbi (1977) tanulmányában pedig úgy találta, hogy a londoni agyagban mélyített bevágási rézsűk "késleltetve" - akár készítésük után ötven évvel is később - csúsztak meg, ha ennyi idő kellett ahhoz, hogy a bevágás miatti tehermentesítés "szívó" hatása megszűnjön és ismét beálljon a pórusvíznyomás egyensúlyi helyzete.

A korábbi csúszó felületek létezéséről, vagy hiányáról is meg kell bizonyosodni, folytonos mintavétellel, vagy elegendően mély kutató gödrökben, szemrevételezéssel. Ezért azután nagy az érdeklődés az ilyen csúszólapok vagy elnyíródási zónák helyének



felderítésére szolgáló eszközök iránt. Az ilyen felületek gyakran korábbi csúszások során, vagy a földkéreg mozgásainak hatására alakultak ki, ám létrehozhatják őket más okok is, pl. a völgy mélyülése, jégkorszaki hatások, talajfolyósodás, egyenlőtlen mértékű duzzadás (Chowdhury, 1978). Igen fontos minél pontosabban felderíteni a csúszólap mélységét ill. alakját ahhoz, hogy:

- 1) lehetséges legyen megtervezni a mozgás megállítását, illetve a csúszásveszélyes területen létesítendő építményeket;
- 2) megbízhatóan ki lehessen számítani a csúszólapon működő igénybevételeket ill. ellenállásokat.

A csúszólapok helyének meghatározásához rendelkezésre álló módszerekről, valamint a műszerek területén mutatkozó fejlődésről kitűnő áttekintést adott Hutchinson (1981). Ajánlható, hogy többféle módszert is alkalmazunk és, hogy előbb aknázzuk ki teljesen a könnyebben hozzáférhető adatokat, mielőtt költségesebb kutatásokba fognánk. Nem szabad elfeledkezni arról sem, hogy többszörös csúszólap is könnyen előfordulhat (Ter-Stepanian, 1965), és ezért bizonyosságot kell szerezni arról, hogy a legalsót is megtaláltuk.

Kelet-Európa államaiban jó eredménnyel használják az inklinométereket a csúszásos területek vizsgálatára (Jakubowski, 1971; Schwokowski, 1971; Stanculescu és tsai, 1983). Ezek nagyon pontos műszerek, amelyek általában megbízható adatokat szolgáltatnak, ha az elhelyezésükre szolgáló cső helyesen van építve. Az ilyen műszerek által szolgáltatott adatok segítséget nyújthatnak a mozgás jellegének, mechanizmusának jobb megértéséhez. Ha viszont a földmozgás nem "nagyon" lassú, akkor a furatot határoló cső akkora, ill. oly gyors deformációkat szenvedhet, hogy a műszer használhatatlanná válhat, mielőtt még elegendő adatot szolgáltatna.

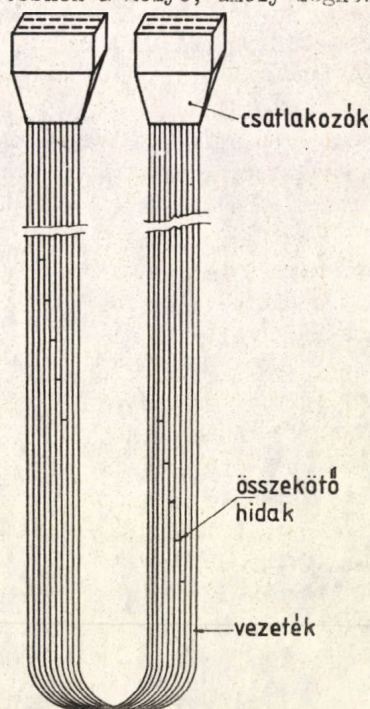
Léteznek ugyan bonyolult inklinométerek - amelyekhez megfelelően képzett kezelő személyzet szükséges - de nem mindig indokolt ezeket használni a csúszólapok felkutatásához. Sokszor előnyösebbek azok az egyszerűbb eszközök, amelyeket egy kis műhelyben, vagy akár a helyszínen is el lehet készíttetni. Az ilyeneknek



ugyanis az az előnyük, hogy kezelésük könnyen elsajátítható és így nem csak a hozzáértő specialisták, hanem a lehetséges "munkatársak" széles köre is megteheti rajtuk a leolvasásokat (környékbeli tanítók, a mezőgazdasági üzemek dolgozói, stb.) Egy egyszerű műszert ismertet Hickl (1977), amely képes jelezni a mozgás kezdetét és az elnyíródási felület mélységét. A 3. ábrán látható a szigetelt huzalok kötege, amelyek síkban elrendezve a felszínen ill. a furat alján végződnek. A huzalok egy cementhabarccsal kitöltött csőben helyezkednek el, ez a cső kerül a furatba úgy, hogy a körülötte még meglévő gyűrű alakú rést talajjal töltik meg. Megszilárdulása után a cementhabarcs, a cső és a huzalok egy összefüggő testet alkotnak, amely a földdel együtt megmozdul. A huzalok között különböző mélységekben összeköttetések vannak. A felszíni mérésből megállapítható annak az összeköttetésnek a helye, amely legközelebb esik a csúszzólapoz.

3. ábra

Egy másik műszert is ismertet Hickl (1977), amely még a furatot átmetsző igen nagy mozgásokat is képes feljegyezni. A furatot 70 mm átmérőjű és egyenként 100 mm hosszúságú plastik cső-darabokkal "béléscsővezik". Ezek közül a várt csúszzólapoz legközelebb esőket elektromos nyúlásmérőkkel látják el, amelyek kivezetései a felszínen lévő mérőműszerhez kapcsolódnak. Ezt az egész rendszert a térszínen szerelik össze, majd - a könnyebb kezel-



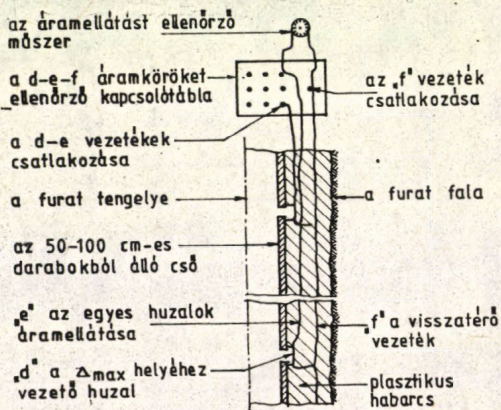


hetőség érdekében - előfeszítik, így bocsátják le a furatba, ahol aztán szorosan körülömítik vagy injektálják. Ha bekövetkezik a földmozgás, akkor az érintett szelvények elválnak egymástól, ez regisztrálható a felszínen. Ez a rendszer igen előnyös a nagy és hosszan tartó mozgások esetében, és képes a többszörös csúszólapok számának ill. helyének kijelzésére is. Hasonló elven működő műszereket használtak Romániában is a felszín alatti elmozdulások bemérésére. Az ottani Vízügyi Kutató Intézetben kifejlesztett műszer a 4. és 5. ábrán látható.

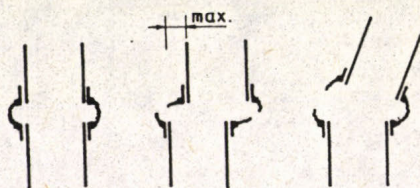
Az egymáshoz csatlakozó csődarabok között elektromos vezetők vannak, amelyek áramköre a felszínen lévő műszerekhez csatlakozik, ahol tehát ellenőrizhető annak folytonossága. Az egész rendszert 25 m mélységig tudták használni, és képes volt egyazon furatban is jelezni a többszörös csúszólapokat.

Ezekkel az egyszerű előnyökkel szemben viszont a csúszás fejlődésének csak egyetlen pillanatát képes észlelni, amikor is a nyírt zóna elmozdulásai éppen nagyobbakká válnak, mint a csődarabokat összekötő vezeték

hossza. (Bally és Stanescu, 1977). A nyírt felület mélységeinek egyszerű meghatározására mutatott módszereket Ter-Sztepanjan (1965). Az egyik esetben a vizsgáló furatot lapjakkal illeszkedő tömör kőtömbökkel töltik fel.



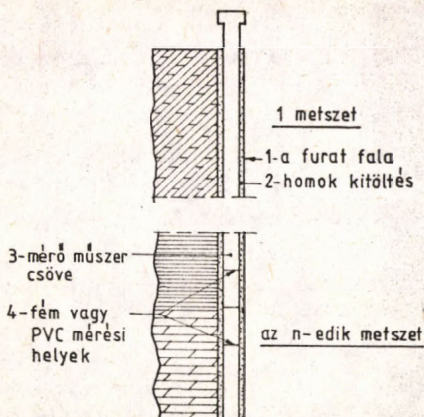
a. Függleges metszet és a kapcsolat rendszere



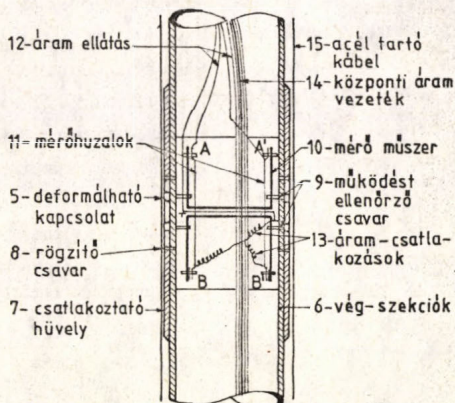
b. A működés vázlatja

4. ábra

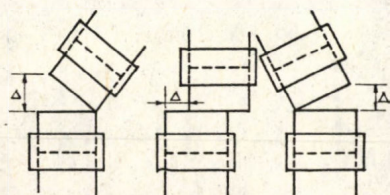




a. Függetleges metszet



b. Egy mérési hely metszete



c. Elmozdulási lehetőségek

Elegendő idő elteltével kutatóaknával feltárják a köveket és ekkor bemérhetők az időközben bekövetkezett eltolódások. A másik változatban  $0,5 \div 0,7$  m magas, peremes fém hengereket rögzítenek egymáshoz és - béléscsőszerűen - addig süllyesztik őket a vizsgáló furatba, míg el nem érik a mozdulatlan altalajt. Ezután az egymáshoz rögzítést megszüntetik és így oldal irányban minden henger függetlenül mozoghat. A hengerek középvonalainak helyzetét függőzéssel be lehet mérni.

Egy "általában" elegendően szilárd anyagon belüli lágyabb zónákban gyakran alakulnak ki csúszólapok. Az ilyen kis szilárdságú rétegek penetrométerekkel, szárnyas szondákkal mérhetők be. Ilyen eredményeket ismertet Bazynski és Frankowski (1977). Egy lengyel-országi vasúti bevágás



építésével megváltoztatták a korábbi talajvíz viszonyokat és ez csúszásokat okozott az áteresztő lösz és a vízzáró terciér agyag határán azáltal, hogy e réteghatáron összegyülekezhetett a víz. A holland penetrométerrel végzett mérések egy 0,5 m vastag lösz-réteget mutattak ki, amelynek jellegzetesen kicsi volt a szilárdsága és amely emiatt a megmozdult tömeg alsó hátfelületét alkotta.

A csúszó tömeg felszínén elvégezhető belső feszültségmérés is lehetőséget nyújthat a csúszás kiterjedésének mérésére. Így pl. Észak-Szlovákiában végeztek ilyen célú talaj-feszültség méréseket (Fussganger, Jardon; 1977). Ennek módszere az anyag-el-távolítás elvére épül: a talaj felszínébe vágott hengeres üreg kiemelése váltja ki a mérési pontok elmozdulását. Ha az anyag alakváltozási jellemzői ismertek, akkor az elmozdulásokból kiszámíthatók a keresett feszültségek.

A geofizikai módszerek is teret hódítanak a csúszások vizsgálá-tában. Leggyakoribbak a szeizmikus refrakció ill. reflexió, a felszínen és a felszín alatt mért elektromos ellenállásmérési, valamint a hőmérséklet érzéklésén alapuló eljárások (Müller; 1977). Az így mérhető adatokból többé-kevésbé világosan megad-ható a csúszás mélysége. Novosad és társai (1977) a geoakusztikus eljárás érdekes alkalmazásáról tudósítanak, amikor is egy mállott agyagban 15 m mélyen rejtőző aktív csúszólapot mértek így be. Megmérték ugyanis a köttömeg mozgása által kiváltott hanghatásokat. Ez a "zaj" eléggé intenzív volt a tömör kőzetben. Ezzel szemben a talajokban nagyon halk és nem is terjed deciméter-rendű távolságokon túl. Különösen jól észlelhető vi-szont a kutatófúrások műanyag bélésűcsöveit körülvevő injektáló anyag eltörésekor keletkező hanghatás.

Előfordult, hogy az eltérő kőzettani, vagy mikropaleontológiai adottságok alapján sikerült kimutatni - különösen több rétegből álló csúszások esetében - a csúszó felület helyzetét (Schütznerova - Havelkova; 1979).

A földcsúszások - valamennyi egyéb geológiai veszélyhez (föld-rengéshez, tűzhányók kitöréséhez stb.) hasonlóan - háromféle emberi tevékenységet igényelnek: a lehatárolást, a figyelemmel



kísérést és a védekezést. A "lehatárolás" magába foglalja a veszéllyel járó kockázat felbecsülését is. Ez utóbbinak pontossága jelentősen függ a korábbi esetekből származó információk mennyiségétől. Mindenesetre a veszélyeztetett területeken lévő hosszú élettartamú létesítmények védelmének rendszabályai legyenek összhangban a kockázattal. Így azután a fölcúsúzással veszélyeztetett területek behatárolásakor figyelembe veendő körülmények helyszínenként különbözőek. Mégis tipikusan ilyenek a korábbi csúszások nyomai, a felszín lejtőssége, a geológiai szerkezet a kőzettani és a hidrogeológiai adottságok, stb. A potenciálisan csúszásveszélyeztetett területek felderítése nagyot fejlődött a kelet-európai államokban az elmúlt 15 évben. Így például Csehszlovákiában 1961-63-ban összesen 9164 csúszásos területet azonosítottak ill. foglaltak össze egy ilyen célú ország-térképen (Zaruba és Mencl; 1982). A feljegyzett csúszásokat három csoportba osztották:

- elmozdulás egyszerű körcsúszólapon;
- csúszás sík csúszólapon;
- vízszintes elmozdulás egy korábbi csúszólap mentén.

Meghatározták a csúszásos területek egyéb jellemzőit is. A földmozgások 59 %-a esett mezőgazdasági jellegű, 23 % pedig erdős területre. A felmérés kimutatta, hogy az új csúszások is olyan területeken jönnek létre, ahol már korábban is voltak mozgások és hogy az új csúszásokat rendszerint a rendkívüli csapadékok vagy az emberi tevékenység váltja ki. Kitűnt az is, hogy Csehszlovákiában a legtöbb csúszás a kréta korszak és a negyedkor közötti üledékekben fordul elő.

Hasonló földcsúszás-összesítőt készítettek 1968-70 között Lengyelországban (Bazynszki és Kühn; 1979), ahol 2360 esetet jegyeztek föl. Ezek közül 1970-et okozott valamilyen természeti tényező, 390 esetben pedig az emberi beavatkozás.

Tufescu (1966) a romániai területen lehetséges csúszások előzetes jelzésére dolgozott ki módszert, amihez számításba vette a kőzettani és topográfiai körülményeket, illetve a növényzet adottságait. Bár akkoriban viszonylag kevés adat állott rendelkezésre és ezért eredményei csak közelítéseknek tekinthetők, országának csúszásairól még így is kétségtávol jó áttekintést adott.



Bally és Stanescu (1977) olyan regionális csúszási katasztert állítottak össze, amely Románia területéből  $1,23 \cdot 10^6$  hektáron használható. A vizsgált vidéken lévő lejtők stabilitásának jellemzésére négy körülményt választottak ki: a lejtő hajlásszögét, a közettani adottságokat, az eróziós folyamatok jellegét és a talajvíz szintjét. Minden egyes ilyen adatot 1 és 4 közötti fokozattal jellemeztek attól függően, hogy az általuk képviselt kockázat mekkora. Így ebben a rendszerben valamely lejtő 4 és 16 közötti jelzőszámot kaphat, ahol a legkevésbé állékony lejtőket a 4, a legstabilabbakat pedig a 16 pontszám jellemzi. A megvizsgált területen a következő volt megállapítható:

1) a 120 ténylegesen nem-stabil lejtő esetében 113-nak volt 7...11a pontszáma és csak 7 ízben volt ez a szám 12...13;

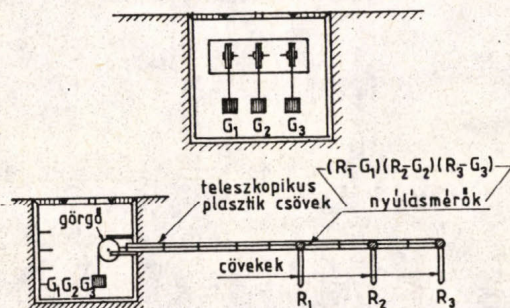
2) a 65 ténylegesen állékony lejtő közül hétnek volt a jelzőszáma 9...11 között és 58 esetben volt 12...16. Következésképpen megállapítható, hogy a vizsgált területen 95 %-os valószínűséggel nem állékony az a lejtő, amelynek pontszáma legfeljebb 11, illetve állékony az, amelynek jelzőszáma ennél nagyobb. Az ilyesféle - a jellemző körülmények osztályozásán alapuló - rendszer könnyen tovább is fejleszthető, ha finomítjuk az osztályozott mennyiségek értékhatárait, esetleg másként súlyozzuk a különböző tényezőket - vagy akár új kritériumokat is be lehet vezetni.

Figyelemre méltó munkát végeztek a Szovjetunióban és a Német Demokratikus Köztársaságban is a lejtőmozgásokra vonatkozó kritériumok kidolgozása terén (Sheko; 1981. ill. Putscher és Tsai; 1978). Ezek a szerzők is hangsúlyozzák, hogy a helyszíni megfigyeléseket egységes módszerek szerint kellene összekapcsolni a laboratóriumi vizsgálatok eredményeivel.

A csúszásokat megelőző megmozdulások észlelése a kűszöbön álló veszélyre figyelmeztethet és ezért jelentős érdekek fűződnek hozzá. Erre különböző módszereket dolgoztak ki, hogy az ilyen szempontból kritikus területek stabilitását folytonos ellenőrzés alatt lehessen tartani. A vizsgált hely kiválasztott felszíni pontjainak vízszintes és/vagy függőleges elmozdulásai mérhetőek elhajlasmérőkkel, különböző precíziós eljárásokkal,



pl. lézerrel vagy sztereofotogrametrikus módszerekkel (Broms, Stal; 1980). Az időközönként mért mozgások alapján figyelmeztetést kaphatunk a küszöbön álló földcsuszamlásról, ha a mozgás sebessége gyorsan növekedni kezd. A mérési hely össze is kapcsolható egy olyan figyelmeztető rendszerrel, amilyen a 6. ábrán szemlélhető (Bally, Stanescu; 1977). A potenciálisan instabil terület valamely keresztmetszetében elhelyezett őrpontokhoz plastik csőben vezetett - és állandó súlyokkal feszesen tartott - nyúlásmérő huzalokat kapcsoltak.



6. ábra

#### A fordító megjegyzése:

Popescu nem írja le a szerkezet működését. Valószínű, hogy a feszítő súlyok magassági helyzete ill. elmozdulásai könnyen ellenőrizhetők az ábra szerinti vizsgáló aknában, és akár automatikus riasztó berendezés is felszerelhető, amely a feszítő súlyok bizonyos elmozdulásánál lép működésbe.

A már létező csúszólap mentén gyakran vannak még mérsékelt ill. lassú "csúszás-utáni" mozgások is.

Bizonyos talajokban a csúszás kezdeti elmozdulásai viszonylag stabil helyzetbe juttatják a megcsúszott tömeget, amely után már nincs további mozgás. Ezzel szemben ha a pórusvíznyomás változásai - vagy bármely külső zavaró körülmény - hatására ismét elkezdődik a mozgás, akkor az rendszerint a korábbi csúszólap mentén fog folytatódni.

## Irodalomjegyzék

- Arnould, M., Frey, P. (1978). Analyse des reponses a une enquete internationale de l'UNESCO sur les glissements de terrain, Bull. IAEG. (17) 114-118.
- Bally, R.J., Stanescu, P. (1977). Alunecarile si stabilitatea versantilor agricoli. Edition Ceres, Bucharest. 140 pp.
- Bally, R.J., Zaharescu, E., Borsaru, I., (1974). Prevention of landslides on large areas affecting villages, agriculture and water management.  
UN-ECE Seminar on Constructions in Seismic Regions and in Regions with Difficult Ground Conditions. Bucharest.
- Bazynski, J., Frankowski, Z. (1977). Site investigations and calculations of the stability of slopes in the landslide area at Sadowie near Cracow. Bull. IAEG (16). 156-161.
- Bazynski, J., Kühn, A. (1979). Registration of landslides as the basis for prognostic studies.  
Symp. IAEG, Changes of the Geol. Environment under the Influence of Man's Activity, (1). 239-244. Krakow.
- Balanescu, P., Negut, N. (1983). Interpretarea geologica-tehnica a fenomenelor ce au avut loc in cazul unei alunecari de teren bazata pe fotograme aeriene si terestre.  
Proc. 5th Natl. Conf. SMFE (1), 16-25. Cluj.
- Bilz, P., Brödel, C., Reinhardt, K. (1981). Spatial calculation of slope stability under definite surcharges.  
Proc. 10th ICSMFE, (3). 367-371. Stockholm
- Borsaru, I., Bally, R.J., Zaharescu, E. (1971). Ipoteze privind alunecarile versantilor alcatuiti din argile marnoase supraconsolidate pe teritoriul Romaniei.  
Proc. 2nd Natl. Conf. SMFE. (2) 569-586. Bucharest.
- Broms, B.B., Stal, T. (1980). Landslides in sensitive clays, State-of-the-Art Report.  
Proc. 3rd Int. Symp. Landslides, (2), 39-61. New Delhi.
- Chowdhury, R.N. (1980). Recent progress in evaluation and control of landslides,  
Proc. 3rd Int. Symp. Landslides, (1), 313-318. New Delhi.
- Duncan, J.M. (1971). Prevention and correction of landslides,  
6th Annual Nevada Street and Highway Conf., section II.
- Esenov, U.E., Degovetz, A.S. (1981). Zashita g. Alma-Ati ot selevih potokov, Opolzni i Seli, Sbornik dokladov mejdunarodnovo seminaru, 450-460. Alma-Ati.



- Fleischer, S., Scheffler H. (1979). Problem-oriented shearing technologies for the determination of the drained shear strength of cohesive soils. Proc. 7th European Conf. SMFE (2). 41-48. Brighton.
- Fukuoka, M. (1980). Instrumentation: Its role in landslide prediction and control. State-of-the-Art Report. Proc. 3rd Int. Symp. Landslides, (2). 139-153. New Delhi
- Fussganger, E., Jadron, D. (1977). Engineering-geological investigation of the Okolicne landslide using measurement of stresses existing in soil mass. Bull. IAEG (16). 203-209.
- Hickl, J. (1977). Equipment developed for measuring landslides and for indicating the plane of sliding. Bull. IAEG (16). 217-218.
- Jakubowski, M. (1971). Odchylomierz oporowy do badania dynamiki osuwisk i wyznaczania powierzchni poslizgu. Technika Poszukiwan (37).
- Janbu, N. (1977). State-of-the-Art report on slopes and excavations in normally and lightly overconsolidated clay. Proc. 9th ICSMFE (2), 549-566. Tokyo.
- Legget, R.F., Karrow, P.F. (1983). Handbook of Geology in Civil Engineering. McGraw-Hill. 1340 pp.
- Madej, J. (1977). The forecast of the extent of sliding movements at the Vistula river bank. Proc. 5th Danube Europ. Conf. SMFE, (3). 199-210. Bratislava.
- Müller, K. (1977). Geophysical methods in the investigation of slope failures. Bull. IAEG (16), 227-229.
- Novosad, S., Blaha, P., Kneijzlik, J. (1977). Geoaoustic methods in the slope stability investigation, Bull. IAEG (16), 229-231.
- Popescu, M. (1982). Stability analysis of deep excavations in expansive clays. Proc. Int. Symp. Num. Models in Geomechanics, 660-667, Zürich.
- Popescu, M. (1983). Stabilitatea taluzurilor si versantilor, Civil Engineering Institute, Bucharest, 176 pp.
- Puscher, S., Bachmann, G., Kado, H. (1978). Zur Metodik der Dokumentation von Hangbewegungen, Z. Angewandte Geol., H.1. 33-37.
- Schuster, R.L., Krizek, R.J. (1978). Landslides: Analysis and Control, Spec. Rep. 176, Transportation Research Board, 234 pp.



- Schütznerova-Havelkova, A. (1979). Micropalaeontology in engineering geological and geotechnical research for large hydrotechnical projects. Bull. IAEG (20). 23-26.
- Schwokowski, G. (1971). Inklinometermessungen und ihre Bedeutung für die Standsicherheitsuntersuchungen von Böschungen. Z. Angewandte Geol., (4). Berlin.
- Sheko, A. I. (1981). Teoreticiske osnove i metode prognozov ekeogennih geologiceskih protzessov, Opozni i seli, Sbornik dokladov mejdunarodnovo seminaru, 361-378. Alma-Ati.
- Skempton, A.W. (1977). Slope stability of cuttings in brown London clay, 9th ICSMFE, (4), 25-33. Tokyo.
- Stanculescu, I. (1974). Landslides and artificial fill failures, UN-ECE Seminar on Constructions in Seismic Regions and in Regions with Difficult Ground Conditions, Bucharest.
- Stanculescu, I. et al. (1983) Consolidarea unui versant cu alunecari in zon Curtea de Arges, Proc. 5th Natl. Conf. SMFE, (1), 137-144. Cluj.
- Stanculescu, I., Popescu, M., Athanasiu, C., Chirica, A. (1980) Stress-Strain and strength characteristics of structured clays from the Dobrogean plateau area, Proc. 6th Danube Europ. Conf. SMFE, (2), 307-322, Varna.
- Ter-Stepanian, G. (1965). In-situ determination of the rheological characteristics of soils on slopes, Proc. 6th ICSMFE, (2), 575-577, Montreal.
- Tufescu, V. (1966). Modelarea naturala si eroziunea accelerata, Ed. Academiei RSR.
- Varnes, D.J. (1978). Slope movements and processes, in. Spec. Rep. 176, Transp. Res. Board, p. 12-33, Washington.
- Zaruba, Q., Mencl, V. (1982) Landslides and their control, Elsevier, Amsterdam, 324 pp.



BEÉPÍTÉSI LEHETŐSÉGEK VIZSGÁLATA  
BARLANGOK ÉS FELSZÍN ALATTI ÜREGEK  
FELETT

Szörényi Julia

Az OKTH József-hegyi barlangrendszer és környezetére vonatkozó részletes mérnökgeológiai-geotechnikai vizsgálatára vonatkozó megbízása keretében Vállalatunk feladata volt a területi adottságok figyelembevételével a felszíni és mélységi területhasználat szempontjából biztonságos épületszerkezetek, építési technológiák és mérnöki létesítmények meghatározása.

A problémát kétféle megközelítésben vizsgáltuk:

- részletes helyszíni adatgyűjtést végeztünk az ismert barlangok feletti, továbbá a feltételezett barlangok feletti területen az épületek állapotára, illetve esetleges károsodására vonatkozóan,

- tanulmányoztuk mindazon elméleteket, melyek a probléma elméleti megközelítését lehetővé teszik.

A/ Helyszíni vizsgálatok

Az ismert budai barlangok feletti összes épület, továbbá a Józsefhegyi barlang igen tág környezetének /Pusztaszeri ut - Cimbalom u - Vérhalom tér - Szenlőhegyi ut - Széjtei u - Boróka u. által határolt terület/ részletes épület-állag felvétele alapján megállapítottuk, hogy barlang-előfordulás okozta épület, vagy építmény károsodás egyáltalán nem fordult elő. A károsodott épületek mindegyikénél vagy közmi elfo-



lyás miatti süllyedésből, vagy egyéb statikai vagy szerkezeti hibából eredt a kár. Felszíni beszakadást is kizárólag koncentrált vízhozáfolyás okozott.

## B/ Elméleti vizsgálatok

A felszín alatti üreg felett történő alapozás kérdés-csoportja három alapvető problémát takar:

- I. Az üreg állékonysága
- II. A felszíni többletterhelés következtében a feszültségi viszonyok megváltozása és ennek hatása az üreg környezetében.
- III. Az épületszerkezet viselkedése esetleges üregfelszakadás esetén.

I. Felszín alatti üregek állékonyságának kérdésével az alagutépítéstan szakirodalma igen kiterjedten foglalkozik, azonban az alagutépítéstanban kidolgozott elméletek szinte mindegyike frissen megnyitott alagut-szelvény környezetének állékonysági viszonyait tárgyalja értelemszerűen elsősorban a beépítendő biztosítószerkezet méretezése szempontjából - rendszerint kör, vagy ehhez hasonló alakú üreg esetére.

Nyilvánvaló, hogy ezek az elméletek csak igen durva közelítéssel vonatkoztathatók több 100 ezer éve kialakult üregek vizsgálatára. Ennek ellenére részletesen foglalkoztunk ezekkel az elméletekkel, mint-hogy véleményünk szerint ezek az állékonyság nagyszágrendi becslésére feltétlenül alkalmasak.

Ismeretes, hogy megtámasztás nélküli üregek állékonyságának ellenőrzésére, illetve a megtámasztó



szerkezetre átadódó terhelések meghatározására többféle módszert dolgoztak ki, ezek alapvetően négy csoportba sorolhatók:

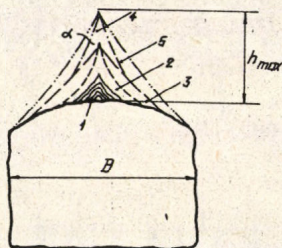
- 1/ Az üreggel egyengetett végtelen féltér feszültség-állapotát írják fel elméleti rugalmasságtani alapon.
- 2/ Az üreg környezetében szakadólapok kialakulásával számolnak, ezek segítségével a földnyomás-elméletek felhasználásával írják fel a megtámasztó szerkezetre ható nyomásokat. Ezek az elméletek elsősorban talajokra és felszinközeli üregre alkalmazhatók.
- 3/ Az üreg felett egy türedezett lazulási zóna kialakulását tételezik fel, a megtámasztó szerkezetnek a lazulási zóna anyagának súlyát kell viselnie. A nyomások tehát függetlenek az üreg mélységbeli helyzetétől. Ezek az elméletek elsősorban szilárd kőzetben, a klasszikus nagy alagutépítés és bányászati mélyépítés területén igazolódtak. A nemzetközi szakirodalom ezeket a módszereket tartja alkalmasnak, a természetes barlangok állékonyságának vizsgálatára.
- 4/ Végül a számítási módszerek negyedik csoportja az üreg feletti rétegeket tartóként fogja fel, azok hajlítására vannak igénybevéve, így számítja állékonyságukat. Különösen sik főtével lezárt üregek esetén adnak jól használható eredményt, ez pedig rendszeren vízszintes települési, rétegzett kőzetösszletben fordul elő.

Bár tanulmányunkban részletesen vizsgáltuk mind a négy csoporthoz tartozó elméleteket, illetve azok alkalmaz-

hatóságát, jelen cikkünkben - helyszüke miatt - csak a lazulási nyomás kialakulását feltételező elméletekkel foglalkozunk érintőlegesen:

Mint ismeretes, az alagútépítés a legelterjedtebben a lazulási nyomás kialakulását feltételező elméleteket alkalmazza átlagos körülmények között, tehát nem felszinközeli, de nem is igen nagy mélységű alagutak esetén.

Rabcewicz és Künzli szerint a lazulási nyomás a silóhatás alapján alakul ki, az üreg felett ék alakú tömeg esik ki fokozatosan, amíg a megváltozott alátámasztási viszonyoknak megfelelő egyensúlyi helyzet áll elő, addig, amíg az  $\alpha$  szögű fél csucsívek megtámasztják egymást /Ld. 1.sz. ábrán/.



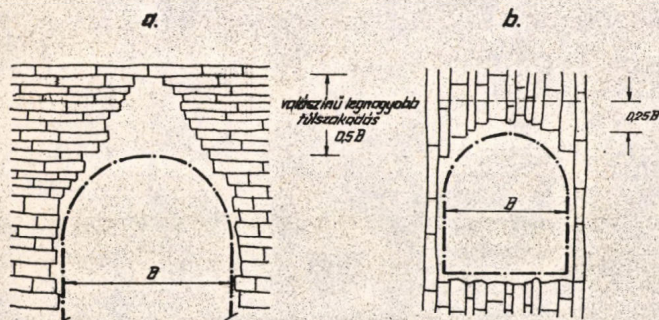
ÜREG FÖLÖTTI ÉK KISZAKADÁSI FOLYAMATA  
(KÜNZLI SZERINT)

1. ábra



A szerzők szerint a természetes barlangok főtéje általában ilyen "kémény-szerű" alakzatot mutat.

Terzaghi az ún. "védőzóna" kialakulásának becslés-szerű meghatározását vízszintes és függőleges rétegződésű kőzet esetére a 2.sz. ábra szerint adja.



**FŐTESZAKADÁS MÉRTÉNE ÉS BECSLÉSSZERŰ TERHELÉS-FELVÉTEL VÍZSZINTES (a) ÉS FÜGGŐLEGES (b) RÉTEGZÖDÉSŰ KŐZETBEN (TERZAGHI)**

2. ábra.

A felszakadást

- a/ szilárd, vízszintesen rétegzett kőzetben az alaguttszélesség felében,
- b/ függőleges rétegződés esetén - mérsékeltlen repedezett, nem réteges tömör kőzetre - az alaguttszélesség 0,25-szörösében határozza meg.
- c/ kötőrmelék, zuzott kő jellegű kőzetben /"melyet pl. vetők közelében, feléjük haladva a repedezettségtől egészen a homokká való őrlődésig tartó fokozatokban találunk"/ a boltozati hatás általában

1,5 B /alagut szélesség/ magasságig terjedhet, azonban igen kis lefelé irányuló mozgás elég ahhoz, hogy a főtére ható nyomás lényegesen az átboltozódó föld-  
 ék sulya alá csökkenjen. Terzaghi vasuti alagutakon  
 végzett megfigyelések alapján erősen összetöredezett  
 és összerázódott kőzettömegben végül is a főtére ha-  
 tó nyomást 0,6 - 1,1 B értékben adja meg.

Bierbäumer a belső összefüggés nélküli, de jelentős bel-  
 ső surlódással rendelkező talajoknál /száraz homok, zu-  
 zalék, durva törmelék/ az üreg fölött leszakadó éket, il-  
 letve az ebből származó főtényomást

$$p' = -\frac{\gamma}{4} B^2 \cot \varphi \quad \text{értékben hatá-}$$

rozza meg. /B = alagut szélesség/.

Protodjakonov elmélete a kőzetben kialakuló természetes  
 átboltozódás szilárdságtani meghatározásán alapul. Elmé-  
 lete szerint a kibontott üreg feletti boltozat egyensu-  
 lya akkor lehetséges, ha a boltozat mentén csak nyomófe-  
 szültségek lépnek fel, hajlítónyomaték nem. A boltozat  
 vonalára parabolát vezet le.

$$h = \frac{B}{2f} = \frac{B}{2 \operatorname{tg} \varphi}$$

ahol f = a szilárdsági tényező, kőzetben  $f = \frac{k}{100}$  /koc-

kaszilárdság  $\text{kp/cm}^2$ , kötött talajban pedig

$$f = \operatorname{tg} \varphi + \frac{c}{\sigma_{ny} / \text{kp/cm}^2} \quad \text{/értékre becsül-}$$

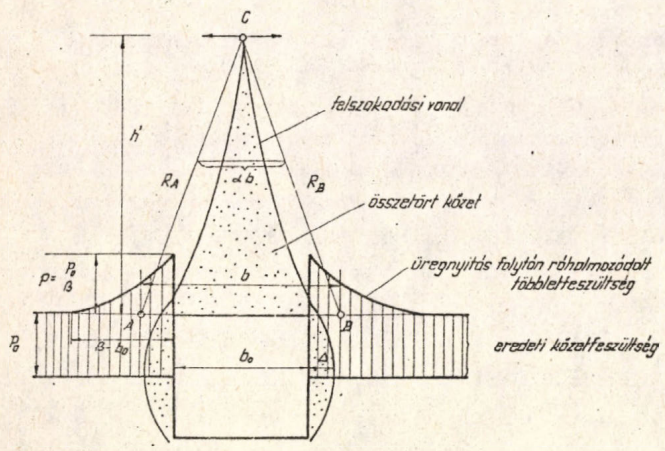
hető.

Megjegyezzük, hogy a szovjet földalatti vasut szabványát  
Protodjakonov elmélete alapján dolgozta ki. A szovjet  
szakirodalom e módszert ajánlja természetes barlangok fel-  
szakadásának meghatározására is.



Széchy az üreget maximálisan terhelő kőzet-tömeg meghatározásánál, ill. az üreg fölötti kőzetcfelszakadás alakjának meghatározásánál feltételezi, hogy a kőzettömeg fokozatosan, ékszerűen szakad ki, míg nem az ékszerűen kiszakadozott kőzettömegek ismét egymásnak támaszkodnak. Az éket meghatározó három pont egy háromcsuklós ívtartó csuklópontjainak fogható fel. A csuklók helyzetét nyilvánvalóan a kőzet nyomószilárdságának és a fellépő egyensúlyoknak a helyzete szabja meg /ld.3.ábrát/.

**KŐZETNYOMÁSON KÖZELITŐ MEGHATÁROZÁSA**  
 [ SZÉCHY K. ALAPJÁN ]



$$h = b_0 \left[ \frac{\sigma_{ny} - p_0}{6H} \cdot f(\beta) - 0,5 \right]$$

3. ábra

Tájékoztató értéként a lazulási nyomás kialakulását feltételező elméletekkel számítottuk a Józsefhegyi barlang esetében a felszint legjobban megközelítő barlangjáratok és a legnagyobb méretű barlangjáratok szélességét és takarását, figyelembe véve a barlangok lehetséges felszakadását. A számításoknál azt feltételeztük, hogy a teljes felszakadás a jelenlegi főszinttől kiindulva következik be.

A mértékadó barlang-, ill. takarás méretek:

B/ B = 4 m	t = 15 m /Cvikker/
C/ B = 6 m	t = 23 m /Kőbánya felső/
D/ B = 3 m	t = 12,5m /Felszínhez legközelebbi barlangág/

/A számításoknál erősen a biztonság javára szolgáló értékeket vettünk fel:  $\varphi = 45^\circ$  /egységesen/, Terzaghi elméleténél a laza homokra is alkalmazható 1,5-szörös szorzót, Protodjakonovnál  $f = 1,5$  szilárdsági tényezőt, Széchy elméleténél  $\beta = 1,0$  értéket/.

Az egyes elméletekkel az alábbi "felszakadás" értékek adódtak /m-ben/:

	<u>Künzl</u>	<u>Terzaghi</u>	<u>Protodjakonov</u>	<u>Bierbäumer</u>	<u>Széchy</u>
A/	35,0	25,0	16,0	25,0	-
B/	2,8	6,0	1,2	2,0	8,1
C/	4,2	9,0	2,0	3,0	12,3
D/	2,1	4,5	0,7	1,5	6,2

A számításokból látható, hogy a "t" takarás minden esetben nagyobb, mint az üreg felett kialakuló lazulási mag "h" magassága, tehát az üregeknek a felszín állékonyságára nincs befolyása.



Ugyancsak tájékoztató jelleggel számítottuk a kőzetömeget kéttámaszu tartóként figyelembevéve azt a kőzetvas tagságot, amely egy esetleges többletterhelést /épület, stb/ beavatkozás nélkül elbir. Számításaink szerint /a kőzetek szilárdságára a KBFI által készített kőzetmechanikai vizsgálatok eredményét figyelembevéve/ mintegy három m vtg.homogén budai márgapad, ill. mintegy 2,0 m vtg bryozoás márga, ill. nummuliteszes mészkő 5 m-es üreg szélesség esetén is károsodás nélkül kibir 250 kN/m terhelést.

/Ismételten hangsulyozzuk, hogy nyilvánvalóan ismert a márgaösszlet rendkívüli töredezettsége, ennek ellenére a fenti számításokat a nagyságrendek érzékeltetésére alkalmasnak tartjuk/.

## II. Felszíni terhelések mélysérbeli eloszlásának számítása

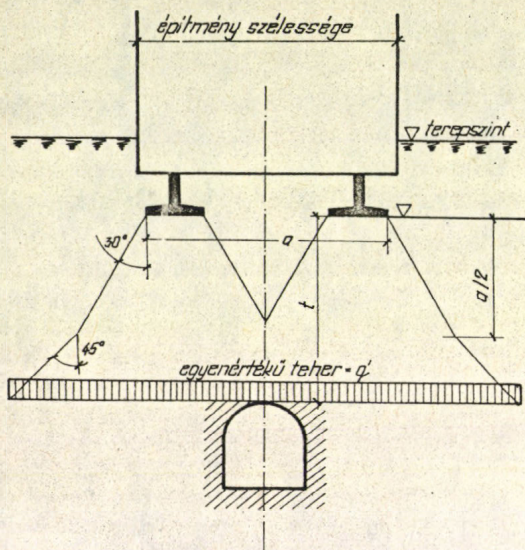
Magyarországon a talajmechanikai gyakorlatban a feszültségek mélységi eloszlását Boussinesq végtelen féltérre pontszerű terhelésre kidolgozott elmélete, illetve az ebből továbbfejlesztett számítási módszerek alapján számítjuk. /Michell, Steinbrenner, Newmark/.

A Budapesti METRO Tervezési Irányelveiben a felszíni terheléseloszlás számítását az alábbiak szerint írja elő:

"Az épület szélességének felével egyenlő mélységig a függőlegeshez  $30^\circ$  alatt, ennél mélyebben  $45^\circ$  alatti megoszlással lehet számolni". /ld. 4.ábrát/.

A védőzóna határa a METRO irányelvek szerint "az alagut talppontjától induló, az alapsiktól  $45 + \varphi^2$  szög alatt hajló ferde síkok által bezárt tér, ill. ezek térszíni metszészvonala által határolt terület".

**FELSZÍNI TERHELÉS ELOSZLÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA  
A „METRO TERVEZÉSI IRÁNYVELKÉ” SZERINT**



4. ábra

A két módszer között az utóbbi ad nagyobb biztonságot.

Az előírás szerint külön vizsgálat nélkül engedélyezhető a védőzónán belüli építkezés, ha a műtárgyakra átadódó legnagyobb terhelés a fennálló geosztatikai nyomás 3 %-nál kisebb. /Ennél nagyobb terhelés esetén külön vizsgálat szükséges/.



Nyilvánvaló az, hogy a METRO-alagut fölötti alapozás és egy természetes barlangüreg feletti alapozás vizsgálata csak igen erőltetetten tekinthető analógnak. A Budapesti METRO nagyrészt kis szilárdságú erősen tektonizált agyagos üledékekben /oligocén-kori kiscelli agyag és miocén kori agyagos-kevéssé plasztikus üledékek váltakozásából álló kőzetösszetétel/ halad, felette vastag talajvíz alatti laza üledéksor és rendszerint több méter vög kulturfeltöltés következik. Egyértelmű tehát, hogy amennyiben az üregek feletti építkezésnél a Budapesti METRO védelmi zónára vonatkozó előírásait vesszük figyelembe, ez igen nagy mértékben a biztonság javára szolgál.

A vizsgált terület átlagos beépítését ismerve az a mélység, amelyen belül az épületek terhelését figyelembe kell venni, mintegy 10 m.

Ezt az értéket egyébként igen jól alátámasztja az üregek fölötti sávalapozás kérdésével foglalkozó legmodernebb nemzetközi szakirodalom /Baus-Wang /1983/, Badie-Wang/1984/, akik kutatásaik alapján az üregek feletti alapozás problémáiról összefoglalóan az alábbiakat állapították meg:

- az alap alatt kijelölhető egy kritikus zóna...

Az alap állékonyságát egy esetleges üreg csak akkor befolyásolhatja ha ezen a tartományon belül helyezkedik el. A tanulmányok, kísérletek és számítások alapján azt az értéket, amelyen túl az üregnek biztosan nincs hatása az épületre, az alaszélesség tízszeresének megfelelő mélység, és öt-hatszorosának megfelelő vízszintes távolsághoz adták meg.

### III. Épületszerkezetek vizsgálata

Mint hogy a felszinközeli üregek előfordulása a vizsgált terület egyes erősen tektonizált márgaterületein nem zárható ki, fel kell tételeznünk, hogy gondos előzetes furásos, esetleg geofizikai mérésekkel kombinált feltárás elvégre sem biztosítható az üregek 100 %-os felkutatottsága.

Mint hogy az épületszerkezetek célszerű megválasztása, illetőleg a felszerkezet megfelelő méretezése olcsóbb és nagyobb biztonságot jelent egy esetleges igen sűrű 2-3 m-kénti feltárásnál, az alábbiakban azt vizsgáljuk, hogy a különböző épület-szerkezetek egy esetleges beszakadásra hogy reagálnak, illetőleg ezek biztonsága milyen megoldásokkal biztosítható.

#### Szoliter alapozású épület

Üreg-felszakadásra a legérzékenyebb, ugyanis egy esetleges pillér alatti üreg felszakadása esetén a pillér teljes alátámasztatlansága következhet be. Ilyen épületeknél tehát - amennyiben a furás és egyéb kutatások a felszín alatti 10 m-en belül üreg-felszakadások lehetőségét nem zárják ki - a felszerkezet olyan merevítése szükséges, hogy egy pillér teljes teherbíráskiesése esetén is az épület állékonysága biztosított legyen. Ez célszerűen a pilléreket összefogó gerendarács, és a felszerkezet szintenkénti merevítésével együttesen oldható meg.

#### Sávalapozású épület

Szerkezeténél fogva a sávalap és a felszerkezet méretétől és anyagától függő, de bizonyos mértékű alátámasztási hiány áthidalására mindenképpen képes.

Sávalapozású épületeknél, amennyiben a komplex geotechnikai szakvéleményben előírt furásos kutatás a felszín alatti



lo m-en belül még üreg létét valószínűsíti, úgy a felszerkezet és az alap olyan együttes merevítését kell biztosítani, pl. zárt, az alapok, ill. falak fölött körbefutó koszorúk beépítésével, hogy az az adott területen tapasztalat alapján meghatározható legnagyobb üreg felszakadása esetén az áthidalást biztosítsa. /Mind pillér, mind pedig sávalapozású épületek esetén a legkritikusabb konzolos alátámasztatlanság elkerülhető a koszorúk megfelelő tulnyújtásával is/.

#### Gerendarács alapozás

Mind pillérvázás, mind sávszerkezetű épület alapozható gerendarács alapozással, amellyel már önmagában is az előzőeknél lényegesen nagyobb merevség, így áthidalóképesség biztosítható.

#### Földszinti padlók kialakítása

A fentiekben ismertetett pillér- sáv és gerendarács alapozás esetén a földszinti padlót, ill. a legalsó szint padlóját minden esetben vasbeton lemezként kell kialakítani.

#### Lemez alapozás

Az alapozási módok közül a legnagyobb biztonságot adja, egyben a földszinti padló megfelelő kialakítását is jelenti. A falak alatt megkívánt áthidalóképesség célszerűen a földszinti falak esetleges vb. dobozként történő kialakításával is biztosítható.

A tanulmány a vizsgálatokat összefoglalva megállapítja, hogy

- a terület barlangjai önmagukban döntő többségükben az épületekre veszélyt nem jelentenek.

- a felszín alatti üregek hatását területünkön mintegy 10 m körüli mélységig kell figyelembe venni.

- a felszín alatti 10 m-en belül, esetlegesen, vagy ténylegesen meglévő üregek hatását elsősorban az épület-szerkezet megfelelő méretezésével célszerű figyelembe venni.

Megjegyezzük azonban, hogy míg a barlangok léte önmagában szinte semmilyen veszélyt nem jelent, addig a barlangok főtáját, esetleg felnyúló kürtöt vagy üreget hosszabb ideig áztató nagyobb mennyiségű víz komoly veszélyt jelenthet a felszín állékonysága szempontjából. Különösen az erősen agyagos kifejlődésű budai márga "mállik el" szinte teljesen a víz hatására. Ezért javasolt hatósági intézkedéseink nagy része, a felszíni koncentrált vízhozáfolyás megakadályozására irányul. /Szikkasztás megszüntetése, közművek védőcsőbe fektetése, stb./ Ezen intézkedések bevezetése és betartatása mind a felszíni létesítmények épsége, mind a jelentős természeti értékeket képviselő barlangok védelme szempontjából elengedhetetlen.



Irodalomjegyzék

- ATKINSON J - POTTS DM /1977/: Stability of a Shallow Circular Tunnel in a Cohesionless Soil /Géot. Vol 27. No.2./
- ATKINSON J - BROWN E - POTTS M.: /1975/ Collapse of Shallow Unlined Tunnels in Dense Sand /Tunnels-Tunneling Vol 7. No.3./
- BAUS RL - WANG MC /1983/: Bearing Capacity of Strip Footing above Void /J.Geot. Eng.Proc ASCE Vol 109. No.1./
- BROWN ET - BRAY J.W - LADANYI B /1983/: Ground Response Curves for Rock Tunnels /J.Geot.Eng. Vol 109. No. 1./
- DAEMEN J.J.K - FAIRHURST C /1972/: Rock failure and tunnel support loading /Proc. Int. Symp. Underground openings, Lucerne, pp 356-369/
- DAVIS RL - GUNN M.J. - MAIR RI. /1980/: The Stability of Shallow Tunnels and Underground Openings in Cohesive Matériel /Géot. Vol 30. No.4./
- FENNER R /1938/: Untersuchungen zur Erkenntnis des Gebirgsdruckes /Glückauf, Band 74./
- GHAUSSI J - HANSMIRE WH - PARKER HW /1938/: Finite Element Simulation of Tunneling over Subways /J.Geot. Eng. Div. ASCE Vol 109. No.3./
- GOGNEL J /1974/: Repartition des contraintes autour d'un tunnel cylindrique /Ann. Ponts et Ch., Vol 117, pp 157-183/.

- HOYAUX B - LADANYI B /1970/: Gravitational stress field around a tunnel in soft ground /Canad. Geof. J. Vol 7. No. 1./
- KENNEDY TC-LINDBERT HE /1978/: Tunnel closure for nonlinear Mohr - Coulomb functions /J.Eng. Div., ASCE Vol 104, EM 6./
- LOMBARDI G /1970/: Influence of rock characteristics on the stability of rock cavities /Tunnels-Tunneling, Vol. 2. pp 19-22, pp.104-109/.
- METRO TERVEZÉSI IRÁNYELVEK  
/KFM, Közok. 1979/
- RABCEVICZ L /1963/: Bemessung von Hohlraumbauten /Felsmech u. Ing. geol. H. 3-4, pp.224-244/
- RENDULIC O /1934/: Spannungszustand in der Umgebung eines Hohlraumes /Wasserwirtschaft No. 18-21. pp 188-191, 211-212, 225-226/.
- REYES S - DEERE D /1966/: Elastic - Plastic Analysis of Underground Opening by the Finite Element Method. /Proc. First Int. Congr. on Rock Mechanics Lisbon, Vol 2/
- SALENCON J /1969/: Contraction Quasistatique d'une Cavité a Symétrie Sphérique ou Cylindrique dans un Milieu Elastoplastique /Annales des Ponts et Ch., No. 4. Paris/
- SZÉCHY K: Alagutépitéstan /Tankönyvkiadó, 1961/



SZÉCHY K: Földalatti műtárgyak

TERZAGHI K: Theoretical Soil Mechanics  
/Viley 1943. pp 66-76/

TERZAGHI K - RICHART FE /1952/: Stresses in rock  
about cavities /Géot. Vol 3. pp 57-90/

WANG MC - BAUS RL /1980/: Settlement Behaviour of  
Footing Above a Void /Proc. Second Conf. on  
Ground Movem. and Struct., Cardiff/

WARD WH /1978/: Ground supports for tunnels in weak  
rocks /Géot. Vol 28. No. 2./

SZÉCHY K: Kőzetnyomások közelítő meghatározása  
/MTA Műszaki Tud. Közl. 32. 259/

## Building activity in areas with caves and underground holes

Julia Szörényi

This paper is a short extract of a study about the possibilities of building-activities above caves and underground holes. The study was made by the FTV in connection with the discovering of the József-hill's cave.

The buildings and other establishments staying for many years above well-known caves in the Buda-hills were examined in detail.

As a theoretical approach of the problem a number of calculations was carried out for the calculation of the stability of the holes and the change of the strain as a function of the load on the surface. Because of the lack of appropriate theories same theories from the field of the tunnel-building and civil engineering were used.

The conclusions of the paper are the following:

- Most caves in the Buda-hills do not cause any danger for the buildings above them,
- During the design the influence of the holes must be considered if the ara nearer /than/ten meters to the surface. The best method is applying rigid constructions.
- The greatest danger for the buildings as well as for the caves is the water coming in big quantity from the defected channels and tubes.



A RÓZSADOMBI BARLANGOKKAL KAPCSOLATOS MÉRNŐKGEOLÓGIAI  
TÉRKÉPEZÉS.

Szentirmai Lászlóné<sup>+</sup> - Petz Rudolf<sup>+</sup> - Scheuer Gyula<sup>+</sup>

1. Bevezetés

Az utóbbi években az Ürdögárok és Szépvölgy közötti terület tágabb értelmezésben a Rózsadomb részben az aktív barlangkutatók, részben pedig a dinamikus építési tevékenységgel kapcsolatos véletlen üregfeltárások révén a főváros hévizes genetikájú barlangokban leggazdagabb részévé vált. Miután a Rózsadomb a főváros legrepresentatívabb része is rohamléptekben épül be szűkegessé vált az OKTH részéről a barlangok védelmével, a Fővárosi Tanács szempontjából pedig a beépítéssel kapcsolatos problémák tisztázása. Ennek érdekében egy olyan mérnökgeológiai vizsgálat lefolytatása és térképi ábrázolása, amely feltárja területre jellemző természeti adottságokat és ennek ismeretében az indokolt és szükséges intézkedések kidolgozását, hogy azok mint hatósági előírásokként jelennének meg biztosítva ezzel a barlangok, a karszt és karsztos hévizek védelmét, és a további építkezések kellő mértékű biztonságát.

A szokványostól alapvetően eltérő feladat kapcsán szükségessé vált olyan részben újfajta mérnökgeológiai térképlapok kidolgozása és megszerkesztése, továbbá térkép méretarány megválasztása, amelyek az

+ Földmérő- és Talajvizsgáló Vállalat

előzőekben vázolt megbizói kívánalmakat maradéktalanul kielégítik. Ehhez jó alapokat szolgáltatott a korábban elkészült budapesti 1:10.000 m.a. építés-földtani térképsorozat Rózsadombra vonatkozó térképlapjai természetesen avval a megjegyzéssel, hogy az újabb más, nagyobb méretarányú térképlapok konkrétabb és célirányosabb-specifikus kívánalmakat kell, hogy kielégítsenek, mert csak akkor felelnek meg a kitűzött céloknak.

## 2. A mérnökgeológiai térképlapok ismertetése

A megbízók által kijelölt térképezendő területet felmérve a feladatokat és a szerkesztendő térképekkel kapcsolatban támasztott követelményeket előzetes egyeztetések alapján 4 db 1:4.000-es méretarányú lapokra osztottuk fel /1. ábra/. Ezen belül a Józsefhegyi barlang környezetét mint azonnali beavatkozást is intézkedést követelő területet, kivágatként 1:1.000 m.a-ban külön nagyobb részletességgel dolgoztuk fel és szerkesztettünk térképeket.

A mérnökgeológiai térképezés keretében az alábbi térképlap fajták kerültek megszerkesztésre;

a. fúrópont térkép: Erre a térképre felraktuk mindazokat a különböző célzatú fúrásokat sorozámmal ellátva, amelyek a kijelölt területen készül-



tek. Ezek száma megközelítette az ezret /997 db/. A nagyszámú fúrás azt sejtetné, hogy a terület kedvezően feltártnak minősíthető, de ez csak részben felel meg a valóságnak, mert a fúrások rendszerint egy-egy szűkebb területre csoportosulnak, ill. koncentrálnak. Így kis területen nagy az információ értékük, de a köztes területek adathiánya miatt felhasználásuk mégis korlátozott. Minden egyes fúrásról adatlap készült, amely tartalmazza az adott fúrára vonatkozó összes rendelkezésre álló információt.

b. A földtani, geomorfológiai és barlang-prognosztikai térképek. E térképváltozatokat állalkozóként az ELTE Alkalmazott Földtani Tanszéke, a Földrajztudományi Kutató Intézet és a **Montán** GMR készítettek. Ezek külön kerülnek ismertetésre.

c. Vízföldtani térképek. A terület változatos vízföldtani adottságait kétféle tematikus térképen ábrázoltuk és rögzítettük. Az első a Vízföldtani észlelési és vizáteresztőképességi térkép, amely tartalmazza a területre vonatkozóan minden "vizes" értékelhető és felhasználható adatot. Így a talaj és karsztvízfigyelő kutakat és minden olyan fúrást, amely a terület felszínalatti vízire vonatkozóan valamilyen adatot tartalmaz. Ezek

szerepelnek a térképen fúrás kori vízzinttel és az észlelési időponttal. Területi eloszlásuk egyenlőtlen, de mégis lehetőséget nyújtanak egy általános vízföldtani kép kialakításához.

A térképen feltüntettük a különböző és típusú forrásokat is.

Ábrázoltuk még a vizes pincéket, továbbá a megbízó külön kérésére az utóbbi években az ivóvízvezetékek meghibásodásának helyeit. Ezt külön táblázatban is rögzítettük a hely-utca-házszám- időpont, csőátmérő és a vízfolyást m/d-ben **feltüntetve**.

E térképen adtuk meg a területen előforduló különböző korú és kifejlődésű kőzetek vízáteresztő képességét általánosított jellemzőkkel számszerű értékhatárok megadása nélkül. A kőzeteket négy csoportra osztottuk: jó, közepes, gyenge és vízzáró tulajdonságú képződményekre. Jó vízáteresztő képességűnek vettük a karsztos kőzeteket /mészkö, mészmárga/ vízzárónak pedig az alsóoligocén agyagokat. Elterjedési határaikat a földtani térképekről vettük át és foltszerűen lehatároltuk őket.

Feltüntettük még a csapadéknérő állomások helyét a természetvédelmi területeket és a mérnök-geológiai szelvények helyét.

A második vízföldtani tematikus térképfajta,



amely szerkesztésre került a hidrogeológiai térkép.

A hidrogeológiai térképen ábrázoltuk a felszínalatti vizek különböző típusait és a víztartó képződmények elterjedését. Megkülönböztettünk

1. talajvízzel rendelkező területet.
2. rés- és hasadékvízzel    "-"
3. karszt- és karsztos hévizek tápterületét

A talajvízzel rendelkező terület szervesen kapcsolódik az alsóoligocén vízzáró képződmények elterjedéséhez.

A talajvíz e kőzetek felett alakult ki. A talajvíz elterjedési határán belül a terepszinthez viszonyított mélységük alapján három kategóriát állítottunk fel. Ezek a következők: 0-5,0 m, 5,0-10,0 m közötti mélységben van a talajvíz, ill. 10 m alatt. A mélységi kategóriákat egymástól a kékezin különböző árnyalataival különböztettük meg. Kék nyilakkal rögzítettük az áramlási irányokat.

Megkülönböztettük még rés- és hasadékvizeket is ahol a felszínen lévő kőzetek a résekben és a hasadékokban vizet tároznak és közvetlenül vagy közvetve a talajvizet és a karsztvizet táplálják. Vízutánpótlódásukat a csapadékvizek biztosítják. Legjellegzőbb tározó kőzetfajta az édesvízi mészkő.

Miután a területen levő karsztos kőzetek álta-

lában /dolomit, mészkő, márga/ kiemelt helyzetben vannak ezért a karsztvíz csak nagyobb mélységben 150 m alatt fordul elő, és csak a Lukács-Császár fürdőnél lépnek a felszínre, így ezeket mint a karszt és karsztos hévizek tápterületeit különböztettük meg, miután jó vizáteresztő képességűek és a réseken, repedéseken, barlangokon, oldási üregeken keresztül a felszínről beszivárgó víz levegőt is felvevően a karsztvizig táplálva azt.

A térképen kétféle megkülönböztetést és területi lehatárolást alkalmaztunk attól függően, hogy a karsztos kőzet közvetlenül a felszínen van vagy pedig kisebb-nagyobb vastagságú negyedidőszaki üledékekkel fedetten fordul elő. A vizsgált terület túlnyomórészt ilyen karsztos kőzetekből áll, ezért legnagyobb része a karsztvíz tápterületének értékelhető és környezetvédelmi szempontból különösen érzékenynek minősíthető.

Megszerkesztettük és ábráztuk a karsztvízszint izometrikus vonalait. Ez jó áttekintést nyújt a karsztvíz magassági viszonyairól és áramlási irányairól. A vizsgált területen a karsztvíz nyugalmi szintje 115-105 tengerszint feletti magasságban helyezkedik el és a főáramlás nyugatról-kelet felé történik. A hidrogeológiai térkép egyszerűsített



változatát a 2. ábrán közöljük. A terület általános vízföldtani felépítését pedig a 3. ábra szemlélteti.

d. A megbízók által feltett kérdésekre, amely miatt tulajdonképpen a terület vizsgálata és térképezése megindult az összegző építésföldtani térkép ad megfelelő információkat és feleletet. E térkép fajtán értékeltük a területet és adtuk meg azokat a szükséges intézkedési javaslatokat, amelyek a terület specifikus adottságaiból erednek. Ezért a térképen foltszerűen ábrázoltuk a kutatási területen előforduló építésföldtani szempontból kedvezőtlen adottságokat, a javasolt különböző megközelítést és előírásokat tartalmazó intézkedésekbe vont területek határait.

A javasolt intézkedések a táblázatos kiegészítéssel szerves részét képezik az összegző építésföldtani térképnek. A hatóságok részére általunk kidolgozott intézkedési előírások biztosíthatják a barlangok, és a karsztvizek védelmét, csökkentik az építkezések kockázatát, ill. felhívja a hatóságok, beruházók, és kivitelezők figyelmét a területi adottságokra.

Külön kivégatként 1:1.000 m.a-ban feldolgoztuk a közelmúltban felfedezett Józsefhegyi barlang

környezetét építésföldtani vonatkozásban. Ez a térkép az azonnali beavatkozást igénylő feladatok és intézkedések meghatározására és javaslatára vonatkozott. E térképen is foltszerűen határoltuk le építésföldtani szempontból kedvező és kedvezőtlen területeket különös tekintettel a barlangokra és az üregekre, azok felszinközeli helyzetére és ezeken belül a meghozandó intézkedésekre /4. ábra/.

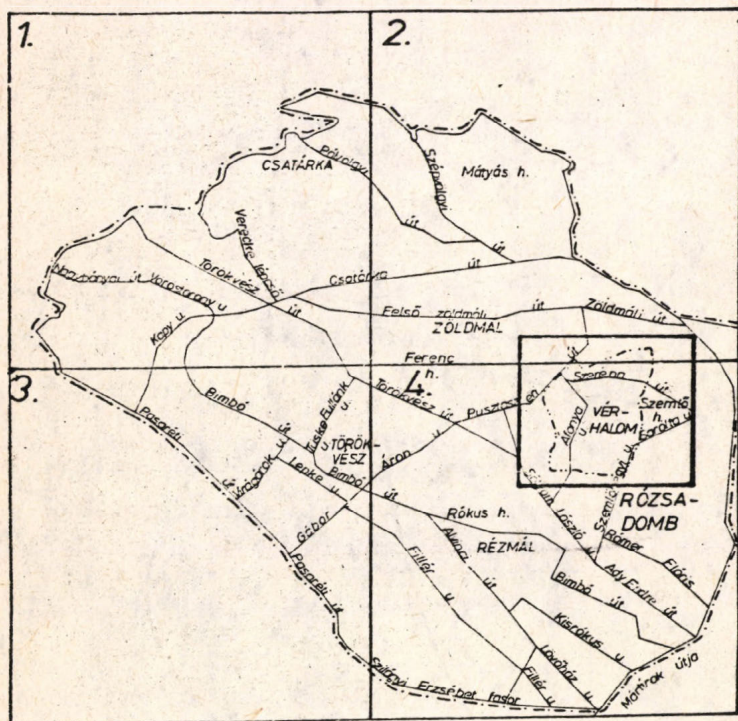


## Ábrák

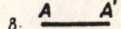
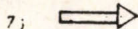
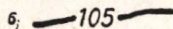
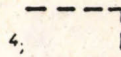
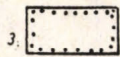
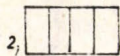
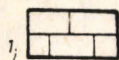
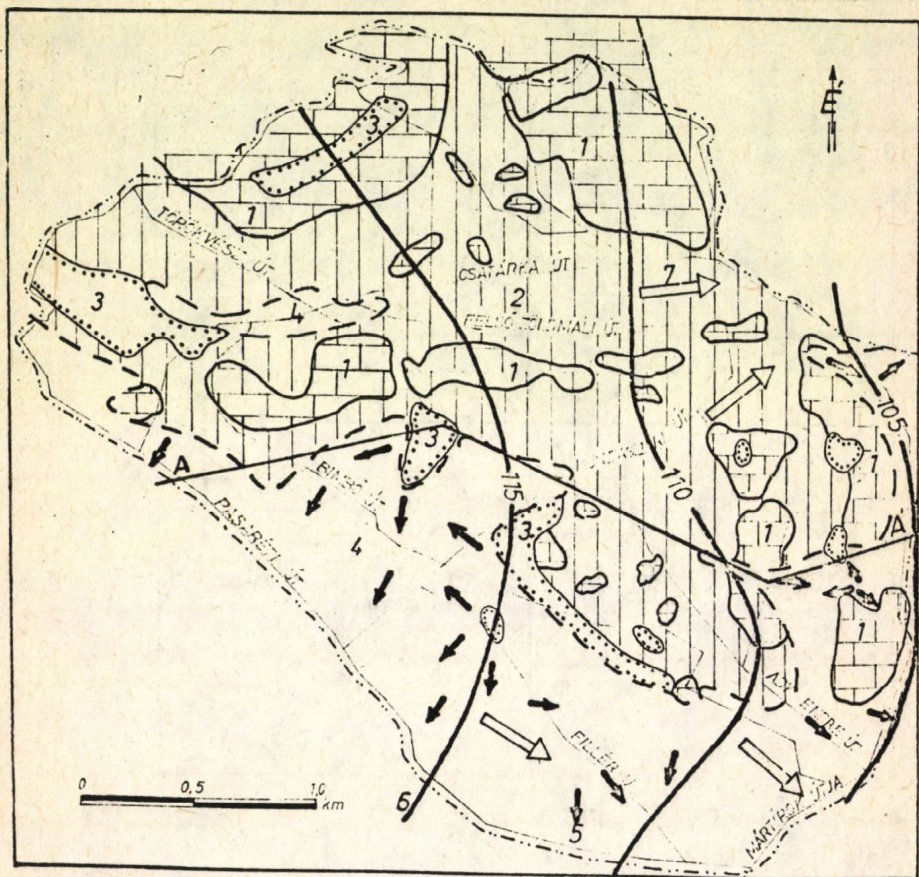
1. ábra A vizsgált és térképezett terület áttekin-  
tő helyszínrajza. 1. A térképezett terület  
határa, 2. Az 1:4.000 m.a. térképek szel-  
vénybeosztása, 3. Józsefhegyi 1:1.000-es  
m.a. térkép kivágat
2. ábra Egyszerűsített vízföldtani térkép. 1. Karsz-  
tos kőzetek a felszínen, 2. Karsztos kőze-  
tek fedetten, 3. Rész és hasadékvizek törü-  
lete, 4. Talajvízzel rendelkező terület, 5.  
Talajvíz áramlási irányok, 6. A karsztvíz-  
szint izovonala, 7. Karsztvíz áramlási  
iránya, 8. Mérnökgeológiai szelvény helye
3. ábra Vázlatos mérnökgeológiai szelvény. 1. Ne-  
gyedidőszaki üledékek, 2. Negyedidőszaki  
forrásvízi mészkő, 3. Alsóoligocén agyag,  
agyagnárga, 4. Felsőeocén budai márga, 5.  
Felsőeocén márga és mészkő, 6. Ismert bar-  
lang, 7. Valószínűsített barlang, 8. Kép-  
ződmény határ, 9. Feltételezett vető, 10.  
Talajvíz, 11. Talajvíz megcsapolás /átadó-  
dás a karsztrendszernek/, 12. Karsztvíz-  
szint, 13. Igazolt egykori /pleisztocén/  
hévíz feláramlás, 14. Jelenlegi karsztos  
hévíz feláramlás

4. ábra A Józsefhegyi barlang környezetének  
1:4.000-es m.a. mérnökgeológiai térképének részlete. 1. Ismert barlang a felszínközelben /0-10 m/ a javasolt hatóéagi intézkedések alá vont területhatárral /I/a/, 2. Barlangfelszakadás, 3. Ismert barlangrendszer 10 m-nél mélyebben, 4. Ismert barlang valószínű elterjedése a felszínközelben az intézkedési határral, 5. Ismert barlang valószínűsített határa 10 m-nél mélyebben és az intézkedés határa, 6. Feltételezett ismeretlen barlang a felszínközelben és az intézkedés határa, 7. Földtani adottságok alapján valószínűsített barlangok előfordulási területe és az intézkedési határ, 8. Ismert és valószínűsített barlangok legmagasabb szintje, 9. Karsztos kőzet a felszínen és az intézkedés határa



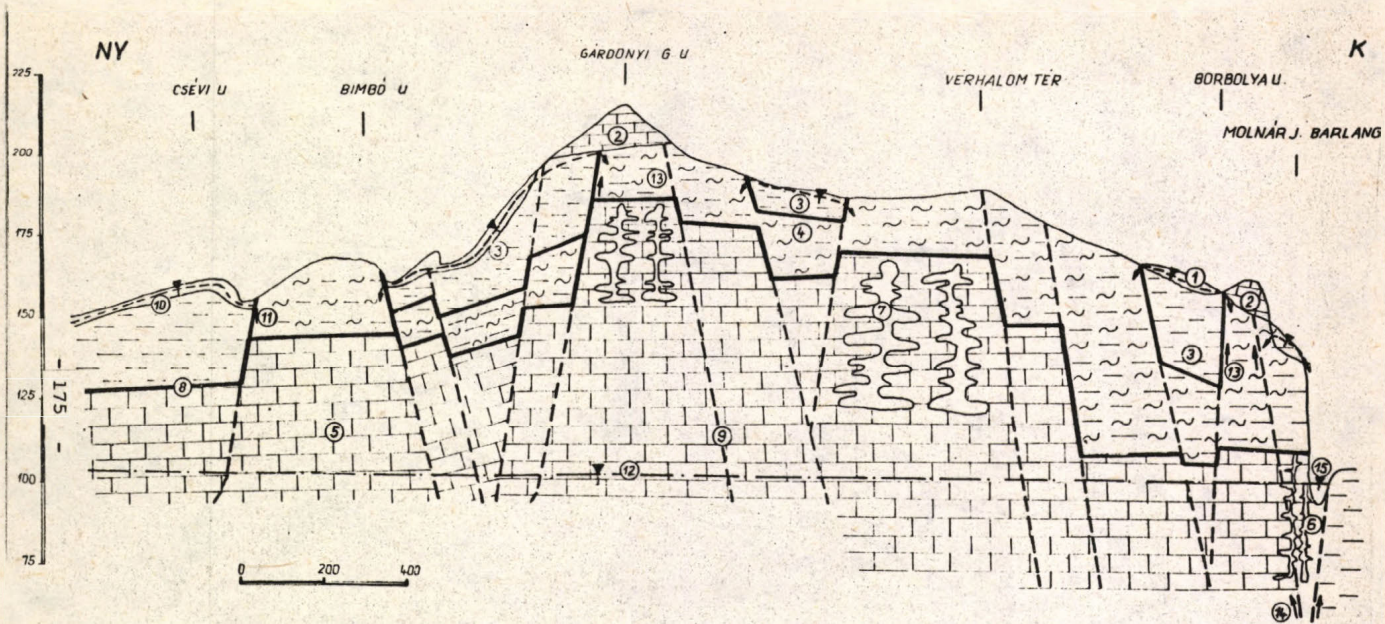


1. ábra

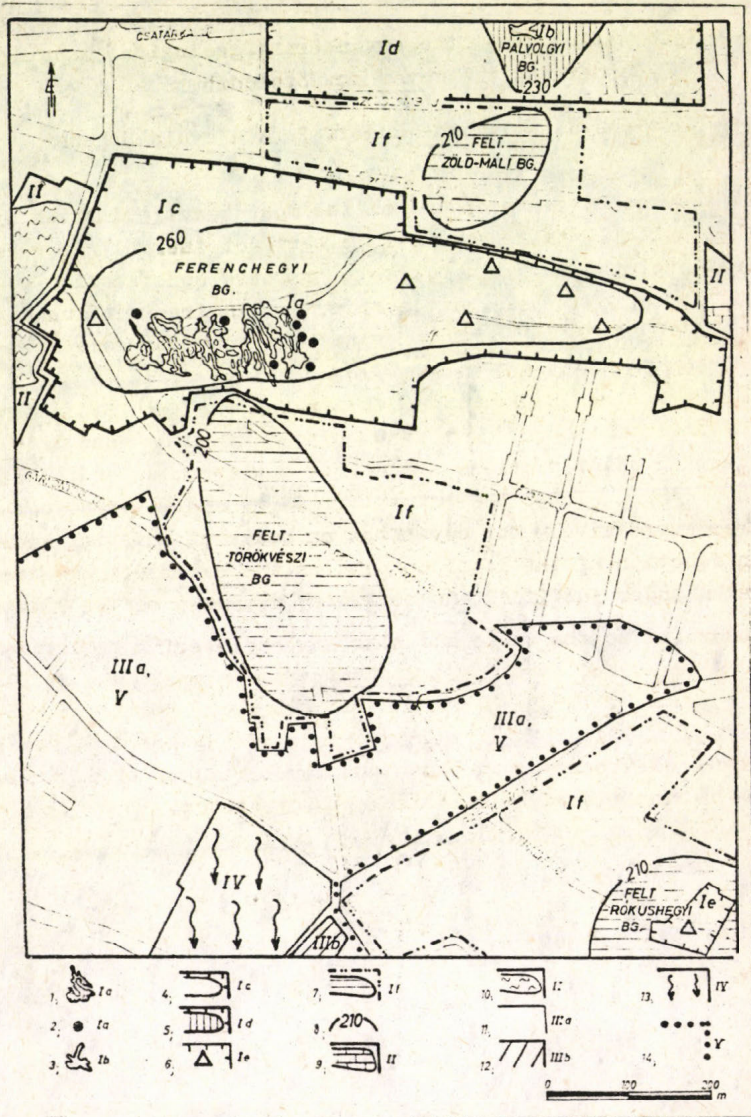


2. ábra





3. ábra



4. ábra



Information about the engineering geological mapping  
concerning the caves in Rózsadomb

Lászlóné Szentirmai - Rudolf Petz - Gyula Scheuer

In the recent years at one of the most beautiful sites of the capital, the Rózsadomb more caves of thermal water-genetics were explored in areas built-up or where construction work is just going on. These have a direct or indirect influence on buildings existing or under construction, therefore it became necessary the engineering geological investigation and processing on map of the area in question for the authorities in the interest of protection of the caves on the one hand and the clearing up of problems concerning construction on the other. This work explores the natural features characteristic for the area expressively for caves and on basis of existing knowledge, in function of the local conditions the extension of areas taken under justified and necessary measures of the authorities.

According to the tasks and aims the engineering geological mapping was effected on map sheets of scales 1:4000 and 1:1000 so that they should correspond to the requirements of the investor. They contain the extension of the known and probable caves, the location in depth and the limits of areas influenced and distinguished by different prescriptions.





## HOZZÁSZÓLÁS GRESCHIK GYULA ELŐADÁSÁHOZ

Szlabóczky Pál \*

A Miskolc Avas hegyi, A - jelű uti csuszás geológiai okai: a pleisztocén vörös agyag alatti homok-lepusztulás foszlányai, és a vörös agyagban található fosszilis csuszási zóna voltak. /A homok csikot nem lehet furással kimutatni, csak penetrációs szondával/.

Ezért célszerű lett volna a csuszólap víztelenítését felülről, a homokréteg víztelenítésével végezni. A fosszilis csuszás kellemetlen voltát mutatta, hogy felerészében a régen megcsuszott vörös agyagban, fel részben pedig a stabil agyagban kihajtott kutató árok instabil része 1-2 órán belül bedőlt, még a stabil szakasz hetekig megállt, biztosítás nélkül is. A megépített mélyszivárgó a fosszilis csuszás alját metszette, ezért ott a munkárok, az erős biztosítás ellenére, még a beépítés előtt erősen deformálódott.

Az A-jelű ut menti védekezési és járulékos munkák összege annak idején 80 m<sup>2</sup>-ba került. Ez a nagy összeg elkerülhető lett volna, ha pl. más nyomvonalon vezetik az utat, ill. bevágást, mivel itt a 60-as években végzett hidrogeológiai vizsgálataink szerint/MHT és NME/ un. pulzáló forrás-vonal haladt.

A fosszilis csuszások Miskolc egész dombvidéki területén gyakoriak. Ezt a Miskolc Városi Építésföldtani Atlasz is jelzi. Az avasi fosszilis csuszási területeket jól jelzik /jelezték volna/ a századfordulón kiépített, szőlőművelési drénezések. A vörös agyag fosszilis csuszásai sok helyen állandó kuszásban vannak, ezért lehetett sok csőtörés a tapolcai ivóvíz főnyomó vezetéken is. Az avasi paneles építkezés alapozása jelentősen érinti a szármata tufás agyag, repedezett, felső zónáját. Félő, hogy több évtizedes csapadék és szennyvíz leszivárgás hatására ez a zóna veszít állékonyságából, az agyagásványok átalakulása miatt.

\* KEVITERV





**MTESZ - egyesületi használatra !**

**Kiadja: Magyarhoni Földtani Társulat**

**Készült: 400 példányban**

**87/778 MTESZ Házinyomda, Budapest.**

**Felelős vezető: Boncza Gábor**

