

*A devén*

*6*

# MÉRNÖKGEOLÓGIAI

# SZEMLE

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Mérnökgeológia-Környezetföldtani  
Szakosztályának időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével:

GRESCHIK GYULA  
és  
HORVÁTH TIBOR

29. Kézirat

Budapest, 1982 szeptember hó





MÉRNÖKGEOLOGIAI SZEMLE

A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT

Mérnökgeológiai-Környezetföldtani Szakosztályának  
időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével

GRESCHIK GYULA

és

HORVÁTH TIBOR

29. kézirat

Budapest, 1982. szeptember

-----

ENGINEERING GEOLOGICAL REVIEW

Issued occasionally by the Section for  
Engineering and Environmental Geology  
of the

Hungarian Geological Society  
Issue No 29. Manuscript

Budapest, September 1982.

ISSN-0139-0341



Jelen számunk a szakosztály 1982. szeptember 27-29.  
között Győrben rendezett szemináriumánál előadásait  
tartalmazza.

### TARTALOMJEGYZÉK

O l d a l

BOGNÁR ERNŐ: Korszerű feltárási módszerek a Gabcikovo-Nagymaros-i vízlépcsőrendszer mérnökgeológiai kérdéseivel kapcsolatban.....	9
GYÖRGY PÁL: Nagymodell kísérletek tapasztalatai a Dunakiliti-i munkálatoknál.....	15
KOROMPAY ANDRÁS: A Dunakiliti-i munkagödör tervezése a nagymodell kísérlet tapasztalatainak felhasználásával.....	35
MIROSLAV HRAŠNA: Engineering Geological Conditions of the Danube Lowland.....	43
SIKHEGYI FERENC - TULLNER TIBOR: A Kisalföld komplex térképezésének távérzékelésen, légifénykép-kiértékelésen alapuló előkészítése és mérnökgeológiai munkái	59
SCHAREK PÉTER: A Nagyalföld komplex földtani térképezésének tapasztalatai.....	73
VÉRTEŠ MÁRIA: Környezetvédelmi szempontok figyelembevétele az M-1-es autópálya nyomvonal kijelölésénél..	79
KÁRMÁN PÉTERNÉ: Az M-1-es autópálya talajmechanikai vizsgálata:Tatabánya - Győr-i szakasz.....	89
JAN OTEPKA: Alapozási és természetvédelmi kérdések a Jaslovske Bohunice-i /Szlovák Szocialista Köztársaság/ atomerőművek építésénél.....	99
MAHR TIBOR - OTEPKA JAN: A Vág-menti csúszások Hlohovec város mellett.....	115
EMBER KÁROLY - RADÓ GÁBOR: A timföldgyári vörösiszap elhelyezés mérnökgeológiai és környezetvédelmi kérdései.....	127

LIEBE PÁL - LORBERER ÁRPÁD: A Kisalföld hévízföldtani viszonyai.....	143
DUHAY GÁBOR: A Marcal vízgyűjtő területének környezetvédelme.....	159
KAMARÁS MIKLÓS: A Marcal vízgyűjtő mezőgazdasági területének vízháztartási problémái.....	175
WALLNER ÁKOS: Felszinközeli kavicsréteg kimutatása és vastagságának meghatározása geofizikai módszerekkel Kapuvár környékén.....	191
VÖLGYESI ISTVÁN: A vízvezetőrétegek anizotrópiája. Az anizotrópia tényező mérése.....	203
JOZEF HULLA: Vízlezáró szerkezetek a vizierőművek alapozásánál a Vágon és a Dunán.....	219



## CONTENTS

	Page
ERNŐ BOGNÁR: Advanced exploration methods connected to engineering geology questions of the Gabčíkovo-Nagyymaros river barrage system.....	9
PÁL GYÖRGY: Experiences of the Dunakiliti model test..	15
ANDRÁS KOROMPAY: Designing of the Dunakiliti trench by applying experiences gained in the course of performing large-scale model test.....	35
MIROSLAV HRASNA: Engineering geological conditions of the Danube lowland.....	43
FERENC SIKHEGYI - TIBOR TULLNER: The preparation and engineering geological projects of the complex geological mapping of the Kisalföld, based on tele-sensation and evaluation of aerial photographs....	59
PÉTER SCHAREK: The experiences of the complex geological mapping of the great Hungarian Plain.....	73
MÁRIA VÉRTES: The marking of the aspects of the environmental protection of the line of the motorway No-M1	79
Mrs. P. KÁRMÁN: The soilmechanical exploration of the M-1 motorway.....	89
JAN OTEPKA: Foundation problems and environmental aspects related to construction of nuclear power plant in Jaslovske Bohunice.....	99
TIBOR MAHR - JAN OTEPKA: Landslides on the left Vah river bank below the Hlohovec town.....	115
KÁROLY EMBER - GÁBOR RADÓ: The disposal of the waste red mud from the aspect of geology for engineers and environment protecting.....	127

	Page
PÁL LIEBE - ÁRPÁD LORBERER: The thermalwater geological conditions of the Kisalföld.....	143
GÁBOR DUHAY: The ecological protection of the Marcal drainage system.....	159
MIKLÓS KAMARÁS: The waterhusbandry problems of the Marcal drainage system's agricultural area.....	175
ÁKOS WALLNER: Tracing of near-surface gravel layers and the estimation of their thickness by geophysical methods, near Kapuvár.....	191
ISTVÁN VÖLGYESI: Anisotropy of aquifers. The measurement of anisotropy ratio.....	203
JOZEF HULLÁ: Sealing structures in foundations of water structures on the river Danube and Vah.....	219

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Е.БОГНАР: Современные методы разведки по инженерно-геологическим вопросам системы речного каскада Габчиково-Надьмарош .....	9
П.ДЬЕРДЬ: Опыт крупномодельных экспериментов при работах в Дунакилти .....	15
А.КОРОМПАИ: Проектирование котлована в Дунакилти с использованием опыта крупномодельного эксперимента .....	35
М.ХРАСНА: Картирование инженерно-геологических условий малой венгерской низменности в масштабе 1:200.000	43
Ф.ШИКСЕДИ-Т.ТУЛЛНЕР: Подготовка и инженерно-геологические работы комплексного геологического картирования малой венгерской низменности, основывающейся на дистанционном восприятии и расшифровке аэрофотоснимков .....	59
П.ШАРЕК: Опыт комплексного геологического картирования большой венгерской низменности .....	73
М.ВЕРГЕШ: Учет аспектов по охране окружающей среды при назначении трассы автострады М-I .....	79
П.КАРМАН: Инженерно-геологические исследования автострады М-I .....	89
Я.ОТЕПКА: Проблемы фундаментостроения и охраны окружающей среды строительства атомных электростанций в Яс-ловске Бохунице .....	99
Т.МАР-Я.ОТЕПКА: Оползни вдоль реки Баг возле города Хлоховец .....	115



К.ЕМБЕР-Г.РАДО: Инженерно-геологические вопросы и вопросы охраны окружающей среды, касающиеся размещения красного шлама глиноземных заводов	127
П.ЛИБЕ-А.ЛОРБЕРЕР: Геологические условия термальных вод малой венгерской низменности .....	143
Г.ДУХАЙ: Охрана окружающей среды водосборной территории р.Марцал .....	159
М.КАМАРАШ: Проблемы водного режима водосборной сельско- хозяйственной территории р.Марцал .....	175
А.ВЕЛЛНЕР: Выявление близповерхностного галечникового слоя и определение его толщины геофизическими методами в районе Капувар .....	191
И.ВЕДДЕШИ: Анизотропия водоносных слоев, измерение коэффициента анизотропии .....	203
Й.ХУЛЛА: Ограждение котлована при возведении фундаментов под ГЭС на Дунае и вдоль реки Ваг .....	219



KORSZERŰ FELTÁRÁSI MÓDSZEREK A GABCIKOVO-NAGYMAROSI VIZLÉPCSŐ-  
RENDSZER MÉRNÖKGEOLÓGIAI KÉRDÉSEIVEL KAPCSOLATBAN

Bognár Ernő\*

*Dr. Bacskóvígy*

BEVEZETÉS

*1110*

A Vízlépcsőrendszer Kisalföldön tervezett fő létesítményeinek tervezéséhez régóta, kb 25 éve készültek feltárások. A kiviteli tervekhez részletes adatokra volt szükség, amely adatok az objektum jellegétől függően a következők:

- a Hrusov-Dunakiliti tározó töltéseinek építésével, a szivárgócsatorna méretezésével kapcsolatos mérnökgeológiai helyzet megismerése, a fedőréteg vastagság-viszonyai, anyagi minősége, vízzárósága, a vízvezető réteg anyagának ismerete a szivárgócsatorna hatékonyságának szempontjából, a földmunkákhoz szükséges anyagok ismerete.

- a Dunakiliti duzzasztó fő műtárgyainak alapozási, mélyépítési kérdéseivel kapcsolatban a műtárgyak környezetének részletes mérnökgeológiai feltárása, a szemcseviszonyok ismerete, különös tekintettel a víztelenítést szolgáló injektált teknő kialakíthatóságára.

A fent vázolt feladatok megvalósításához gyors olcsó, megbízható, tehát korszerű feltárássra volt szükség. Az alkalmazott módszerek bemutatására néhány példa szolgáljon.

ALKALMAZOTT FELTÁRÁSI MÓDOK

A Hrusov-Dunakiliti Tározó védelmi rendszerének feltárása

Az ábrán bemutatott szelvény a szivárgócsatorna nyomvona-

lának részletét tartalmazza. A fedőréteg mélységbeli változása szeszélyes, a folyóvízi lerakódások törvényszerűségét tükrözi. A szemcsés vízvezető rétegben elkülöníthető a homokszemcséket, homokrétegeket tartalmazó átmeneti zóna és a durvakavicsos zóna. Kimutattunk kis kiterjedésű tőzeglencsákat, amelyek a töltés alapozása, a töltéstestbe való beépítés szempontjából veszélyesek. A szelvény alapján kijelölhetők azok a szakaszok, ahol a szivárgócsatorna fenékszintje alatt még a kötött fedőréteg képződményei fordulnak elő. Ezekben a szakaszokban a hatékonyság érdekében tulkotrást kell végezni. A feltárását a nagy távolságra elhelyezett régebbi furások között geoelektromos mérésekkel, valamint mérnökgeofizikai szondázásokkal végeztük. Az elektromos mérések / horizontális és vertikális / a kötött fedő és a kavicsos öszszlet határát derítették fel. A módszer a kétféle anyag elektromos ellenállásának különbségén alapul, közismert módon.

A mérnökgeofizikai szondázások maximálisan 140 atmoszfé-  
ra nyomással történő behatolási mérésekkel kezdődtek. A szon-  
dacsucs megfelelő mélységre való lejuttatása után a rudazat  
belső üregébe kalibrált radioaktív szondát bocsátottunk le.  
Ez kimérte a képződmények természetes gamma-aktivitásának sta-  
tisztikus középértékét. Nagy pontossággal jelezte az insitu  
térfogatsulyt, amelynek változását folyamatosan regisztrálták.

Az elektromos méréseket és a mérnökgeofizikai szondázáso-  
kat az Eötvös Lóránd Geofizikai Intézet saját kifejlesztett  
műszereivel végezte.

#### A Dunakiliti duzzasztómű mérnökgeológiai feltárása

A duzzasztómű területén szintén kb. 25 éve végeztek fel-  
tárásokat. A kiviteli tervekhez tisztázni kellett:

- az injektálás szempontjából a szemszerkezeti viszonyo-  
kat,



- az egész mütárgy elhelyezése szempontjából az esetleges tektonikus vonalak, a felületen jelentkező törések jelenlétét.

A furások sűrítése itt is az ismerttetett geofizikai módszerekkel történt. Geoelektromos mérésekkel /nagy mélységű VESZ mérések/ tisztáztuk a harmadkori agyagos fekü szintjének változását, majd kisebb mélységű VESZ mérésekkel "átvilágítottuk" a mütárgy helyét. Az injektálhatóság szempontjait szintén mérnökgeofizikai szondázásokkal tisztáztuk, azonban a durvakavics áttörése itt helyenként csak előfurással volt lehetséges. A geofizikai méréseket itt is az ELGI végezte.

A feltárások lényegében tisztázták a következőket:

- a feküszint egyenes lejtésű, tektonikus lépcsők nincsenek
- a duzzasztómű injektált technójén belül a szemszerkezeti viszonyok mindenütt azonosak a furásokkal megismertekkel.

#### AZ ALKALMAZOTT MÓDSZEREK RÖVID ÉRTÉKELÉSE

A hármas célnak, t.i. hogy gyors, olcsó és megbízható legyen, a módszerek véleményünk szerint megfelelőek.

Összehasonlításként a csak hagyományos furási módokkal a következő megállapításokat tehetjük:

- az elektromos mérések közismerten gyorsak. A 300-400 m mélységű VESZ mérésekből naponta 3 - 5 pont telepíthető, ára 2-3 ezer Ft/pont. A sekélyebb mérések még gyorsabbak és olcsóbbak;
- a mérések megbízhatóságát az ismert rétegsorú furások mellé telepített mérésekkel, az analógiák megvonásával lehet fokozni. A kőzettani sajátosságok és a fajlagos elektromos ellenállás közötti összefüggés a lehetséges átfedések miatt általában nem elegendő az interpretációhoz;

- a mérnökgeofizikai szondázás árát a furásokhoz viszonyíthatjuk. A kb 15 m mélységű szondázás folyómétere 0,5 ezer Ft. a kavicsos összletet harántoló csővezett szárazfurásáé 3 ezer Ft körüli. Ezenkívül a furásnál jelentős felvonulási költség itt nem jelentkezik. Gyorsasága - a rétegezett-ségtől függően - 1-3 szondázás naponta;

- megbízhatósága figyelemreméltó, hiszen többféle paraméter értékelése alapján alakul ki a rétegsor. Az agyagásványok nagyobb gamma-aktivitás jól érvényesül, már 5 cm-es agyag-vagy tőzegcsik is biztosan kimutatható. Jelentős a térfogatsúly változása iránti érzékenység is. Mindemellett a pillérfurásokra e módszer esetében is szükség van.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

A felsorolt gyakorlati példák esetében az alkalmazott geofizikai módszerek gyors, aránylag olcsó és eredményes feltárást biztosítottak. A furásokkal való együtt-értékelés a feltárást komplex jellegét eredményezi.

A feltárást irányítójának kell, már a feltárási terv elkészítésekor mérlegelnie az anyagi- és időlehetőségeket, az elérendő cél optimális megvalósítását. Sok insitu információ szerezhető e komplex feltárási mód alkalmazásával, azonkívül a geofizikai mérések sűrűsége lehetővé teszi a még furással igazolandó anomáliák felderítését.

Az alkalmazásra kijelölt módszerek természetesen a feladattól függően tovább bővíthetők.



ADVANCED EXPLORATION METHODS CONNECTED TO ENGINEERING  
GEOLOGY QUESTIONS OF THE GABCIKOVO-NAGYMAROS RIVER BARRAGE  
SYSTEM

BOGNÁR ERNŐ

S U M M A R Y

The exploration of the river barrage system's structures to be built at Kisalföld /the plain in Northwestern Hungary/ was performed by a complex method.

In the course of the Hrusov-Dunakiliti Reservoir protective system's exploration, drillings combined with horizontal electric measurings and engineering geophysics soundings were made on the trace of the dike and trench drain.

The engineering geophysics soundings on 140 atmospheric pressure were started with penetration measurings. When the top of the sound got down to the appropriate depth, a calibrated radioactive sound had been lowered through the hollow of the rod. It could measure the statistic average value of the layers' natural gamma-activity. The abyssal changes of bulk density in situ could be measured with the help of it with high accuracy.

The exploration of the Dunakiliti Wier was carried out using a method similar to the above-mentioned completed with vertical electric soundings of medium depth.

The above-mentioned method is quicker than the method of only drilling exploration, the costs of it are lower and the accuracy is adequate.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ВОПРОСАМ СИСТЕМЫ РЕЧНОГО КАСКАДА ГАВЧИКОВО-НАДЬМАРОШ

Ернэ БОГНАР

Разведка для сооружений системы речного каскада, запланированных на Малой венгерской низменности, была проведена при помощи комплексных методов.

В ходе разведки системы защиты водохранилища Хрушов-Дунакилити вдоль трассы дамбы и интерцепционного канала были проведены - в комбинации со скважинами - горизонтальные электрические измерения, а также инженерно-геофизические зондирования.

Инженерно-геофизическое зондирование начинается с измерения пенетрации давлением макс. 140 атм. После погружения острия зонда на соответствующую глубину через внутреннюю полость штанги опускают калиброванный радиоактивный зонд, измеряющий статистическую среднюю величину естественной гамма-активности слоев. Данный зонд с большой точностью измеряет изменение объемной массы по глубине.

Разведка Запруды в Дунакилити осуществлялась подобным - вышеизложенному - методом, дополнив вертикальным электрическим зондированием средней глубины.

Изложенный метод быстрее разведки, осуществляемой только буровыми скважинами, меньше его расходы и точность также приемлема.



György Pál\*

BEVEZETÉS

A Dunakiliti duzzasztómű megépítéséhez 55.000 m<sup>2</sup> alapterületű és legmélyebb pontján az 1 %-os árvízszint alatt 19,70 m mélységű munkagödör kiemelése szükséges.

A munkatérbe beáramló - azaz az onnan kiemelendő, illetve kizárandó - vízhozam az építés 4 évre tervezett időtartama alatt

középvíznél	11-14 m <sup>3</sup> /s
5 %-os valószínűségű nagyvíznél	17-23 m <sup>3</sup> /s
1 %-os valószínűségű árvízszintnél	37 m <sup>3</sup> /s.

Ilyen vízhozamok folyamatos és biztonságos kiszivattyúzása igen költséges volna, így inkább a munkagödör vízzáró körülhatárolása került előtérbe. A tervek szerint - melyeket a VIZITERV a KÉV-METRÓ és a francia SOLETANCHE bevonásával készített el - a vízzáró körülhatárolást a munkagödör alá készítendő 5 m vastag, két rétegű /: cement-bentonit és szuper-gél /: injektált paplannal és az ebbe bekötött részben plasztikus /: cement-bentonit /: részben vasbeton résfalakkal kell megvalósítani. /: l. ábra /:

Ezt a körülhatárolási módot hasonló talajviszonyok mellett az elmúlt 30 évben többször alkalmazták sikeresen /: pl. a Rajánán épített vizierőműveknél /:, azonban a méretek meg sem közelítették a Dunakiliti vagy a Gabcsikovoi létesítmények méreteit. Hazánkban ilyen jellegű és méretű vízzáró körülhatárolás még nem készült, ezért 1979-1981 között nagymodell

kísérletet hajtottunk végre, melynek célja

- a körülhatárolás vízzárósági paramétereinek igazolása,
- a technológia részleteinek kikísérletezése,
- az alkalmazható és alkalmazandó anyagok és keverékek kiválasztása,
- és a várható teljesítmények meghatározása volt.

A kísérleti műtárgyon végzett mérésekkel igazolni kellett, hogy a résfal vízáteresztő képessége nem nagyobb  $10^{-7}$  m/s-nál és az injektált paplan vízáteresztő képessége nem nagyobb  $10^{-6}$  m/s-nál.

A kísérlet a KÉV-METRÓ tervei alapján és kivitelezésében valósult meg.

#### A KÍSÉRLET ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

A kísérleti műtárgy a munkagödör legmélyebb szakaszához készített 30 m mélyen elhelyezett, 5 m vastag 2 rétegű injektált paplanból és az abba bekötő, cca 20 m átmérőjű hengerbe írható nyolcszögletű, zárt 65 cm vastag plasztikus résfalból áll, /: 2. ábra :/ mely a nagy munkagödörtől kb 80 m-re D-re és a duzzasztómű tengelyétől kb 20-30 m-re K-re helyezkedett el. A szükséges leszívásokhoz a műtárgy tengelyében egy 25 m mély 240 mm  $\emptyset$  szivókut épült, a vízszintek változását 7 db 159 mm  $\emptyset$  észlelőkutba figyelhettük meg.

A kísérlet végrehajtásának sorrendje a következő volt:

- talajfeltárás a kísérlet helyén,
- szivókut és észlelőkutak telepítése,
- szivás, vízhozam és depresszió mérés,
- injektáló furatok készítése,
- cement-bentonit injektálás,



- plastikus résfal készítése,
- második próbaszivattyuzás, vízhozam és depresszió mérés,
- szupergél injektálás,
- harmadik próbaszivattyuzás, vízhozam és depresszió mérés,
- értékelés.

Természetesen menetközben megtörténtek a szükséges üzemi kísérletek a különböző szóbajöhető technológiai anyagok összeállítására és keverésére.

A kísérlet helyén végzett talajfeltárások eredményeiből /: a vizsgálatokat a KTMF Geotechnikai Intézete végezte :/ az injektált zónára az alábbi jellemző adatokat érdemes kiemelni:

vizáteresztő képesség	$5 \times 10^{-3}$ -tól $7 \times 10^{-6}$ m/s
talaj halmaz térfogata	1,9 Mp/m <sup>3</sup>
talaj belső surlódási szöge	30-40°
talaj hézagterfogata	15-36 %.

A jellemző szemelosztási görbék a 3. ábra szerintiék a talaj erősen rétegzett, a jól és rosszul gradulált rétegek sűrűn és szeszélyesen változtak.

#### AZ ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIÁK ÉS TAPASZTALATOK

Az injektáló csöveket 7 x 7 m-es raszterben létesített, 36 m mély Ø 3,3/4" furatokba helyeztük el. A furásokat a 4-es ábrán feltüntetett géplánccal végeztük, F-320 tip. jobb öblítésese, Rotary rendszerű vezérgéppel. A szeszélyesen változó talajrétegződés miatt sok probléma merült fel a furások során. Összesen hatféle furóiszap összetétellel próbálkoztunk, melyek közül a szokásos cement-bentonit-víz össze-

tételű öblítőiszapok nagy veszteséget mutattak.

A veszteségeket jelentős cementadagolás emeléssel  $/:300 \text{ kg}/\text{m}^3$ /, illetve mészköliszt, kovaföld, vagy perlit adalékkal lehetett elviselhető mértékűre csökkenteni.  $/: 5 \text{ ábra } :/$

A fúrás tapasztalatai alapján feltételezhető, hogy a talaj

- 0 - 8 m-ig hiányos szemszerkezetű és laza,  $/: \text{alacsony előtoló erő, nagy iszapveszteség } :/$
- 8 -12 m-ig hiányos szerkezetű, durva kavics  $/: \text{időnként magas előtoló erő, magas iszapveszteség } :/$
- 12-36 m-ig erősen változó rétegek, esetenként sok finom szemmel, máshol hiányos szemszerkezettel.

A furatok elkészülte után rögtön beépítették az injektáló csöveket. A fúróiszap egyben ágyazóhabarcsként is szerepelt. Az injektálási technológia gépláncát a fúrógéplánccal egyítvéve már bemutattam. Az injektálás elvét és eszközeit a 6. ábrán követhetjük. A műanyag, vagy acél injektálócső 33 cm-enként perforált és kívülről gumiszeleppel un. "mandzsettával" van ellátva.

Az első injektálási fázis során cement-bentonit keveréket injektáltunk a talajba. A munkát próbainjektálással kezdtük, melyből meghatároztuk az alkalmazható injektálási sebességet. A próbákat először vízzel, majd 44 Marsh s viszkozitású cement-bentonit géppel végeztük el  $400-600-800-1200 \text{ l/h}$  injektálási sebességgel. A nyomások  $20-70 \text{ bar}$  között változtak.

Végül a  $800 \text{ l/h}$  sebességet választottuk, mert ez viszonylag magas és így a munka ütemesen folytatható, de még elviselhető nyomásokat okoz. A beinjektálandó mennyiséget a talaj  $15-30 \%$  között változó hézagterfogatához a kezelt talaj terfogatának  $32 \%$ -ában határozták meg.



A szélső furatokba további, a kezelt talaj 6,4 %-ának megfelelő többletet kellett beszajtolni, a "szélső" hatás kiküszöbölése céljából.

Az injektálási sorrend az alábbi volt:

először a külső furatokat injektálták alulról felfelé haladva, és ezután következett a négy középső furat injektálása, szintén alulról felfelé haladva.

A bevált injektáló keverék összetétele a következő volt:

1000 lt víz

44 kg RHBV<sub>1</sub> bentonit

2,5 kg nátriumkarbonát

220 kg KSPC 350 F cement

A keverék kezdeti viszkozitása 42-44 Marsh s volt. Az injektálás általában 18-20 bar nyomással indult és 25-28 barral fejeződött be. A kezdeti nyomásnövekedést a rétegződéstől függően nyomásingadozás követte /:változó áteresztőképességű talajviszonyok, repesztés és átítatás váltakozása:/, majd az injektálást csaknem mindig emelkedő nyomástendenciával lehetett befejezni szelepenként. A 7. ábra az injektáló nyomás változását mutatja az idő, illetve a beinjektált mennyiség függvényében. Ugyancsak láthatjuk a dugattyú holt-ponti nyomás és a keverék viszkozitásának változását. A holt-ponti nyomás a talaj áteresztő képességére jellemző. A 8. ábra jól szemlélteti az injektáló anyag terjedési folyamatát, a telítődés előrehaladását, és a repesztések jelentkezését, illetve a kellő váltakozását.

A 9. ábra inkább telítődési jelleget mutat.

Az injektálást a plasztikus résfalak készítése követte.

A plasztikus résfal lényege az, hogy az alkalmazott résiszap egyben a rés végleges, vízzáró kitöltő anyaga is. A réselés folyamatosan történik markolással, főfogások és átharapások váltakozásával. /: 10. ábra :/



/ A réselést a KU 1207-es alapgépre szerelt Kelly rudas, hidraulikus markolóval felszerelt réselőberendezés végezte./ A résiszap viszkozitásának növekedését úgy kell beszabályozni, hogy a kinyitott fogás melletti résiszap már állékony legyen, de még könnyen fejthető. Ugyanakkor végszilárdsága se legyen túl magas, az anyag ne váljék merevvé, maradjon képlékeny. Így érhető el, az hogy a megszilárdult függőnyfal követni tudja a munkagödör kiemelése során és a talajvizszint változásából létrejövő talajmozgatásokat, repedés vagy más folytonossági hiány kialakulása nélkül.

Az alkalmazott anyagok alapreceptjeit a VITUKI és a KÉV-METRÓ laboratóriumi vizsgálatai alapján állapították meg, majd több fázisu félüzemi és üzemi kísérlet után alakult ki a helyszínen a ténylegesen alkalmazandó keverék receptje:

1000 lt víz  
50 kg RHBV<sub>1</sub> bentonit  
250 kg KSFC 350 cement  
8 lt Barralént.

A réselés során a furáshoz hasonlóan jelentős résiszap veszteségek léptek fel, a tapasztalat szerint elméleti térfogat:

0 - 8 m között 2 szeresét  
8 -12 m között 4 szeresét  
12-24 m között 3 szorosát  
24-30 m között 4 szeresét használták fel.

Ennek okai:

- feltöltés nagy hézagterfogata,
- hiányos szemszerkezetű durva kavicsos rétegekben a tixotrop hártya nem alakulhatott ki a szemcsék közötti relativ nagy méretű hézagok miatt,

- az alsó rétegekben csökkent réselési teljesítmény miatt a feljebb elszivárgó résiszapot hosszabb időn át kellett pótolni,
- a kiemelt talajszemcsékkel az időközben megnövekedett viszkozitású résiszap egy részét is kiemelték és elszállították,

A szilárdított paplanban a réselés teljesítménye igen lelassult, annak viszonylagos nagy szilárdsága miatt. Az ismertetett, magas résiszapvesztés csökkentésére eredményesen alkalmaztak különböző tömitőanyagokat /: pl. erőművi pernye, kovaföld, mészkőliszt, stb.:/ amelyek beszerzésével azonban sok gond és nem várt költség merülhet fel.

Az ismertetett módon előállt a kísérleti műtárgy első vizsgálandó állapota.

Az ekkor végzett próbaszivattyuzás során kapott adatok szerint a kísérleti műtárgy falának átteresztőképessége megfelelőre, tehát  $10^{-7}$  m/s-nál kisebbre, az injektált paplan vizáteresztő képessége azonban még csak  $9 \times 10^{-6}$  m/s-ra adódott, amely egy nagyságrenddel még nagyobb volt az igényeltnél.

E probléma kiküszöbölésére végeztük az injektálás második fázisát, egy szupergél nevű keverékkel. Ez különlegesen alacsony viszkozitású injektáló habarcs, melynek behatoló képessége lényegesen nagyobb a cement-bentoniténál és injektálhatósági ideje is jóval hosszabb. Így tehát alkalmas arra, hogy a cement-bentonit által ki nem töltött hézagokat eltömje. Az alkalmazott és jónak bizonyult szupergél keverék összetétele a következő volt:



1000 lt víz

45 kg RHBV<sub>1</sub> bentonit - szilárdságot, vízzáróságot ad,

2,2 kg nátriumkarbonát - kötésidőt szabályoz,

2 kg nátriumpirofoszfát - deflokuáló reagens,

40 lt vízüveg - gél képző anyag,

9,5 lt bórsav - gélesítő reagens.

Ez a keverék bevált, viszkozitása a kezdeti 30 Marsh s értékről 90 perc alatt kb 45 Marsh s értékére nőtt. A szupergélllel is injektált réteg az injektált paplan alsó szintje felett 66 cm-rel elhelyezkedő alsó síkú, 1,65 m vastagságú /: 4 szelepen injektált :/ réteg. Azért került ide, hogy a cement - bentonit tömb esetleges lazább legaljából a kis viszkozitású gél nehogy a talajba áramoljon.

A beinjektált mennyiség a réteg kezelt talajának térfogatára vetített 9 % volt. Az injektálási sebességet 300 lt/h értékre csökkentették az eredményes átítatás érdekében.

A szupergél injektálás során derült ki, hogy a korábban használt műanyag mandzsettás csövek a nagy nyomások miatt tönkrementek és így újabb furatokat kellett fúrni a szupergél beszajtolásához.

Összesítve az injektálás tapasztalatait célszerűbb az acélcsövek alkalmazása, mert ezek jobban elviselik a rongáló hatásokat. /dugattyúk rángatása, magas injektáló nyomások/ A szupergél injektálást különösebb meglepetések nélkül el lehetett végezni. Az alacsony viszkozitású és stabil keveréket két fázisban injektálták, 20-25 bar-os első és néhány bárral magasabb nyomású második lépcsőben. Nehézséget okozott, az, hogy a keverék adagolását igen pontosan kellett megtenni, mert az adagolás kis pontatlansága már jelentős viszkozitási



anomáliákat okozott. A szupergéj injektálás befejezése után végrehajtották a harmadik próbaszivattyúzást is, melynek eredménye szerint a paplan vizítéresztő képessége a fal változatlanul maximum  $10^{-8}$  m/s átéresztőképessége mellett  $1,7 \times 10^{-7}$  m/s-ra adódott.

Ezek alapján a kísérleti műtárgyban a mértékadó 19,7 m maximális leszívási szintkülönbségnél a megengedett 237 lt/perc helyett csak 25,5 lt/perc vízhozam volt érzékelhető.

Természetesen e biztonsági tartalékra szükség van, hiszen a munkagödör körülhatárolás résfal felület injektáltság felület aránya a valóságban 0,322; a kísérleti műtárgynál pedig ez az arány 5,56.

Ezen kívül kísérleteket végeztünk a feltöltés felső szakaszának vízszintes csápokkal történő víztelenítésére és más egyéb, a körülhatárolás építéseken előforduló tisztázatlan kérdések megválaszolására. Többek között elkészítettük kísérletképpen hazánk legmélyebb és legnagyobb ürtartalmú /31 m mély, 220 m<sup>3</sup>/ "T" profilú réstábláját is.

Ezek alapján a kísérlet sikeresnek mondható, a fő paraméterek igazolást nyertek, a technológia pontosítása és kidolgozása lehetővé vált, és elkészülhettek a munkagödör körülhatárolás végleges kiviteli tervei. Szükség esetén pedig elegendő tapasztalat áll rendelkezésünkre a munka kivitelezéséhez is. Igen sajnáljuk, hogy a még elevenen élő tapasztalatainkat nem tudjuk azonnal kamatoztatni és a kísérletnél összekovácsolódott és betanult gárdát még sokáig e munka reményében összetartani.

Befejezésül megemlítem, hogy a kísérlet sikeréhez nagymértékben hozzájárultak a generáltervező VIZITERV, a keverékek kikísérletezéséhez több éves munkát folytató VITUKI és a talajmechanikai vizsgálatokat kiértékelő és különböző laboratóriumi vizsgálatokat végző KMF közreműködő kollégái is.

Ugyancsak segítségünkre volt az eljárás külföldi licence gazdája a francia SOLETANCHE cég is.

Irodalom:

Bohn István: Munkatér vizzáró körülhatárolása plasztikus falal, injektált teknővel.

Mélyépitéstudományi Szemle, 1982. 5. sz.

## EXPERIENCES OF THE DUNAKILITI MODEL TEST

P. GYÖRGY MSc. CE.

For construction of the Dunakiliti dam and shiplock it is necessary to grab a pit with an area of 55.000 sqm and with a depth of 19,70 m under the maximal groundwater level. To pump out the 11-37 m<sup>3</sup>/s groundwater mass seemed to be fast impossible, so the dewatering of the big pit - grabbed in gravel and sandy gravel soils of high rate of water permeability, - must be solved by plastical cement - bentonit trench-walls and by an injected bottom. The injected bottom, where cement - bentonit suspension and "supergel" must be pressed in, will be 5 m thick, and must be resist against a 19,70 m relative water pressure. The 0,65 m plastical diaphragm walls will be set 1,5-2,0 m into the injected bottom. Before the planning works it was necessary to make a test to prove, that the maximal permeability of the plastical diaphragm wall won't be more than 10<sup>-7</sup> m/s and the maximal permeability of the injected bottom won't be more than 10<sup>-6</sup> m/s on the average.

The pumping tests were made on an in situ built object. This was a test-shaft with plastic diaphragm walls, which were set into a 5 m thick injected bottom, led at the -30 m level under the surface.

In the vertical axis of the shaft it was set a 23 m deep pumping tube-well and there were drilled seven water level observation wells, too. /Fig.2/

It were made three pumping tests /1. at the beginning, 2. after finishing of the cement - bentonit/ injection phasc and the plastic diaphragm wall, 3. after finishing of the supergel injection works.



The model test was made in 1979/81, and according to the observations, measurements and experiences the wanted permeability rates became proved. It was observed and measured, that the water permeability of the plastic wall was maximum  $10^{-8}$  m/s and the permeability of the injected bottom was not more than  $1,7 \times 10^{-2}$  m/s.

The technological and practical experiences and observations also proved, that it would be sure possible to make the big pit relativz waterproof by using the tested method.

The details of drilling, injection and diaphragm walling are given in the article and on the figures 5-11.

ОПЫТ КРУПНОМОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ РАБОТАХ В  
ЛУНАКИЛИТИ

Пал ПЕРЬ

Площадь запруды в Лунакилити составляет  $55.000 \text{ м}^2$ , и в ее наиболее низкой точке, ниже I %-го уровня половодья, водонепроницаемое ограждение котлована глубиной 19.70 м запланировали выполнить пластической /цементно-бentonитовой/ "стеной в грунте" и инъецированным в нескольких фазах /цементно-бentonитовым и супергельным/ слоем. По проектированию были выполнены крупномодельные эксперименты, целью которых явились: подтверждение водупорных параметров водонепроницаемого ограждения; экспериментирование технологии и определение применяемых материалов, смесей и ожидаемой производительности.

Пробная откачка, проведенная на созданном в ходе эксперимента объекте, подтвердила, что имеется возможность обеспечения требуемой водопроницаемости "стены в грунте" -  $10^{-7} \text{ м/с}$ , а также инъецированного слоя -  $10^{-6} \text{ м/с}$ . На основании этого водонепроницаемое ограждение большого котлована выполнимо созданной в ходе эксперимента технологией.

## Á B R A J E G Y Z É K

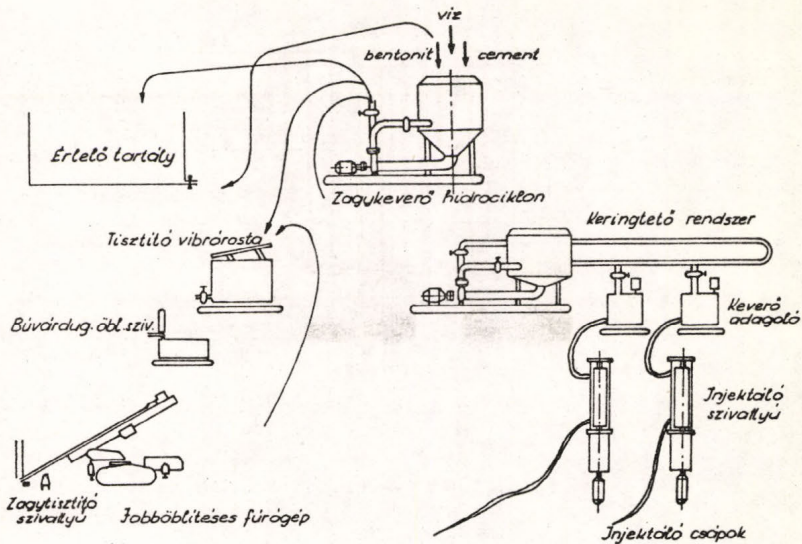
1. ábra: a munkagödör körülzárás általános metszete,
2. ábra: a kísérlet általános terve,
3. ábra: jellemző szemeloszlási görbék,
4. ábra: furási és injektáló géplánc,
5. ábra: zagfelhasználás a furatmélység függvényében,  
különböző furóiszapokkal,
6. ábra: az injektálás elve és eszközei,
7. ábra: injektáló nyomás változása,
8. ábra: injektálási diagram telítés és repedések  
váltakozása,
9. ábra: telítőjellegű injektálás diagramja,
10. ábra: réselési sorrend,
11. ábra: szupergél injektálás diagramjai.

-.-.-.-

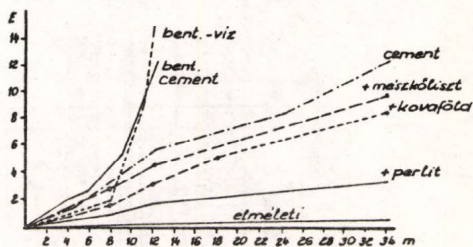




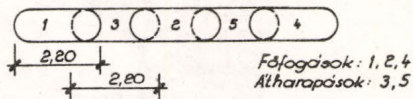




4. abra.

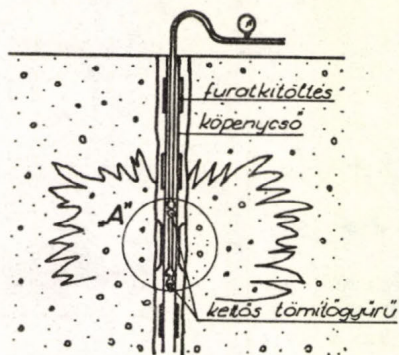


5. abra.

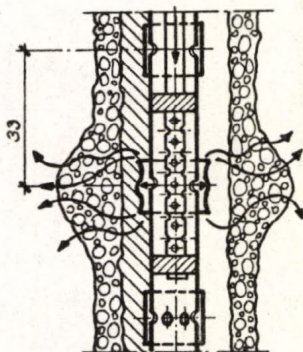


10. abra.

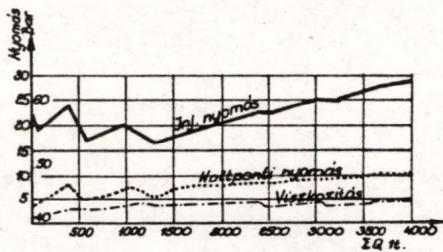
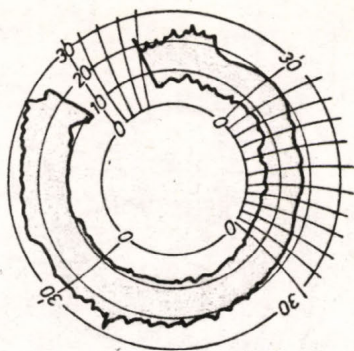




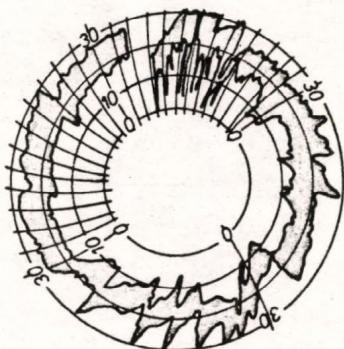
„A” részlet



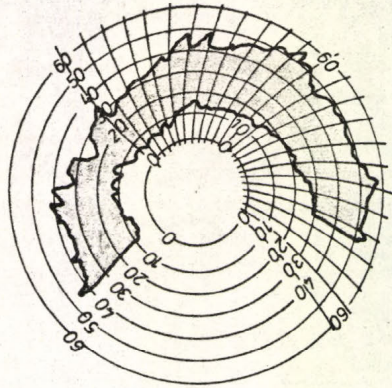
6. ábra



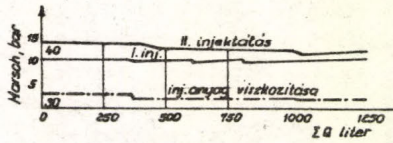
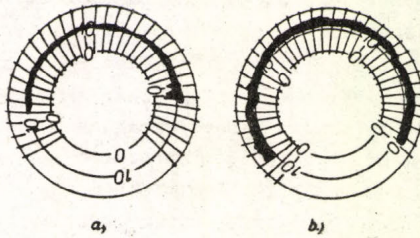
7. ábra



8. ábra



9. ábra



11. ábra



A DUNAKILITI-I MUNKAGÖDÖR TERVEZÉSE A NAGYMODELL KISÉRLET  
TAPASZTALATAINAK FELHASZNÁLÁSÁVAL

✱  
Korompay András

1. A munkagödör körülhatárolás lehetséges módjai, a változatok értékelése.

A duzzasztómű munkatér kialakítás szempontjából igen kedvezőtlen területen fekszik. Az építési hely geológiai és hidrológiai adottságai a műtárgy megépítését megnehezítik. A geológiai, talajmechanikai jellemzők ismeretében elméletben több lehetőség kínálkozik víztelenített munkatér kialakítására.

Elsősorban a nyíltvíztartás. A műtárgy alapterületen cca.  $16\ 000\ m^2$  a partfalak nélkül, és az alapozási sík mintegy 20 m-rel van az 1% valószínűségű árvízszint alatt. E két adatból, valamint a  $10^{-3}\ m/s$  nagyságrendű szivárgási tényező értékből, és az igen rövid hozzáfolyási távolságból - tudni illik a műtárgy árterületen fekszik - következik, hogy igen nagy vízmennyiségeket kell a munkatérből eltávolítani. Ekkora vízmennyiség nagyméretű víztelenítő árokrendszert kíván, ezzel a mély munkaterületet megnöveli. Az árokrendszer méretét a szivárgó víz belépéséhez szükséges kellő nagyságú felület és a folyási sebesség bizonyos szint alatt tartása határozza meg. A különböző módszerekkel végzett számítást a VITUKI szakemberei elektromos analóg modell segítségével egészítették. E számítások és a modell a különböző külső vízszintek esetén  $10-50\ m^3/s$  beszivárgó vízmennyiséget adott eredményül. Ekkora vízmennyiség úszó szivattyútelepet, vagy telepeket, és igen megbízható nagymennyiségű elektromos energiát igényel az építés mintegy négy évben, mely óriási építési és üzemi költségeket eredményez.

A víztelenítés természetesen mélykutatással is megvalósítható. A vízhozam nagyjából az előzőek szerint alakulna, bár a terület némiképp csökkenthető a nyílt árokrendszer elmaradása miatt, így a beáramló víz mennyisége is csökken.

Igen nagy számú mélykutat kell viszont építeni, ami magas költséget és import gépek bevonását jelenti. Nem beszélve a mélyépítést zavaró kút és csővezeték rendszerről, melyet ráadásul az építés folyamatában többször át kell építeni, helyezni.

#### Szekrény süllyesztéses módszer

Ez a megoldás a műtárgy sok kis egységre való szeletelését kívánná, minthogy az óriási alapterület és a műtárgy alakja egyetlen szekrény készítését nem teszi lehetővé.

A kisebb egységek süllyesztése, a technológiai berendezések által megkívánt pontosság betartása, és a felmerülő építéstechnológiai nehézségek a műtárgy összméretének, a költségeknek és a lebonyolítás nehézségének óriási növekedését okozza.

#### Víz alatti betonozás

Az alaplemez mérete, a Duna természetes vízszintjétől mért mélysége, a pontossági igény és a technológiai berendezések /elzárások/ elhelyezésének szükségessége kizárja ezt a módszert. Ezen túl egyéb lehetőségek is felmerülnek /fóliával körülzárt gödör, építés visszatöltött talajra, vagy vízalatti beton fenékszárás, stb./ melyek szintén elestek, kifejtésük szükségtelen.

Egyetlen ésszerű lehetőség vastag vízáteresztő rétegen való alapozás esetén a vízzáró teknővel való körülzárás.

E módszerrel épültek a Rajna völgyi vízlépcsők. A Rajna felső szakaszán fenékszárásra mégsem volt szükség az alsó vízzáró réteg még függőleges fallal elérhető volt.

A folyó középső szakaszán az erdművek - hasonlóan a dunakiliti viszonyokhoz - 200 m-es mélységű kavicsos alluviumra épültek, így a földmunkák megkezdése előtt egy injektálással készült fenéklezáró teknő építése volt szükséges. /FESSENHEIM, VOGELGRÜN, MARCOLSHEIM, RHINAU/.

Ezek a műtárgyak az ötvenes, hatvanas években épültek. Építésük során rengeteg tapasztalat gyűlt össze, az építéstechnológia sokat fejlődött.



A dunakiliti duzzasztómű tervezése során a munkatér körülzárására a kedvező külföldi tapasztalatok és az egyéb még szöbajvö megoldások lehetetlenülése miatt az injektált teknös megoldást választottuk.

2. A nagymodell kísérlet készítésének célja.

A körülzárandó terület mérete mintegy 75 000 m<sup>2</sup> volt. Ilyen méretü körülhatárolás még nem épült Európában sem. Az építési terület - bár földtanilag egységes - az injektálási technológia szempontjából korántsem homogén. A terület alapozási szempontból kellően feltárt, de az injektálás tervezéséhez az egész injektált zóna ismerete lenne a teljes biztonságot adó. Természetesen ez lehetetlen igény a feltárások költsége miatt. Ráadásul a mintavétel módszerei sem adnak kellően értékelhető eredményt az injektálás tervezéséhez /pl. finom szemcsék kimosódása a mintavétel során/. Ezért a körülmények pontosabb megismerésére az építési hely közvetlen közelében kísérlet végzése mellett döntöttek az érdekeltek, hogy az injektálás tervezése biztosabb alapokra kerüljön.

3. A munkagödör alapterület csökkentésének lehetősége, korlátai.

A munkagödör körülzárása injektált teknővel és függőleges víz-záró fallal a jelen esetben tényleg az egyetlen reális megvalósítási mód. Azonban tetemes költségei vannak. Az első gondolat a munkaterület méreteinek csökkentése. Természetesen a műtárgy méretei adottak. Az építéstechnológia, a kivitelezés helyigénye már többféle lehet. A lehetőségek közül a legkisebb helyigényűeket kell választani. Megjegyzendő, hogy a nagyméretü munkagödrök, mint pl. a vízlépcsőké, általában rézsüs körülhatárolással készülnek. Ennek oka, hogy általában az építési terület korlátlanul rendelkezésre áll, és a függőleges oldalhatárolás általában költségesebb a rézsüsnél. Esetünkben azonban a körülmények mások. Az építési hely nem áll korlátlanul rendelkezésre, ill. létesítése a hullámtéri elhelyezés miatt



költséges. A területet körtöltéssel kell védeni és vízteleníteni kell az árvizek esetén, vagy fel kell tölteni. A terület adottságai miatt az utóbbit, a feltöltést választottuk.

A függőleges oldalhatárolással a víztelenítendő terület csökkenthető. Érthető, hiszen a már elmondottak szerint mintegy 20 m-rel vagyunk az árvízszint alatt, a rézsű vízszintes vetülete a gödör kerülete mentén 30-40 m<sup>2</sup> tekőalap-terület növekedést okoz. Célszerűnek látszik tehát függőleges határolás alkalmazása. Természetesen a "puha" plasztikus fal erre nem alkalmas, a földnyomásnak ellenálló vasbeton részelt fal készítése szükséges, horgonyzással.

Ez azonban nem alkalmazható a gödör teljes területe mentén, mert az új medert keresztező szakaszán elbontása túl nehéz és költséges műszaki feladatot jelentene. Ezért létesítése csak a munkagödör vízfolyással párhuzamos oldalán lehetséges. Mindenesetre e lehetőség kihasználásával mintegy 10-15 000 m<sup>2</sup> tekőterület csökkentést lehetett elérni. Ez a munkaterület elrendezésének változtatását tette szükségessé, de lehetővé tette a szállítások, a mozgatás meggyorsítását a függőleges fal mentén.

4. A nagymodell kísérletből levonható következtetések és azok hatása a tervezésre.

A tervezők számára a sikeres kísérlet legnagyobb eredménye, hogy bizonyította az adott földtani körülmények között sikeresen meg lehet oldani egy mély munkagödör víztelenítését. A plasztikus oldalfalhatárolás és az injektált fenék lényegében hazai anyagokból elkészíthető, és bár külföldi együttműködéssel, de magyar kivitelező vállalat által megvalósítható.

Ez tehát a leglényegesebb eredmény, de egyéb következtetések is levonhatók. Ilyenek a kísérletről tartott előadásban már említett építéstechnológiát érintő tapasztalatok, mint a furattávolság csökkentése, és a nagyobb nyomást is bíró

### injektáló csövek alkalmazása.

Az egész munkatér elrendezésre kiható, a munkagödör méretének csökkentését lehetővé tevő függőleges oldalhatárolás megvalósíthatóságát bizonyította az előzőekben ismertetett kísérlet egy befejező része, mely az 1-2 m-rel a talajvízszint alatt indított talajhorgony egyszerű, helyi vízszint csökkentéssel történő építéséhez adott bizonyítékot.

A függőleges vasbeton fal horgonyzása építéskivitelezési szempontból - az esetenkénti magas talajvízállás miatt - minél magasabb szinten lenne célszerű.

A falban keletkező hajlítóigénybevételek azonban a horgonyzási hely szintjének csökkentésével csökkenthetők. Korlátot szab a talajvízszint. Talajvízzel szemben ugyanis furatot készíteni ugyan lehet, de sokkal nehezebb, időigényesebb és drágább. Ráadásul a módszer hazánkban még nem kikísérletezett, rutinszerűen nem építhető. Ezért van nagy jelentősége a kísérlet azon eredményének, mely igazolta a horgonyzás környezetének egyszerű módszerekkel való víztelenítését.

Végül megállapítható, hogy a javasolt munkatérkörülhatárolási módszer - beleértve az egyik szakasz függőleges kialakítását is - az ismertetett szempontok figyelembevételével eredményesen megvalósítható.

### 5. A függőleges vasbeton fal mozgásainak mérése, megfigyelése.

A kihorgonyzott vasbeton fal igénybevételeit Blum-féle módszerrel számítottuk. Ezen számítások eredményeit az Építéstudományi Intézet rugalmasan ágyazott gerenda feltételezésével számítógépes módszerrel igazolta. A talajba rugalmasan befogott rugalmas horgonnyal megtámasztott hajlékony vb.résfal valódi alakváltozásának megismerését azonban igen fontosnak tartjuk. Ezért az ÉTI szakemberei kidolgozták a mérés és megfigyelés módszereit:

- tengelydeformáció mérés teljes mélységen végigmenő bebetonozott acélszerkezettel, nyúlásmérő bélyegekkel;
- földnyomásmérő cellák elhelyezése betonozás során;
- a horgonyerő változásának mérése a lehorgonyzó szerelvény alá elhelyezett dinamométerrel;
- abszolút süllyedés és elmozdulás mérés geodéziai módszerekkel.

E megfigyeléssorozattól várjuk a résfalak mozgásának megismerését, melyből következtetni tudnánk a ténylegesen fellépő igénybevételekre. Ez támpontot fog adni később tervezésre kerülő partfalak igénybevételeinek pontosabb számításához, azok megvalósításához.



DESIGNING OF THE DUNAKILITI TRENCH BY APPLYING EXPERIENCES  
GAINED IN THE COURSE OF PERFORMING LARGE-SCALE MODEL TEST

András Korompay

Methods of the trench enclosure, the alternatives' technical and economical estimation.

The aim of the large-scale model test's performing.

Possibilities of the trench's area reduction, and its limits.

Conclusions which could be drawn from the large-scale model test and their influence on the designing.

Vertical reinforced concrete wall motions' planned measurement, surveillance.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОТЛОВАНА В ДУНАКИЛИТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЫТА  
КРУПНОМОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Андраш КОРОМПАИ

Возможные способы ограждения котлована, техническая и экономическая оценка вариантов.

Цель выполнения крупномодельного эксперимента.

Возможности, ограничения уменьшения площади котлована.

Выводы крупномодельных экспериментов и их влияние на проектирование.

Планируемое измерение, наблюдение движения вертикальной железобетонной стены.



# ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE DANUBE LOWLAND

M. Hrašna<sup>\*</sup>

## INTRODUCTION

In accordance with the needs of the Urbanization Project of the Slovak Socialist Republic (SSR) engineering geological maps on scale 1:25 000 are being set up for land units with a concentrated industrial-residential construction and engineering geological maps on scale 1:200 000 providing documents for a rational use of the geological environment in the remaining parts of the national territory. These two editions of maps will create a unified system of information based on unified methodic procedures, considering rationally the need of a varied detailness in landuse planning of the urban centres and their larger hinterland - the infrastructure in general and the individual polyfunctional urban zones, as well.

The engineering geological map covering the major part of the Danube lowland (the slovak part of the Small Danube Basin), set up on scale 1:200 000 last year (Hrašna et al. 1981) gives a general view on the engineering geological conditions and resources of the geological environment (geopotentials) of the area and evaluates its individual parts from their suitability stand point for various engineering activities. With regard to the richness of information contained in the map, its content was divided into four parallel map sheets, whose content and methods of preparation are given further on.

## THE METHOD OF PREPARING ENGINEERING GEOLOGICAL MAPS

From the four parallelly set up sheets of the engineering geological map on scale 1:200 000 the two first (the map of engineering geological conditions and the map of zoning) were prepared in a more or less traditional method (accord-

\* Dept. of Engineering Geology, Comenius University, Bratislava



ing to the IAEG-UNESCO Guidebook, 1976). The third map sheet gives a complete information on the natural resources (potentials) of the geological environment and the fourth map sheet gives a view on the hydrogeological conditions of the area, mainly on the corrosive properties of the ground waters.

The map of engineering geological conditions represents the rock complexes of the pre-Quaternary basement and mantle formations (thicker than 2 m) occurring at a depth to 10 m, ground waters and geodynamic phenomena. The genetical-lithological character of rock complexes is expressed by their number indication according to unified legend prepared for the whole territory of the SSR (in black colour for the surface and in violet for the underlying complexes). The engineering geological character of rocks is expressed by their classification according to the National Building Standard and on the map it is expressed by the surface colour.

The hydrogeological conditions on the map are expressed only by the blue number indication, corresponding to the depth interval in which the ground water table occurs. The remaining hydrogeological data are contained in a special hydrogeological map.

From the geodynamic phenomena on the map represented in red colour important are only the engineering geological phenomena, limiting the possibility of the land use (faults, seismicity, landslides, erosion, hydrocompaction in loess).

The map of engineering geological zoning represents land units delineated by the all-national accepted system of engineering geological zoning (Matula M., Hrašna M., 1976; Matula M., 1979). The zones are delineated according to combination of genetical-lithological complexes rising in superposition (to depth of 10 m), the subzones according to the vertical sequence of rock types. 40 types of outcropping genetical-lithological complexes are distinguished on the territory of the Czechoslovak Socialist Republic (CSSR) and basic engineering geological types of rocks (solid and semi-solid rocks, bouldery, gravelly, sandy, cohesive, loess and organic soils). The thickness of rock complexes and types are

expressed in codes of zones and subzones.

Examples of codes of zones:

LF' - zone of polygenetic loess soils (< 5 m) on fluvial terrace sediments

L/F' - zone of polygenetic loess soils; thickness of loess 5 - 10 m

L - zone of polygenetic loess soils (thickness > 10 m).

Examples of codes of subzones:

/1/ pg J sand (p) 2-5 m thick deposited

/2/ pg J on gravel (g) /1/ 2-5 m thick /2/ and /3/ 5m thick;

/3/ pg in subzones /1/ and /2/ in depth to 10 m Neogene clayey basement.

The hydrogeological conditions and geodynamic phenomena on the map are represented similarly as on the map of engineering geological conditions. Only zones are represented on the map accompanying this report (Fig.1).

Map of geoenvironmental potentials represents the present and the prognosticated possibilities of use of the geological environment for various economic purposes.

By the surface colour represented is the "urbanizing potential" expressing the quality of the foundation soils. It is determined by the permissible load, established according to the Czechoslovak Standard Specifications for designing shallow footing (ČSN 73 1001). The remaining geopotentials are expressed by line and number codes in various colours (Tab.1).

Special purpose hydrogeological zoning map represents the land units with varied type and intensity of ground water corrosiveness. The type of corrosiveness is expressed by a circular target, intensity (in 3 degrees) by the surface colour (in Fig.3 by the number code only). Apart from it the map contains the information on the quality (corrosiveness) of water in the surface water courses, data on the use of ground water reserves, as well as data on pollutants of ground and surface waters. Indicated also are the deep boreholes with



Table 1

CATEGORIES OF GEOENVIRONMENTAL VALUES				
Values and sources	category			representation
	I	II	III	
Foundation conditions ( $q_0$ , MPa)	> 0.3	0.3-0.1	< 0.1	colour of surface
Slope conditions	< 6°	6 - 14°	> 14°	lines in red
Depth to water table	< 2 m	2 - 5 m	> 5 m	codes in blue
Prognostic water reserves $l.s^{-1}$	200 - 1000	50 - 200	< 50	lines in blue
Pedological classes of soils	1 - 2	3 - 4	> 4	patterns in brown
Mineral resources	ore, nonmetallic and coal deposits; extraction of building materials	important verified deposits of building materials	prognostic deposits of build-materials	lines and codes in violet
Areas of protection and restrictions	national parks; reservations and protected areas of exceptional cultural and scientific importance	less important protected areas, reservations and parks	territory without important protected phenomena	lines and codes in green



thermal waters containing corrosive components which in an incorrect operation of the resource may negatively influence the surface and ground waters.

#### GEOMORPHOLOGIC, TECTONIC AND LITHOLOGIC CONDITIONS

The Danube lowland in the sense of geomorphologic division of the area of the SSR is divided into the Danube Plain and the Danube Hilly Country (Mazúr E. in Atlas SSR 1979).

The Danube Plain is formed by the flood-plains of the Danube and the Little Danube, the lower water courses of Váh, Nitra and Hron, as well as by numerous other smaller water courses. This extensive alluvial lowland is built predominantly by fluvial gravels and sands, covered in places by loess alluviums, respectively by eolian sands or loess soils.

The surface of the area is flat, levelled down, in places with many dead branches, meandres, canals and old material pits, respectively smaller elevations of eolian sands, aggregation ramparts and protection dams. Distinguished by a quantity of dead branches is mainly the said Žitný ostrov island area, lying between the Danube and the Small Danube, which in the historically not distant epoch was composed of a complex of islands and a quantity of branches (Mártinka in Porubský et al. 1974). In places there occur relatively lower situated areas frequently waterlogged. An independent part of area, on the passage between the plain and the hilly country, is formed by the said "Novozámocké flat lands" characteristic for a substantial representation of eolian sediments.

The Danube hilly country is built by Neogene molasse sediments covered usually with loess soils, in a lesser measure with fluvial (mainly terrace) and deluvial sediments, eventually even with eolian sands. The valleys of the rivers Váh, Nitra, Žitava and Hron articulate its area into partial hilly countries; the Trnavská, Nitrianská, Žitavská, Hronská and Ipeľská hilly country.

A typical, undulated hilly country relief is presented by the major part of the Nitra, Žitava and Hron hilly country. A less articulate area is formed by the eastern parts of the Trnava and Hron hilly country built by fluvial terrace sediments

covered with loess soils (the Trnava and the Hron tables). A flat relief characterizes also the Nitra table emerging near the western border of the Nitra hilly country, built by Neogene and loess sediments.

The area of flood-plains of the water courses, dividing the Danube hilly country, presents a similar relief as the Danube plain. In places, during higher water levels in the water courses, there occur waterlogged and flooded areas.

The geological and geomorphological conditions of the Danube lowland were substantially affected by tectonic movements which took place during the Neogene and Quaternary, where in the lowlands of the Western Carpathians subsidences of areas took place. During the Quaternary these appeared in an increased intensity in the Danube plain, mainly in the area of the Žitný ostrov. The subsidences were not uniform, but graded, with a varied depth of subsidence of individual blocks limited by faults of NE-SW and NW-SE direction (see Fig.2). The extent of subsidence and the thickness of the Quaternary sediments (predominantly fluvial gravels and sands) grow from the borders towards the centre of the basin, where (in the neighbourhood of Gabčíkovo) it attains more than 300 m.

According to precise levelling of the area (Kvitkovič J., Vanko J., 1971), presently there occurs in the area of the Danube plain subsidence of the surface with an intensity of 1 - 3 mm per year. To the present subsidences of the area points also the intense accumulation of the Danube, which in the ford section deposits yearly more than 500 000 m<sup>3</sup> of sandy gravel. The area of hilly countries in relation with the rising mountain ridges and synsedimentary subsiding parts of the lowland area is of a transitory character. As against the mountain ridges it presents the character of a subsiding area, as against the intensity of the subsiding parts of the Danube lowland it relatively rises. Similarly as in the intensely subsiding parts of the lowland, also in the area of hilly countries there occurs a block structure and similarly as in the area of mountain ridges there occurs a depth erosion of rivers and formation of terrace benches. The most intense relative movements took place at the end of Neogene and in the



older Pleistocene, when the hilly countries began to differentiate morphologically. However, this differentiation continues with a certain intensity even presently.

#### GEOLOGICAL CONDITIONS OF ENGINEERING ACTIVITY

Geological conditions of engineering activity in the described area are influenced mainly by the quality of foundation soils, high table level of corrosive ground water and the need of its protection, in some places seldom also by geodynamic phenomena, or morphologic conditions.

In the area of the Danube plain the conditions of engineering activity are negatively influenced by a high ground water table (usually at a depth to 2 m) which almost in the whole extent of the area is corrosive. Most frequently there occur a sulphate corrosiveness and corrosiveness from a low pH value; relatively frequent, however, is also the carbonate corrosiveness. The character of corrosiveness changes frequently in relation to the purity of surface water courses, eventually under direct anthropogeneous influences.

Where gravelly or sandy foundation soils with a sufficient bearing capacity emerge near the surface of the area, apart from the need to drain the foundation pits and to protect the foundations against corrosiveness, it is necessary in the construction and operation of the buildings to pay an increased attention also to the protection of ground waters against pollution. This is so much the more important, because the fluvial deposits of the Danube plain (mainly in the Žitný ostrov island) accumulate the biggest reserves of ground waters in the ČSSR and also in the Central Europe, which are intensely used and a further extension of their use is expected.

Mainly in the area of the Žitnýostrov in pumping the ground waters (drainage of foundation pits) it is necessary to pay an increased attention to suffosion phenomena, as the unfavourable grain composition of the Danube sandy gravels enables their occurrence already at small hydraulic gradients. Known are also cases of deformation by suffosion of the underlier of the protection dams and their destruction in high water levels of surface water courses (Jakubec L., 1962).



In those parts of the area where the surface position in the zone of fluvial sediments (F) is formed by cohesive sediments (or in combination with sandy sediments), apart from a high ground water table, they cause frequently a conditional suitability of the area for construction as a result also of a small bearing capacity, or of an ununiform compressibility of foundation soils, respectively of consistency and volume changes of the soils.

One can similarly evaluate the zones where on fluvial sediments polygenetic loess soils are deposited (LF). Unsuitable for foundation is the area of zones of organic sediments (O, OF), formed on the surface by peats and soils with a high content of organic substances.

Foundation in the described part of the territory is complicated also by a relatively frequent occurrence of dead branches with sediments of a high content of organic substances which, with regard to their relatively small dimensions and considerable density, could not be represented on the map.

In the area of hilly countries a rational realization of constructions is frequently complicated by unfavourable physical-technical properties of cohesive soils, mainly the subsidence of loess soils which cover about 70 % of the surface of the area (zones beginning with the letter L). By an increased subsidence are distinguished mainly the surface positions of loess soils of the Würmian, which in some places attain the thickness of several meters.

A further unfavourable property of the cohesive soils of the described area are their volume changes (swelling, shrinkage) for which characteristic are mainly the high-plastic Neogene sediments (zones Ni, Nk), eventually also delluvial sediments (zones beginning by letter D). A limiting factor of a more extensive urban use of the area of the indicated zones may also be the occurrence of landslides which take place more frequently on steep valley slopes (mainly the NW part of the Nitra hilly country), eventually also the intense erosion. For communication constructions the area of the described zones provides usually a little suitable subsoil which

must be stabilized.

In the area of flood-plains of more important water courses, dividing the Danube hilly country, the engineering geological conditions are similar as in the area of the Danube plains. An unfavourable phenomenon is the flooding of parts of their territory during high water levels in the water courses.

To the unfavourable geodynamic phenomena in the area of the Danube lowland belongs also the relatively high seismicity. By the highest intensity of earthquake distinguished is the SE part of the area (mainly the neighbourhood of Komárno) with relatively frequent earthquake of 7-8<sup>o</sup>MCS intensity, and possible earthquake intensity up to 9<sup>o</sup>MCS. An increased seismicity (6<sup>o</sup>MCS), however, occurs also in the NW part of the area.

Among the limits of engineering activity it is necessary to count with the occurrence of agricultural soils with a high fertility (1st and 2nd rank), found in the major part of the Danube plain and also in the area of hilly countries. A further limitation of engineering activity is the occurrence of construction materials, mainly gravels in the Danube plain area and brick-clays in the Danube hilly country area, where they are presently extracted, but above all their extensive prognostic reserves occur here.

#### References

- Atlas Slovenskej socialistickej republiky, SAV a SÚGK. Bratislava, 1979
- Hrašna M. et al. 1981: Prehľadná inžinierskogeologická mapa Slovenska 1:200 000, listy Bratislava a Nitra. Manuskript Katedra inžinierskej geológie, PFUK Bratislava
- IAEG-UNESCO, 1976: Engineering Geological Maps. A guide to their preparation UNESCO Press, Paris
- Kvitkovič J., Vanko J., 1971: Štúdium súčasných pohybov zemskéj kôry na Slovensku, Geografický časopis, 23, 2, Bratislava



- Matula M., 1979: Regional Engineering Geological Evaluation for Planning Purposes. Bull. Int.Assoc. Eng.Geol. No.19, Kreffield
- Porubský A. et al, 1971: Veľký Žitný ostrov - regionálny hydrogeologický prieskum. Geofond Bratislava
- Pospíšil P., et al. 1978: Neotektonická stavba Žitného ostrova a priľahlého územia Podunajskej nížiny. Mineralia Slovaca 10, 5, Bratislava
- ČSN 73 1001: Základová pôda pod plošnými základmi (Czechoslovak Building Standard), Praha, 1968.



### EXPLANATIONS TO FIG.1

Zone of:

- E - eolian sands
- L - polygenetic loess soils
- O - organic deposits
- F - fluvial deposits
- F' - fluvial terrace deposits
- P - proluvial deposits
- D - slope deposits
- Ni - Neogene molasse clayey-silty deposits
- Ng - Neogene molasse sandy-gravel deposits

Examples of symbols of combined zones:

- LF' - zone of polygenetic loess soils (< 5 m) on fluvial terrace deposits
- L/F' - the same (thickness of loess soils 5-10 m)
- L - zone of polygenetic loess soils (thickness > 10 m)

### EXPLANATIONS TO FIG.3

Ground water:

- I - non-corrosive
- II - of low degree of corrosiveness
- III - of high degree of corrosiveness

Hydrogeological environment with:

- A - high degree of permeability
- B - medium degree of permeability
- C - low degree of permeability



## LEGEND:

- — — faults
- - - - faults active in Quaternary
- · - · - deep seismoactive faults
- · · · · isoseismal lines [ $^{\circ}$ MCS]
- isolated higher intensity values ( $+1^{\circ}$ MCS)

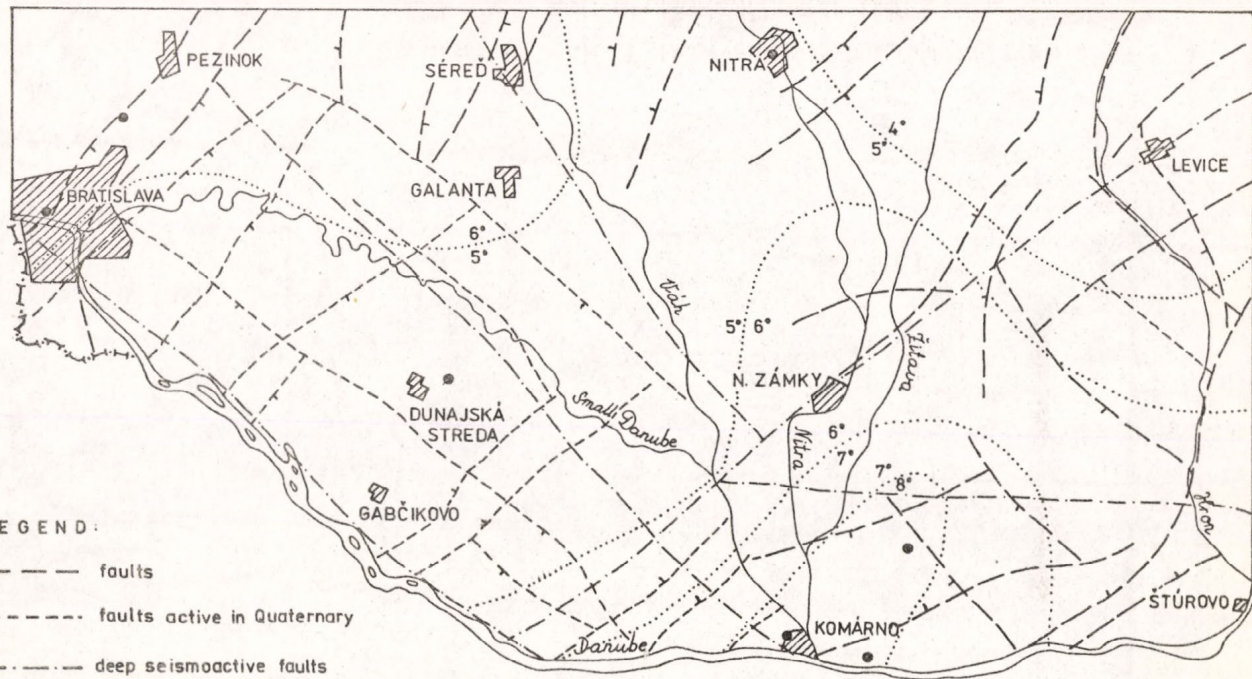
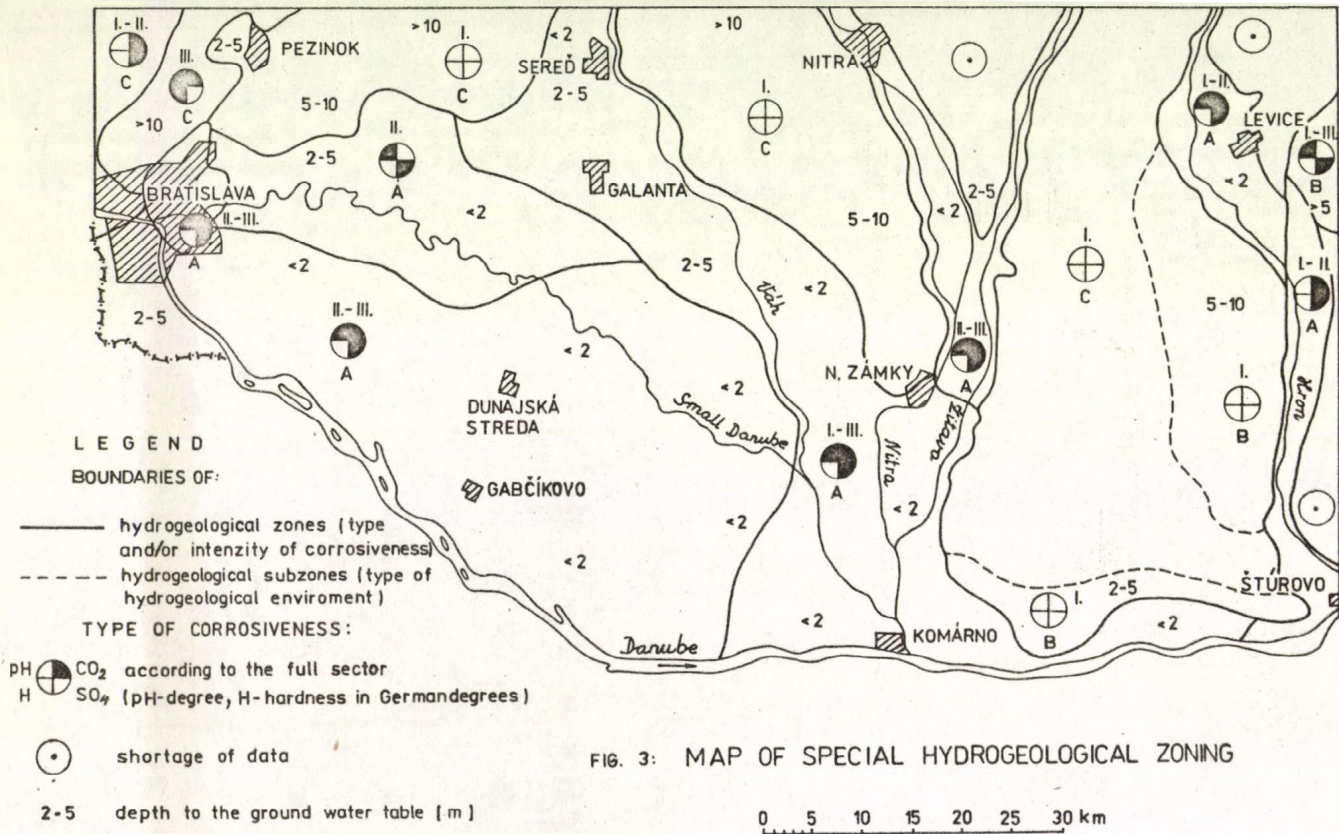


FIG. 2: MAP OF TECTONIC AND SEIZMIC CONDITIONS

0 5 10 15 20 25 30 km





A KISALFÖLD MÉRNÖKGEOLÓGIAI VISZONYAINAK  
TÉRKÉPEZÉSE 1:200000 MÉRETARÁNYBAN

M. Hrasna

A Szlovák Szocialista Köztársaság területére vonatkozó "Urbanizációs terv" igényeinek megfelelően a múlt év folyamán kidolgozásra került a Kisalföld Szlovákiában elterülő részének, 1:200000 méretarányú áttekintő mérnökgeológiai térképe. E térkép áttekintést nyújt az említett terület mérnökgeológiai viszonyairól és geopotenciális jellemzőiről, valamint alapul szolgál a terület egyes részeinek megítélésére mérnöki építmények létrehozására való alkalmasság szempontjából.

Jelenleg kidolgozásban vannak a Kisalföld egyes kisebb területi egységeinek 1:25.000 méretarányú mérnökgeológiai térképei. Ily módon kialakulóban van egy egységes rendszer a tárgyalt területre vonatkozó - különböző részletességi szintű - mérnökgeológiai információk beszerzésére.

КАРТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МАЛОЙ ВЕНГЕРСКОЙ  
НИЗМЕННОСТИ В МАСШТАБЕ 1 : 200.000

Мирослав ХРАСНА

Соответственно требованиям "Урбанизационного плана" касающегося территории Словацкой Социалистической Республики, в течение прошлого года была разработана обзорная инженерно-геологическая карта в масштабе 1:200.000 Малой низменности, расположенной в Словакии. Эта карта даёт обзор об инженерно-геологических условиях и геопотенциальных характеристиках данной территории, а также служит основой оценки отдельных частей территорий с точки зрения ее пригодности для возведения инженерных сооружений.

В настоящее время разрабатываются инженерно-геологические карты отдельных небольших территориальных единиц Малой низменности в масштабе 1:25.000. Таким образом формируется единая система для приобретения инженерно-геологической информации - с различной детализацией - касающейся обсуждаемой территории.



A KISALFÖLD KOMPLEX TÉRKÉPEZÉSÉNEK TÁVÉRZÉKELÉSEN, LÉGIFÉNY-  
KÉP-KIÉRTÉKELÉSEN ALAPULÓ ELŐKÉSZÍTÉSE ÉS MÉRNÖKGEOLÓGIAI MUN-  
KÁI

X X  
SÍKHEGYI FERENC - TULLNER TIBOR

Minden ország földtani kutatásának hangsúlyos témáját képezi területének földtani megismerése, az adott időszak követelményeinek eleget tevő földtani térképezés. Ez a törekvés indította a Magyar Állami Földtani Intézetet arra, hogy a hatvanas évek közepén megkezdje nagykiterjedésű síkvidéki területeink áttekintő méretarányú felvételezését. A földtani kutatás természetes fejlődési iránya azt hozta ugyanis magával, hogy a hegyvidékek nagyfokú megkutatottsága mellett az ország zömét jelentő medenceterületekről hiányoztak az egységes szemléletű, részletes ismeretek.

Az ötvenes évek elején végrehajtott gyorsított ütemű 25 000-es felvételezés után az 1965-ben megkezdett 100 000-es síkvidéki térképezés a felszinközeli képződmények térbeli lehatárolásán és a medence mélyebb szintjeinek tanulmányozásán túl azokat a szempontokat is figyelembe veszi, amelyeket a geológiai alapadatok felhasználói követelnek meg a földtannal szemben. Ez a munka a végéhez közeledik; összegyűjtött és feldolgozott alapadat-gyűjteményei és atlaszai a felhasználók számára a továbbiakban rendelkezésre állnak.

Ugyanakkor a másik nagy medenceterületen - a Kisalföldön - az ötvenes évek térképein és az azt követő, kisebb területrészekre szorítkozó szórványos kutatási adatokon kívül az alföldihez hasonló adatbázis és állami térképrendszer nincsen. Az előkészítés során jól megmutatkozott, hogy az ágazatok vagy egyáltalán nem éltek a meglévő adatok alkalmazásával vagy a többnyire egyetlen minőségű adatokat vették át.

---

x/ MÁFI

A fentiek indokolták a kisalföldi térképezési program megtervezését és elindítását. A térképezés területét és a terepi munkák időütemezését az 1. sz. ábra mutatja.

Kutatási módszertanban kézenfekvő, hogy szorosan az Alföld térképezéséhez kapcsolódjon; törekvésünk az, hogy az egyességéget biztosítsuk. Mindemellett az Alföld térképezésének tapasztalatai, a pontosabban megfogalmazódott népgazdasági igények szükségessé tettek bizonyos változtatásokat.

A térképezés módszertanában különbséget jelent a légifényképek iparszerű feldolgozása, a párhuzamosan folyó mérnökgeofizikai munka és a geomorfológiai kutatások széleskörű alkalmazása.

A térképezés előkészületi szakaszában a légifényképek fotogeológiai kiértékelése központi helyet foglal el. Az általános térképezési gyakorlat legtöbbször kerüli a fotók alkalmazását az erős fedettségre és a gyakori negyedkori üledékes takarásra hivatkozva. Ez a Kisalföld túlnyomó részén nem érvényes, mert egyfelől éppen a negyedkori üledéktakaró a kutatás tárgya, másfelől hiányzanak a hegyvidékekre jellemző nagy kiterjedésű, zárt erdőfoltok.

Az előkészítés során kidolgozott részletes módszertan szerint az interpretáció több alkalommal is szerepet kap a térképezési folyamatban. Alkalmazása szervesen kapcsolódik a korábban elfogadott térképezési rendszerbe:

#### KAMERÁLIS ELŐKÉSZÍTÉS

- Előző munkák adatainak összegyűjtése és feldolgozása,
- mintaterületek /típussterületek/ térképezése légifotók alapján,
- az előzetes légifénykép kiértékelés,
- az előzetes földtani térkép előállítás,
- fúrasi hálózat megtervezése.



## TEREPI MUNKÁK

- A fúrások lemélyítése és feldolgozása,
- előzetes földtani térkép helyszínelése,
- feltárások leírása, mintázása, ősmaradványgyűjtés,
- tematikus célú bejárások, megfigyelések, mintázások,
- mérnökgeofizikai szondázások.

## KAMERÁLIS FELDOLGOZÁS

- Újabb értékelés a terepi adatok figyelembevételével,
- földtani konturtérkép előállítás,
- anyagfeldolgozás,
- tematikus kiértékelés,
- térképszerkesztés, magyarázók összeállítása és kiadásra történő előkészítés.

A kiértékelés fényképanyaga 1980 és 1981 tavaszán készült topográfiai célú, fekete-fehér mérőkamerás fotosorozat 25—30 000-es közelítő méretarányal.

A kiértékelés tükrös sztereoszkóppal történik és három fő elem vizsgálatára irányul:

- az egymástól eltérő tónusú, különböző geomorfológiai helyzetű és mikrodomborzatú, gyakran más--más vegetációjú földtani testek elkülönítése, egymáshoz való viszonyuk tisztázása;
- az elkülönített képződmények genetikai típusának megállapítása;
- mechanikai összetétel becslés.

Ahhoz, hogy a kiértékelés megbízhatóbb legyen, az előkészítés során egymástól jelentősen eltérő földtani felépítésű mintaterületeket jelöltünk ki, ahol terepi referenciaadatok segítségével azonosítottuk és pontosítottuk a kiértékelést. A kapott előzetes földtani térképeket összehasonlítottuk a 25 000-es felvételezés eredményeivel is /2-3. és 4-5. sz. ábra/.



Az egyik mintaterület a Duna ártéri területén , a másik a Bakony hegység ÉNy-i előterében volt. A kapott adatok jól megmutatják, hogy a felvételek használata jelentősen megnöve-  
li a térképek megbízhatóságát és pontosságát, a térképezés  
"hatékonysága", időben kifejezhető sebessége megnövekszik.

A kiértékelés átrajzolása a 25 000-es ma. előzetes föld-  
tani térkép összeállítására céljából optikai pantográffal és  
kisebb részben LUZ átrajzó műszerrel történik.

A 10-15 m mély sekélyfúrások hálója homogén eloszlásban fe-  
di le a területet; 100 000-es laponként /kb. 37x37 km/ 256 db  
fúrást mélyítünk le, azaz négyszer négyet egy 25 000-es előze-  
tes földtani szelvénylapon. A szabályos mértani hálótól az e-  
lőzetes földtani kiértékelés birtokában minden esetben eltérün-  
ha attól többletismeret várható. Az eltérés esetenként a 600-  
800 métert is meghaladhatja.

A fúrások feltárás kiegészül azoknak a nagy feltárásoknak  
a leírásával és mintázásával is, amelyek az adott méretarány-  
ban is számottevőek. Ezt az indokolja, hogy átfedés van a  
középhegységi térképezéssel, amely ezt a módszert alkalmazza  
és így nem teljes módszerváltoztatással folyik ugyanannak a  
területnek az újabb vizsgálata. Természetszerűen ezeken az át-  
fedő területeken a földtani térképezés a lényegesen kisebb mé-  
retarányból eredően inkább csak átveszi a hegyvidéki térképe-  
zés eredményeit; jelentős, új földtani eredmény itt nem várha-  
tó.

Nem jelentéktelen előny a friss légifénykép a terepi tá-  
jékozódásban sem, mert gyakran teljesen pótolja a már használ-  
hatatlanná avult topográfiai térképeket.

A légifelvételek kiértékelése kiterjed bizonyos mérnökge-  
ológiai problémák megoldására is. A mérnökgeológiát közvetle-  
nül érdeklő mechanikai összetétel megbecslésein kívül jól kon-  
túrozhatók azok a területek, amelyek valamely szempontból épít-

tésre kedvezőtlenek. Ilyenek elsősorban a mélyfekvésű, gyakran vízborította területek, a mocsári--tavi üledékek, a lefűződött holtágak területei. Jól kimutathatók a korábban kibányászott majd betemetett, mesterséges feltöltésű területek, amelyeket a bányagödörbe került más minőségű és ezért eltérő tónusú anyag jelenléte és a mikromorfológia mutat meg.

A Sokoró vidékén jelenleg igen nagy gondot okoz a megváltozott talajművelési technológia kényszerű kísérőjelensége, a lejtők eróziója és a nem kívánt helyen bekövetkező jelenkori üledékfelhalmozódás. A friss anyagtranszport útvonala és kiterjedése körülhatárolható; a hasonló litológiai és morfológiai viszonyok esetén nem egy esetben kimutathatók a jelenleg még csak kezdődő és önmagát erősítő folyamat első jelei is /markáns vonalas barázdák a lejtőkön/, és kisebb biztonsággal prognosztizálhatók illetve kijelölhetők az erózióveszélynek kitett körzetek.

A térképezés szegélyterületein a markáns szintkülönbségek miatt aktív lejtőmozgások területek megjelenése is várható. A légifelvételek magassági torzítása az 5--8°-os szögnél meredekebb lejtésű területeket jól elkülöníti, így ezek a felszínnek külön is megvizsgálhatók ebből a szempontból. Az eddigi vizsgálataink szerint súvadásos területek a Bakony ÉNy-i peremén nincsenek, de kőzetomlások Csesznek környékén már kimutathatók - összhangban a korábbi kutatásokkal.

A mai értelemben vett távérzékelés alkalmazásával már lényegesen szerényebb eredményeket tudtunk a térképezés során felmutatni. A program előkészítésének idején megvizsgáltuk a földfelszínről készült, adott hullámtartományba eső elektromágneses sugárzás detektált képeit. Az egész területre vagy nagyobb összefüggő területre eső repülőgépes felvétel egyáltalán nincs és így az egyes kisebb területrészek jelentéktelen mennyiségű felvétele csupán érdekességnek számít. Erősíti ezt az a tény is, hogy e felvételek geológiai célú értelmezésének



módszertana Magyarországon nincs kidolgozva. Elérhetőbbnek látszott hát a könnyen hozzáférhető fekete-fehér felvételek kiértékelése még akkor is, ha a spektrális felvételeknél talán kevesebbet adnak.

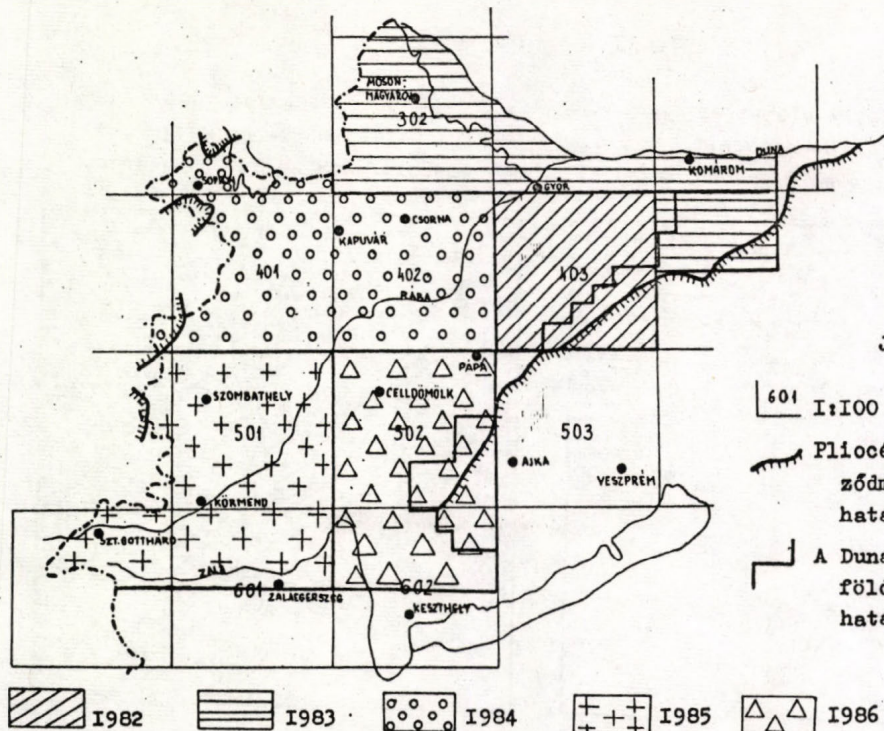
A kozmosz felvételek esetében, melynek távérzékelési módszertana Magyarországon jobban ismert, a helyzet valamivel kedvezőbb volt. A Landsat sávok képei és a Szoljut felvételek vizuális kiértékelése erősen hasonlít a légifényképek kiértékeléséhez és itt bizonyos szerkezetekre vonatkozó információk szerezhetőek voltak. Ezek esetében is szükség van a megalapozott morfostrukturális elemzésre, a mélyfúrások és geofizikai adatok tanulmányozására, a terepi ellenőrzésre.

A kiértékelés jól mutatja a Móri-árok és a Duna Pozsony és Győr közé eső szakaszának egységét, hatását a Duna jelen árterének kiterjedésére. A Sokoró diapir jellegét a három kiemelt hát és a vastagabb negyedkori üledékkal, folyólefutásokkal indikált külső gyűrű mutatja. Szintén meggyőzően rajzolódik ki a Bakony szinklinális jellege /amit nagyságrendben kisebb szerkezetek természetesen erősen torzítanak/, valamint többé-kevésbé jól követhető a Rába-vonal is, mint két - jellegében erősen eltérő-vonalas struktúrájú terület határmesgyéje.

A távérzékelésben használt számítógépes képfeldolgozás a rendszer fejletlen volta miatt többletinformációt nem adott, sőt a jelenlegi képfeldolgozási technika lehetőségei mellett a megszerezhető adatok mennyisége átalakítás után csökkent. A denzitásszeletelés, a képernyőre vetítés és a színes "plotterképek" a geológiai értékelést nem könnyítik meg. Több reményt nyújt az élkiemelés, a sávközi műveletek elterjesztése, a Colormation gép munkába állítása, de még az egyszerű színkompozitok vizuális kiértékelése is.

Munkánk megismertetésével a fő célunk az, hogy a valószínű felhasználók figyelmét e most induló munkára irányítsuk és a következőkben az együttes munka lehetőségét megnyissuk.





I. ábra: A Kisalföld földtani térképezési területe és terepi időütemezése

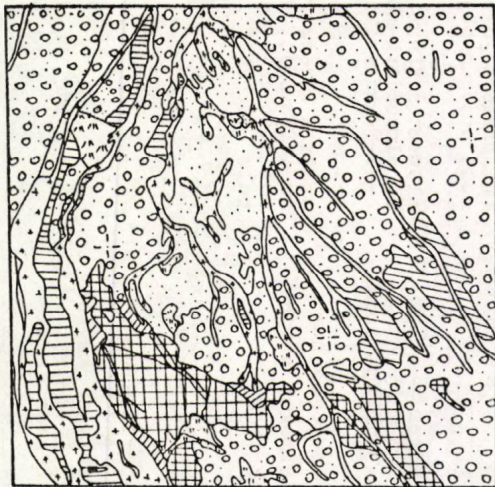


2. ábra: Dunaszeg és környékének  
 I:100 000-es előzetes föld-  
 tani térképe / 1981 /

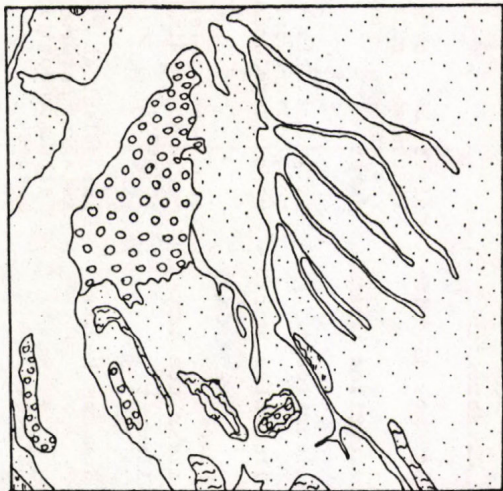


3. ábra: Dunaszeg és környékének  
 I:25 000-es földtani  
 felvétele / 1951 / kicsinyítve





4. ábra: Mezőörs és környékének  
1:100 000-es előzetes föld-  
tani térképe / 1981 /


















5. ábra: Mezőörs és környékének  
1:25 000-es földtani  
felvétele / 1951 / kicsinyítve








## J E L M A G Y A R Á Z A T

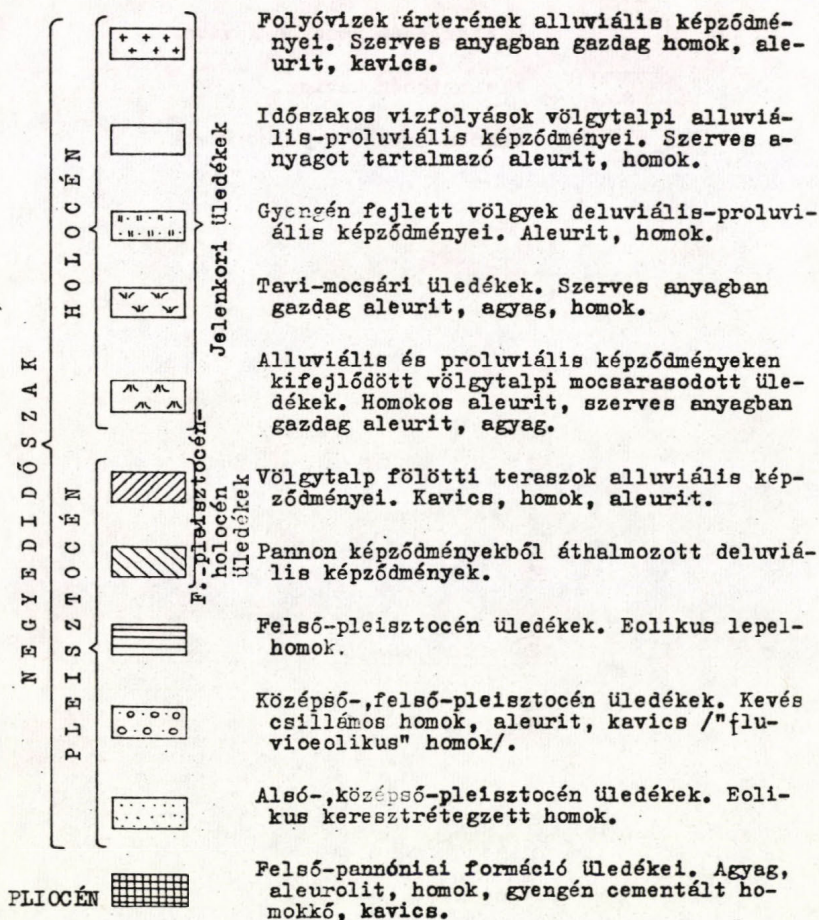
A 2. ábrához:

N E G Y E D I D Ó S Z A K	U J - H O L O C É N		Agyagos aleurit	Mélyebb helyzetű, lefolyástalan területek szerves anyagban gazdag üledékei
			Aleuritos agyag	
			Aleuritos agyag	Fattyúágak, kis vízfolyások, szivárgások mocsarasodó képződményei
			Aleuritos homok	
			Homok	
			Aleuritos homok	Mosoni-Duna jelenleg is épülő morotvainak képződményei
	Ó - H O L O C É N		Aleurit	
			Homokos kavics	Duna jelenlegi főágának gátaikkal határolt részén felhalmozódott kavicsos üledék
			Kavicsos homok	
			Aleuritos agyag	Kissé kiemelt helyzetű, feltehetően jól osztályozott homogén objektumok
			Homok	
			Aleuritos homok	Változatos finom reliefek és elmosódott maradványreliefek üledékei
			Kavicsos homok	
			Homokos kavics	
			Kavics	Morotvák keresztretégett, durvaszemcsés, vízfolyástól távolieső vagy pusztuló üledékei

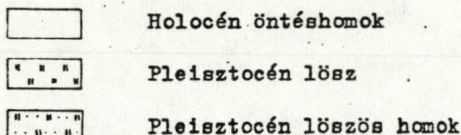
A 3. ábrához

	Öntésiszap
	Folyami kavics
	Lössös kavics
	Lössös üledék
	Réti agyag

A 4. ábrához:



Észlelt vető  
 Az 5. ábrához:





Pleisztocén homok.



Pleisztocén homokos kavics.



Pleisztocén kavics.



Pannon agyag, agyagos homok.



THE PREPARATION AND ENGINEERING GEOLOGICAL PROJECTS OF THE  
COMPLEX GEOLOGICAL MAPPING OF THE KISALFÖLD BASED ON TELE-  
SENSATION AND AERIAL PHOTOGRAPH-EVALUATION

Ferenc Sikhegyi - Tibor Tullner

The 100.000 scale complex geological mapping of the Kisalföld has begun in 1982. Its main aim - with the up-to-date methods of mapping - is to collect and deliver geological data which would satisfy the geological needs of the people's economic branches at a given scale. The f/f type aerial-photographs get a main role in the preparatory phase of the mapping in the planning of the shallow drilling system. Besides defining appr. granular composition and genetic type of the neogenic and younger sediments, based on referential data the interpretation extends to the engineer's geological task too.

ПОДГОТОВКА И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ КОМПЛЕКСНОГО  
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ МАЛОЙ ВЕНГЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ,  
ОСНОВЫВАЮЩЕЙСЯ НА ЛИСТАНЦИОННОМ ВОСПРИЯТИИ И РАСШИФРОВКЕ  
АЭРОФОТОСНИМКОВ

Ференц ШИКХЕГИ - Тибор ТУЛЛНЕР

Комплексное геологическое картирование Малой венгерской низменности в масштабе 100.000 было начато в 1982 году. Основной его целью является сбор и предоставление современными методами картирования таких геологических исходных данных, которые удовлетворяют в данном масштабе требования отраслей народного хозяйства геологического характера.

В подготовительной фазе картирования, большую роль в проектировании системы неглубоких скважин получают аэрофотоснимки ф/ф. Наряду с определением генетического типа и приблизительного гранулометрического состава неогенных и более молодых отложений, интерпретация распространяется также и на задачи инженерной практики геологического характера.



Scharek Péter<sup>x</sup>

A Nagyalföld komplex földtani térképezése mindeztidőig a Magyar Állami Földtani Intézet térben és időben egyik legnagyobb munkája. Az 1964-ben megfogalmazott cél a mintegy 45 000 km<sup>2</sup> kiterjedésű terület 24 teljes és 22 töredék 1:100 000 méretarányú lapon való feltárása, anyagvizsgálata, az eredmények atlaszok formájában való közreadása.

Természetesen ez a munka szervesen ráépül az Alföld- és negyedkorkutatás eddigi hazai eredményeire, hiszen ez az osztály végezte Sümeghy József vezetésével a sikvidéki területek 1:25 000-es térképezését is, és az 1:200 000-es földtani térképsorozat alföldi lapjainak szerkesztését.

Míg azonban a megelőző térképezés megmaradt a felszíni térképezés klasszikus formáinál, addig az új felvétel már a kezdeti célkitűzéseiben is nyitni akart a "mérnökgeológiai céltérképezés" felé. A Rónai András által vezetett alföldi, és az ezzel párhuzamosan megindult balatonkörnyéki 1:100 000 méretarányú térképezés volt az első ilyen jellegű munka a Földtani Intézetben. Ezek kezdeti formáiból, a centenáriumba megjelentetett Tihany és Szolnok atlaszok készítésének tapasztalataiból alakult ki az 1971-ben megfogalmazott KFH irányelv, amely a jelenleg folyó vagy most induló mérnökgeológiai térképezések útmutatója.

A mérnökgeológiai térképek jellegzetessége az, hogy habár mára már kialakult egy magyarországi gyakorlat ami megszabja, hogy mik tartoznak ebbe a fogalomkörbe, azonban a feltárási mód, a méretarány, a térképvariációk száma és jellege elsősorban a terület földtani felépítésétől és a tervezett hasznosítás módjától függ.

---

x/ MÁFI



A Nagyalföld térképezése nem adhat olyan részletes képet amit egy tervező egyedi tervezéskor méltán igényel. Ekkora területet átfogóan ábrázolni csak kis méretarányban lehet, ezért már az induláskor is a területrendezéshez, öntözőrendszerek kialakításához, nagyobb vonalas létesítmények előzetes tervezéséhez kívánt segítséget nyújtani, ha csak a szűken vett mérnökgeológiai térképváltozatokat nézzük.

Az általános földtani képet ismerve, ehhez legtöbbit a felszíni és a felszíntől 10 m mélységig terjedő képződmények, valamint a talajvíz elhelyezkedésének és kémiai összetételének regionális ábrázolása adhatja a legtöbb adatot. Ezek a térképek alkotják az egyes atlaszok lapvariációinak közel felét, átlagosan 16 térképváltozatot.

A közzétanti ábrázoláshoz - a megelőző kutatások tapasztalatai alapján - egy számrendszert állítottak fel. Erre azért volt szükség, mert az Alföld nagy részét fedő iszap, homokliszt és agyagrétegeket a hagyományos földtani és talajmechanikai nevekkel és a melléjük rendelt sraffokkal, nem lehetett volna egyszerűen elkülöníteni. A számrendszer ehhez adott segítséget, s így az ország területének mintegy felét kitevő Nagyalföld képződményeit egységes módon, ugyanakkor a kéziratok 1:100 000 méretaránya által megkövetelt részletességgel ábrázolhattuk. Azokon a területeken ahol nagyszámú képződményt kell ábrázolni, ott a sraffjelzéseket a számkódok jól helyettesítik, így az áttekinthetőség javul.

A talajvíz helyzetét bemutató térképek a gyakorlati életben leginkább használható felszíntől mért mélységet és a talajvízszint tengerszint feletti helyzetét adják meg. Ez utóbbi lehetőséget ad nagyobb területek talajvízáramlásának vizsgálatára, az esetleges szennyeződések továbbterjedésének előrejelzésére. Alföldi viszonyok között nagy jelentősége van a megütött talajvízszint külön való ábrázolásnak. Már a régebbi észleléseknél is feltűnt, hogy egyes területeken a talajvíz, vagy ebben az esetben a felszínhez legközelebb levő víztartó vize, jelentős nyomás alatt áll, s ennek következtében a fúrásokban és a későbbiekben minden feltárásban amely ezt a szintet eléri, a szabadtükrű víz több de-

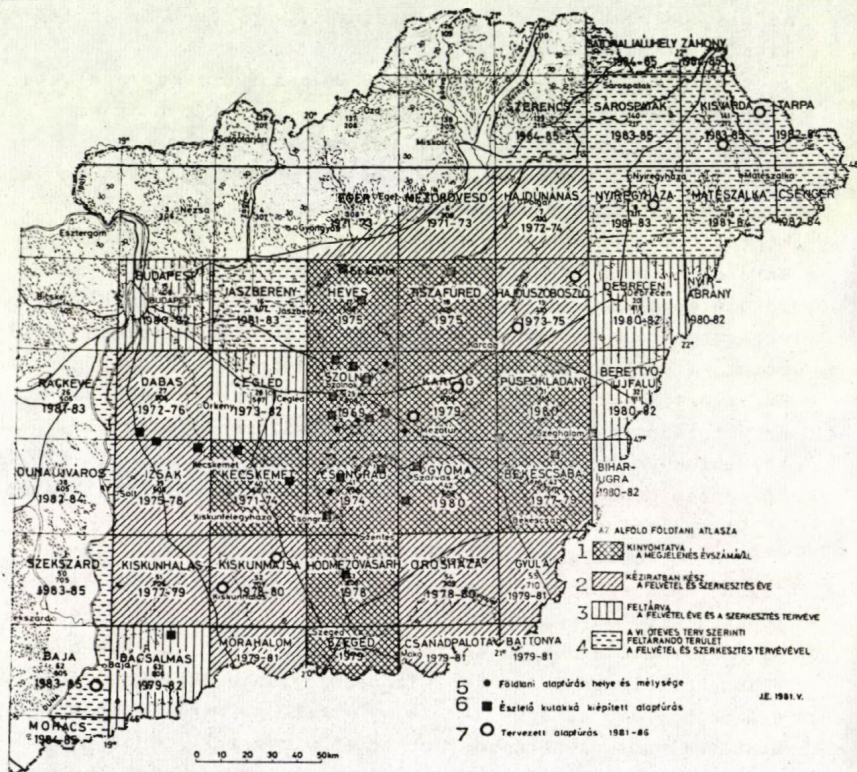
ciméterrel, helyenként több méterrel is magasabbra emelkedik mint a fúrás közben észlelhető vízszint. Az esetek többségében itt nem a felszíni vízzáró hatásáról van szó, hiszen ez a jelenség leggyakrabban a kis vízáteresztőképességű, ugyanakkor vízzáróval le nem takart víztartókban figyelhető meg. Ebben az esetben tehát egy esetleges víztelenítési problémához nem lenne elég ha csak a nyugalmi vízszintet, vagy csak az észlelt vízszintet ábrázolnánk.

Az atlaszokban agrogeológiai változatként szerepel, de mérnökgeológiai céllal is felhasználható térkép a felszín vízáteresztő képességét bemutató változat. A mai korban, amikor mind több gondot okoz az ipari és kommunális hulladék megfelelő és biztonságos elhelyezése, nagy szükség van az ilyen térképre. A mi esetünkben mintegy 12 000 fúrás adatait kellett értékelni, s ebben az esetben egy gyors módszert, de mérhető paramétereken alapuló módszert kellett kiválasztani amellyel a vízáteresztő képességet definiálni lehet. A térképeken a talaj és az általaj agyag+iszap tartalmát ábrázoltuk három szinten. Ez az érték fordított arányban van az áteresztő képességgel és az általános kép kialakításához jó módszernek bizonyult. A későbbiekben lehetőség van nagyobb közestestek átlagos áteresztő képességének térképi ábrázolására is a már elkészült szemcsevizsgálati eredmények alapján.

A térképezéssel egyidőben a negyedidőszak és a pliocén felső része képződményeinek megismerése érdekében 30 helyen mélyültek kis- és közép mélységű fúrások 100 - 1500 m mélységgel /1. ábra/ melyekből 25 kúttelepnél 74 észlelő kutat képeztek ki /több kúttelepen 3-4 réteg vizének egyidejű észlelése folyik/, s ezek egy É-D és egy NY-K irányú szelvény mentén pontos áttekintésre adnak lehetőséget az egyes víztartók nyomás-, hőmérséklet- és kémiai viszonyai vonatkozásában. Az elmúlt év végéig terjedő észlelések anyaga nyomdában van és a közeljövőben várható megjelenése az atlaszszorozat részeként. A Sikvidéki Osztály terveiben szerepel a már megkezdett DNY-ÉK irányú szelvény folytatása, s így az észlelőrendszer kiterjesztése az Alföld minden lényeges földtani tájegységére.



AZ ALFÖLD TÉRKEPEZÉS ÁLLÁSA 1981 VÉGÉN



1. ábra

Figure 1. The state of the mapping at the end of 1981

- 1 printed maps, 2 maps in manuscript, 3 holes are ready
- 4 planned maps, 5 geological boreholes, 6 check-wells
- 7 planned check-wells



## THE EXPERIENCES OF THE COMPLEX GEOLOGICAL MAPPING OF THE GREAT HUNGARIAN PLAIN

Peter Scharek

The Complex Geological Map of the Great Hungarian Plain has been compiled since 1965 in 1:100 000 scale on 46 sheets /Fig. 1/. The result is an atlas series containing 16 different engineering-geological map variations to aid the urban development and the desinging of irrigation systems. They show the geology at 2, 5 and 10 m depth below the surface, the observed and the hydrostatic level of the ground-water and their position above the sea level in the shallow holes drilled during the mapping. The dissolved solids in the ground-water are shown as well.

The maps use a code system to separate and represent the fine-grained sediments covering the most part of the Plain.

The Hungarian Geological Institute has set up a check-well network which can measure the changing of the water level of the aquifers in different depths.

## ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ БОЛЬШОЙ ВЕН- ГЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Петер ШАРЕК

К картированию Большой венгерской низменности в масштабе 1:100.000, растущей на территории примерно 45.000 км<sup>2</sup>, приступили в Отделе Равнинной местности Венгерского Государственного Геологического Института в 1965 году. Результатом работы является серия атласа, состоящая из 18-20 листов карт, которая охватывает примерно 30.500 км<sup>2</sup>, в то время как на территории примерно 12.200 км<sup>2</sup> закончилась разведка. Согласно плану полная серия будет готова к 1985 году.

Образцы из скважин глубиной 10 м, размещенных в 1,5 км-ой сетке, подвергаются в сольнокской лаборатории Отдела детальным седиментологическим и инженерно-геологическим испытаниям, и таким образом получают обзорную картину о составе частиц, водопроницаемости и содержании извести почвенного покрова и грунта основания, непосредственно взаимосвязанных с плодородием почвы. Изображается положение грунтовых вод, их химический состав, способствующий формированию оросительных систем.

Вариации, представляющие отложения, встречающиеся на глубине 2-5-10 м под поверхностью, пригодны для составления предварительных инженерно-геологических отчетов больших территорий, а также для проектирования оптимальной трассы линейных сооружений.

Основные скважины глубиной 100-1.500 м, пробуренные вдоль двух профилей, дают возможность современного познания - помимо геологических данных - водного режима четвертичных отложений бассейна при помощи наблюдательной сети.



KÖRNYEZETVÉDELMI SZEMPONTOK FIGYELEMBEVÉTELE  
AZ M-1-ES AUTÓPÁLYA NYOMVONAL KIJELÖLÉSÉNÉL

Vértés Mária<sup>x</sup>

*Kezelve P VI 10*

Az M-1. autópálya Győr-országhatár szakasza tanulmánytervét 1972. évben kezdte el tervezni az UVATERV - előterv szinten. A két végpont rögzített volt, és közöttük az autópálya nyomvonala a műszaki-gazdasági, település-fejlesztési, tájrendezési, környezetvédelmi, helyi és országos gazdaságpolitikai megfontolások figyelembevételével kellett megtervezni. A többlépcsős tervezési fázis végeredményeként 1980-81-ben készült el a döntéselőkészítő tanulmányterv - UVATERV és VÁTI közös munkájaként - amely négy nyomvonalváltozatot tartalmaz.

- "Piros változat" vagy u.n. "Szigetközi" változat, amely Győr és Mosonmagyaróvár között végig a Szigetközben halad;
- "Kék változat" vagy u.n. "Hansági változat", amely Győrzámolynál kilép a Szigetközből és a Hanság szélén halad;
- a "Zöld változat" Bácsa-Győrufalu-Abda térségében mintegy külső körút övezi a megyeszékhelyet, majd Abdánál keresztezve a MÁV Budapest-Hegyeshalmi vasutvonalat, annak térségében halad, az 1.sz. főút jelenlegi nyomvonallal mintegy "közlekedési folyosó"-t képezve;
- a "Fekete változat" vagy kompromisszumos változat, amely Bácsa és Öttevény között a "Kék változat" nyomvonalán halad, ezt követően az 1.sz. főút és a vasutvonal közötti területen vezet Mosonmagyaróvárig, majd a "Zöld változat" nyomvonalán éri el az országhatárt Mosonmagyaróvárt délről kerülve meg./módosított nyomvonal!/  
A környezetvédelmi részlettervek részletesen taglalják az egyes nyomvonalak által érintett területek tájvédelmi, természetvédelmi értékeit, műemlékeit, a kialakítandó üdülőterületek határait, fejlesztési céljait és a tervezett autópálya becsült környezetkárosító hatását.

x/ KPM, Győr



A meglévő "Hanság Tájvédelmi Körzet"-et a "Kék változat" mintegy 1,2 km-re közelíti meg.

Az Ásványráró térségében tervezett tájvédelmi körzetet - amely a Duna-szigeteken fészkelő és költő ritka vízimadarak kedvező életkörülményeinek megóvását hivatott biztosítani - egyik nyomvonalváltozat sem érinti, a "Szigetközi változat" 2,0-4,0 km-re halad el.

A természeti értékek közül a megyei védelem alá helyezett

- Hédervári erdőtől 1,5-2,0 km-re halad a "Piros változat",
- a Halászi ártéri erdőt érinti, a "Piros változat",
- a Feketeerdei tölgyest mindegyik változat elkerüli.

A meglévő hétvégi-házás üdülőtelkeket Sárás pusztá, Gyórzámoly és a Szúnyogsziget körzetében mind a négy változat érinti, Mosonmagyaróvár északi részén pedig a "Piros változat" halad át. A tervezett Dunakiliti üdülőterületet egyik változat sem érinti. A Hédervár-Lipót-Mecsér-Lébény körzetében tervezett üdülőterületet mind a négy vonalváltozat keresztezi 5,0-9,5 km.

hosszon. De tényleges zavaró hatást csak a "Piros változat" okoz, mert a másik három a meglévő vasut és l.sz. főút körzetében, azzal közel párhuzamosan keresztezi a területet.

Győr város ivóvízbázisa a Szigetközben van, erre épül a folyamatban lévő és a távlati fejlesztés is.

A tervezett autópálya környezetkárosító hatása részben az építéssel, részben az üzemeltetéssel függ össze.

Az építés során csökken a mezőgazdasági területek, az erdők nagysága a területigénybevétel, az anyaggyerőhelyek nyitása miatt, üzemszervezési, melliorizációs károk, táblásítási többletköltségek jelentkeznek.

A vadállomány fő mozgásirányát vadátjárókkal kell biztosítani, egyéb veszélyes szakaszokon védőkerítéssel kell a balesetveszélyt megelőzni.

Az üzemelő gépjárművek környezetszennyező hatása közismert. A kipufogógázok porral, szénmonoxiddal, széndioxiddal, kén-oxiddal, nitrogén-oxiddal, szénhidrogénekkel, ólommal szennyezik a levegőt, a talajt, a talajvizet, csökkentve közben a levegő oxigéntartalmát is. Azonban az autópályán folyamatosan, torlódásmentesen közlekedő járművek kisebb károsodást

okoznak, mint a városi utakon gyakran megálló, induló, lassan hajtó, illetve üresjáratban járó motorok. Az állandó, egyenletes, optimális menetsebesség mellett legkisebb a gépkocsik égéstermék kibocsátása, levegőszennyezése.

A levegőszennyezés mértéke függ a forgalom nagyságától, összetételétől, az úttal való távolságtól, az eloszlást, felhígulást akadályozó közeg jelenlététől, a terepviszonyoktól, széljárástól. Pontos számításba vétele nehézkes, szabványok, műszaki előírások erre nincsenek. Magyarországon a KKTKI végzett vizsgálatokat az egyes járműtipusok kipufogógáz-kibocsátására, illetve mérte a Balaton déli partján a közlekedési eredetű szennyezőanyagok koncentrációját. A mérések szerint pl. a szén-monoxid és a szénhidrogén koncentráció a sebesség növekedésével fordított arányban nő. Keresztirányban a szennyezettség a szélső forgalmi sávától mintegy 25 m-re már nem mutatható ki. /Egyébként az autópályák padka, rézsű- és árokterülete a kiszáradási határig mintegy 15 m-t vesz igénybe./ Az autópálya folyópályáján tehát az úttengelytől mérve 39 m széles terület vehető szennyezettnek.

A talaj és talajvíz szennyezését a leülepedő porból származó ólom, a kőutak téli sózása /20-40 gr/m<sup>2</sup> sózás alkalmakként/ és esetleg elfolyó olajak okozzák. A műtrágya és növényvédőszer repülőgépes szórása, továbbá az ipari üzemek szennyvizei ennél jóval nagyobb mértékben szennyezik a talajt és a talajvizet. A talaj és a talajvíz közötti forgalomból származó ólomszennyezésére számítási módszerek nem állnak rendelkezésre, a megengedett határértéket szabványok, műszaki irányelvek nem írják elő.

A közúti forgalom okozta zajártalom a nagyforgalmú városi csomópontokban válik elviselhetetlenné, a sűrű beépítésű magas házak között kialakuló reflexió, az induló és fékező járművek nagyobb zajkeltése miatt. Az autópályák folyamatos, egyenletes, nagy sebességű forgalma kisebb zajszintet eredményez, amely főleg az abroncsok és a szél zajától származik.

A megengedhető zajszintet az üdülőterületekre, lakóterületekre, ipari területekre, városi főútakra szabványok rögzítik, és a KÖTUKI vizsgálati eredményei alapján a KPM.1981.júliusában Műszaki Irányelveket adott ki a közúti közlekedési zajszint



okoznak, mint a városi utakon gyakran megálló, induló, lassan hajtó, illetve üresjáratban járó motorok. Az állandó, egyenletes, optimális menetsebesség mellett legkisebb a gépkocsik égéstermék kibocsátása, levegőszennyezése.

A levegőszennyezés mértéke függ a forgalom nagyságától, összetételétől, az úttól való távolságtól, az elosztást, felhígulást akadályozó közeg jelenlététől, a terepviszonyoktól, széljárás-tól. Pontos számításba vétele nehézkes, szabványok, műszaki előírások erre nincsenek. Magyarországon a KÖTUKI végzett vizsgálatokat az egyes járműtipusok kipufogógáz-kibocsátására, illetve mérte a Balaton déli partján a közlekedési eredetű szennyezőanyagok koncentrációját. A mérések szerint pl. a szénmonoxid és a szénhidrogén koncentráció a sebesség növekedésével fordított arányban nő. Keresztirányban a szennyezettség a szélső forgalmi sávtól mintegy 25 m-re már nem mutatható ki. /Egyébként az autópályák padka, rézsű- és árokterülete a kisértítési határig mintegy 15 m-t vesz igénybe. /Az autópálya folyópályáján tehát az úttengelytől mérve 39 m széles terület vehető szennyezettnek.

A talaj és talajviz szennyezését a leülepedő porból származó ólom, a közutak téli sózása /20-40 gr/m<sup>2</sup> sózás alkalmakként/ és az esetleg elfolyó olajak okozzák. A műtrágya és növényvédőszer repülőgépes szórása, továbbá az ipari üzemek szennyvizei ennél jóval nagyobb mértékben szennyezik a talajt és a talajvizet. A talaj és a talajviz közötti forgalomból származó ólomszennyezésére számítási módszerek nem állnak rendelkezésre, a megengedett határértéket szabványok, műszaki irányelvek nem írják elő. A közúti forgalom okozta zajártalom a nagyforgalmu városi csomópontokban válik elviselhetetlenné, a sűrű beépítésű magas házak között kialakuló reflexió, az induló és fékező járművek nagyobb zajkeltése miatt. Az autópályák folyamatos, egyenletes, nagy sebességű forgalma kisebb zajszintet eredményez, amely főleg az abroncsok és a szél zajától származik.

A megengedhető zajszintet az üdülőterületekre, lakóterületekre, ipari területekre, városi főutakra szabványok rögzítik, és a KÖTUKI vizsgálati eredményei alapján a KPM. 1981. júliusában Műszaki Irányelveket adott ki a közúti közlekedési zajszint

előrebecslésére, és úttervezési módszerekkel történő csökkentésére. UVATERV ezt megelőzően készítette el az M-1. autópálya nyomvonalváltozatainak környezetvédelmi tervét, ugyancsak a KÖTUKI vizsgálatain alapuló UVATERV tervezési segédlet felhasználásával. UVATERV mind a négy vonalváltozatra kiszámította a 2010. évi becsült forgalom nagyságok figyelembevételével az energia szerinti egyenértékű hangnyomásszinteket, az autópálya tengelyétől számított 25 m-re, majd kiszámolta és felrajzolta a zajszint keresztirányú terjedése, csillapodása alapján a szabványban előírt 60 dB/A /városi főforgalmi utak/ és 45 dB/A/üdülőterületek/ megengedett egyenértékű hangnyomásszintű izophon vonalakat. Ezek alapján megállapítható, hogy síkvidéken, a terepszinten vezetett autópálya két oldalán az úttengelytől 150-150 m távolságban biztosított a városi főutakra megengedett zajszint betartása, és 1050 m-re az üdülőterületen megengedett zajszint, amennyiben a hangnyomásszint csökkenését előidéző, a hang terjedését akadályozó erdők, földtöltések és lakóházak nincsenek.

A "Szigetközi változat" zajterhelése lakóterületet nem érint, a meglévő és tervezett Lébény-Hédervári üdülőterületet azonban 2,1 km. szélességben zavarja.

A "Fekete és Kék változat"-nál a megengedett zajszintnél erősebb hatás éri a Lébénymiklósi és Kéte vasutállomás melletti lakóházakat, és a meglévő üdülőterületeket Sáráspuszta, Győrzámoly térségében.

A "Zöld változat" az előző két nyomvonalhoz képest a Pinyédi települést, a Szunyogszigeti üdülőterületeket, továbbá a Vizmü területét is zavarja zajártalom szempontjából.

Az autópályák előzőekben részletezett környezetkárosító hatása miatt az M-1. autópálya nyomvonálával feltétlenül el kell kerülni a Szigetköz tájvédelmi körzeteit, fejlesztésre kijelölt üdülőterületeit, egyúttal minimálisra csökkentve Győr város vízbázisa szennyezési lehetőségeit.

Továbbá célszerű és szükséges a vasutvonal, a jelenlegi 1. sz. főút és az autópálya nyomvonálát lehetőség szerint egy "közlekedési folyosó"-ba sűríteni, és a kivitelezési terv készítése során az érintett lakó- és üdülőterületek körzetében a kisebb



környezetkárosító hatásokat hanggátló falak, erdősávok telepítésével, ipari növények termesztésével megoldani.

A környezetvédelmi tervezés a külföldi autópálya nyomvonal tervezéseknél is egyre nagyobb súllyal kerül figyelembevételre. Például Angliában a "Fokterület" elnevezésű Nemzeti Park kikerülése jelentett úthosszabbodást, építési és közlekedésüzemi költségnövekedést a Sheffield-Manchester ap. szakasz tervezésénél. Vagy ugyancsak Angliában az M-1. autópálya északi meghosszabbításánál Leeds környékén a tájvédelem, a környezetvédelem szempontjait messzemenően figyelembe véve a legcélszerűbb nyomvonalnak a többszázéves A-1 észak-déli főközlekedési út mellé tervezett nyomvonal bizonyult, "közlekedési folyosó" kialakításával.

Természetesen amikor a tájvédelmi, természetvédelmi területek kikerülésével tervezzük meg az autópálya nyomvonalát tudomásul kell vennünk, hogy ez úthosszabbodást jelent, és egyuttal az építési és közlekedésüzemi költségek növekedését, valamint a környezetszennyezés növelését is jelenti!

Az M-1. autópálya esetében Győr-Hegyeshalom viszonylatban a "Szigetközi" és a "Fekete" vonalváltozat úthossza közel azonos, 48 km. Azonban az M-15 nyomvonalán Mosonmagyaróvár-Rajka határátkelő között mintegy 3,1 km-es úthosszabbodás jelentkezik a "Fekete" változatnál, amelynek építési költsége 127 millió Ft, évi üzemeltetési többletköltsége 36 millió Ft többletköltséget jelent 1980.évi árszinten. Tehát azért, hogy a jövő nemzedéke életfeltételeit, egészséges környezetét biztosíthassuk, a holnap emberének fizetnie kell. A népgazdaságnak, az állami költségvetésnek pedig biztosítania kell a hosszabb útszakasz megnövekedett beruházási és éves fenntartási költségét.

A "közlekedési folyosó" kialakításának, a minél szűkebb, keskenyebb területsáv igénybevételének is megvannak a gyakorlati korlátai. A Megyei Tanács és a KPM. kérésére UVATERV és VÁTI megvizsgálta az autópálya nyomvonalának közvetlenül a MÁV vilamosított vasutvonalára mellé helyezése feltételeit /"Zöld" vonalváltozat/. A MÁV és a magyar-osztrák 220 kV-os nagyfeszültségű villamos vezetékek közelsége a helikopteres út- és for-

galomellenőrzést lehetlenné teszi. A közúti járművek és vasuti szerelvények fényei sötétben kölcsönösen balesetveszélyesen zavarják egymást, a közjük telepített erdősáv és a két nyomvonalas létesítmény töltése pedig hófogóként jelent problémát. A két nyomvonal közti minimális távolság az OÉSZ szerint 100 m. Ekkora és ennél nagyobb távolság esetén a közbezárt területek megközelítése okoz gondot, és a nagyüzemi mezőgazdasági művelést lehetővé tevő táblaméreteket kell biztosítani. Ezek figyelembevételével a minimális távolság a két nyomvonalas létesítmény között 400 m legyen.

A műszaki, gazdasági, környezetvédelmi szempontok mérlegelésével a módosított "Fekete változat" továbbtervezésében állapodott meg a KPM. Közúti Főosztály vezetője és a Megyei Tanács VB. elnökhelyettese 1981. december 3-án.

Befejezésül meg kell még említeni, hogy világ szerte kísérletek folynak a gépjárművek okozta zajszint csökkentésére /pl. katalitikus hangtompító alkalmazása/, továbbá az üzemanyag ólomtartalmanak, a kipufogógázok mérgező anyag koncentrációjának csökkentésére /pl. utánégetés/. Így várható, hogy az M-1. autópálya Győr-országhatár szakasza 1990-re tervezett forgalombahelyezése időpontjában a környezeti ártalmak a számítottánál kisebbek lesznek.



THE MARKING OF THE ASPECTS OF THE ENVIRONMENTAL PROTECTION OF  
THE LINE OF THE MOTORWAY N<sup>o</sup>- M 1

M. Vértés

The plan of the part of the motorway N<sup>o</sup>- M 1 between Győr and frontier had been finished in 1980-1981. Four variants of the line were made with taking into consideration technical-economic, settlement's developing, land-planning, environmental protection, local- and country-wide economic political aspects. On the areas connected with the lines the environmental protection planparts in detail analyse the area-protection values, nature protection values, art memorials, boundaries and development purposes of the planned resort areas, then the estimated demaging effect on the environment of the planned motorway-part. Concerning these must be at any rate evold line of the motorway the land-protection areas, planned resort-areas and the base of drink-water of the city of Győr. Besides it is serviceable and necessary would be to concentrate into "transport corridor" the railway, the already existing highway N<sup>o</sup> 1 and line of the planned motorway and to place here and there noise protection materials, to plant forest belts, to grow industrial plants.

УЧЕТ АСПЕКТОВ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ НАЗНАЧЕНИИ ТРАССЫ АВТОСТРАДЫ М-1

Мария ВЕРТЕН

К выполнению задания на проектирование участка автострады М-1 между г. Льер и государственной границей УВАТЕРВ приступил в 1972 году на уровне предварительного проекта. Два конечных пункта были зафиксированы, а трассу автострады между ними следовало запроектировать с учетом технико-экономических, местных и государственных экономическо-политических соображений, а также соображений по развитию поселений, благоустройству ландшафта, охране окружающей среды. В результате многоступенчатой фазы проектирования в 1980-1981 году было разработано - в итоге совместной работы УВАТЕРВ и ВАТИ - задание на проектирование, подготавливающее принятие решения, содержащее четыре варианта трассы.

Детальные проекты по охране окружающей среды детально обсуждают памятники старины территорий, затронутых отдельными трассами, границы и цели развития формируемых курортных территорий, и вредное воздействие планируемой автострады на окружающую среду. На основании этого трасса автострады должна обойти заповедники Сигеткёз, его курортные территории, выделенные для развития, к минимуму сократить возможности загрязнения водной базы города Льер. Далее трассу железной дороги, существующего шоссе № 1 и автострады целесообразно и необходимо сгустить в один "транспортный коридор", и в ходе разработки рабочих чертежей незначительные задачи по охране окружающей среды решить по необходимости установкой экраняющих стен, устройством лесных полос, выращиванием промышленных растений.





AZ M1-ES AUTÓPÁLYA TALAJMECHANIKAI VIZSGÁLATA  
TATABÁNYA-GYŐRI SZAKASZ

Kármán Péterné<sup>x</sup>

Az I sz. budapest-tatabánya-győr-hegyeshalmi főút az ország egyik legjelentősebb közútja. Észak-Dunántúl ipari, mezőgazdasági területeinek, városainak és településeinek egymásközötti és a fővárossal való kapcsolatát biztosítja. Ezen kívül a transzkontinentális közúti szállítások és a hazánkba érkező turistáknak is fontos közlekedési útvonala, mivel része az Európai Gazdasági Bizottság által kijelölt E5 jelű nemzetközi útnak. A legutóbbi forgalmi felmérések azt mutatják, hogy a Magyarországra belépő illetve kilépő összes jármű mintegy 50 %-a igénybe veszi ezt az útvonalat és a forgalomnak 25 %-a a transzkontinentális szállításokat bonyolító tehergépkocsikból áll. Jelenleg ez az út korszerűség és műszaki jellemzők alapján négy szakaszra bontható. Budapest-Törökbálint között autópálya, ami megfelel a modern forgalmi igényeknek. Törökbálint Tatabánya között kétnyomú autótút, Tatabánya kivételével elkerüli a településeket, és nagyjából megfelel a követelményeknek. Még ez évben átadásra kerül Bicske és Tatabánya között az M1 autópálya új 20 km-es szakasza, így tovább bővül a korszerű forgalmi igényeknek megfelelő utszakasz.

Tatabánya-Győr között gyorsforgalmi út, amely biztonságos és kulturált közlekedést biztosít. Győr-országhatár közötti szakasza vegyesforgalmú főút. Megfelel a forgalmi igényeknek, bár telítődését elősegítheti az ez évben átadott hegyeshalmi határátkelőhely, amely korszerűségével és bevezető szakaszával nyilvánvalóan vonzani fogja a forgalmat.

1968-as években az Utügyi Kutató Intézet felmérte az I. sz. főút forgalmát. Felmérése alapján Tatabánya-Győr között akkor még vegyes forgalmú főúton 10 szintbeni vasúti keresztezés, nagy helyi forgalommal terhelt hosszú városi és községi átkelési szakaszok akadályozták a forgalmat. A forgalmi előbecslések



1975-re jelezték azt a telítődést, amely már sem az átmenő, sem a helyi forgalom számára nem engedhető meg. Emiatt döntött úgy a KPM Közúti Főosztálya, hogy az M1 autópálya építését Tatabánya-Győr között kell kezdeni.

Az új nyomvonalat úgy jelölték ki, hogy Tatát és Komáromot D-ről, Győrtől É-ről kerülve épüljön ki a pálya. A tervezés 1968-ban az építés 1971-ben indult. Tatabánya Komárom között /62-87 km/ 1975-ben Komárom Győr között /87-118 km/ 1977. novemberében adták át a forgalomnak az új autópályát. Az üzembe helyezett 57 km hosszú gyorsforgalmi út az építés első ütemeként 15,5 m koronaszélességgel két forgalmi sávval fél autópályaként épült meg, de a földmunka teljes koronaszélességen mintegy 80 %-ban elkészült. A tervezés és építés fő szempontja volt, hogy a forgalmi igény növekedése és a hazai beruházás bővülése esetén a fél autópályát a forgalom zavartalan fenntartása mellett autópályává lehessen szélesíteni. Ez a fél autópálya szakasz a KPM Közúti Főosztály irányításával a KPM Budapesti Közúti Igazgatósága Autópálya Főmérnökség beruházásában épült. A beruházás lebonyolítója UTIBER, generáltervezője az UVATERV, generál kivitelezője az Aszfaltútépítő Vállalat volt. Az építésben 50 szervezet képviselői vettek részt.

A megvalósult létesítmény fő jellemzői:

Tatabánya-Győr közötti hossza:	57 km
Forgalmi csomópontok száma:	5
Átépitett egyéb utak hossza:	21 km
Felépült hidak:	
monolit	14
előregyártott szerkezettel	20
Pihenőhelyek száma:	6
Autópálya-mérnökség	1
Csatornázott szakasz hossza:	19 km
Földmunkamennyiség	4,2 millió m <sup>3</sup>
Az épített útburkolat területe:	995 ezer m <sup>2</sup>

Az építés alatt Komárom térségében központi aszfaltkeverő telep épült. Az aszfalt gyártás mellett, másik nagy termelési kapacitást az útalap előállítására igényelte. Mócsa és Bana határában helyi homokos kavicsbányába telepített keverőgépek dolgoztak.

Hidépítéshez Tatán és Komáromban hidépitő telepet, a Concó-völgyben és Győr térségében hidépítési telephelyek létesültek. A fenti feladat megoldásában sokféle szakág tervezői vettek részt. Az UVATERV Geotechnikai Szakegysége látta el az összes létesítmény talajmechanikai tervezését, munkájába bevonta az Utügyi Kutató Intézetet, amely magasszintű szakmai munkájával és jól felszerelt laboratóriumával támogatta az UVATERV tervezői munkáját és segítette építéskor a megvalósítását. A tervezés több fázisban történt 1968-ban tanulmányterv, 1969-70-ben bejárásai terv 1970-73-ig az építéssel egyidejűleg fokozatos tervszállítással az építési terv készült el.

Tatabányát követően az Átalér-völgyének elhagyása után az ÉNy-i DK irányú dombokat átszelve és a közttes völgyeket feltöltve épült a pálya, amely Mócса közelében elérte a győri teraszterületet. A Mócса-Győr közötti szakaszon kis domborultu egyhangu területen halad az út. A terepviszonyokat és a geológiai viszonyokat tekintve az építésre kijelölt terület két szakaszra bontható. Tatabánya-Mócса közötti vidéken a dombokat pleisztocén lösz takaró fedi. A lösz 4-8 m vastagságban túlnyomórészt kis képlékenységű meszes talaj. Talajmechanikai elnevezés szerint homoklisztnak minősül. A lösz fedőréteget pannon agyag követi, talajmechanikai minősítés szerint közepes és magas plaszticitású agyag, amely magas természetes fekvésbeni víztartalommal bír. Az agyagba gyakran települtek rétegvíz hozó homokrétegek is. A győri teraszterületet futóhomok és löszös homok fedi. A holocén is futóhomokként jelentkezik a Győr-Bana teraszvidéken. Mindkét szakaszon a mélypontoknak, völgyeknek öntés anyaga változatos a felső szint mindenütt finom szemcséjű iszapból és agyagból áll. Helyenként enyhén szerves puha talaj is jelentkezett. Az Átalér-völgyben a fedőréteget kavics, majd Mócсаig agyag, Mócса után egymást váltva homok és kavics kövsti feltárásaink szerint. A vázolt talajviszonyok földmunkavégzés lehetőségeit meghatározták. Az első szakaszon főleg kotrok dolgoztak. A bevágásokból kitermelt közepes és magas plaszticitású nedves agyagokat a magas töltések alsó részébe építették be. A töl-



tések felső része mindenhol jó töltésképző anyagból épült. Mőcsa-Győr közötti szakaszon a legnagyobb gondot az okozta, hogy mintegy 660 ezer m<sup>3</sup> földet kellett anyagnyerőhelyről biztosítani. A sík vidék és a magas mezőgazdasági kultúra miatt ez értékes többletkisajátításokat követelt. Itt a földmunkában a főszerepet a nagy teljesítményű földnyeső gépek vették át. A földmű építését két megoldatlan probléma kísérte, egyrészt az építés közbeni eroziós károsodások, másrészt a töltésrészsű kialakításának gondja. A munkaközi víztelenítést biztosító felületképzés mellett is minden eső után jelentős károk mutatkoztak. A hatalmas szabad földfelületeken elég volt egyetlen keréknyom ahhoz, hogy összegyűljön a csapadékvíz és koncentrált lefolyásával eroziót indítson meg. Bevágásokban e károk utólagos helyreállítása mindig kétes értékű, mivel betöltésük és tömörítésük csak gondos kézimunkával végezhető el. Töltéseknél a kivitelező kénytelen volt a földmű koronáját 0,5-1,0 m-rel szélesebbre építeni, túltölteni és tömörítés után a túltöltéseket lenyesni. Komárom térségében 8 m mélybevágást egyenletlen szemnagyságu száraz, finom homokban nyitottunk ki. Itt találkoztunk először szélerozióval, amely a pályaszakaszon a látótávolságot szeles időben méterekre lecsökkentette. Rézsűk erozió elleni védelmét mindenütt gépi füvesítéssel oldották meg. Ezzel a módszerrel bármilyen talajon lehet füvesítést végezni. A padkákön és töltés vállakon csak többször megismételt füvesítés hozott kielégítő eredményt, mert ezeket a felületeket támadja meg legjobban a csapadékvíz és a burkolat téli sózása is kipszttítja a sarjadó füvet.

Mind a szél, mind a csapadékvíz eróziója ellen a teljes védelmet a füvesítéssel kombinált növényvédelem jelentette, és az ehhez szükséges idő minimum 3 év.

A terep és talajviszonyok szerint két szakaszra osztható építési terület a víztelenítési munkák jellege, volumene szerint is elhatárolható két szakaszra. Tatabánya és Tata körzetében jelentős felszín alatti víztelenítő rendszert kellett megépíteni, míg a további területen szinte kizárólag csak felszíni létesítményekre volt szükség. Több mint 4 km hosszú olyan pálya épült, ahol a bevágásokban a magas talajvíz miatt a megfelelő

viztelenítést csak mélyszivárgókkal lehetett elérni. Ezeken a helyeken a lösz alatt fekvő pannon agyagfelszín hullámos települése miatt a talajvizeket mindenütt megütöttük, ha a furat a talajvizet összegyűjtő és vízvezető vápákat elérte. A nyugalmi és mértékadó talajvizszinteket részben észlelési, feltárás és természetes viztartalmi adatokból, részben a VITUKI kezelésében lévő Mócsa és Nagyigmándi talajvizszintészlelő kútak 1956 óta feljegyzett észlelési adataiból határoztuk meg. Rétegvizek előfordulásának lehetőségét vizsgálva talajvizszint megfigyelő kútra tettünk javaslatot. Az autópálya sávjában telepített 10 db talajvizszintészlelő kút adataiból bíráltuk el, hogy hol várható a pályaszint felett, vagy a pályaszint közelében jelentkező talajviz. Továbbá ennek alapján adtuk meg az évi ingadozást, amely 1,5-2,5 m volt. A kútak próbaszivattyuzási adatából a várható vízhozamot 80 l/percben adtuk meg. A talajviz főáramlási iránya ÉNy, DK-i volt ezért a pályára a vizek nem merőlegesen érkeztek, de a DNy-ÉK irányú áramlás is jelentős volt, mivel Tata körzetében a dombokat közrefogó két tó leszívó hatása is erősen érvényesült. A bevágások felszíni víztelenítésére csapadékvíz csatornák épültek, a baloldali folyóka alatt, a jobboldalon teljes koronaszélességre épült földműveket nyílt árkos víztelenítés védi. A 3 m-nél magasabb töltéseken a töltés védelmére a leállósáv burkolatához csatlakozva 6 cm magas vízterelő szegély épült és az összegyűlő vizeket 50 m-ként rézsűsurrantók vezetik a talpárókba. A szegélyek, surrantók, energiatorók és mederburkolatok előregyártott betonelemekből készültek. A teljes létesítmény víztelenítésére, beleszámítva az összes talpárkokat is összesen 160 km hossz adódik. Az autópálya 5 állandó vízfolyást keresztez, az Által-ért a naszály-grébicsi csatornát, a kocsmocsi csatornát a Concó-patakat és a Bakony-eret. A két csatorna kivételével a keresztező műtárgyak cölöpalapozással készültek, a csatornákat zárt keretek, az egyéb időszakos vízfolyásokat /Armc/ hullámlemez átereszek hidalják át. A külön-szintű keresztezést biztosító autópálya alul- és felüljárók, előregyártott felszerkezettel EHGE-70 típusú gerendákból ké-



szültek. Első ízben sikerült megvalósítani ilyen nagymértékben az előregyártott elemek alkalmazását. Két hid kísérleti jelleggel előregyártott alépitménnyel V alakú támaszokkal is készült, valamennyi hid sikalapozásával. Tatabányai csomópontban a 8101-es út és a MÁV áthidalásánál használtak először Hünnebeck-rendszerű állványokat. Ez a talajmechanikus tervező felé azt a követelményt támasztotta, hogy meg kellett adnia a túlemelés mértékét, melynek nagyságrendje a MÁV úrszelvény biztosítása végett volt fontos. Itt az alaptestek laza finom homokon állnak, a sikalapozás mélysége a terep alatt 1,5 csak a MÁV vágányoknál 2,0 m mély a környező térszint alatt. A hidfőket az állványok beszerelése előtt előterheltük, a többi támasz helyén gépi számítással készült süllyedésszámítást végeztünk. Megadtuk támaszonként a várható süllyedésértékeket, ennek alapján a szükséges túlemelés mértéke 7 cm-re adódott. A mérések alapján a számított és a tényleges süllyedések között 1 cm-nél nagyobb eltérést nem tapasztaltunk.

Alapvető elv volt, hogy a vonal mentén található helyi építőanyagokat minél nagyobb mértékben használjuk fel. Ennek elősegítésére a tervezés első fázisától kezdve alapos feltárás folyt. Hazánkban először alkalmaztak útalapnak, és az út teherbíróképességét biztosító védőrétegnek a talajstabilizációt, és ugyancsak először épült érdesített homokaszfalt kopóréteg is. Az útalapként készült gépben kevert és betontechnológiával kivitelezett cementes stabilizációs réteg anyagát a banai és mocsai homokos kavics bányákban telepített telepeken gyártották.

A győr-banai teraszvidéken a legalsó alsó pleisztocén tönkfelszínű kavics volt a gépben kevert stabilizáció anyaga, amely jól osztályozott homokot alig tartalmazott, ahol földusult a homoktartalom elérte a 40 %-ot. Különösen a mocsai bánya anyaga volt kedvező, hosszú ideig biztosította a tervezés során megadott műszaki paramétereket. Az elvégzett kísérletsorozat szerint cementigényük 7 sulyszázalék 500 cement, vagy 10 sulyszázalék 350-es jelű cement volt. A cementigény meghatározását az Utügyi Kutató Intézet adta meg. Az elvégzett kísérletsorozatok alapján mindig azt a cementadagolást java-

solta, amelyeknél a nedves térben tárolt mintahengerek egyirányú nyomószilárdsága meghaladta a 2000 kN/m<sup>2</sup> értéket, ugyanakkor a vizalatt tárolt minták nyomószilárdsága elérte az 1500 kN/m<sup>2</sup>-t és 12x8 óráig - 20 C<sup>o</sup>-on fagyasztott mintákét legalább 1000 kN/m<sup>2</sup> volt. Kivitelezéskor a javasolt cementadagolás után a megkívánt törőszilárdsági érték 7000 kN/m<sup>2</sup> volt. Az út teherbíróképességét biztosító védőréteg tükörben fekvő helyi talajból cementtel keverve készült. Alkalmasságukat talajstabilizációra és az alkalmas talajfajták cementigényét ugyancsak Utügyi Kutató Intézet végezte el. A főbb talajfajták cementigényei a következők voltak: homokliszt a cementigény 6-7 % körül mozog, ha a homoktartalom 50 % volt és 10 %-ra ugrott fel, ha a homoktartalom 20 % alá csökkent. Az iszap és finom homok 8-10 %-os cementadagolásnál adta az előbb leírt nyomószilárdsági értékeket. Az agyagok ha a plasztikus indexük 20 %-nál nagyobb volt, cementstabilizációra alkalmatlannak bizonyultak, ha a plasztikus indexét 20 %-nál kisebb volt még 10-12 %-os cementadagolással stabilizálhatók voltak. Az út-alapokat tehát gépben keverték és a keveréket Vögele-finiselekkel dolgozták be. A tükörben kevert cementes stabilizációt Howard-rendszerű magyar gyártmányú gépekkel készítették, mindkét stabilizációs rétegvastagság 16 cm volt, az alsó és a felsőréteget bitumenemulziós permetezéssel kezelték. Az érdesített homokaszfalt helyi anyaga banai bányahomok volt. Az érdesített homokaszfalt alatti 2x5 cm-es bitumenes útalapba dunai homokos kavicsot használtak fel.

A megépült szakasz jelentősége, hogy a gyorsforgalmi út az üzembehelyezett szakaszon 7 km-rel rövidíti a Tatabánya Győr közötti szakaszt. Elkerüli a településeket és a vasúti keresztezéseket, ezáltal mint egy fél óra időelőnyt nyújt a közlekedőknek. A nagyobb utazási sebesség mellett megnőtt a közlekedés biztonsága is egyrészt a nyújtott esztétikus vonalvezetés, másrészt a kitűnő tulajdonsággal rendelkező kopóréteg hatásaként. Az útmentén épült pihenőhelyek és üzemanyagtöltő állomások biztosítják a közlekedés kulturáltságát. A Tatabánya-Győr közötti szakasz jelentős állomás a hazai autópálya építésben, mivel a tervezés során kidolgozott új módszerek kivitelezéskor megvaló-



sulhattak a korszerű építési módszerek ezzel bevonultak és létjogosultságot nyertek az azóta épülő M1, M3 és M5 jelű autópályáknál is.

## THE SOIL MECHANICAL EXPLORATION OF THE M-1 HIGHWAY

Mrs. P. Kálmán

The planning of the Tatabánya-Győr section of the highway M-1 began in 1966 while the construction itself in 1977. The Tatabánya - Komárom section /62-87 km/ and the Komárom-Győr section /87-118 km/ were handed over to traffic in the November of 1975 and 1977 respectively as semi-highway. The construction site can be divided into two sections from the point of view of

- a./ field - and
- b./ groundwater-conditions.

The hilly district lying between Tatabánya and Mocsá constitutes a medium to tightly bound soil. However fine sand cover the nearly plain field between Mocsá and Győr. In the environment Tatabánya-Tata an important subsurface drainage system had to be built. It was a basic principle to recover the raw-material used for construction near to the site as possible so as a consequence of this idea we were the first to use cement stabilization and bitumenous gravel in a highway structure in Hungary.



## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОСТРАДЫ М-1

Петеряэ КАРМАН

К проектированию участка автострады М-1 между городами Татабаня и Льер приступили в 1966 году, а к строительству - в 1971 году. Участок между городами Татабаня и Комаром /62-87 км/ был сдан в строй в 1975 году, а между городами Комаром и Льер /87-118 км/ - в ноябре 1977 года. Территория строительства с точки зрения местности и грунтовых условий разделена на две части. В холмистой местности между г.Татабаня и Моча встречаются средне или сильно связные грунты. От Моча до г.Льер местность почти полностью плоская, покрыта мелкозернистым песком. В районе Татабаня-Тата необходимо было построить довольно значительную подземную обезвоживающую систему. Основным принципом заключался в разведке местных стройматериалов, встречающихся вдоль трассы, в результате чего у нас в стране, в конструкции автострады, впервые были применены стабилизация при помощи цемента и битумный гравий.

ALAPOZÁSI ÉS TERMÉSZETVÉDELMI KÉRDÉSEK A JASLOVSKÉ  
BOHUNICE-I /SZLOVÁK SZOCIALISTA KÖZTÁRSASÁG/ ATOMERŐMŰVEK  
ÉPÍTÉSÉNEL

OTEPKA JÁN

BEVEZETÉS

Az első csehszlovák atomerőmű építése 1958-ban kezdődött Jaslovské Bohunice környékén. Jelenleg már a harmadik erőmű épül. A szóbanforgó erőművek a voronyezsi típushoz tartoznak 2 - 2 reaktorral és 440 MW összteljesítménnyel.

Hozzászólásunkban az erőmű építésének mérnökgeológiai feltételeivel, a főbb objektumok alapozásával és az ehhez kapcsolódó természetvédelmi kérdésekkel foglalkozunk.

GEOGRÁFIAI HELYSZÍN

Az atomerőmű építésének területe a nyugatszlovákiai kerületben található, kb. 20 km-re északra Trnava /Nagyszombat/ városától a Jaslovské Bohunice község közelében /l.sz. ábra/.

A tárgyalt terület a Kisalföld északi részén fekszik, ill. a közelebbi geomorfológiai osztályozást tekintve a trnavai dombvidéken. A dombvidék mérsékelten hullámos arculattal rendelkezik, lapos domborzatu dombhátak és széles völgyek váltakozásával. A terület tengerszint feletti magassága 160 - 180 méter között van, mérsékelt lejtéssel DK és DNY irány felé.



## FÖLDTANI VISZONYOK

A terület földtani felépítésében a következő geológiai korszakok vesznek részt:

- a/ dácién - agyag és homok összletek
- b/ rumanien - a trnavai formáció kavicsos összlete homokos rétegekkel
- c/ pleisztocén - lösz képződmények

### a/ Dácién összlet

A dácieni üledékek a terepszint alatt a 25,5 - 45,5 méteres intervallumban találhatóak /5, 6, 7/. Litológiai szempontból agyagos, finomhomoku agyagos és aleuritos agyagösszletek ill. aleuritos rétegek fordulnak itt elő, tipikus kékesszürke, vagy zöldes árnyalatu színezéssel. Az agyagos réteg - összletbe helyenként különböző vastagságú és kiterjedésű homokos rétegek és lencsék települnek be. A homok többnyire finom, vagy közepes szemcsenagyságú.

### b/ Rumanien összlet - felső pliocén

A dácieni összlet fedőjét aránylag nagy vastagságú homokos-kavicsos réteg képezi; területi kiterjedése folyamatos. A komplexum vastagsága 12 és 25,5 m között váltakozik /5, 6, 7/.

A homokos-kavicsos réteget egy többé-kevésbé összefüggő közepes szemcsenagyságú homokos réteg két különböző részre osztja fel.

Az alsó réteg főleg durva kavicsból áll, a kavicsok átmérője általában 10 cm-ig terjed, de bőven van nagyobb átmérőjű is. Gyakori a limonittal cementált rétegek betelepülése, melyeket helyenként limonitos,

hematitos kötőanyagú konglomerátum vált fel. /A kavicsos összletben gyakori a vastartalmu, 30-40 cm átmérőjű konkréciók és geodák előfordulása is. Ritkán kisebb meszes homokkölencsékkel is találkozhatunk/. A felsőbb réteg általában közepes szemcsenagyságu kavicsból áll, nagyobb kavicsok csak ritkán fordulnak elő. A kavicsos anyag tökéletesen megmunkált és főleg kvarcból és kvarcittból áll. Kisebb mértékű a mészkő, gránit, homokkő és a kristályos palák előfordulása. A kavicsos összlet homokos összetevője erősen változik úgy vízszintes, mint függőleges irányban is.

A kavicsos összlet felett nem összefüggő agyagos, üledékes réteg helyezkedik el a lösz fekvőjeként. Vastagsága nagyon változó, általában 1,90-5,0 m között mozog. Az agyagos réteg nagy mennyiségű meszes konkréciót tartalmaz /Ø 4 cm-ig/.

c/ A pleisztocén lösz

A fentebb leírt felső pliocén komplexumok fedőjét nagy vastagságu lösz képezi. A korbeosztás szempontjából a pleisztocénhez soroljuk. Vastagságuk 4 és 17 m között váltakozik a terep morfológiájától függően. /5, 6, 7/. A löszös képződmények színezése a különböző világos sárgásbarna és kevésbé a barna között váltakozik. Meszes konkréciókat tartalmaznak, helyenként 10 cm-es átmérővel. A löszös képződmények nem rendelkeznek a tipikus lösz tulajdonságaival. Jelentős mértékben elvesztették mésztartalmukat és a makroporozitást is csak helyenként lehet észlelni. Agyagtartalmuk 7-8 m mélyen növekszik, plasztikus tulajdonságaik megváltoznak és agyagos talajok jellegét veszik át.



## TEKTONIKA

Az alaphegység felépítésében és morfológiájában tükröződnek a tektonikai viszonyok. A fő szerkezeti elemek közé a süllyedő vetők és az általuk elhatárolt sasbércek és szerkezeti árkok tartoznak. A leírt területrészt egy földtani tömbnek lehet tekinteni, melynek határait ÉK-DNy irányú vetők képezik. Mérsékeltbben lehet észlelni az erre az irányra merőleges vonalakat /10/. A rétegződés tulajdonképpen vízszintes, vagy közeli vízszintes, illetve mérsékeltén dőlt D, ill. DK irányban.

## HIDROGEOLOGIAI VISZONYOK

A földalatti vízkészlet legjelentősebb tárolója a rumániai kavicsos-homokos üledékes összlet. A víztartó rétegösszletre jellemző az egyenetlen üledékképző folyamat, mely a variabilis szemcseösszetételben is tükröződik. Az erősen különböző és helyről-helyre változó szemcseösszetétel a nagyon változó szivárgási viszonyokban is jelentkezik. A szivárgási tényező  $10^{-5}$  és  $10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$  között váltakozik /1, 3, 4, 5, 8/. A nyugalmi vízszint 16-25 méter mélyen van a terepszint alatt, ez 146-153 m tengerszint feletti magasságnak felel meg /Balti/. A víz szivárgásának iránya ÉÉNy-DDK /2/. Az infiltráció övezete a kavicsos formáció és a vízhatároló képződmények találkozásának területén található a Kis Kárpátok DK elhatárolásának közelében. A területre lehulló csapadéknak csak részleges szerepe van a vízkészlet közvetlen utánpótlásában a hatalmas löszös fedőréteg jelenlétének következtében.

## MÉRNÖKGEOLOGIAI JELLEMZÉS

A vizsgált területen előforduló talajok 4 különböző mérnökgéológiai rétegbe lettek sorolva. Az egyes rétegek

beosztásánál egyrészt litológiai-genetikai jellemzők, de főleg az anyagvizsgálatok eredményeiből származó talajmechanikai tulajdonságok voltak figyelembevételre. Azt szándékoztuk elérni, hogy az egyes mérnökgeológiai rétegek egyöntetű, homogén közeget jellemezzenek, melyek megközelítőleg egyforma tulajdonságokkal rendelkezzenek és így egyforma minőségű alapozási talajt képviseljenek.

Az egyes rétegek talajmechanikai tulajdonságait jellemző, a matematikai statisztika módszereivel megállapított átlagértékeket az 1.sz. táblázat szemlélteti.

1.sz. réteg - löszös-üledékes képződmény. Általában világos sárgásbarna, kevésbé barna, vagy szürkésbarna színezésű. A terepszint alatt 0,3 - 0,7 m mélységben kezdődik /közvetlenül a szántóföld alatt/ és vastagsága 5,6-9,5 m között ingadozik a morfológiai viszonyoktól függően. A szemcseeloszlási vizsgálat szerint 25-30 %-ban tartalmazza az agyagfrakciót / $\phi$  0,005 mm/. Az aleurit /0,005 - 0,053 mm/ 60-60 %-ban, a homokfrakció 8-20 %-ban van képviselve.

A plasztikussági tulajdonságok szerint itt a mereven képlékeny, illetve félig szilárd agyagokkal találkozhatunk. A szemcseösszetétel szerint következtetni lehet roszakadási hajlanosságra. A roszakadási tényező értéke általában 0,2 - 0,5 %-ban volt megállapítva, ez az érték a csehszlovák szabvány által előírt határértéken belül van /CSN 73001 Alapozási altalaj sík alapok alatt/, mivel ez a határ a szabvány szerint 1 %. Csak kivételesen voltak megállapítva ennél nagyobb értékek. Ezeket a löszös képződmények helyről-helyre változó tulajdonságaival lehet magyarázni.



2.sz. réteg - agyagos üledékek képezik. Sötétbarna, vagy feketésbarna színezésűek. Ide tartoznak a többé-kevésbé megszakított kiterjedésű agyagrétegek a kavicsos-homokos komplexum fedőjében. Előfordulásuk szintje 6-10 m a terepszint alatt és vastagságuk 3,5-9,0 m között ingadozik. Szemcseösszetételük erősen eltérő az 1.sz. rétegben leírt agyagokétól. Az agyagfrakció összetartalma eléri a 35-50 %-ot, helyenként a 70 %-ot. Az aleurit 40-55 %-ban, a homok 8-20 %-ban van képviselve. Mereven képlékeny anyagokról van szó, melyek a roska-dási határ szempontjából megfelelően biztosak.

3.sz. réteg - kohézió nélküli, laza kőzetből áll. Nagy, 12,0-25,5 m vastagságú réteget képez. Előfordulásának szintje 8,5-24,8 m mélyen a terepszint alatt kezdődik. Kavicsos összletről van szó, melybe rendszertelen homokos lencsék és gyenge rétegek települnek. A kavicsos-homokos összlet 10-50 %-ban tartalmazza a 3 mm-ig terjedő homokfrakciót. A kavics átmérője általában 8 cm-ig terjed, kisebb mértékű a 20 cm-ig terjedő kavicsok előfordulása.

A homokos betelepülések rendszertelenségére való tekintettel az egész réteggösszletre jellemző, mely kevésbé összenyomható közeget képez - szabványi irányértékek voltak meghatározva /1.sz. táblázat/. A meghatározás a CSN 73001 sz. szabványban, a kavicsos-kőhomok jellemzésére megadott értékek felhasználásával történt.

4.sz. réteg - dácieni kora fekvőagyagok alkotják. Ezen üledékek felszín alatti előfordulása 25,5 - 45,5 m között kezdődik. Többnyire tisztán agyagból van képezve, kisebb mértékű a homokos, vagy az aleuritós agyag előfordulása. Általában szürke, vagy kékesszürke, esetleg szürkés-kék színben jelentkezik. Variabilis szemcseösszetétel jellemző rájuk, az agyagfrakció 32-70 %

ban van képviselve. A plasztikussági tulajdonságok szempontjából az igen lágyan képlékeny, lágyan képlékeny és a mereven képlékeny agyagok jelenléte volt megállapítva.

Az atomerőmű komplexum épületei közül az építési altalajra a legnagyobb igényt az 1.sz. csoport objektumai támasztják /a reaktorok épülete, a gépház, a különleges üzemelés épületei, 2.sz. ábra/. Ezen épületek a löszös képződményekre épülnek /1.sz. réteg/, melyeknél roskadási hajlamosság volt helyenként megállapítva. Annak ellenére, hogy itt nincs szó a jellegzetes roskatag üledékekről, ezen lehetőség kizárásának érdekében mélyalapozás lett javasolva. Az objektumok öölöpökre épülnek /pilléralapozás/, melyek a kavicsos-homokos összletre /3.sz. réteg/ támaszkodnak. Így egyúttal megakadályozzuk az egyenlőtlen süllyedés lehetőségét. Annak érdekében, hogy a öölöpalapozási tervet a legmegfelelőbbben lehessen elkészíteni, nagy figyelmet fordítottunk az altalaj litológiai összetételére, valamint a talajmechanikai tulajdonságok pontos meghatározására. Ebből a célból a furási munkálatok mellett a statikus és dinamikus szondákat is alkalmaztuk. A öölöplábak elhelyezésének szintjén a furásokban végzett próbaterhelési vizsgálatokkal határoztuk meg az altalaj deformációs tulajdonságait.

A többi objektumnál, melyek alapozási altalaja a löszös képződményben található, és ahol feltételezni lehetett vízzel való érintkezést, illetve az altalajba történő állandó beszivárgást /mint pl. a hűtőtornyoknál, a különböző mérnöki hálózatnál, stb./, olyan intézkedések voltak javasolva, melyek biztosították a roskadási jelenség bekövetkezésének megakadályozását /tömítés, felszíni víztelenítés, stb./.



Az atomerőmű üzemeltetésének a környezetre való hatásának megfigyelésére a villanyerőmű közvetlen és távolabbi környékén előrefurt megfigyelő és külön ellenőrző szondák vannak kiépítve /2.sz. ábra/. Ezen megfigyelő és ellenőrző szondák egyes fajtáiban a talajba behatoló radiáció terjedése, a földalatti vizek szennyeződése /80 m mélységig/, valamint a felszíni vizek és vízfolyások szennyeződése van figyelve és ellenőrizve. A szellőztető kéményekből elszálló anyagokat meteorológiai módszerekkel figyelik. Az ellenőrző és megfigyelőpontok külső hálózata kb. 10 km-es körzetben van.

A FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE

1. Frankovic J. 1960: Vyhodnotenie hydrogeologických vrstov v Bohuniciach pre A1 MS Geofond Bratislava
2. Halabrinová N. 1957: Bohunice, elektrárén, alternativa B. MS, archiv IGHP Bratislava
3. Hlavaty Z. 1979: Jaslovské Bohunice, hydro - geologický prieskum, MS, archiv IGHP Bratislava
4. Machmerová E. 1981: Jaslovské Bohunice - hydro - geologický prieskum, MS, archiv IGHP Bratislava
5. Otepka J. - Hosek S. 1965: Jaslovské Bohunice, elektrárén A2, MS, archiv IGHP Bratislava
6. Otepka J. - Hosek S 1970: Jaslovské Bohunice, JE V1, MS, archiv IGHP Bratislava
7. Otepka J. - Hosek S. 1975: Jaslovské Bohunice JE V2. MS, archiv IGHP Bratislava
8. Porubský A. 1957: Hydrogeologický výskum staveniska Bohunice, alternativa B, MS, archiv IGHP Bratislava
9. Simonek P. 1980: Geologické a seizmologické prozkumy pri vystavbe JE v CSSR. Metodické pokyny Praha



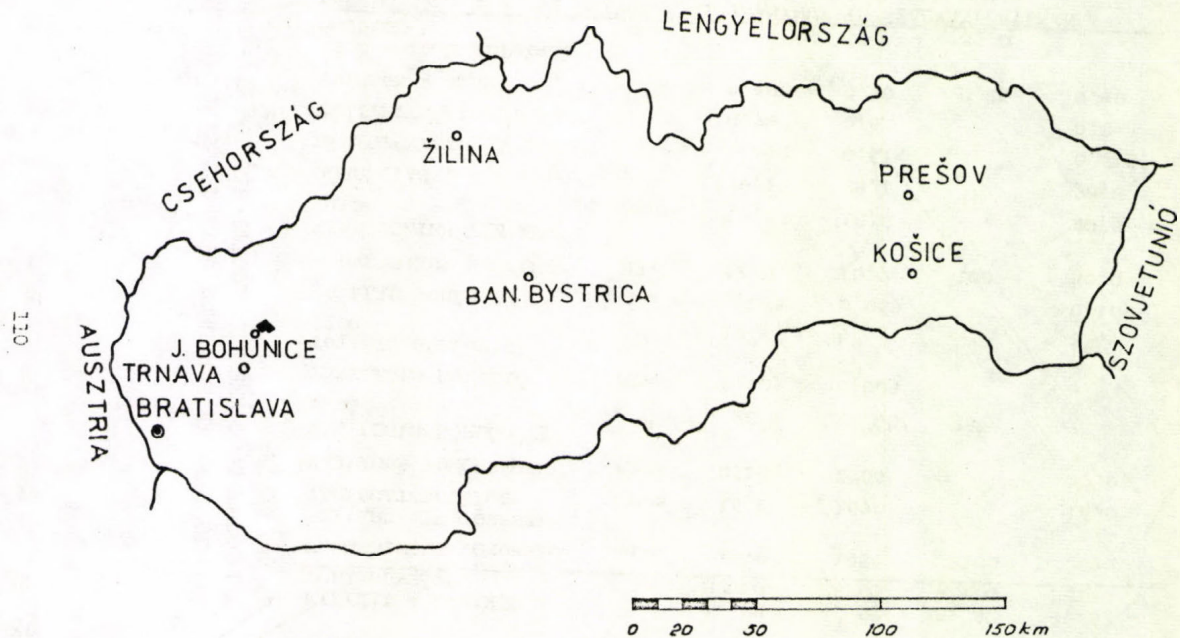
10. Vaskovsky I. 1981: Geologicko-tektonická studia  
z uzemia Trnavskej pahorkatiny  
a v jej okolí /pre potreby  
JE v Jaslovských Bohuniciach/.  
MS, archiv GUDS Bratislava

FIZIKAI - MEHANIKA TULAJDONSÁGOK	1. SZ RÉTEG	2. SZ RÉTEG	3. SZ RÉTEG	4. SZ RÉTEG
TERMSZETES TÖMÖRSÉG	1940	1980	2100	2070
" " " " " " " "	kg.m <sup>-3</sup>			
SZILÁRD ALKOTRÉSZEK TÉRFOGATSURUSÉGE	1650	1670		1670
" " " " " " " "	kg.m <sup>-3</sup>			
FAJLAGOS TÖMÖRSÉG	2710	2700		2730
" " " " " " " "	kg.m <sup>-3</sup>			
TÉNYLEGES SÚRLÓDÁSI SZÖG	28°	24°40'	36°	
" " " " " " " "	°			
TÉNYLEGES KOHÉZIÓ	0,005	0,003		
" " " " " " " "	MPa			
TOTÁLIS SÚRLÓDÁSI SZÖG	10°	4°		3°47'
" " " " " " " "	°			
TOTÁLIS KOHÉZIÓ	0,056	0,068		0,109
" " " " " " " "	MPa			
ÖDOMETRIKUS MODULUS	11,0	10,7	100	40,0
" " " " " " " "	MPa			
TERMSZETES VÍZTAR- TALOM	17,6	18,6		20,3
" " " " " " " "	%			
POROZITÁS	39,1	38,1		38,8
" " " " " " " "				
HÉZAGTÉNYEZŐ	0,642	0,615		0,613
" " " " " " " "				
TÉLTITTSÉGI FOK	0,74	0,81		0,89
" " " " " " " "				
POISSON - SZÁM	0,40	0,40	0,25	0,40
" " " " " " " "				
ÖSSZ - ALAKVÁLTOZÁSI MODULUS				
" " " " " " " "	MPa			
ÖSSZ - ALAKVÁLTOZÁSI MODULUS			85,0	
" " " " " " " "	MPa			

### 1. Sz. Táblázat

A KIVÁLASZTOTT MÉRNÖKGEOLÓGIAI RÉTEGEK ALAPVETŐ  
TALAJMECHANIKA TULAJDONSÁGAIT JELLEMZŐ ÁTLAGOS ÉRTÉKEK

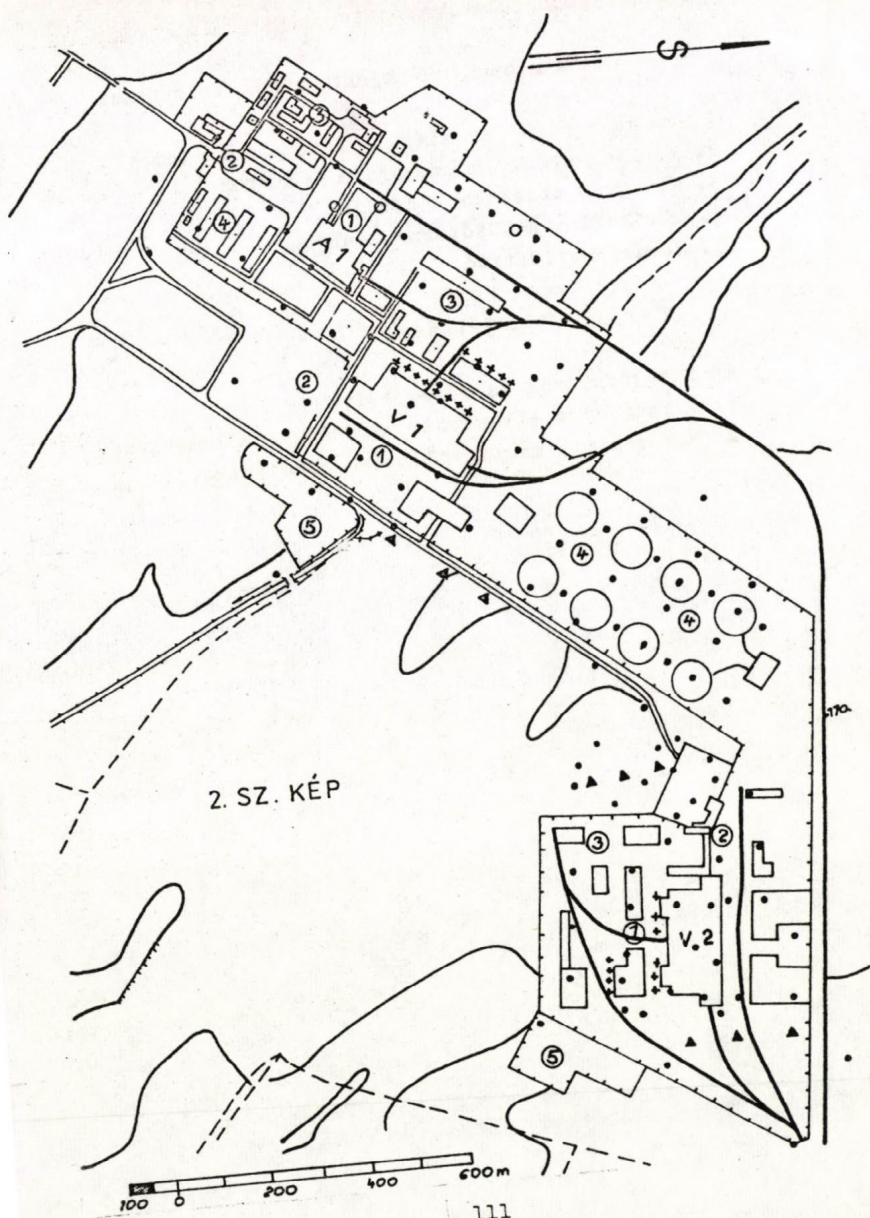




JASLOVSKÉ BOHUNICE-I AE HELYSZÍNRAJZA

1: 2000000

1. SZ. KÉP





## A. 2.sz. ábra jelmagyarázata

Az atomerőmű objektumainak felosztása:

1. Az atomerőmű termelési zónája - a fő termelő tömb
2. Közigazgatási és szociális épületek
3. Kisegítő objektumok zónája
4. Hűtőkörzet a hűtőtornyokkal
5. Szennyvizzisztító

További jelzések

- Kutatófurások és művek helye
- + A radiációs ellenőrzés szondáinak elhelyezése
- ▲ Háromszintű megfigyelőkutak elhelyezése

FOUNDATION PROBLEMS AND ENVIRONMENTAL ASPECTS RELATED  
TO CONSTRUCTION OF NUCLEAR POWER PLANT IN JASLOVSKÉ  
BOHUNICE

JÁN OTEPKA

In the northern part of Little Danube plain, in the vicinity of the town Trnava third nuclear power station of the voronezh type with two reactors 440 MW is presently under construction.

Pretentious constructions of the energy station are built in complicated ground conditions. Surface desposits are formed of thicks sheet of loesses /7 to 20 m/. At the base of loesses there is pliocene complex of sandy gravels continuous throughout the broader region of construction site. Thickness of this complex is between 12 and 25 m.

The article describes the way of structure foundation with respect to engineering - geological conditions; used input data are derived from statistically evaluated sample of laboratory and field test soil characteristics. Besides we discuss the main environmental problems connected with radioactive waste disposal.



ПРОБЛЕМЫ ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СТРОИ-  
ТЕЛЬСТВА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ЯСЛОВСКЕ  
БОХУНИЦЕ

Ян ОТЕПКА

В северной части Малой низменности возле города Трнава, строится уже третья АЭС. Речь идет об электростанции типа "Воронеж", которая состоит из двух атомных реакторов, мощностью по 440 Мвт каждая.

Строительство сложной конструкции электростанции осуществляется в сложных условиях возведения фундаментов. Поверхностную часть грунта представляет слой лёсса толщиной 7-20 м. Под этим слоем на большой территории встречаются песчано-галечниковые отложения плиоценового происхождения толщиной 12-25 м.

В статье приводятся способы возведения фундаментов упомянутой электростанции, с учетом данных инженерно-геологических условий, наряду с использованием статистической обработки результатов сбора лабораторных и полевых инженерно-геологических данных. Далее отчет занимается основными проблемами охраны окружающей среды с учетом радиоактивных отходов электростанций.

## A VÁG-MENTI CSUSZÁSOK HLOHOVEC VÁROS MELLETT

x  
Mahr Tibor - Otepka Ján

Jelenleg Szlovákia területén a legelterjedtebb geodinamikai folyamatokat a lejtőmozgások képviselik. Gyakran fordulnak elő fliss területeken, továbbá a vulkáni hegységek perem részein, valamint a neogén medencékben / T.Mahr, 1979 /, de előfordulnak a Kisalföld területén is. Talajcsuszások és más jellegű lejtőmozgások évente jelentős károkat okoznak.

A Vág-folyó bal partján, Hlohovec és Sereď városok között egy 15 km hosszúságú, összefüggő partcsuszások alakultak ki. A part magassága helyenként eléri a 150 m-t is. A magaspartokat homokos, és agyagos neogén lerakódások alkotják. A homokos rétegekben több nyomásalatti talajvízszint észlelhető. Ezek a mérnökgeológiai viszonyok tehát kedvezőek a lejtőmozgások kialakulására és továbbterjedésére.

E területen egy vizierőmű építése van tervbevéve. Kivitelezését viszont a lejtőmozgások nehezítik. Ennek következtében az említett területen jelenleg egy nagykiterjedésű mérnökgeológiai feltérési munkálatok folynak. A beszámolóink összefoglalja e munkálatok eddig elért eredményeit.

### A LEJTŐMOZGÁSOK KIALAKULÁSAINAK FELTÉTELEI

A lejtőmozgásokat előidéző körülményeket mindig maga az a környezet határozza meg, amelyben e mozgások lezajlónak. A kedvező körülményeket tehát az éghajlati, geomorfológiai, vízföldtani és geológiai viszonyai valamint a kőzetek tulajdonságai alkotják / A.Nemčok, 1977 /.

#### Éghajlati viszonyok.

A terület a mérsékelt éghajlati övezet melegebb zónájában fekszik. A jelentős hőmérsékleti ingadozások - hónapos, sőt évi átlaga - negatív hatással van a kohéziós talajokra.

x/ Slovak Technical University, Bratislava, CSSR



Nyári időszakban a talajok kiszáradnak, és a zsugorodás következtében létrejött repedéseken át, vízbehatolás keletkezik. A csapadék évi átlaga ezen a területen 622 mm. Nyáron a csapadék rövid időtartamú de intenzív. Tekintettel a lerakódások tulajdonságaira, nagy areális, valamint a 10m mélységet is elérő lineáris erózió keletkezik / 1. és 2. ábra /.

#### GEOMORFOLÓGIAI VISZONYOK

A Nitrai-domborzat valamint a Vág völgyének területe, két különböző geomorfológiai egységet képvisel. A lejtőmozgások keletkezése szempontjából nagy jelentősége van annak a ténynek hogy a Nitrai-domborzat perem része Hlohovec-nél 120-150m-re emelkedik a Vág medre fölé. Ez a magasság déli irányban csökken és már Sereď városnál csak mintegy 15-20m. A nagy szintkülönbség valószínűleg tektonikus törés következtében jött létre, viszont idáig nem sikerült e felutelezett törést bebizonyítani.

#### Geológiai viszonyok.

A területet pliocén eredetű agyag és homok /pont/ lerakódások alkotják. A homokrétegek helyenként homokkő formájába szilárdulnak. Az agyagok szinezése sokretű. Gyakran előfordulnak agyagmárgás betétek is. Az agyagok változó mennyiségű homokos frakciót tartalmaznak. A homok finom, és közepes szemcsézetű, változó mennyiségű agyag és szilt frakciókkal. Több méter vastag /helyenként 10-30m/, összefüggő betéteket alkot. A homokkő 0,3-0,5m vastag rétegekben található. Az 1m-nél nagyobb vastagságú réteg ritkán fordul elő / J.Otepka - J.Pisoň, 1980/. A negyedidőszakú lerakódások a Nitrai-domborzadtban elérik a 1-3m vastagságot. Csak a helyenkénti depressziókban érik el a 6-7 m-t. A kialakulás szempontjából, deluviális és proluviális lerakódások és eolikus képződményekről van szó.

A Vág völgyében a fluviális képződmények vastagsága eléri a 15 m-t. A felszíni homokos iszap és az alatta fekvő homok réteg összvastagsága eléri a 3-4 m-t. A homokos kavics lerakódások 5-12m vastagságot mutatnak ki.

A kavics szemcséi legömbölyödöttek, átmérőjük 1-12 cm, de hely-

enként eléri a 20 cm-t is. Kvarc, gránit, gneisz, melafir és homokkőből származnak.

### A talaj tulajdonságai.

Azokat a talajokat melyeknek tulajdonságai a lejtő álékony-ságának szempontjából fontosnak mondhatók, két csoportba osztható. Az egyiket agyagos a másikat pedig homokos talajok képviselik, melyek rendszertelenül váltakoznak.

1. Agyag. Többnyire erősen képlékeny talajról van szó melynek szemcseösszetételének 50-90%-át 0,005 mm-nél kisebb átmé-  
rű szemcsék alkotják. Némely esetben nagy mennyiségű homo-  
kot tartalmaznak. Homokon kívül még számottevő mennyiségű  
kalcit konkréciót /0,5-3cm átméretű/ és  $\text{CaCO}_3$  lisztet is  
tartalmaznak. A konzisztencia állapotuk többnyire merev. A te-  
litett homokréteg érintkezésénél a konzisztenciájuk közepes  
sőt néha lágy is lehet.

Az agyagos talaj egészében két részre volt felosztva; erősen képlékeny / $I_p$  20/ és közepesen képlékeny. Azon kívül az erő-  
sen képlékeny agyagos talajt még tovább negyedidőszakú és neo-  
génire osztották be. O.Menzelová/in M.Mesko et al / az agya-  
gok részére a következő átlagos talajmechanikai jellemzőket  
javasolja:

			erősen képlékeny		közep. képl.
			Kvartér	Neogén	
Természetes víztartalom	w	%	24,88	17,74	16,16
Fajsúly	$\gamma_s$	$\text{tm}^{-3}$	2,71	2,72	2,70
Térfogatsúly	$\gamma_n$	$\text{tm}^{-3}$	1,99	2,08	2,01
A száraz tal.térfogatsúlya	$\gamma_d$	$\text{tm}^{-3}$	1,60	1,77	1,74
Hézagtérfogat	n	%	39,68	35,03	35,35
Telítettség	$S_r$	%	91,91	88,30	77,12
Folyási határ	$w_t$	%	59,14	55,98	34,27
Plasztikus index	$I_p$	%	38,00	36,11	15,81

Az agyag hatékony nyírószilárdságának a megállapítása céljából 60 talajmintán a laboratóriumba nyírókísérletet végeztek. Tizenegy talajmintán pedig ismételt nyírókísérletet alkalmaztak az agyag reziduális nyírószilárdságának megállapítására.



A nyírókísérletek a következő eredményeket hozták:

		max.	min.	átlag
A nyírószilárdság csúcserőteke:				
$\varphi'_p$	°	25°40'	15°40'	21°30'
$c_p$	MPa	0,025	0,010	0,015
A reziduális nyírószilárdság értéke:				
$\varphi_r$	°	15°	9°	11°15'
$c_r$	MPa	0	-	-

2.Homok. Talajmintát csak olyan homokos talajból sikerült kiemelni, amely agyagos volt. A laboratórium a következő átlagos kísérleti eredményeket tüntette fel:

Térfogatsúly  $\gamma_n = 1,75 \text{ tm}^{-3}$

Súrlódási fok  $\varphi' = 29^\circ$

Áteresztőképességi együttható  $k_f = 5.10^{-5} \text{ ms}^{-1}$

Az említett területet a MCS skála szint a 7<sup>o</sup>-es szeizmikus zónába sorolhatjuk.

#### Vízföldtani viszonyok.

A talajvíz a masszívum homokos rétegeiben őszpontosul. Két vízzáró réteg közé zárva, nyomás alatti vízszint keletkezik /ártézi jellegű/. Ilyen vízel telítet horizont több is lehet egymás felet. Ötven méter mely fúrások 2 ilyen jellegű víz-horizontot mutattak ki. Az elért vízszint mindig 2-3m-rel, helyenként még 10m-rel is felszökött / M.Mesko-O.Menzelová-J.Oteška,1981/. Nem minden homokos talaj vízszint telített.

A talajvíz réteg források formájában gyakran lép ki a lejtő felületére /1.sz.ábra/. Csuszamláskor a vízhordó rétegek és horizontok lezárulnak. A talajvíz ez által behatol a csúszólapra és negatív hatással van a stabilitásra. A csuszamlások alsó /akumulációs/ része gazdagabb a talajvízre mint a lejtő felső stabil része, ezt sok esetben maga a növényzet is táplálja.

A neogén lerakodásokban fellépő homokos betétek áteresztőképességi együtthatója B.Leško és Š.Tichý /1963/ szerint  $k_f = 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$ .

## LEJTŐMOZGÁSOK ISMERTETÉSE

A lejtőmozgások a Vág-folyó bal partján Hlohovec és Sereď között egy 15 km hosszúságú összefüggő sávot alkotnak, mely viszont több különböző formájú, típusú csuszamlásokból áll, más és más kialakulási stádium és aktivitási szint mellett. A terület déli részében, ahol aránylag alacsony partok vannak a folyó medre idáig nem volt szabályozva. Így a partokat 10-20m magas meredek fal alkotja. A lecsúszott talajtömeget a folyó állandóan elmossa. A partvonal ezáltal évente több métert is visszavonul.

Viszont a terület középső részében, ahol már meder regulációt alkalmaztak a Vágon a helyzet már teljesen más. Ugyanis a csuszások alsó része stabil, de a felső része még aktív /2.sz. ábra/. A homlokvonal folyamatosan visszavonulásban van. A csuszások egyes fázisa köralakú csúszólapok mentén történnek. Az agyag kohéziója lehetővé teszi, hogy a csuszamlás folyamán a part nagy darabokban is leszakad, ami tömb típusú lejtőmozgásokhoz hasonló formákat alakít.

A legbonyorultabb helyzet a terület északi részében Hlohovec város mellett lelhető, ahol a lejtők ugyanis legmagasabbak. Több generációs csuszamlások egész rendszerealakult itt ki. Az 1.sz. ábrán bemutatott területen a csuszások három generációját lehet megfigyelni. Az első generáció /I.-jelölve/ kapcsolódik a magasabb szintű eróziós bázishoz. Ezek a csuszások érkeztek az utolsó stádiumba, amikor már a valóságban a lejtő az előző eróziós bázison stabilizálódott.

A jelenlegi felületük átlagos dőlési szögé 8°, amely tekintettel a reziduális nyírószilárdságra s a talajvíz jelenlétére, megfelelőnek bizonyulhat a stabilitás szempontjából.

Később a csuszások egyes részei újra aktivizálódtak az alacsonyabb eróziós bázisra / II. generáció/. A csuszások harmadik generációjára /III./ a jelenlegi eróziós bázisra kapcsolódik. Töbnyire az aktivitás kezdő stádiumában vannak. Kivételt csak az ábrán felmutatott középső rész jelent, ahol már a III.generációhoz tartozó csuszás előrehaladott. Még az első



stádiumból /III<sub>1</sub>/ eredő csúszamlási lerakódások már megkötöttek, a legfelsőbb rész /III<sub>3</sub>/ élő csuszást képvisel és a lejtőmozgás homlokvonala visszavonulóban van.

A lejtőmozgások sebességének mérése céljából az említett területen geodetikai pontok hálózatot létesítettek. A méréseket mikrotriangulációs módszerre végzik. Az idáig végzett mérések /kb.2 év/ eredményei azt mutatják, hogy az élő lejtőmozgások sebessége eléri a 96 cm/év. Szunnyadó csuszások sebessége 1-3 cm/év, míg a megkötötteknél a mozgásokat nem lehetséges kimutatni, mivel a mérési hibák kereteit nem haladják túl / J.Ábelovič,1981 /.

A csúszólap mélységének megállapítása céljából a fúrásokba, deformációt jelző PVC csövet helyeztek el. A csuszamlás területének a mérnökgeológiai feltérképezése segítségére repülőfelvételek vannak alkalmazva. Kísérletként néhány csuszásnál vízszintes vízmentesítő fúrások voltak létesítve. A feltérképezési munkálatok mindidáig még nem fejeződtek be.

#### A LEJTŐMOZGÁSOK KIHATÁSA A VIZIERŐMŰRE

Eredetileg a vizierőművet három variánsban tervezték. A tároló medence kihasználásának lehetősége szempontjából a legmegfelelőbbnek a Sereď melletti duzzasztóműves variáns látszódná. Ebben az esetben viszont a csuszások alsó részei a víz alá kerülnének. Gyakorlatilag ez a csuszások megkötött részeinek aktivizálásához vezetne. A terület középső szakaszán lévő csuszások álékonysága / Jambu számítási módszere alapján / megközelíti a F=1 értéket.

E okokból több mint valószínű hogy a harmadik variáns lesz realizálásra javasolva. Ez variáns a duzzasztóművet Zelenice község mellé javasolja /kb. a terület középrésze/. A felvízcsatorna Zelenicé-től a Sereď-i vizierőművig fog vezetni. A Hlohovec-nél létező legmagassabb lejtő részét baloldali gáttal javasoljuk megvédeni. Ennek ellenére kimarad egy védetlen kb.4 km hosszúságú szakasz. Ezen a szakaszon jelenleg intenzív feltérképezési munkák folynak. Egyes szakaszok számára már ki vannak dolgozva a szanálási eljárások és módszerek. Ezek sze-

rint a csuszások alsó része ellensúlyzó töltéssel lesz stabilizálva, kombinálva a vízszintes vízelvezető fúrásokkal, melyek a medence vízszintje felett vannak elhelyezve.

Ez a szanálási módszerek kombinációja jól bevált a Liptovská Mara-i vizierőműnél keletkezett csuszás stabilizálásánál.

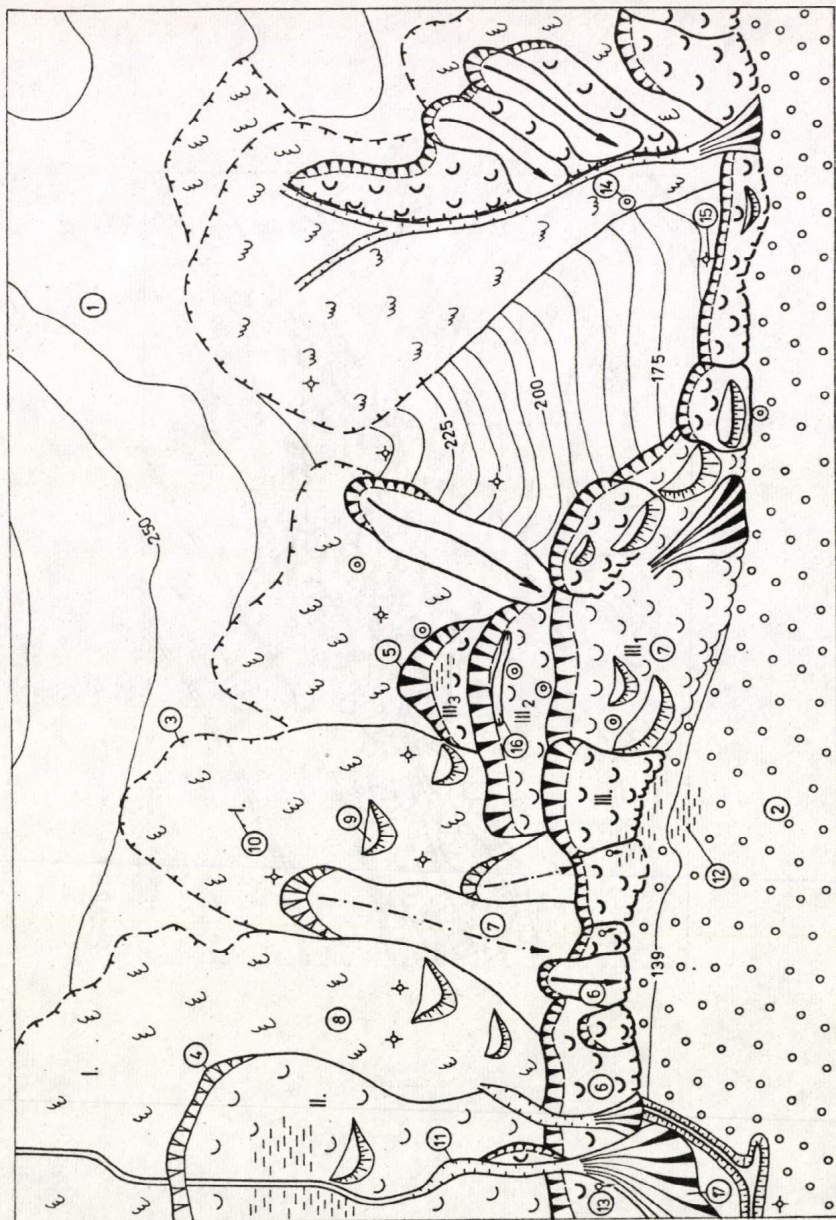
#### IRODALOMJEGYZÉK

- ABELOVIČ J. /1981/: Zošuv Hlohovec-Sereď. Výsledky geodetického merania podrobných bodov. Štvrté opakované meranie okt. 1981. Manuscript, Geofond, Bratislava, 11 s.
- LEŠKO B. - TICHÝ Š. /1963/: Výskum ľavobrežia Váhu medzi Hlohovcom a Sereďou. Manuscript, Geofond, Bratislava, 53 s.
- MAHR T. /1979/: Slope movement in the West Carpathians geological-tectonical units. Měrnökegeológiai szemle, No 23, Budapest, p. 163-213.
- MESKO M. - MENZELOVÁ O. - OTEPKA J. /1981/: Vodné dielo Sereď - inžinierskogeologický prieskum. Manuscript, Geofond, Bratislava, 93 s.
- NEMČOK A. /1977/: Geological-tectonical units. An essential condition for genesis and evolution of slope movements. Engineering Geology No 16, Krefeld, p. 127-130.
- OTEPKA J. - PISOŇ J. /1980/: Dolný Váh II. Štúdia. Manuscript Geofond, Bratislava, 47 s.



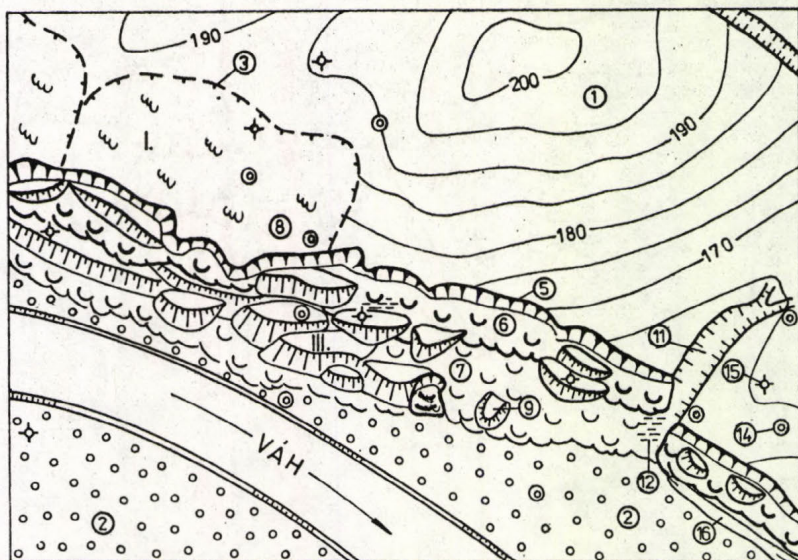
## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: A Hlohovec és Sereď közötti földcsuszamlási terület északi szakaszának a vázlatos térképe.
2. ábra: A Hlohovec és Sereď közötti csuszamlási terület közép szakaszának a vázlatos mérnökgeológiai térképe. 1-agyag, homok /Pliocén - pont/, 2-kavics, homok, iszap /Negyedidőszak/, 3- első generáció /I./ csuszások homlokvonala, 4- második generáció /II./ csuszások homlokvonala, 5- harmadik generáció csuszások homlokvonala, 6- élő csuszások, 7- szunyadó csuszások, 8- megkötött csuszások, 9- tömbök a csuszásokban, 10- csuszások kialakulásának stádiuma / 1,2,3/, 11- eróziós vízmosás, 12- nedves hely, 13- forrás, 14- fúrások, 15- geodéta megfigyelő pontok, 16- csuszamlási mélyedés, 17- alluviális törmelékkúp



1. ÁBRA





2. ÁBRA

LANDSLIDES ON THE LEFT VÁH RIVER BANK BELOW THE HLOHOVEC TOWN  
Mahr Tibor - Otepka Ján

Slope movements are the actual most widespread geodynamic processes in the territory of Slovakia. They are the most frequent in the flysch zone, on the margins of volcanic mountain ranges and in basins, but they occur also in the Danube Plain.

On the left bank of the Váh river, between the towns of Hlohovec and Sereď, there is a continued 15 km long territory of landslides. They are caused by the lateral river erosion into the western margin of the Nitra hilly country. The left bank near Hlohovec attains the height up to 150 m. It gradually subsides towards the South and near Sereď its height attains 15 - 20 m. The territory is built by Neogene clayey-sandy sediments /Pliocene, Pontian/. Ground water in the sandy layers forms several horizons of confined water table level. Therefore the engineering geological conditions are favourable for the occurrence and development of landslides.

In the southern part of territory, where the banks are low, the river bed is not processed. Banks are formed by active landslides. The accumulation of landslides is constantly transported by the river. In the middle part of the territory, where the river bed is processed, the lower parts of the landslides are stabilized, meanwhile the upper parts are active /Fig.2/. In the northern part of the territory, near Hlohovec, where the banks are the highest, a whole set of landslides formed of several generations and development stage /Fig.1/.

The construction of a hydraulic work is suggested in the area. However, its realization is complicated by landslides. It is why an extensive engineering geological investigation is being carried out in this territory. Our contribution is dealing with its preliminary results.



## ОПОЛЗНИ ВПОЛЬ РЕКИ ВАГ ВОЗЛЕ ГОРОДА ХЛОХОВЕЦ

Табор МАР - Ян ОТЕПКА

На левом побережье реки Ваг, между городами Хлоховец и Шерель, на участке длиной 15 км произошли оползни берега. Вследствие эрозионного воздействия реки в западной оконечности рельефа Нитра образовались крутые берега высотой 100-150 м. Высокие берега образованы песчаными и глинистыми неогенными отложениями. В песчаных слоях наблюдается несколько уровней грунтовых вод под давлением.

Эти инженерно-геологические условия благоприятно воздействуют на протекание движения склонов. Ввиду того, что на реке Ваг между городами Хлоховец и Шерель запроектировано строительство новой электростанции, оползни вдоль реки Ваг представляют серьезную проблему как для проектировщиков, так и для строителей. Значит вследствие этого в настоящее время на упомянутой территории ведутся крупные инженерно-геологические разведочные работы.

Отчет обобщает результаты, достигнутые до сих пор в ходе проведения данных работ.

A TIMFÖLDGYÁRI VÖRÖSISZAP ELHELYEZÉS MÉRNÖKGEOLÓGIAI ÉS  
KÖRNYEZETVÉDELMI KÉRDÉSEI

X  
Ember Károly - Radó Gábor X

A VÖRÖSISZAP KELETKEZÉSE, TULAJDONSÁGAI, KÖRNYEZETSZENNYEZŐ  
HATÁSA

A timföldgyártás során a bauxitban lévő alumíniumoxidot tár-  
ják fel, és melléktermékként visszamarad a nagytömegű szeny-  
nyező anyag a vörösiszap.

Hazánkban a timföldgyártás Bayer eljárás alapján történik.  
Ez az eljárás egy oldószeres körfolyamat, amelyben nátrium-  
hidroxiddal kioldják a bauxit alumínium-oxid tartalmát /fel-  
tárás/, majd az oldatból a timföldet kiválasztják /kikeve-  
rés/ és végül vizmentesítik /kalcinálás/. Az eljárás során  
egy tonna timföldre számítva kb. két tonna vörösiszap kelet-  
kezik.

Hazánk három Timföldgyára évente közel 2 millió m<sup>3</sup> vörösisza-  
pot bocsát ki.

Ismereteink szerint a jelenleg ipari hulladéknak minősülő  
vörösiszap másodlagos hasznosítására és kísérő elemeinek ki-  
nyerésére világszerte folynak kísérletek. Mindezideig a la-  
boratóriumi eredmények a magas beruházási és üzemköltségek  
következtében nagyüzemi méretekben nem alkalmazhatók.

A kémiai összetételt tekintve a vörösiszap - kísérő elemek  
oxidjait nem számítva - két alapvető ásványcsoportból: vas-  
ásványból és nátrium-aluminát-hidroszilikátokból áll. Ezen



összetevők mennyisége egymással közel azonos. A vörösiszap környezetszennyező anyag, amely abból következik, hogy erősen lúgos kénhatású:  $\text{pH}_{\text{max}} = 11,25$ .

A nátronlúgot, vasat és vizet lekötve tartó, letüledett vörösiszap különleges fizikai tulajdonságokkal rendelkezik. A folyási határ, a plasztikus index és a zsugorodási határ alapján, ezeket a talajfizikai jellemzőit tekintve agyagféleségnek minősülne, a szemcseösszetétel szerint azonban iszapnak, illetve homoklisztnek felel meg. Vizáteresztőképességi együtthatója  $k = 10^{-6}$  cm/s, vízzel telítve nem vízzáró, ugyanakkor tixotrop tulajdonsága következtében könnyen folyóssá válhat. Viztartalmát hosszú idő után sem veszíti el. A tárolótéren, majd a mélyebben fekvő vörösiszaprétegekben a víztartalom évek múlva is 30-40 %, felülete, hosszabb szárazság után erősen repedezetté válik.

Hatalmas mennyiségű tömény lúgot kell tehát elhelyeznünk a környezetben a vörösiszap deponálásakor.

A vörösiszap környezetszennyező hatása kettős. Egyrészt a talajjal érintkezve abban a pillanatnyilag és méginkább a távolokban súlyos károsodást okozhat, a talajvízzel elszivárogva szennyezi a környező térség talajvizet, a közeli kutakat /talaj és vízszennyezés/. Másrészt a lerakótér felszínének kiszáradása után az apró részecskék lúgos porfelhővel árasztják el a környéket /légszennyezés/.

#### A hidraulikus hányók

A nagymennyiségű hulladékanyag a legtöbb üzemben technológiai okok miatt vízzel együtt jelenik meg, illetve vizes keverékként képződik. További üzemek belső technológiai folyamatában pedig kedvező gazdasági mutatói következtében választották a vizes - hidromechanizációs - eljárást a hulladékok eltávolítási módjául. Ez a szállítási és tárolási eljárás az

ipar fejlődésével együtt terjedt el, ezt alkalmazzák a vörösiszap esetében is.

Az ipari folyamatokban keletkező anyagok mozgatásánál a szilárd anyag és víz keverékét különféle feladó berendezéssel, szivattyus energiaközléssel, csővezetéken szállítják és terítik el a fogadó területen /tárolón/.

A csővezetéken kiszállított szilárd hulladék-anyagok a hidraulikus hányón ülepednek ki, és halmozódnak fel.

A zagy-távvezetéken, majd a körvezetéken nyomás alatt érkező zagy a beömlő csöveken át a kazetta vagy a tároló kerületéről, annak belsejébe ömlik. A kifolyás után szétterül, egyben anyagmozgató energiája folyamatosan csökken.

A tároló belseje, az ülepitőtő felé áramló zagyból a szállított szilárd szemcsék, nagyságuknak megfelelő sorrendben lerakódnak. Az ülepitőtőből a nyelőkön és a szivárgórendszeren a hányóból kikerülő szállító folyadék a returrendszer útján általában visszakerül az üzembe, vizgazdálkodási és környezetvédelmi szempontból újrahasznosítás céljából.

Az elhelyezésre kerülő ipari hulladékok szilárd részének tulajdonságaitól függően többféle hányóépítési módszer alakult ki. Így például - ha a zagy szilárd része olyan frakcióból áll, amelyek nem alkalmasak gátépítésre /vörösiszap/, akkor földanyagból olyan gátakat kell építeni, amely mögött elfér a tárolandó anyagmennyiség.

Egyes esetekben a tárolót határoló földtöltést, széntüzelési erőműben keletkező kötőképes salakpernye helyettesíti, amelyet kezdőtöltések közé szintén hidromechanizációs uton szállítanak ki és helyeznek el. Ezzel a tárolási módszerrel két ipari hulladék/vörösiszap és salakpernye/ elhelyezését lehet megoldani.

A hulladékanyagok ártalonmentes elhelyezésének több összetevője van, így a talajvédelem, a felszíni és felszín alatti



vizek védele, a légköri szennyeződés megakadályozása, a tájvédelem, a tájlesztétikum figyelembevétele, az ellenőrző rendszerek kialakítása és végül a rekultiváció.

A hidraulikus hányók valamennyi létesítményének kialakításánál rendszerint alapvető követelmény a szállító folyadékok teljes visszaforgatása, ezzel csökkenthető az esetleges pótvizigény és a környezeti szennyeződést előidéző elszivárgó vízmennyiség.

A követelmények teljesítése mellett a szállító folyadékok egy része lekötött formában a tárolótéren az elhelyezett anyagban marad, más része pedig az általa vizáteresztő képességétől függően elszivároghat, ezáltal szennyezheti a talajt, a talajvizet, a tároló közvetlen, esetleg távolabbi térségét.

A hidraulikus hányók /hulladéktárolók/ kijelölésénél egyebek mellett alapvető az a célkitűzés is, hogy a terület földtani felépítése ne tegye szükségessé a mesterséges szivárgás-csökkentést. Az utóbbi években kialakított szállítóberendezések lehetőséget nyújtanak arra, hogy a tárolóhelyek kiválasztására - a hulladék-keletkezési helyek 15-20 km-es körzetében - nagyobb régió álljon rendelkezésre. Ezen nagyobb térségekben a mesterséges szigetelés nélküli területek kiválasztásához számos mérnökgeológiai-talajfizikai jellegű vizsgálat elvégzése szükséges. A nagyobb régió vizsgálata során a tervezőnek lehetősége van több alternatíva /műszaki, gazdasági és egyéb szempontok alapján történő/ vizsgálata után dönteni. Amennyiben a vizsgálódások arra az eredményre vezetnek, hogy a szivárgások környezetkárosító hatásuk lehetnek, úgy az elszivárgásokat csökkentő megoldások valamelyikét kell alkalmazni. Évtizedes gyakorlatunkra visszatekintve valljuk tehát, hogy

hidraulikus hányót vagy egyéb hulladéklerakó helyet nem lehet a térség alapos mérnökgeológiai megismerése nélkül telepíteni és tervezni.

A Kisalföldön már a II. világháborút megelőző időben létesült a mai Mosonmagyaróvár-Timföld és Mükörundgyár, melynek működése során keletkező vörösiszap elhelyezése kezdettől fogva szükséges.

#### MÉRNÖKGEOLÓGIAI, HIDROGEOLÓGIAI KÉRDÉSEK

A kisalföldi medence a harmadidőszak végén, a negyedidőszak elején süllyedt le. Nyugatról krisztályos, keletről mezozoós alaphegység övezte medence alját pannon képződmények alkotják. A folyóvízi üledékek vastagsága és anyagi kifejlődése változó.

A Győri medence felületére a folyók mindenkor durva szemszerkezetű anyagot szállítottak. Itt a többszáz méter vastag rétegsorban iszap, agyag közbetelepülés elenyésző mértékű.

A kisalföldi medencének csak déli része tartozik országunk területéhez. Hidrogeológiai, vízbeszerzési szempontból ennek része a Győri medence hazánk egyik legjelentősebb felszínalatti vízkészletét tároló területe, melynek megvédése alapvető feladat.

A Győri medence mint fiatal süllyedék anyaga DK-i irányban finomodó durvaszemcsés üledék. A kavicsos homok kisvastagságú fedőréteggel van a felszínen, a mosoni törmelékkupon Hegyeshalom és Mosonmagyaróvár között. E törmelékletét a Lajta folyó osztja két részre. Mosonmagyaróvár térségében a szabad-tükrű talajviz nagyrészt a függő dunai mederből pótlódik.

A Hanságban a tőzegnek önálló talajvizszintje alatt a kavicsos rétegösszlet vize gyengén feszített tükrű. A talajvizszint térképe egyben mutatja a fő talajvízáramlási irányt is.



A gyártói és a vörösiszaptárolóktól É-ÉK-re lévő városi víztermelő telep kölcsönhatását 1971-ben vizsgálták. Megállapítható volt, hogy vízáramlás iránya a vízmű védelme szempontjából kedvező, és a vízmű vízhozamnövelése 10.000 m<sup>3</sup>/d kapacitásra is nem jelent alapvető nehézséget a közöttük lévő 500 m távolság ellenére sem.

A Győri medence felszínalatti vízkészletének szennyezését, annak egyik tényezőjeként azonban a régi vörösiszaptérre vonatkozóan a vizsgálat megállapította. Az új vörösiszaptároló létesítésénél a hidrogeológiai, mérnökgeológiai, környezetvédelmi kívánalmakat a hatósági előírások figyelembevételével már teljesíteni kell.

#### Szivárgást csökkentő megoldások

Általánosságban megemlítjük, hogy a tárolásra kijelölt vagy kiválasztott terület mérnökgeológiai vizsgálata kiinduló alapszolgálatot szolgáltat a talajrétegződésre és a talajvíz viszonyokra, továbbá a környezeti adottságokra, amelyek a szivárgáscsökkentő megoldások alkalmazásának feltételeit körvonalazzák. Az elhelyezendő hulladékanyag kemizmusának ismerete szintén a szivárgáscsökkentő módszer kiválasztását határozza meg, egyben a mesterséges szigetelőanyagok beépítésének szempontjait körvonalazza. Természetesen figyelembe kell venni a tárolótér geometriai jellemzőit is. Mindezek alapján a tárolótér elszivárgás csökkentési módozatai a hazai lehetőségek mérlegelésével az alábbiak:

1. A helyszínen található talajok réteges tömörítése /kötött, iszap v. agyag talajok esetén/
2. A helyszínen található talajok bentonittal való keverése.
3. A helyszínen található talajok bitemen és cement stabilizálása.
4. Agyagpaplan szigetelés.

5. Különböző fóliák.

/Taurus butilkaucszuk, TVK műanyag, Hugisol műanyag/

6. Bitumenes szigetelő lemezek.

/papírbetétes, alumínium fóliabetétes/

7. Egyéb elszívárgást csökkentő megoldások.

/Szivárgóhálózat, vízszintsüllyesztés szűrőkutakkal,  
függönyfalak - résfalak/

MOTIM vörösiszap tárolója

A Mosonmagyaróvári Timföldgyárban az új létesítendő tároló a meglévők térségében lett kijelölve. A terület síkvidéki jellegű, mezőgazdasági művelés alatt állt.

A terület jellemző talajrétegződése a következők:

- a felszín közelében 0,6 m vtg-ban barna humuszos közepes agyag / $k = 4 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-7}$  cm/s/
- majd 0,5 m vtg-ban sárga iszap, barna sovány agyag, helyenként sárga iszapos homokliszt / $k = 10^{-4} - 10^{-7}$  cm/s/ alkotja a fedőréteget,
- a fedőréteg alatt összefüggő homokos-kavicsréteg található / $k = 0,1-1$  cm/s/.

A létesítendő vörösiszaptároló kialakításánál is döntő fontosságú a környezetvédelmi szempontok betartása. Ez jelen esetben azt jelenti, hogy a vörösiszapot szállító víz /zagyviz/ ne kerüljön az altalajba, és ezzel együtt a talajvizbe, ill. csak olyan mértékű elszívárgás léphessen fel, amely a talajvizben történő felhígulás után nem okoz a megengedettnél nagyobb szennyeződést.

Az előzőekben körvonalazott hidrológiai adottságok ismeretében átlagos  $k = 10^{-6}$  cm/s vízátvezetőképességi együttható figyelembevételével végzett számítások alapján a 270.000 m<sup>2</sup> alapterüle-



tü vörösiszaptárolóból, mintegy 500 m<sup>3</sup>/d átszivárgó vízmennyiség szennyeződést okozó hatásával kell számolni.

A tervezett tárolótér kb. 27 ha alapterületű, amelyet átlag 6,5 m magas salak-pernye töltések határolnak. Az így kialakított tárolótérben elhelyezkedő nedves vörösiszap mennyisége kb. 1,3 millió m<sup>3</sup>. Az üzemtől kapott adatok alapján a vörösiszapzagy mennyisége 1550 m<sup>3</sup>/d. Ezen mennyiségből a tárolótéren marad - lekötött viz - és szilárdanyag formájában - 275 m<sup>3</sup>/d. Tehát a vörösiszapot szállító vízmennyiség a fentiekből 1275 m<sup>3</sup>/d-re adódik. A visszaforgatható vízmennyiség az elszivárgás függvényében változik.

A szivárgások csökkentése környezetvédelmi szempontból elengedhetetlen, megvalósítása azonban számos műszaki, kivitelezési és nem utolsósorban gazdaságossági problémát vet fel. Mindezek figyelembevételével a vörösiszaptároló altalaj szigetelési módzatait vizsgáltuk a hazai lehetőségek mérlegelésével.

Szigetelési változatok	Átszivárgó vízmennyiség	Beruházási költség millió Ft
a/ feltalaj tömörítés	500 m <sup>3</sup> /d	6,4
b/ altalaj tömörítés	160 m <sup>3</sup> /d	22,4
c/ anyagszigetelés	125 m <sup>3</sup> /d	54,8
d/ szivárgóhálózat	65 m <sup>3</sup> /d	41,3
e/ TAURUS W fólia	gyakorlatilag vízzáró	87,4
f/ HUNGISOL fólia	"	172,7
g/ TVK fólia	"	82,0

A terület talajmechanikai és hidrogeológiai adottságainak ismeretében, a tárolótér hatására történő helyi talajvízszint, esetleges emelkedését is figyelembevéve, a talajvíz szintje a terepszint alatt 1,0 m-re tehető. Ismereteink szerint a Nagymaros-Gabcsikóví-i vízlépcsőrendszer hatására a talajvízszint a térségben jelentős mértékben le fog szállni.

Ezen adottságok lehetővé teszik, hogy a tároló alján elszivárgó, a környezetet szennyező vizeket homokos-kavicsos ágyazatban kialakított szivárgóhálózattal össze lehessen gyűjteni. A szivárgóhálózat kivezetései a tárolóteret körülvevő és TVK fóliaszigeteléssel ellátott csurgalékviz árokba csatlakoznak, amelyeknek befogadója az ugyancsak szigetelt csurgalékviz medence.

A szivárgóhálózat szerkezeti kialakítása;

- a helyszínen található talaj 0,5 m vtg-ban való tömörítése Trg 90 %-ra,
- 0,30 m-es homokos-kavics ágyazat
- Ø 10 cm égetett agyagszögből a fenékszivárgó rendszer kialakítása,
- 0,20 m-es vörösiszap terítés

A vázolt szivárgóhálózatot az altalaj tömörítés elkészítése után lehet kialakítani. Számításaink szerint az elszivárgó vízmennyiség 20-50 cm homokos-kavics szivárgóréteg alkalmazásakor 65-25 m<sup>3</sup>/d. A porzás csökkentésének biztosítására a tárolótér köré 30 m széles védőerdősávot tervezünk. A tárolótér köré telepítendő vízszintészlelő kutakkal a térség "0" állapotát /vizminőség és talajvízszintek/ vonatkozásában kívánjuk meghatározni, továbbá pedig az üzemelés alatt esetleg bekövetkezett változásokat nyomonkövetni és az adatok értékelése alapján a szükséges beavatkozásokra a javaslatokat megtenni.



**THE DISPOSAL OF THE WASTE RED-MUD FROM THE ASPECT OF  
GEOLOGY FOR ENGINEERS AND ENVIRONMENT PROTECTING.**

**Ember Károly - Radó Gábor**

The questions of the disposal of the large quantity waste red-mud.

The geological structure, hydrogeological conditions and the importance of the underground water of the Kisalföld /the Small Hungarian Plain/.

The necessity of the storage of the alkaline red-mud, so that the underground sandy-gravel of the Kisalföld should be protected from the pollutions.

The possible deposit area and the method of conveying. Examination for the possibilities of seepage reducing.

Making know of the carrying out system.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ И ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ, КАСАЮЩИЕСЯ РАЗМЕЩЕНИЯ КРАСНОГО ШЛАМА ГЛИНОЗЕМНЫХ ЗАВО-  
ДОВ

Карой ЕМБЕР - Габор РАДО

Вопросы размещения большого количества не утилизируемых отходов - красного шлама - Глиноземного завода в Мохонмадяровар.

Геологическое построение, гидрогеологические условия Малой венгерской низменности.

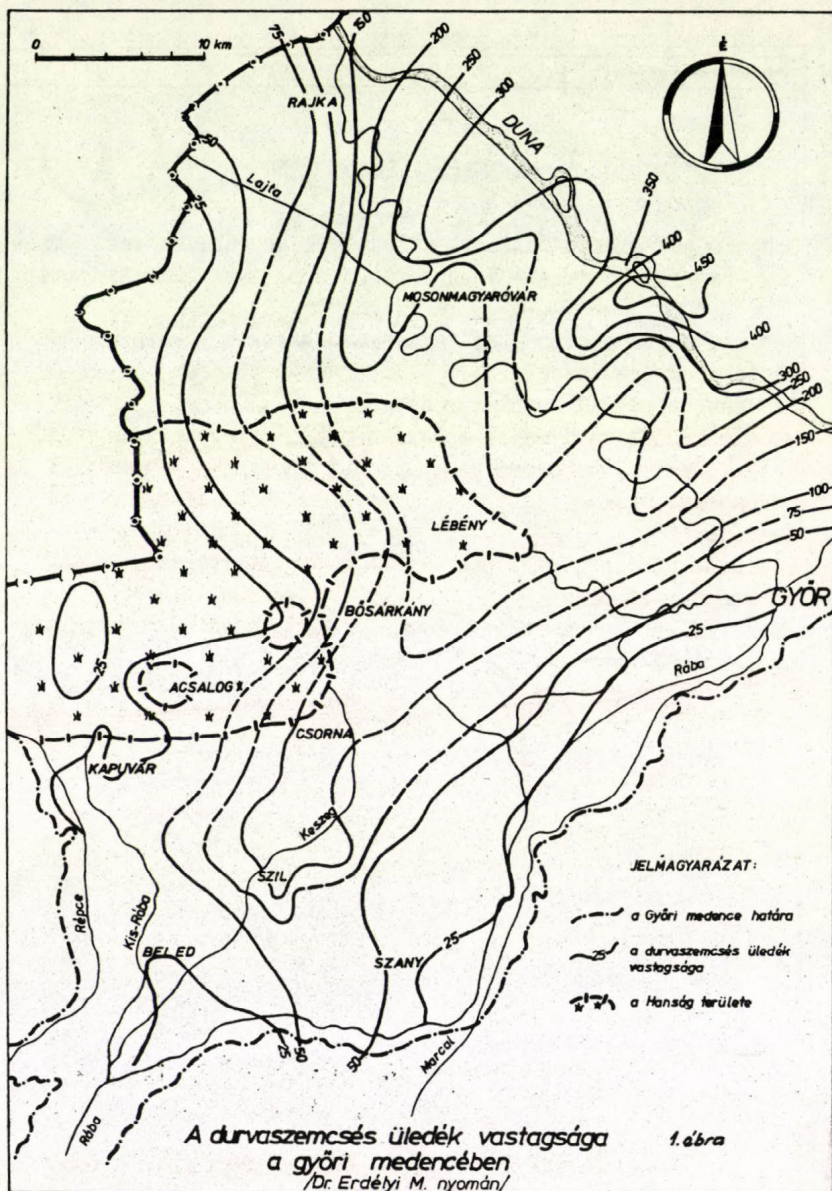
Значение подземных водных ресурсов.

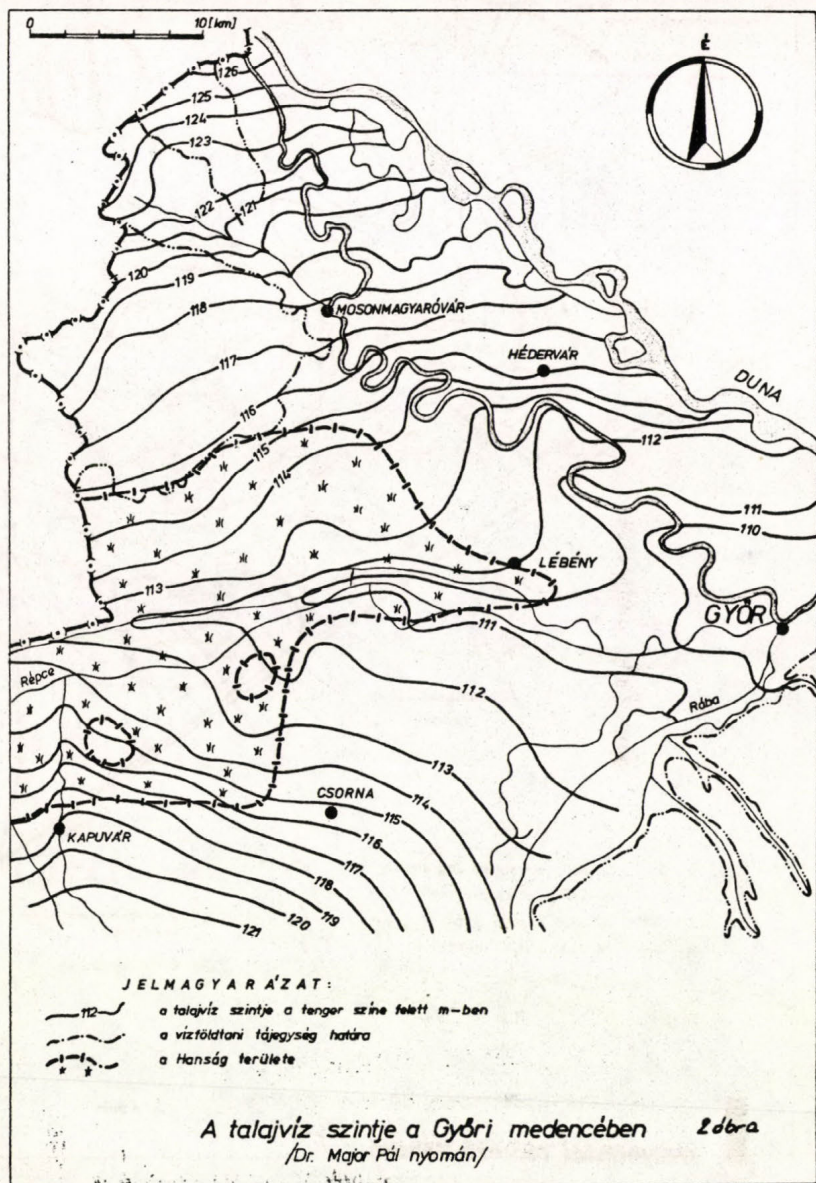
Необходимость размещения красного шлама с щелочной реакцией таким образом, чтобы из резервуара в песчано-галечниковый водоносный слой не попало большее количество загрязняющих веществ.

Учитываемые территории размещения и способ транспортировки на место размещения.

Исследование возможностей снижения фильтрации. Описание осуществляемой системы.





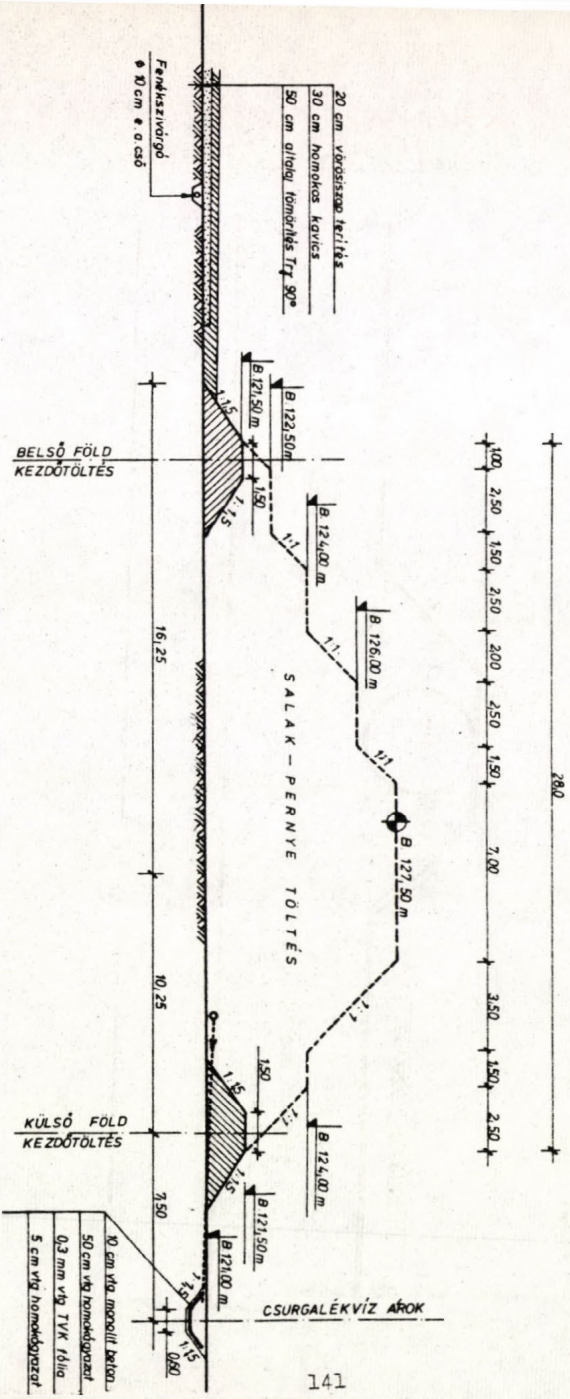






# MINTASZELVÉNY

M-1: 200



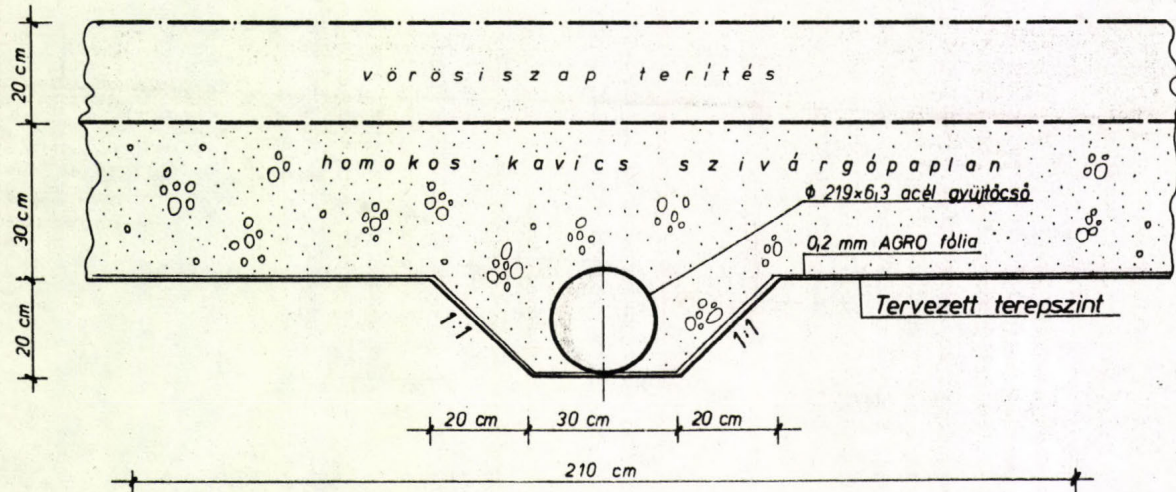
10 cm víz-mezőllítókővel  
 50 cm víz-homokgyapattal  
 0.3 mm víz TVK fólia  
 5 cm víz-homokgyapattal

4. ábra.



# Szivárgó gyűjtővezeték mintaszelvénye

M 1:10



## A KISALFÖLD HÉVIZFÖLDTANI VISZONYAI

x  
Liebe Pál - Lorberer Árpád x

### BEVEZETÉS

Tanulmányunkban a Kisalföld és környékének hévizföldtani viszonyaival foglalkozunk. Hévizeknek a 30 °C-nál nagyobb kifolyóvíz-hőmérsékletű kutaknak és forrásoknak, ill. azoknak a tárolóknak a vizét tekintjük, amelyekből a 30 °C-nál melegebb víz nyerhető. A Kisalföldnek, mint földrajzi tájegységnek csaknem a teljes területén van lehetőség héviznyerésre. Ny-ról területünket a Kőszegi és Soproni hg, a Kis-Kárpátok, K-ről és DK-ről a Dunántúli Középhegység hideg és langyos vízü karszterületei, illetve ÉK-ről az É-magyarországi-D-szlovákiai vulkáni területek határolják. DNy-on nem határolható el a héviznyerésre alkalmas terület: a vas-zalai dombvidéken keresztül kapcsolódik a Dunántul többi héviznyerésre alkalmas területéhez.

Egy terület hévizföldtani adottságait a geotermikus viszonyok és a vizadó képződmények elhelyezkedése együttesen határozzák meg. Tanulmányunkban először a geotermikus viszonyokat, a hőmérséklet, ill. a geotermikus gradiens eloszlását tekintjük át, majd a 3 fő hévizadó képződményt: az alaphegységi, a fedőhegységi héviztárolókkal és a középsőpliocén törmelékes medenceüledékekből feltárható hévizekkel foglalkozunk. Mindhárom típus tárgyalásánál sorravezsük a földtani, szerkezeti adottságokat, a hévizadó kőzetek hidraulikai paramétereit, a hévizadó rétegekben uralkodó eredeti nyomásviszonyokat, a hőmérsékletet és a vízminőséget. Tanulmányunkat a hévizfeltárás és termelés eddigi történetének áttekintésével és a héviztermelés további lehetőségeinek vizsgálatával zárjuk le.



## 1. A GEOTERMIKUS VISZONYOK

Területünket a magyarországi  $50\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ -es átlagos geotermikus gradiensnél mintegy  $20\%$ -kal kisebb,  $40\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$  körüli geotermikus gradiens jellemzi. Ez azt jelenti, hogy  $1\text{ km}$  mélységben általában  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  körüli hőmérséklet uralkodik /1. ábra/. A Dunántúli Középhegység karsztterületein ez az érték még kisebb, de ezt az itt leszivárgó és felmelegedő csapadékvíz hűtőhatása okozza, amely a hőt az eredetileg nagyszámu és nagyhozamu peremi langyos és meleg karsztforrások felé szállította. Az elvont hő nagyrésze a forrásokban jelent meg, de a források felé áramló víz lehülése közben a környező területeket is felfűtötte. Ilyen pozitív geotermikus gradiens anomáliák figyelhetők meg a Dunántúli Középhegység ÉNy-i és Ny-i peremvidékén. Ha a felszínalatti vízáramlások által okozott hőkonvekció /1. ábra/ hatásait levonjuk a Dunántúli Középhegység területén mérhető hőmérsékletekből, akkor megállapíthatjuk, hogy a mélyből származó hőáram itt sem kisebb a magyarországi átlagnál / $90\text{--}100\text{ mWm}^{-2}$ /, a kisebb geotermikus gradienst a leszivárgó vizek hűtőhatása és a kőzetek jobb hővezetőképessége okozza.

A medence belsejének alacsony geotermikus gradiense és az itteni negatív anomáliák /néhol a geotermikus gradiens  $35\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ -nél is kisebb/ már nehezebben magyarázható meg. Közismert, hogy a Magyarországon tapasztalható pozitív hőáram-anomália határainkon kívül eltűnik, területünk pedig a Kárpát-medence ÉNy-i peremén van. A regionális hőáram kisebb értéke azonban csak egyik oka lehet a kisebb geotermikus gradiensnek. A más ok a medenceüledék homokosabb jellege, amely a hőszigetelő agyagrétegek kisebb előfordulása miatt a nagyobb hővezetőképességen és a nagyobb - hűtőhatású - vízmozgások lehetőségén keresztül van csökkentő hatással a geotermikus gradiensre.

## 2. AZ ALAPHEGYSÉGI HÉVIZTÁROLÓK

A Kisalföld Ny-i és É-i peremének medencealjazatát igen idős /kambriumi-ordoviciumi/ kristályos palák alkotják, amelyek nagyobb hozamu hévizkut telepítésére alkalmatlanok.

A kristályos palasorozathoz DK felől az u.n. "Grác-kisalföldi ópaleozoikum" szilur-devonkori képződményei csatlakoznak változóköny - 1000-4000 m-es - települési mélységgel egészen a Rába folyó menti szerkezeti zónáig /2. ábra/. Az uralkodóan karbonátos kifejlődésű, anchimetamorf devonkori képződmények részben héviztárolásra is alkalmasak. A Vas megyei Rábasömjén és Bük községek hévizkutjai két, egymástól független hasadékos-karsztos dolomit-tárolót csapolnak meg. A rábasömjéni devon tároló a reá települt középsőmiocén üledékek mélyebb mészköves-homokköves tagozataival összefüggésben jellegzetes zárt héviztelepet alkot, amelynek térbeli kiterjedése is eléggé korlátozott lehet.

Az előbbihez ÉNy felől szerkezeti zónák mentén csatlakozó büki tároló - vizsgálataink szerint - osztrák területen, a Wechsel-hegység előterében felszíni beszivárgást biztosító utánpótlódási területtel rendelkezik.

Az ópaleozóos övezetet a Kőszegi-hegység és Ikervár-Pecöl térségében pennini típusú mezozóos /kréta-jurakori/ dinamometamorf képződmények tektonikai ablakai tagolják, ezek hévizbeszerzésre a kristályos palákhoz és a szilur-devon szericites agyagpalákhoz hasonlóan alkalmatlanok.

A hévizfeltárás a dolomitos kifejlődésű devonkori alaphegység elterjedési területén belül is eléggé kockázatos, gyakoriak a fácies-változások /pl. a meddő Bük-2 és Rás-3 furásoknál/, illetve a tárolókőzetek elvékonyodása /Rás-2 furás/. Jelentősebb hozamu héviz feltárására csak a nagyobb nyitott hasadékokból lehet számítani - amelyek viszont a legkorszerűbb módszerekkel is csak az eltemetett alaphegység-rögök, kiemelt szerkezetek környékén mutathatók ki.



A rábasömjéni tárolóban a viszonylag csekély kitermelt vízmennyiségek hatására igen nagy, több bar értékű telepnyomás-csökkenések következtek be. A kutak magas NaCl, J<sup>-</sup> és Br-tartalmu foszilis hévizét és a belőle lepárolt sót gyógyászati célokra hasznosítják, a tároló további vízkivételekkel nem terhelhető.

Bükfürdő két hévizkutjának vízminősége nem teljesen azonos, mivel a meddő CH-furásból kialakított 1. sz. kutban a fedő pannon homokköveket is beszűrőzték. A kutakat a sókiválás csökkentése érdekében tulnyomás mellett fojtva termeltetik, Ca-Mg-hidrogénkarbonátos jellegű, F-tartalmu vizüket ujabban ásványvízként is palackozzák. A 60-as évek közepe óta tartó folyamatos héviztermelés észlelhető talpnyomás vagy kutfejnyomás-csökkenéseket nem okozott, sőt a kitermelt hévizhozam szükség esetén még tovább növelhető.

A Kisalföld medencealjzatának legismertebb és legjelentősebb héviztárolója a Dunántúli Középhegység mezozoos főkarsztvize-tárolójának az u.n. "Rába-vonalig" terjedő mélybesüllyedt folytatása. Fő hévizadó képződményei a középső - felsőtriász dolomitok és mészkövek, amelyeknek vastagsága helyenként 3000 m-t is meghaladja és általában dusan repedezettek. Az alaphegység felszínének települési mélysége a Kisalföld DK-i részén helyenként a 4000 m-t is meghaladja, szerkezetileg igen tagolt. A karbonátos tárolókőzetek a felső néhány 100 m-es zónában karsztosodtak is, különösen a fellazult szerkezeti övek mentén. A kisalföldi mezozoos alaphegységből történő hévizfeltárás és hasznosítás szorosan összefügg a Középhegység hideg karsztvízkészletével, sőt a hideg és meleg karsztvizek egységes áramlási rendszereinek működési mechanizmusát is éppen a Dunántúli Középhegység környékén 1866 óta folytatott kutatások során ismertük meg.

Természetes állapotban a középhegység felszíni karsztos kibúvásaiba beszivárgó csapadékvizek jelentős része a mélybesüllyedt karbonátos medencealjzaton keresztül-szivároghva,

felmelegedett formában jelenik meg a hegységperemi karsztforrásokban. A Bakony-hegység szabadfelszínű karszterületén közelítőleg DNy-ÉK-i és D-É-i irányban végighúzódó, a karsztvízszint-térképeken is jól felismerhető felszínalatti "karsztvízválasztótól" Ny-ra eső tárolórész fő természetes megcsapolását a Hévízi-tó-forrás képezi. Az ÉK-i tárolórész természetes megcsapolásai pedig a Bodajk, Tata, Dunaalmás, Esztergom és Budapest környéki termális források. A Kisalföld mezozoós aljzata mindkét tárolórészre kiterjed, de közöttük Pápa-Takácsi-Vaszar-Tét-Gic térségében szilur metamorfitok települtek, amelyek Marcaltó-Szany irányában valószínűleg összefüggenek a Rábától ÉNy-ra feltárt ópaleozóos képződményekkel. Az ÉK-i tárolórész /a legutóbbi években végzett kutatások szerint/ mintegy 10-12 km-rel terjed túl a Dunától É-ra, s a szlovákiai területen, valamint a Börzsöny-hegység alatt prekambriumi kori kristályos képződmények /a Králova hola és Kohút-sorozat metamorfitjai/ határolják.

Vízminőségi szempontból a középhegységi mezozoikum termális karsztvízei mindenütt kis töménységű Ca-Mg-hidrogénkarbonátos vizek, jelentős Rn-aktivitással, a legtöbb hévízkút vizét hivatalosan is gyógyvízzé nyilvánították. Kisebb-nagyobb mértékben gázosak, a GVV értéke általában kisebb mint 0,5  $\text{m}^3/\text{m}^3$ , a CH és  $\text{CO}_2$ -gáz-tároló szerkezetek környékén a gáztartalom jelentősen emelkedik. A hévízhasznosítás szempontjából kedvezőtlen adottságuk, hogy vascsőre igen nagymértékben agresszívnek. Jóllehet az egyes tárolórészekben a kőzetek vízvezetőképességi paraméterei 5 nagyságrenden belül /0,3-7000  $\text{m}^3/\text{nap}$ / változhatnak, a kutak üzemi jellemzőit általában nem a természetes szerkezeti-földtani adottságok, hanem a csőhidraulikai-kutkiképzési adottságok határozzák meg. Kivételt képeznek az alól az általános szabály alól az ÉK-i tárolórész kis átteresztőképességű tüzköves mészköveire /SB-1, FK-1/ vagy kréta homokkőre /Komárom, Lengyár/ telepített kutjai és Nagylengyel-Szilvágy környékének raeti márgáit feltárt CH-furásai.



A hévízhasznosítást legdöntőbben a Középhegység peremén működő barnaszén- és bauxitbányák /Dorog, Tatabánya, Kincsesbánya, Nyirád, stb./ vízemelésének hatására bekövetkező regionális nyomáscsökkenések korlátozzák, amelyek 1971-81. között a hévíztároló medencerészeknél meghaladták a 20 m vo. átlagos értéket, a természetes források jelentős része elapadt /Tata, Bodajk, Sárísáp, Esztergom, Ebed/, illetve hozamuk csökkent /Budapest, É-i forráscsoport, Hévízi-tó/. A nyomáscsökkenésben a vízellátási célú hideg-karsztviz-kivételek és a jelenleg üzemelő hévízkutak szerepe kevésbé jelentős. A korábbi hévízhozamok fenntartása csak ismétlődő üzemi szint-süllyesztéssel, buvárszivattyus termeléssel biztosítható, távlatilag a bányák kiemelt hideg karsztvízeinek a tárolóba való visszavezetése is egyre inkább szükségessé válik. A hévízfeltárás és -hasznosítás növelése a területen a bányászati eredetű károsodások elhárításán túlmenően regionális víkészetgazdálkodási döntés kérdése is, mivel az egyseges hideg-meleg karsztvízkészleten belül a hasznosítási arányokat is módosítani kellene.

### 3. FEDŐHEGYSÉGI HÉVIZTÁROLÓK

A Kisalföld mezozoós aljzatu medencerészeinek karbonátos vagy törmelékes felsőkréta-paleogén fedőhegységi képződményei a kiemelt alaphegységgrögök környezetében közvetlenül összefüggenek a főkarsztvíztárolóval, ezt több Nagylengyel környéki GH-furásban, a Pápa-Kastélykerti és a Párkány /Sturovo/ környéki hévízkutakban észlelték. Zárt, fosszilis telepfoliadékat tartalmaznak a Kisalföld DK-i részének medencebeli, lencsés kifejlődésű hippuriteszes mészkövei, közülük a zalaegerszegi strand kutja /Csácsbozsok-1 furás/ termel hévizet miocén homokkőrétegekkel összeszűrőzve. A paleogén képződmények csak a Kisalföld legkeletibb részén található meg, hévízbeszerzésre önállóan nem alkalmasak.

A kisalföldi középsőmiocén /bádenien/ medenceüledékek lajtamszűk- és homokkő-lencsési fosszilis telepfoliadékokat,

tömény sósvizeket tartalmaznak, hasznosításuk korlátozott és legtöbb esetben valamilyen másik tárolóval együttesen történik /Rábasömjén, Hegykő, Zalaegerszeg-Csácsbozsok, Komárom/. Hasonló, de még jelentéktelenebb szerepet játszanak a Kisalföld alsópannon homokkövei pl. Bükkfürdő esetében.

A fosszilis vizet tartalmazó medencebeli héviztelepek hasznosítása lényegében csak meddő CH-furások /pl. Celldömölk-1/ kiképzésével indokolt, hévizbeszerzési célú furás telepítése sem nem biztonságos, sem nem gazdaságos.

#### 4. A FELSŐPANNÓNIAI HÉVIZTÁROLÓ HOMOKKŐÜSSZLET

A Kisalföld legnagyobb kiterjedésű héviztárolóját a felsőpannon rétegösszlet mélyebb tagozatait alkotó laza homokkövek alkotják. A 3. ábrán bemutatott alsó-felsőpannoniai formáció-határ - az ország egyéb fiatal medenceterületeihez hasonlóan - egyúttal a felsőpannon törmelékes héviztároló összlet gazdaságos kutatási-feltérési határmélységét is jelenti, mivel az alsópannon összletben a beszűrőzhető homokkőszintek vastagsága jelentősen csökken, a tárolt héviz sótartalma pedig ugrásszerűen megnövekedik.

A felsőpannon rétegsor a hegységperemeken és a negyedkori képződményekkel közvetlenül érintkező felső zónáiban hideg édesvizet tartalmaz, a tározott víz hőmérséklete a medence központi része, illetve a rétegsor mélyebb tagozatai felé haladva fokozatosan növekedik. Hasonló tendenciájú fokozatos változás észlelhető a víz összes oldottanyag-tartalmában is, amely a Kisalföld legmélyebb részein meghaladja az 1200 mg/l értéket is /Győr, Lébénymiklós/. A felsőpannon összlet hévize alkálihidrogénkarbonátos jellegű. A gáz-víz-viszony /az alaphegységi tárolókhöz hasonlóan/ a magasabb sótartalmú hévizeknél nagyobb. A medence belseje felé haladva a héviztároló homokkő rétegek száma növekedik, de egyúttal az egyes rétegek vastagsága, hézagterfogata és permeabilitása csökken, szoros összefüggésben a fiatal üledékes medencében lejátszódó rétegtömörődéssel, kompakcióval.



Ezeknek a vízföldtani adottságoknak, valamint a geotermikus jellemzőknek és a várható kutbeli lehülésnek a figyelembevételével minimálisan 1000 l/perc hozam mellett 30 °C-nál melegebb kifolyó vizű hévízkut biztonságosan csak azokon a területeken telepíthető, ahol az alsó-felsőpannon formációk határa a -500 m tszf. szintnél mélyebben található. Az alsó- és felsőpannon sorozat közötti /maximálisan 200-300 m vastag/ átmeneti jellegű rétegcsoportot a 2. sz. térképen az alsópannoniai összlethez soroltuk. A felsőpannon formációnak mintegy 30-35 %-a homokos kifejlődésű a Kisalföldön, hévízbeszerzés szempontjából jelenleg csak azok a legmélyebb homokkő-taszatok jelentősek, amelyek a rétegsor alsó 150-200 m-es zónájában települnek. A perforálással megnyitott szakaszok számának és hosszának további növelése már lényegesebb hozamnövekedést nem eredményez, sőt a kut termelésében egyre nagyobb hányadot képviselnek a hidegebb vizet tartalmazó és általában nagyobb vízvezetőképességű felső rétegek, s a kut által szolgáltatott hévíz hőmérséklete is csökken.

A felsőpannon hévíztároló összletben közel hidrosztatikus viszonyok uralkodnak, ami azt jelenti, hogy a hévízkutak kezdeti lehült állapotú vízszintjei a talajvízszint körül vannak. Ehhez járul az u.n. hőlift, a felmelegedés által okozott vízszintnövekedés. Ennek értéke 60-70 °C kifolyóvízhőmérsékletnél 20, 70-80 °C-nál 30 m. A Kisalföldön eddig feltárt 60-80 °C-os hévizet adó kutak kezdeti nyugalmi szintje 15-30 m-re volt a terep felett. /A talajvíz néhány méterrel a terep alatt van, a gáz emelőhatása viszont ugyanennyit emel a kutak vízszintjén./ A kutak szabadkifolyású vízhozama ennek és az átlag 50 l/pm fajl. vízhozamnak megfelelően 750-1500 l/p.

##### 5. A HÉVIZFELTÁRÁS-TERMELÉS HELYZETE, A KITERMELHETŐ HÉVIZKÉSZLETEK

Az eddigi hévízfeltárás eredményeit a 4. ábrán mutatjuk be. Látható, hogy a 60 °C-nál melegebb vizeket a Kisalföld közepén a felsőpannon vizadóból és a Dunántúli Közép-

hegység ÉNy-i peremvidékén az alaphegységi vizadóból tárták fel. Feltűnő az is, hogy a Kisalföld középső részén nincsenek 30-60 °C-ns vizet adó hévizkutak. Ennek oka, hogy általában a legmelegebb viz feltárására törekedtek, így a felső szintek ma még nincsenek igénybevéve.

A Rába-Marcál vízgyűjtőjén és a Duna mentén Esztergomig magyar területen jelenleg 35 hévizkut, mintegy 30 ezer m<sup>3</sup>/nap hévizet termel. Ebből kb. 20 ezer m<sup>3</sup>/nap a felsőpannon kutak termelése. Ez a termelés kb. 2,5 ezer km<sup>2</sup>-es területen oszlik meg, tehát 8 m<sup>3</sup>/nap/km<sup>2</sup> fajlagos termelést jelent. Becslések szerint a búvárszivattyúval kitermelhető készlet ennek tízszeresét is elérheti, miközben az üzemi vízszintek a medence-területen is 100 m körüli mélységbe süllyednének termelésnél, ha valamennyi vizadót igénybe vesszük. A jelenlegi kb. 10 %-os kihasználtság mellett egyes helyeken 5-10 m-es vízszintsüllyedések már bekövetkeztek /pl. Győr/.

A szabadkifolyással történő termelést már ez a kismértékű nyomáscsökkenés is veszélyezteti, a 60 °C-nál kisebb hőmérsékletű vizet adó medencebéli tárolók nyomása pedig nem is elegendő a tulfolyásos termeléshez.

A hasadékos-repedezett, karbonátos alaphegységi tárolók nagy része hidraulikailag kapcsolatban áll a Dunántúli Középhegységgel és az ottani bányászati víztelenítések hatása szabja meg a nyomáscsökkenés ütemét. Kitermelhető készlet így nem is számítható, hanem esetenként egyedileg kell mérlegelni a kitermelés lehetőségét. A Hévízi-tó és környékét nem számítva kb. 8.000 m<sup>3</sup>/nap a termelés. Az északaljai mélytárolók megcsapolásánál figyelembe kell venni a Hévízi-tóval való összefüggést.

A szlovákiai-területen 30-60 °C-os héviztermelés hosszabb ideje csak a Gerecse és a Pilis-hg.-ek É-i előterében van az alaphegységi tárolóból /kb. 6000 m<sup>3</sup>/nap/ /4. ábra/. A fel-



sópannon medence kutatása néhány éve folyik, a kutaknak csak egy kis része termel jelenleg.

#### IRODALOM

ALFÖLDI L.-BÖCKER T.-LORBERER Á. /1977/

Magyarország karbonátos-repedezett héviztárolóinak hidrogeológiai jellemzői

in. Magyarország hévizek /Hévízkutkataszter/

III. VITUKI kiadv. 1977. pp. 17-25.

BALÁZS E. /1975/

A kistáplói medence paleozóos képződményei

Földtani Kutatás XVIII. évf./4. sz.pp. 17-25.

ERDÉLYI M. /1971/

Nyugat-Dunántul és a Kistápló vizföldtana

Hidrológiai Közöny 51. évf./11. sz. pp. 485-499.

ERDÉLYI M.-LIEBE P. /1977/

Magyarország törmelékes héviztároló medenceüledékeinek vizföldtana

in. Magyarország hévizek /Hévízkutkataszter/

III. VITUKI kiadv. 1977. pp. 29-43.

O. FRANKO-Á.REMSIK /1979/

Hydrogeotermalny vskum Komarnanskej vysokej kryhy

GUDS-Bratislava /kézirat/

KORIM K. /1973/

A Kistápló hévizei az újabb kutatások tükrében

Hidrológiai Közöny 53. évf./11. sz. pp. 492-500.

LIEBE P. /1981/

A kitermelhető hévízkészletek

Kézirat

in. Felszínalatti vízkészletek, vízbeszerzési lehetőségek

értékelése /témafelelős Altnöder A./  
Vizgazdálkodási Intézet kiadv. 1981. pp. 118-125.

LORBERER Á. /1979/

Regionális vízföldtani vizsgálatok a Hévízi-tó tágabb környezetében

Magyar Hidrológiai Társaság Orsz. Vándorgyűlése  
Keszthely, 1979.



## THE THERMAL WATER GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE KISALFÖLD

Pál Liebe - Árpád Lorberer

The researchers' special field is the Pannon, Miocene and basement like /mesozoic paleozoic/ thermal water storing formations. They introduce the most important structural geological characteristics of the containers, the hydrophysical parameters of the containing rocks, the pressure conditions the geothermical circumstances and the quality of water. They deal with the history and effects of the exploration and production of the thermal water up-to this day furthermore with the possibilities of thermal water production and geothermical energy utilization on basis of the accumulated experience.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД МАЛОЙ ВЕНГЕРСКОЙ НИЗ- МЕННОСТИ

Пал ЛИБЕ - Арпад ЛОРБЕРЕР

Авторы статьи занимаются верхнепаннонскими, миоценовыми отложениями и отложениями основных гор /мезозойские, палеозойские/, аккумулятивными термальными водами. Излагают наиболее основные структурно-геологические условия бассейнов, гидрофизические параметры аккумулятивных пород, условия давления, геотермические условия и условия качества воды. Занимаются далее историей и воздействием выполненной до сих пор разведки термальных вод и их добычей, а также возможностью использования на основе полученного до сих пор опыта - геотермической энергии и добычи термальных вод.

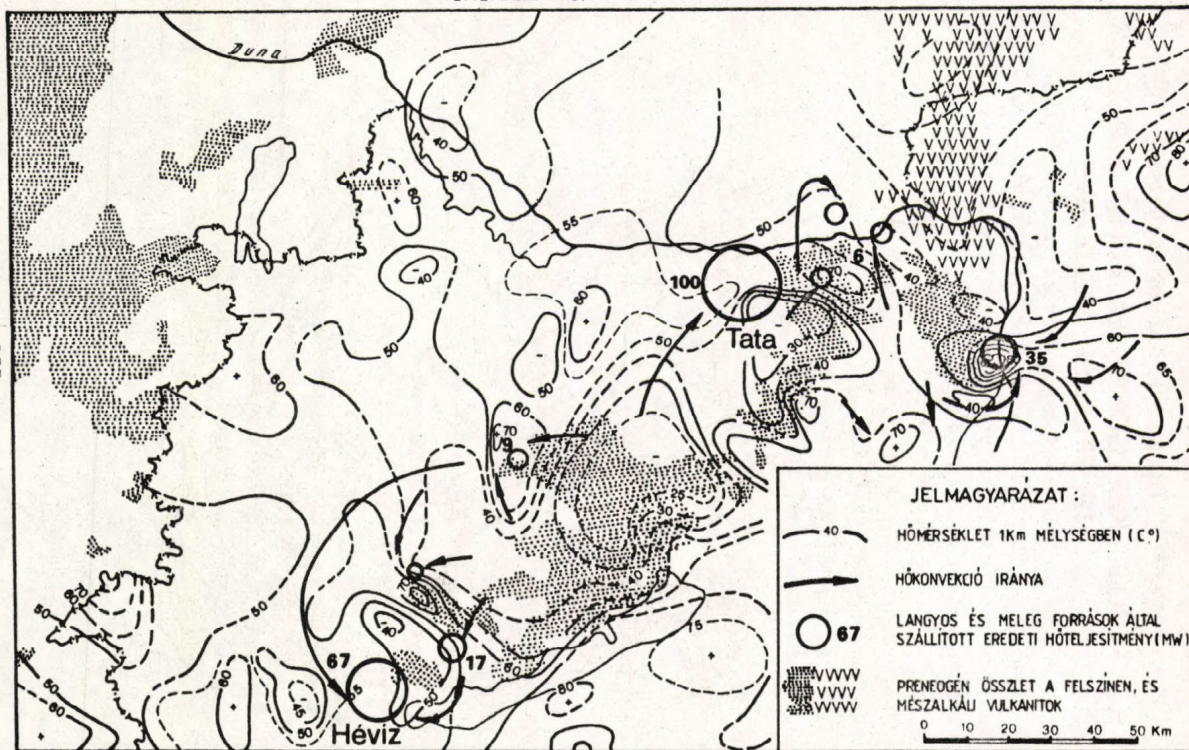
Отдельные вопросы в приграничных территориях обсуждаются с учетом словацких условий.

# ÉNY DUNÁNTÚL GEOTERMİKUS VISZONYAI

1. ábra

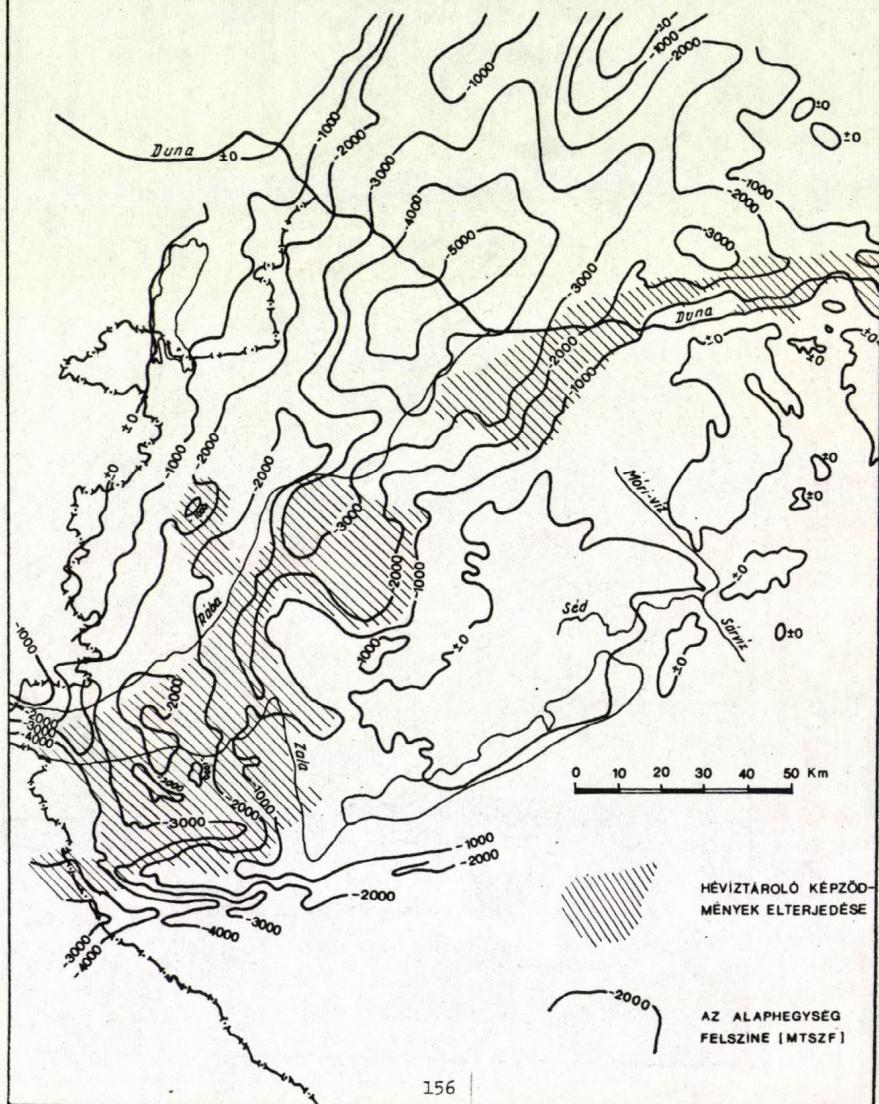
(DÖVÉNYI PÉTER ÉS HORVÁTH FERENC TÉRKÉPÉNEK FELHASZNÁLÁSAVAL SZERKESZ-  
TETTE LIEBE PÁL)

155



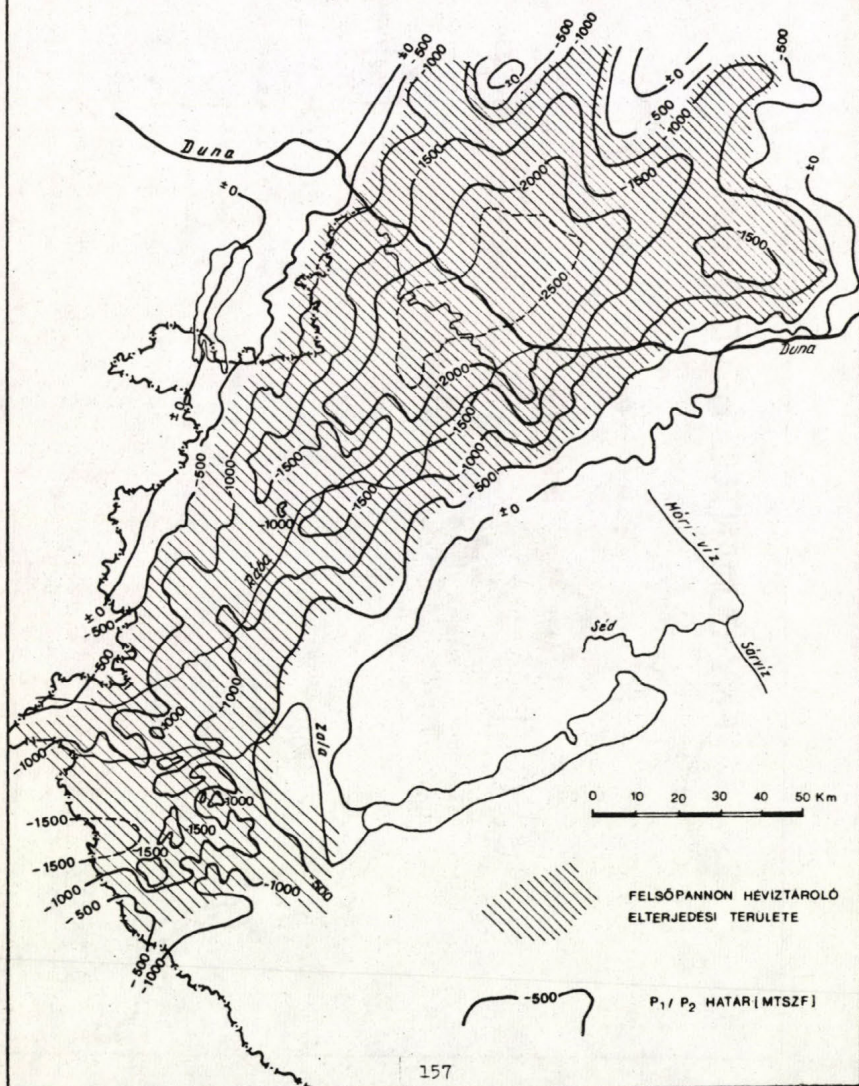


2. ábra  
 AZ ÉNY DUNÁNTÜLI ALAPHEGYSÉGI HÉVÍZ -  
 TÁROLÓ KÉPZŐDMÉNYEK ELTERJEDÉSE ÉS  
 TELEPÜLÉSI MÉLYSÉGE



3. ábra

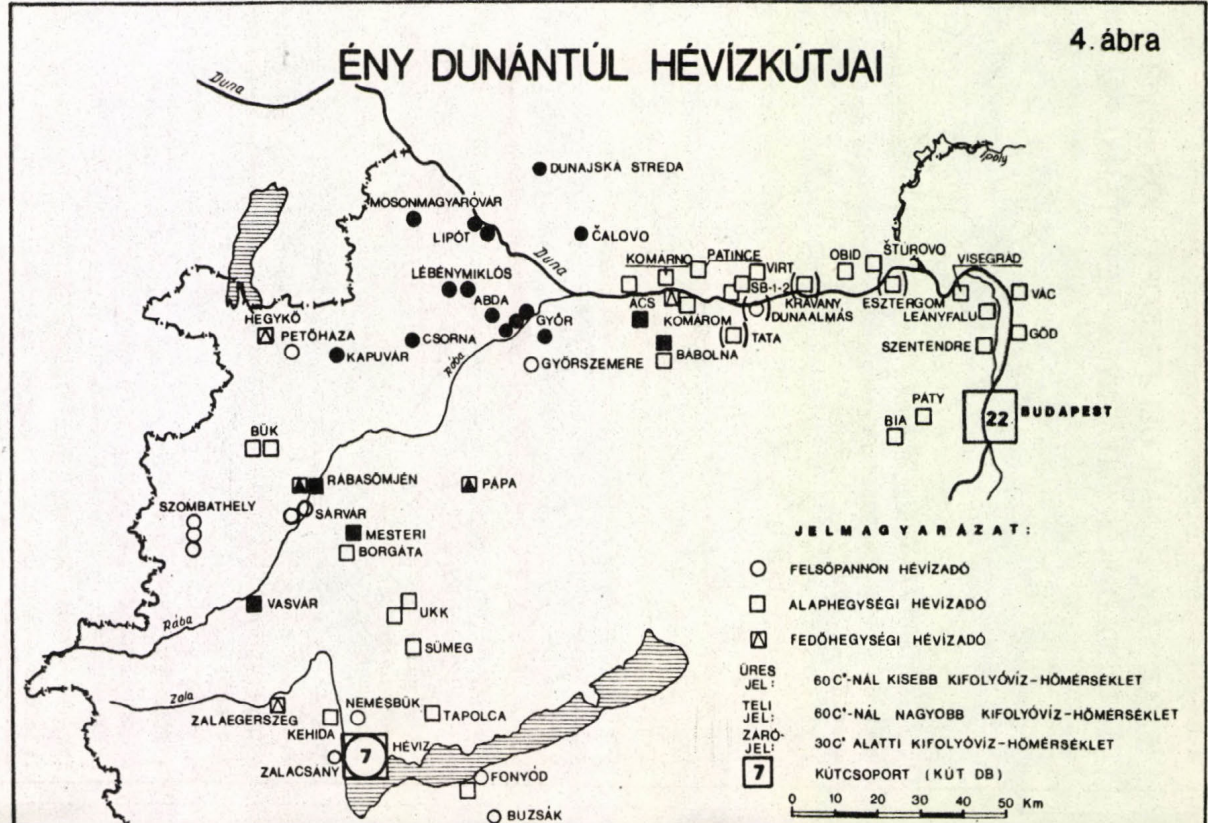
AZ ÉNY DUNÁNTÚLI FELSŐPANNON HÉVIZ-  
TÁROLÓ KÉPZŐDMÉNYEK FEKÜTÉRKÉPE .





4. ábra

# ÉNY DUNÁNTÚL HÉVÍZKÚTJAI



158

## A MARCAL VIZGYŰJTŐ TERÜLETÉNEK KÖRNYEZETVÉDELME

Duhay Gábor<sup>x</sup>

### BEVEZETÉS

A Marcal-völgy térségi komplex meliorációs tanulmányterv részeként került sor a VIZITERV-nél, a térség természet- és környezetvédelmi tanulmánytervének elkészítésére.

A terv célja volt biztosítani a természetvédelem és a mező-, illetve erdőgazdasági tevékenységek zavartalan összhangját, továbbá kielégíteni az új feltételekkel jelentkező mezőgazdasági, erdészeti tájhasznosítást, a környezetvédelmi, környezetfejlesztési célkitűzéseket.

1981-82.-ben készült terv ennek érdekében foglalkozott a természetvédelem és a gazdálkodás egymásrahatásával, a természetvédelmi fejlesztésekkel, a mező- és erdőgazdasági tevékenységek környezetre gyakorolt hatásaival, illetve a környezeti ártalmaknak a gazdálkodást befolyásoló tényezőivel. Foglalkozott továbbá a mező- és erdőgazdálkodás érdekeit figyelembevevő környezetvédelmi, környezetfejlesztési feladatok megoldásával, számította a várható költségeket és javaslatot tett a megvalósítás ütemezésére.

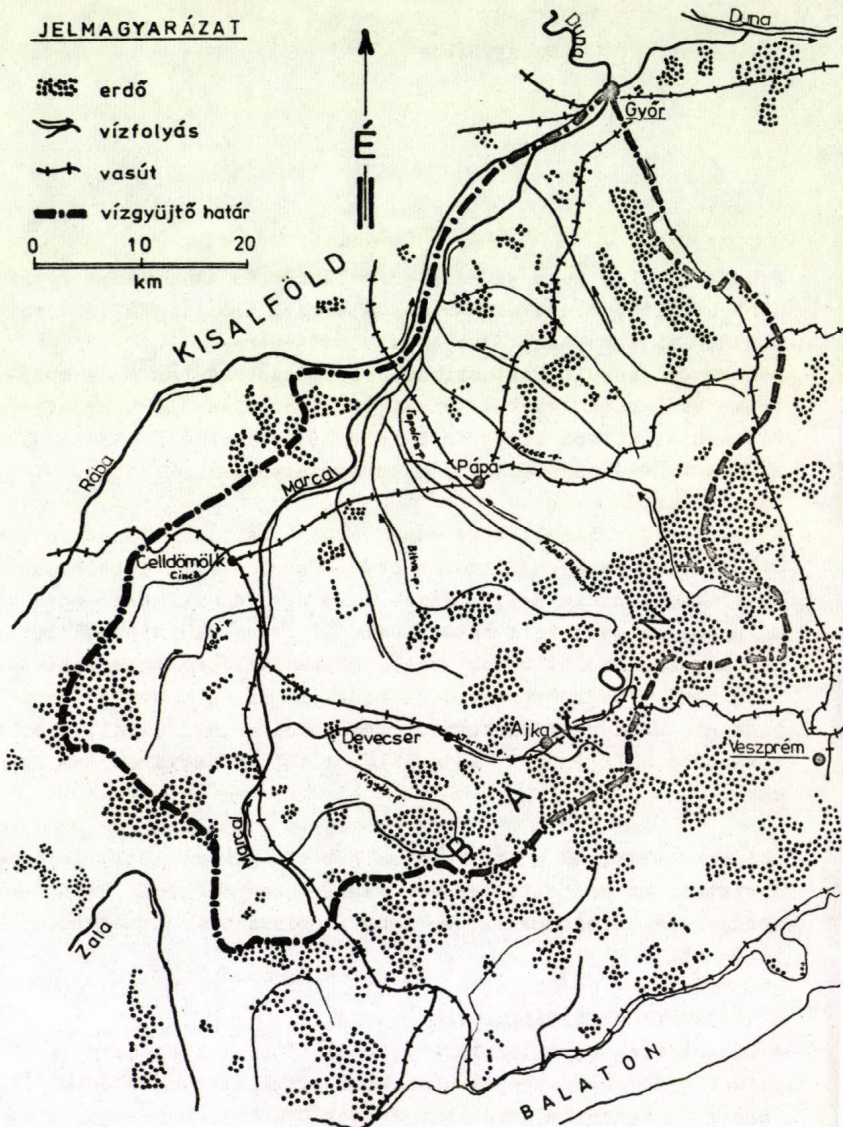
Dolgozatomban, az adott keretek lehetőségei mellett, ismertetni szeretném az említett tervben részletesen tárgyalt Marcal-völgy környezetvédelmi kérdéseit, főbb problémáit és a megoldás lehetőségeit.

### A TÉRSÉG KÖRNYEZETÁLLAPOTA

A Marcal vizgyűjtő területe Győrtől délre helyezkedik el. Déli határa a Bakony csucsait összekötő vízválasztón húzódik / 1. sz. ábra /. A Marcalba ömlő vízfolyások DK-ÉNY-i irányúak, ennek megfelelően alakultak ki a völgyek és dombhátak is.

x/ VIZITERV





1.ábra. MARCAL-VÍZGYŰJTŐ ELHELYEZKEDÉSE

Mai képeinek kialakulásában jelentős szerepe van a Bakonyból eredő vízfolyások említett irányu hordaléktermelő és lerakó hatásának, melynek eredményekén jöttek létre a Bakony lábaihoz támaszkodó felszabdalt hordalékkupok.

A felszín alakításában jelentős szerepet játszó csapadékviszonyok déli irányból észak felé haladva változnak. A Bakonyalja 700-800 mm-es értéke Győr környékén lecsökken évi 500-550 mm-re. A mélyen fekvő területeken réti talaj, a mélyedésekben lápos réti talaj, kotu és kisebb foltokban réti szolonyec fordul elő. A magasabban huzódó teraszok kavicsos, lösszerű iszapján agyagbeimosódásos barna erdőtalaj, a mélyedésekben pszeudoglejes barna erdőtalaj képződött. Jelenlegi rétegzettségük a felszíni erózió függvénye.

A változatos felszíni formák változatos tájat, élővilágot teremtettek és tág lehetőséget biztosítottak az ember természetalkító tevékenységének. Ennek során jöttek létre természeti értékek, természetvédelmi területek, kulturtörténeti emlékek és helyek, de tevékenységének köszönhetőek azok a környezetkárosító hatások is, melyek elleni védekezés a feladata a környezetvédelemnek.

### Természetvédelem

A természetvédelem, a természet élő- és élettelen - tudományos vagy kulturális szempontból jelentős - tárgyainak, jelentős régészeti lelőhelyek, történelmi, kulturtörténeti emlékhelyek, műemlékek, valamint feledésbe merülő életformák, gazdálkodási módok, egyes génekészletek megőrzéséhez szükséges természetes környezet megóvása, fenntartása és jellegétől függő bemutatása az érdeklődők számára. Ezek lehetnek területtel védett értékek /országos, megyei jelentőségű/ és lehetnek terület nélkül védettek.

Területtel védett természeti értékek. Vas megyében található a Sághegyi Tájvédelmi Körzet. Az országos jelentőségű területen lévő vulkánikus szigethegy földtani képződményei, xerothermikus pannon növényzete, védett állata, hagyományos szőlőtermesztése, a bányászat és geofizikai kutatási emlékek miatt védett. Veszprém megyében hat országosan védett természetvédelmi terület található. A Fenyőfői Ősfenyves a nyirkorból visszama-



radt természetes erdeifenyves, mely olyan génbanknak tekinthető, amely száraz, futóhomokos termőhelyével az Alföld fásításához nyújt készletet. Nagy veszélyt jelent számára a bauxitbányászat várható fejlesztése, mely az alábányászással fenyegeti. A Farkasgyepői Kisérleti Erdő szép bükköse, a legnagyobb szervesanyag termelésű természeteshez közelálló erdő ökoszisztéma egyike hazánkban. Bakonybél határában lévő Odvaskői barlang fokozottan védett természeti érték. Nyirád közelében van a Darvastó VI. sz. lencse, mely felhagyott külszíni fejtés tájképileg is impozáns látványa miatt védett terület. A sümegi Mogyorósdombi kovakőbánya, a kőkori tüzkkőfejtő miatt országos jelentőségű. Az Urkuti Őskarszt területén olyan kitermelt kőfejtés található, melynek különleges karsztos jelenségei, térszíni alakulatai a felszínen seholsem találhatók.

A megyei jelentőségű értékek közül Győr-Sopron megyében az Écsi erdei-fenyves és a Felpéci ősbörökás található. Vas megyében a Káldi facsoport, a Királyné gyertyája és a bobai szociális otthon parkja természetvédelmi terület. Veszprém megyében tizenkét természetvédelmi terület van, ezek: Városliget /Ajka/, Apátság kert /Bakonybél/, Szabadság park /Devecser/, Dobai park, Farkasgyepői Szanatóriumpark, Kamondi park és fasor, Kupi sáfrányos, Bánhalmi kastélypark, Padragkúti sziklák, Padragkúti öregerdő, Pápai belső várkert, Sümegi várhegy.

Terület nélkül védett természeti értékek. Ide tartóznak azok a növények és állatok, amelyeket a természetvédelmi hatóság védetté nyilvánított. A növények közül 227 faj védett, az állatok közül 572 faj. A terület nélkül védett természeti értékek azok, amelyek figyelmetlenségből, tájékozatlanságból vagy gondatlanságból eredően a legkönnyebben károsodhatnak az emberi tevékenységektől. Példaként említhetők a tarlóégetések, a lucerna kaszálások, vegyszeres gyom- és rovarirtás, rágcsálómérgezések szakszerűtlen alkalmazásából eredő károkozások.

### Környezetvédelem

A környezetvédelem témakörébe a talaj, a víz, a levegő és a zaj környezetvédelmi vonatkozásai tartóznak.

A termőtalaj környezetvédelmi vonatkozásai. Ide tartóznak

a talajpusztulás, a talajt érő szennyezések és a hulladékok elhelyezése.

A talajpusztulás formái, a talaj eróziója /lepel-, vonalas-, vízmosásos erózió/, a defláció, valamint a talaj felszínének külszíni bányászattal való megbontása. A térségben lévő külszíni bányák többsége kavicsbánya, de van téglagyári agyaggödör, zuzott mészkő és építési bazaltkő bánya is. Győr-Sopron megyében található jelentősebb kavicsbányák Téten, Gyömörén helyezkednek el. Vas megyében Várkesző, Izsákfa, Jánosháza térségében vannak nagyobb bányagödrök. Veszprém megyében Gyarmat, Szerecsény, Lovászpátona, Románd, Bakonyszentlászló, Fenyőfő környékén vannak jelentősebb külszíni bányák. Említést érdemel még az Ajka környéki szénbányászat, az urkuti mangánbányászat, a Bakony térségének bauxitbányái és a Marcal menti tőzgebányák.

A bányagödrök potenciális veszélyforrást jelentenek a felszín alatti vízkészletekre, mivel a takarórétég hiányában a szennyeződések akadálytalanul beszivároghatnak a réteg- és karsztvizekbe. Különösen akkor probléma ez, ha a felhagyott bányagödröket szilárd vagy folyékony hulladékok elhelyezésére használják.

A bauxitbányászatnál is jelentkezhet környezetvédelmi probléma. A bauxitlencse kitermelését követően az aknák táمبرendezését eltávolítják és felette lévő talajréteg egy idő után beroskad. Az így fellazult talaj szabad utat enged a szennyeződés mélybe szivárgásának.

A talaj szennyezése történhet a talajban elhelyezett, lerakott szilárd, vagy folyékony hulladékkal, de történhet a talaj felszínére kiszórt, lerakott anyagokkal is. Ide tartóznak a mezőgazdaságban, a növénytermesztés során szakszerűtlenül, vagy adott helyen és időben feleslegben kiadagolt műtrágyák, gyomirtók, peszticidek, talajfertőtlenítő szerek talajt szennyező hatásai. Az állattartás részéről, elsősorban a tartásmódtól függő talajszennyezés jelentkezhet. Az állati ürületek istállótrágyának való feldolgozása és kiszórása a talajra nagyon fontos és előnyös lenne környezetvédelmi szempontból is, hiszen a mezőgazdasági ökoszisztémában a szervesanyag visszapótlódásának és növényi tápanyaggá való lebomlásának láncszeme sokszor hiányzik. A szerves trágya kezelés módszereinek elmaradása következtében összegyűlő



állati ürülék fertőző, bűzös, talajt, vizet, levegőt szennyező ártalmas hulladék. A mezőgazdasági gépek tárolóhelyei a javító-műhelyek, uzemanyag raktárak olajos vizei okozhatnak talajszeny-nyezést. Az ipari eredetű talajt érő szennyezések közül jelentősebb az ajkai timföldgyári vörösiszap, a hőerőmű salakja, a ker-tai betonüzem porszennyező hatása, a Pápa környéki téglagyárak pora, a sümegi bazalt-, mészkőbányák, mészmű, mészkőőrölő porim-missziója, az urkuti mangánbánya meddőközete. A kommunális szeny-nyezések többsége külterületen a szemét, géproncsok, törmelékek, fáradtolaj stb. zuglerakása.

A szilárd /szemét/ és folyékony hulladékok /higtrágya, iszapok/ származási hely szerint lehetnek kommunális, mezőgazdasági, és ipari eredetűek. A települési hulladékok jelentősebb részét ha-tóságilag kijelölt szemét- és szennyvízürítő helyeken rakják le. A kezelésük tőzeggel való felítatás formájában történik, mely során a tőzeg nagy nedvszívó képességével felítatja ugyan a hig fázist, de hátránya, hogy a patogén kórokozókat nem pusztítja el. Ezeknél a telepeknél gyakorlatban a szükséges környezetvédelmi járulékos beruházás /bekerítés, utépítés, védő erdősáv, észle-lőkut stb./ többnyire elmarad. A mezőgazdaság részéről az állat-tartó telepek trágyájának /elsősorban higtrágya/ hulladékként val-ó megjelenése jelent veszélyt. Az ipari hulladékok közül első-sorban a veszélyes hulladékot kibocsátó üzemek, mint például a vaszari galvánüzem jelent potenciális veszélyforrást.

A vizek környezetvédelmi vonatkozásai. A felszíni vizek kö-zül legnagyobb vízfolyás a Marcal vízminőségét jelentősen befolyásolja mellékvízfolyása, a Mezőlaki Séd. Vízminősége IV. osztá-lyu, mely Pápa üzemeinek szennyvízbevezetései, a város kommu-nális szennyvízei következtében áll elő. A Marcal másik mellék-vízfolyása a Torna patak. Vize a bal-oldali mellékvizeire telep-ült ipar és Ajka város szennyvízbevezetései miatt szennyezett. A vízfolyáson rendkívüli szennyezések formájában lugos szennye-zőhullámok vonulnak le évente 8-10 alkalommal. Esős időszakban előfordul timföld bemosódás is, mely a vízfolyást vörös színűre festi. A hőerőmű is szennyez időnként mésszel, mésziszappal. Egyes mezőgazdasági állattenyésztő telepek /pl. Kistimai sertés-telep, Pápai uti sertéstelep Győr közelében/ is szennyezhetik



higtrágyával a közeli vízfolyásokat.

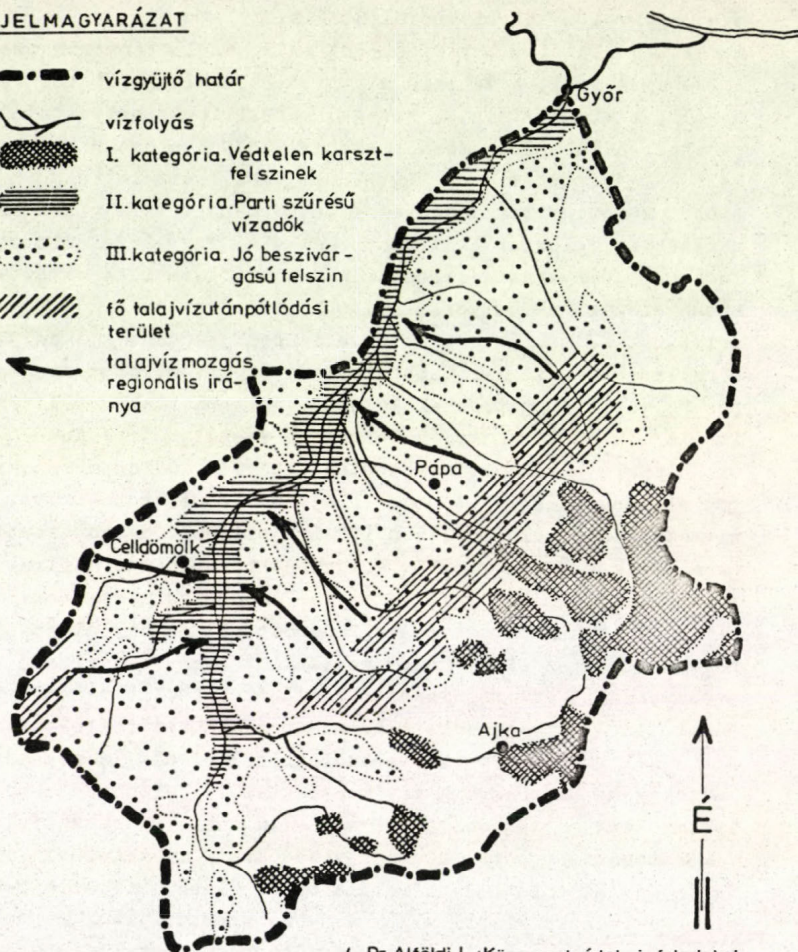
A felszín alatti vizek minőségét befolyásoló tényezők hatása függ a szennyezéstől, a felszín alatti talajtani, geológiai rétegzettségtől, a vizek /talaj-, réteg-, karsztvizek/ helyzetétől és mozgásától. A felszínre került szennyeződések először a felszín közeli talajvizet érik el, így ennek veszélyeztetettsége a legnagyobb. A rétegvizek szennyeződése történhet talajvizen keresztül, a rétegvíz felszíni csatlakozó helyein, vagy a felszín megbontásán /pl. bányászat/ keresztüli beszivárgással. A karsztvizek szennyeződésének helyei a nyitott, vagy kevésbé védett karsztfelszínek /2.sz. ábra/. Ez utóbbi szennyeződése okozhatja a legváratlanabb és legkárosabb vízszennyezést, mivel a szennyezőforrás helyétől függetlenül látszó távolabbi vízhasználatokat /pl. ivóvíz/ is korlátozhat. Potenciális veszélyt jelentenek az ivóvíz bázisra a vízfolyások mentén elterülő kavicsteraszok esetleges elszennyezése. A térség talajvíz minőségét tekintve, a magas nitráttartalom előfordulása itt is jellemző. Bakonyszentlászló, Bakonyszücs, Bakonykoppány kutjaiban 100-200 mg/l nitrát, Magyarpolány kutjában 400 mg/l, Izsákfa, Jánosháza kutjaiban 300 mg/l nitrát volt kimutatható. A kiragadott példák azt bizonyítják, hogy nemcsak az első, hanem esetenként a második vizadó réteg is szennyeződött az ammónia-nitrit-nitrát láncolat valamelyik tagjával. Az elnitrátosodás származhat a kommunális /pl. szennyvíz-ürítő helyekről/, ipari /technológiából eredő/, mezőgazdasági /műtrágyák, higtrágyák/ tevékenységekből. Különösen akkor veszélyesek ezek a szennyezések, ha azok a védtelen karsztfelszínekre /I. kategória/, parti szűrési vizadóokra /II. kategória/, vagy a fő talajvizutánpótlódási területre kerülnek. Ezek a területeken, mivel a felszín alatti vizek védelme szempontjából kiemelt fontosságúak, a potenciális szennyezőforrások megszüntetése, illetve mérséklése környezetvédelmi igényű feladat.

Említést érdemel az ipari tevékenységek közül a bauxitbányászat felszín alatti vizekre való hatása. Fenyőfő-Urkut-Halimba-Nyirád térségében lévő bauxitbányák üzemeléséhez szükséges a térség karsztvízszintjét a bányászati szint alá lecsökkenteni. Ennek érdekében erőteljes vízkiemelések kezdődtek 1960 körül és a 70-es évek közepére elérték a mai 300 m<sup>3</sup>/perc értéket. A térség



## JELMAGYARÁZAT

-  vízgyűjtő határ
-  vízfolyás
-  I. kategória. Védetlen karszt-felszínek
-  II. kategória. Partí szűrésű vízadók
-  III. kategória. Jó beszivárgású felszín
-  fő talajvízutánpótlódási terület
-  talajvíz mozgás regionális iránya



(„Dr Alföldi L.: Környezetvédelmi feladatok a felszín alatti vízkutatásban” c. munka alapján)

2. ábra. REGIONÁLISAN VÉDENDŐ TERÜLETEK

Karsztviz-háztartása, karsztvízszintje és a vízáramlási viszonyok ezért jelentős mértékben megváltoztak. A nyírádi vízkitermelés helyén eddig 100 m-es vízszintsüllyedés állt elő az eredeti állapothoz képest /3.sz. ábra/. A karszt- és rétegvizek áramlási viszonyai is megváltoztak a vizsgálatok szerint. Korábban vízáradás történt a karsztvizekből a rétegvizekbe. Jelenleg ez az állapot megváltozott és a vízáramlás iránya megfordult a rétegvizekből a karsztvizek felé egyre nagyobb vízhozammal. A rétegvizek és talajvizek kölcsönhatására vizsgálatok nem történtek, de az új helyzet potenciális leszivóhatást jelenthet a depressziós tölcésén belüli kutakra, forrásokra és karsztlápokra.




A levegő-tisztaságvédelmi vonatkozások. A Marcal völgyben a levegőszennyezés kérdése a mezőgazdasági üzemek, ipari létesítmények és a települések köré csoportosulnak. A mezőgazdaság üzemszerű gazdálkodása esetén, bár okoz légszennyezést /pl. permetezések, porozások, állattartás, növénytermesztés por és szagmissziói, stb./, de ezek jól megválasztott meteorológiai viszonyok mellett nem érnek el káros töménységet az immisszió /pl. települések területén/ helyén. Vonatkozik ez az állattartás körülményeire is, ahol a mezoklíma kialakításával és ehhez szükséges védősávok létesítésével elkerülhetők a szagártalmak települések felé való terjedése. A területen több olyan állattartó telep van, ahonnan szagártalom terjedését védősávok nem akadályozzák. Hasonló légszennyezést okoznak a hulladék elhelyező telepek is, ha a védérdő-sávot nem telepítik köré.

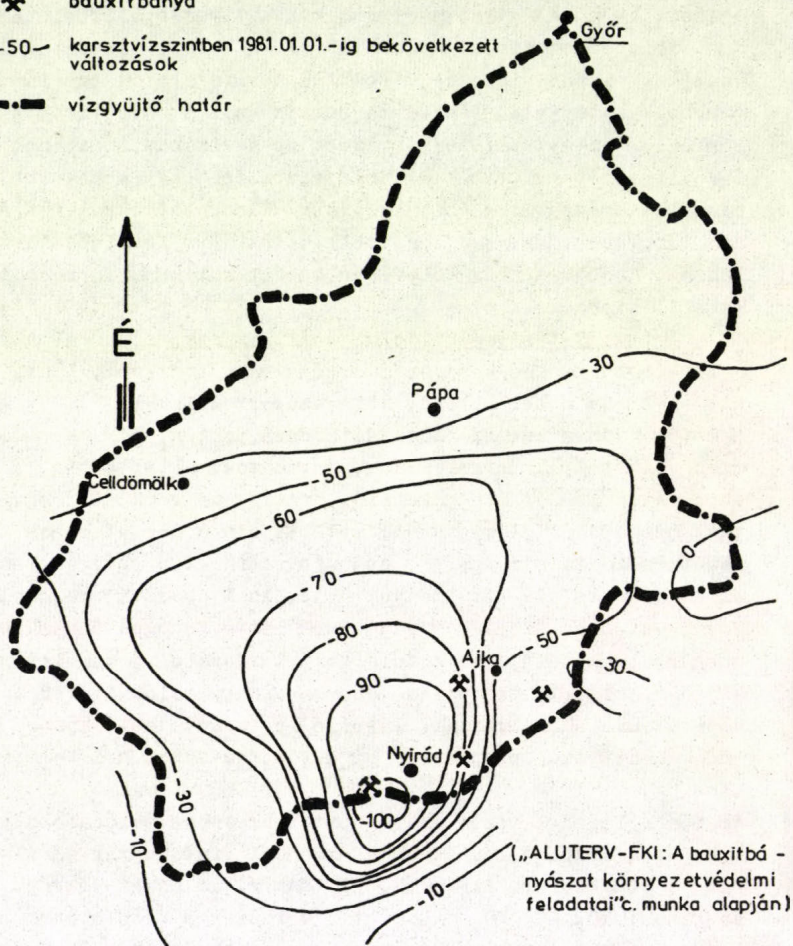
Az ipari légszennyezők emisszióit rendszeres mérőhálózattal mérik. Ezek közül jelentősebbek az Ajkai Timföldgyár és Alukohó /lugos timföldpor,  $AlF_3$ , NaF, HF stb./, az Ajkai Hőerőmű /pernye és gázok:  $SO_2$ , CO,  $NO_x$ , valamint a vörösiszap tárolóterek pora/, Ajkai Üveggyár /CO,  $NO_x$ , F/, Középdunántúli Szénbányák /por, CO,  $SO_2$ / és az egyéb bányák, megbontott felszínek porkibocsátásai, emissziói.

A kommunális légszennyezéseket csak részben mérik és ezek általában elfogadható értékeket adnak. Csak különleges meteorológiai viszonyok között és a téli fűtési szezonban emelkedhetnek



## JELMAGYARÁZAT

-  bauxitbánya
-  -50- karsztvízszintben 1981.01.01.-ig bekövetkezett változások
-  vízgyűjtő határ



3.ábra. NYIRÁDI BÁNYAVÍZ-KIEMELÉS HATÁSA  
A TÉRSÉG KARSZTVÍZSZINTJÉRE

meg ezek az értékek, különösen akkor, ha a térségben lévő ipari, mezőgazdasági üzemek transzmissziói is hozzáadódnak a terület immisszió értékeihez.

Zaj és zajártalmak környezetvédelmi vonatkozásai. A térségben jelentkező zajok többsége olyan mezőgazdasági, erdőgazdálkodásból eredő, ipari, településen belüli közlekedési és települések közötti közúti, vasuti zaj, mely felmérésére jelentőségénél fogva, vagy előfordulási helye miatt /munkahelyi zaj/munkánk célját tekintve nem volt szükség.

#### A TÉRSÉG KÖRNYEZETVÉDELMI FELADATAI

A környezetvédelem koncepciórendszere abban nyilvánul meg, hogy a jelentkező feladatokat elsősorban a szennyezéseket kibocsátók /mezőgazdaság, ipar, vízgazdálkodás, közlekedés/ szakágazati fejlesztéseiben kell integráltan megoldani, a népgazdaság anyagi teherbíró képessége és lehetőségei mértékéig.

A Marcal-völgyre alkalmazott koncepció ennek megfelelően foglalkozott a kibocsátók szerinti probléma-megoldásokkal és beruházási szinten azokkal a környezetvédelmi kérdésekkel, melyek a térségi meliorációs tanulmánytervekhez kapcsolhatók.

#### Természetvédelem

A térség természetvédelmi feladatai területileg két részre bonthatók.

Területtel védett természeti értékekre vonatkozó feladatok. A célkitűzések eléréséhez a meglévő természetvédelmi területeken biztosítani kell a védetté nyilvánító határozatokban előírtakat. Ez a térségben többnyire megvalósul. Kivételt képez a Fenyőfői Ősfenyves sorsa, melynek részleges megmentése feltétlenül indokolt. Erre vonatkozó részletes megoldások tervezése már történt. Azok a területek, melyek védett élőlényeknek, tájképi alakzatoknak adnak helyet, a természetvédelmi fejlesztésekben természetvédelmi területként lesznek előirányozva. A térségben a Magyas Bakony Tájvédelmi Körzet, a Somlóhegy Tájvédelmi Körzet és a Széki erdő Természetvédelmi Terület védetté nyilvánítása várható a VI. ötéves tervben. Ebben az évben védetté nyilvánítottak több növényritkaságot, melyek közül



többnek előfordulása várható a térségben. Ezeknek a területeknek /Pápakovácsi-Tapolcafő-Ganna, Ilonapuszta stb./ védetté nyilvánítása botanikai szempontból indokolt.

Terület nélkül védett természeti értékekre vonatkozó feladatok. Az ide tartozó természeti értékek védelme többnyire nem igényel jelentős beruházásokat. A mezőgazdaság természetvédelmi feladata a technológiai fegyelem, a gondos munka és odafigyelés révén megtartani a természetvédelmi előírásokat. Az erdőgazdálkodás során figyelemmel kell lenni az erdő elsődleges céljára /termelőerdő, véderdő, parkerdő/ és csak azzal összhangban szabad művelni. Gondoskodni kell arról is, hogy az erdőterületek ne csökkenjenek. A települések felől ható, a természeti értéket károsító tényezők csökkentése, megszüntetése elsősorban természettudományos, oktatási jellegű társadalmi feladat, kiegészülve a jogi szabályozás/szankcionálás/eszközeivel.

#### Környezetvédelem

A térségben jelentkező környezetvédelmi feladatok közül elsősorban a külterületekével foglalkoztunk, hangsúlyozva a mezőgazdaságot érintő területi feladatokat. Az ipari feladatokra csak javaslatot tettünk.

Talajpusztulás elleni védekezés feladatai. Fontos feladat a külszíni fejtések felhagyott gödreinek rekultivációja, különösen a regionálisan védendő, a felszín alatti vizeket veszélyeztető területeken. Itt hulladékot, szennyviziszapot, higtrágyát elhelyezni nem szabad.

Talajszennyezés elleni védekezés feladatai. A mezőgazdaság részéről jelentkező diffúz szennyezések elhárítása, mérséklése inkább termelés technológiai folyamatszervezés, mint beruházást igénylő műszaki feladat. Az ipar részéről feladat a hulladékszegegy technológiák kidolgozása, a hulladékok újrafelhasználása, illetve a használhatatlan anyagok ártalommentes lerakása, égetése.

Hulladékkezelés feladatai. A térségben jelentkező hulladékok ártalommentes, rendezett kezelése, elhelyezése megoldandó feladat. Ezek egy része, a meglévő kezelő telepek rendezése. Ilyen a területen 13 db van, ahol védőfásítást, övárkot, észlelő kutat kell létesíteni. 12 db kommunális eredetű folyékony



hulladék kezelő telep és 27 db mezőgazdasági célra kialakítandó kezelőtelep létesítése indokolt. A hulladékelhelyező és kezelő telepek rekonstrukciójának, illetve létesítésének költsége összesen 157 Mft. Veszélyes hulladékok lerakási helyét bejelöltük.

Vízminőségvédelmi feladatok. A felszíni vizeket veszélyeztető kibocsátók/mezőgazdaság, ipar, települések/ szennyezésének csökkentése elsősorban ott indokolt, ahol azok vízszennyezése a továbbiakban is várható. Az ipari és kommunális szennyezések elhárítására, szennyvизtisztító berendezések korszerűsítése, bővítése, üzembe helyezése, a kis települések esetében pedig az ártalommentes elhelyezés, esetleg a mezőgazdasági hasznosítás a megoldandó feladat. Példaként említve, az Ajkai Alukohó és Timföldgyár automatikus észlelő és visszaforgató rendszert épített a Torna patakot érő lugszennyezések elhárítására. Vízminőségszabályozási lehetőséget kínál a Torna és Kigyós patak összefolyásánál tervezett tározó, mely hígítóvízzel csökkentheti a Torna patak időszakos szennyezettségét.

A felszín alatti vizek védelme az I. és II. védettségi kategóriájú területeken fontos. Ezért a mezőgazdasági állattartó telepek hagyományos tartásmódu istállóiból kikerülő trágyát ezeken a helyeken rendszeresen kezelni és a földeken kiszórni szükséges. A hígtrágyás tartásmódu telepek szennyezéseinek csökkentését biztonsági terület /pl. nyárfás/ létesítésével, növelésével, szakszerű használatával lehet megoldani, illetve mezőgazdasági területen való trágyakénti elhelyezésével. A térségben hat telep igényel ilyen jellegű beruházást, összesen 60,5 Mft költséggel. Megemlítendő még, hogy a nyirádi karsztvíz kiemelések következtében a depressziós tölcserén belül lévő települések egyes kútjait várhatóan mélyíteni kell, a kiszáradás veszélye miatt/pl. Bakonyszentlászló, Csabrendek, Gyepükaján, Pápa, Sümeg, Ukk stb/.

Levegőtisztaságvédelmi feladatok. A térségben az ipar és települések területén jelentkező feladatok elsősorban olyan műszaki beruházásokat, technológiákat /pl. levegőszűrők, fűtési módok, porleválasztók, meddőhányók stabilizálása stb./ igényelnek, melyek üzemi feladatok. A mezőgazdaságban jelentkező szagártalmak /állattartó telepek/ ellen ott kell védekezni elsősorban védőfásítással, ahol az települések felé transzmittálódik.



Ilyen a térségben összesen 12 db van. Ezek védőfásításának összes költsége 1,5 Mft. Megemlítendőek még a hulladékkezelő és elhelyező telepek légszennyezésének hasonló módu csökkentése/költsége a telepek létesítési költségében bennfoglaltatik/.

Zajcsökkentési feladatok. A zajcsökkentési feladatok méréséklésére irányuló tevékenységek - mivel ezek többsége üzemi zaj, és üzemen belül megoldandó feladat - a térségi melliorációval nem állnak kapcsolatban, ezért ilyen jellegű beruházásokat nem terveztünk.

#### KÖLTSÉGEK, ÜTEMEZÉS

A környezetvédelmi feladatok költségelhető része összevontan a talaj védelme területén 157 Mft, a vízvédelem területén 60,5 Mft, a levegőtisztaságvédelem területén 1,5 Mft, összesen 219 Mft. Ez 700 Ft fajlagos érték, összterületre vetítve. A beruházások javasolt ütemezése alapján, a VI. ötéves tervben megvalósuló létesítmények költsége kb. 174 Mft és a VII. ötéves tervidőszakra áthuzódóké kb. 45 Mft. A tervidőszakokon belüli bontás a feladatok jellegéből adódóan nem volt indokolt.

## THE ENVIRONMENTAL PROTECTION OF THE MARCAL DRAINAGE SYSTEM

Gábor Duhay

The general environmental potentialities of the area of the Marcal rivers' drainage system. Environmental state of the area. Ecological values and influence of social activities /agriculture, forest economy, industry, settlements/ on the natural values. Examining the possibility of protection from the point of view of agricultural soils, waters /surface and subsurface/ air and noise. Nature and environmental protection concept of area development. Tasks in the field of protecting nature and the ecosystem. Development in the field of nature protection. Tasks of preserving soil, water quality, air quality and of reduction of noise in the area. The financial appraisalment of the project.

### ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ р.МАРЦАЛ

Габор ДУХАЙ

Общие условия окружающей среды водосборной территории реки Марцал. Состояние окружающей среды пространства. Ценности заповедников, и воздействие общественной деятельности /сельское хозяйство и лесное хозяйство, промышленность, поселения/ на природные ценности. Выявление состояния охраны окружающей среды в отношении плодородной почвы, воды /поверхностные и подземные/, воздуха и шума. Концепции охраны природы и окружающей среды по развитию данной территории. Задачи в области охраны природы и окружающей среды. Задачи по охране почвы, качества воды, воздуха и шума в данном районе. Оценка расходов вмешательства.





# A MARCAL VIZGYÜJTŐ MEZŐGAZDASÁGI TERÜLETÉNEK VIZHÁZTARTÁSI PROBLÉMÁI

Kamarás Miklós

x

A Marcal vízrendszere által összefogott terület mind domborzatilag, mind éghajlatilag igen változatos.

A Dunántuli Középhegységhez tartozó keleti vízgyűjtőrész nemcsak térségileg emelkedik ki magasan a Marcal völgyi részéhez viszonyítottan, hanem csapadékosság nézőpontjából is magasan az országos átlag feletti értékeket észlelhetjük. Farkasgyepü környéke hazánk egyik legcsapadékosabb vidéke (évi 759 mm). A sík alluviális jellegű medence részen ezzel szemben közel 120 mm-rel kevesebb az évi csapadék.

A domborzati adottságok a helyi csapadékból származó vízmennyiségeket jelentős mértékben módosítják. De a hegy-dombvidéken az elfolyás nemcsak a vízkészleteket csökkenti, hanem mint eróziós potenciál talajveszteségeket is okoz. A medence mély részei felé lehuzódó vízmennyiségek többnyire vízfolyás-medreken közelítenek a Marcal, mint befogadó felé. Ezt a funkciójukat azonban csak állandóan karbantartott és jól kiépített hálózat esetében tudják ellátni. A kisesésű alluviális vízgyűjtőrészek mezőgazdasági termőfelületein az igen lassu horizontális vízmozgás következtében csapadékos időszakokban a vízbőség, csapadékhiányos szakaszokban az aszályra való hajlam okoz gondokat.

Fentieknek megfelelően a térség mezőgazdasági területein két élesen elkülönülő vízgazdálkodási problémakörrel állunk szemben, u.m. az erózióval és a belvízrendezéssel. Területi kiterjedés nézőpontjából az erózió által sujtott terület nagyobb mint a belvízzel érintett. Míg az erózióval érintett lejtők a térség 39%-át uralják, addig a sík, időszakosan tulvizesedett területek részaránya 25%.

---

x/ VIZITERV



## EROZIOS VESZÉLYEZTETETTSÉG A MARCAL VIZGYÜJTŐJÉBEN

Mig a Bakony magas térségreszein az erdők viszonylag jelentős védelmet biztosítanak a talajtakarónak, addig a mezőgazdaságilag művelt hegy-dombvidéki lejtők nagymértékben ki vannak téve az eróziós károknak. A Bakonyhoz tartozó térségresz, csapadékeróziós potenciálja az u.n. R érték országos viszonylatban is igen jelentős (220 t/ha/év). A vízgyűjtő Győr megyei részén lévő Sokoró-Pannonhalmi dombság esetében az R tényező 180 t/ha/év. Ezt az értéket módosítja pozitív irányban a talajellenállás, a talajművelés, vetésszerkezet.

A Marcal vízgyűjtő lejtésviszonyait az alábbi táblázat szemlélteti:

Lejtőka- tegória	Szántó		Legelő		Szőlő- gyüm.		Rét	Mezőgazd. műv. összterület	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	ha	%
0- 5	88 776	87,7	12 553	72,7	1108	58,3	17 615	120 052	87,0
5-12	8 224	8,1	2 030	11,8	377	19,8		10 631	7,7
12-17	2 280	2,2	1 167	6,7	136	7,2		3 583	2,6
17-25	1 385	1,4	719	4,2	64	3,4		2 168	1,6
25 felett	606	0,6	788	4,6	215	11,3		1 609	1,1
	101 271	100,0	17 257	100,0	1900	100,0	17 615	138 043	100,0

A táblázatból kitűnik, hogy a teljes térségresznek 13%-a meredekebb 5%-os lejtőnél. A művelést erősen akadályozó meredek (17%-nál nagyobb) lejtők a mezőgazdaságilag művelt területek 5,3%-át képviselik.

Bár talajpusztulás nézőpontjából a lejtőhajlás csak az egyik tényezője az erózióknak, agrotechnikai vonatkozásban ez okozza a legtöbb nehézséget. A talajművelő, ápoló és betakarító gépek egyaránt ki vannak téve a felborulás veszélyének, üzemeléskor nagyobb energiát igényelnek, mint sík területen, s nagyobb ügyesség kell a jóminőségű munka elvégzéséhez.

Míg a lejtőhajlást a talajvédelmi intézkedések során csak értékes állókultúrák esetében - mint a szőlők és gyümölcsösök - szokták módosítani (pl. teraszolás), addig a lejtőhossz az a tényező, amit a műszaki talajvédelem elsődlegesen számbavesz és a szükséghez mérten korrigál.

Az erózió mértéke még akkor eltűrhető, ha nem haladja meg a 15 t/ha/év mennyiséget. Ezért az agronómiai és műszaki intézkedéseket ennek megfelelően kell összhangba hozni. A Marcal vizgyűjtőjében a jelenleg alkalmazott vetésszerkezet esetében az átlagos lejtőhosszuságok figyelembevételével csupán a gyepvel fedett területeken és a 0-5%-os lejtésű szántók esetében kisebb a fajlagos lepusztulás a még megengedhető 15 t/ha értéknél. A számítások során természetesen a talajok erózióval szembeni ellenállását is ismerni kell. Ennek értéke az u.n. "K" tényező a talaj vízálló morzsáinak nagyságától függ. Az agyagásványok minősége, a kémiai talajtulajdonságok, a humuszanyagok mennyisége és minősége együttesen határozzák meg a vízálló morzsák nagyságrendi megoszlását. A Marcal vizgyűjtőjében a sokféle tarka talajtakaró igen változatos "K" értékeket eredményez. Többségük kis és közepes talajellenállást mutat. Nagy ellenállású talajokkal csak elvétve találkozhatunk.

#### A TALAJPUSZTULÁS MÉRSEKLÉSÉT ELŐSEGÍTŐ INTÉZKEDÉSEK

Hatásosság és gazdaságosság nézőpontjából kétséget kizáróan az agrotechnikai intézkedések az elsőség. Míg a vetésszerkezeti arányok és talajművelési módszerek 50-szeres tágasságot, illetve hatásfokot mutatnak, addig a műszakiak mintegy 5-szörös fékezhetőást eredményezhetnek. A műszaki intézkedéseket ugyanis nagymértékben korlátozza a még elfogadható táblaméret kialakíthatósága, s nem utolsó sorban a nagy fajlagos költség. Műszaki intézkedésekre azonban mégis minden esetben szükség van, hiszen a korszerű nagyüzemnek szüksége van a kedvező táblásítást és közlekedési lehetőséget biztosító uthálózatra. A lejtést



megszakító vízvezető létesítmények célszerűen az uthálózathoz kapcsol-  
tan készülnek.

A talajvédő vetésszerkezet kialakítása elsősorban azt jelenti, hogy a  
tájba jól illő növényeket lejtőkategóriánként differenciáltan kell elvetni.  
Vagyis a nagyobb védelmet igénylő meredek lejtőkategóriákban nagyobb  
legyen az élő pillangósok, illetve a jól fedő növények aránya és ki-  
sebb a rosszul védő kapásoké - mint az üzemi átlag. A szükséges ka-  
pások vetésterületét a 0-5%-os lejtőkategórián lehet biztosítani.

A talajművelés nézőpontjából a szintvonalirányu eredményezi a leg-  
kisebb talajvesztést. Minél több csapadékot sikerül a talajjal helyben  
elnyeletni - vagyis minél kisebb lesz az eróziót okozó elfolyás - annál  
hatásosabb a talajművelés. Ezért a nagy víznyelést elősegítő mélyműve-  
lésnek ugyancsak talajvédő szerepe van.

A Marcal vízgyűjtő hegy-dombvidéki területein az átlagos talajjelen-  
állás esetében célszerűen alkalmazott agrotechnika mellett szántóterü-  
leten

0-5%-os lejtőkategóriában	2000 m-es
5-12%-os "	320 m-es
12-17%-os "	120 m-es
17-25%-os "	80 m-es

lejtőhosszak engedhetők meg, ami a nagyüzemi táblásítást megvalósít-  
hatóvá teszi.

Meg kell említeni, hogy jelenleg a talajvédő agrotechnika megvaló-  
sításához szükséges szintvonalirányban is jól vezethető erőgépek, vala-  
mint a speciális lejtős területekre alkalmas talajművelő eszközök, um.:  
váltvaforgató ekék, sorirányt jól követő vetőgépek és ápoló eszközök a  
hiánycikklistán szerepelnek. Így a talajvédő gazdálkodás megvalósítása  
kétséges.

## ALLUVIÁLIS TERÜLETEK VIZRENDEZÉSI FELADATAI

### Meteorológiai tényezők

A meteorológiai tényezők közül azokat kell elsősorban megvizsgálni, amelyek az éghajlati vízmérlegek elkészítése érdekében szükségesek. Így a Marcal medencére vonatkozóan is ismerni kell a különböző valószínűségű csapadéksorok havi adatait, amelyek a belvízképződés lehetőségének gyakoriságát és az öntözéses vízpótlás időszakos igényét mutatják. A vízmérlegek szerkesztéséhez ismerni kell az átlagos potenciális evapotranszspiráció havi mennyiségeit is. A vízmérlegek ábrázolását, amelyek az evapotranszspirációval csökkentett csapadéksorokat mutatják, a mellékelt grafikon szemlélteti. Az adatok feldolgozása az éves vízháztartási ciklust (októbertől kezdődően szeptemberig) követi.

A grafikonról látható, hogy a belvízrendezés nézőpontjából mértékadó 10%-os valószínűségű csapadék még a nyári aszályra hajlamos időszakban sem vízhiányos. Az év kilenc hónapjában jelentős csapadéktöbbletek mutatkoznak. Az öntözési igény megítélése nézőpontjából a 75%-os valószínűségű csapadéksorok a mértékadók. Ez a mérleg már márciustól kezdődően egészen november elejéig vízhiányt mutat. A görbe az évek 75%-ában szükséges vízpótlási igényt mutatja.

A meteorológia tényező a vízrendezési igény meghatározásának csak első láncszeme. A jelenlegi termelési szint esetében a - még gazdaságos kiépítésnek ítéltető - 10%-os valószínűségű csapadékmennyiségeket mind a domborzati viszonyokból következő elfolyás, mind a talaj vízvezető-víznyelő képessége csökkenti.

### A területi belvízveszély számítása

Közel sík területen az elfolyás mértéke nem annyira a domborzat, mint sokkal inkább a kiépítettség függvénye. A csatornák, árkok által elvezetett vízzel csökkentett meteorológiai tényezőkből származó vízmennyiségek adják a területi belvízveszély nagyságát. A Marcal térség völgyi részeinek kiépítettsége mintegy  $60 \text{ l/s/km}^2$ . Ezt az elvezetési



kapacitást a téli fagyos napok csökkentik, így azok számával havonta sulyozni kell a kiépítettségi kapacitást. Ez egyuttal rávilágít arra is, hogy a meghatározott kiépítési szint nyári és téli hónapjainak vízvezetési kapacitása milyen mértékben változik. A mellékelt táblázat 5. rovatában láthatjuk, hogy a havi mm csapadéokra átszámított  $60 \text{ l/s/km}^2$  kiépítési érték 158 és 32 mm között változik.

#### A termőhelyi belvizveszély

Ahhoz, hogy a januárban keletkező maximális 25 mm-es területi belvizveszély elkerülhető legyen, ezt a csapadékmennyiséget vagy a talajnak kell elnyelni, vagy el kell vezetni. Mivel a téli mértékadó időszak többletcsapadékról van szó, a talajok vízvezetési kapacitását is a fagyos napok számával sulyozottan kell figyelembevenni. Ez azt jelenti, hogy a  $125 \text{ mm/hó}$  vízvezetési kapacitáson felüli talajok esetében nem kell belvizveszéllyel számolni. (Lásd a táblázat 7. rovatát.)

Ahhoz mármost, hogy tudjuk termőhelyi foltonként mennyi többlet-kiépítésre van szükség, meg kell határozni az azonos vízvezetésű talajfoltok nagyságát kapacitás-kategóriánként.

A Marcal vízgyűjtője esetében az egyes talajfoltok ilyen célú meghatározását a Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet által készített vizgazdálkodási térképek alapján állapítottuk meg.

#### Talajvizviszonyok

Azon talajfoltok esetében, ahol különböző gyakorisággal magas talajvízállással kell számolni, a talajok vízvezetési kapacitását is ennek arányában módosítani kell. A Marcal térség esetében is feldolgozásra került az érintett talajvizkut észlelőhálózat adatsora. Az egyes kutak 20 éves megfigyelésének eredménye havi bontásban a vonatkozó év hónapjának evapotranszspirációval csökkentett csapadék mennyiségeivel összevetve módot ad annak megítélésére, hogy hol, milyen mértékű összefüggés mutatkozik a csapadékjárás és a talajvizmozgás között.

A talajvizmagasságok megítéléséhez szükség van az egyes magassági szintek gyakorisági, illetve tartóssági adatainak számszerű kiértékelésére is. A példaként mellékelt nyirádi és karakószörcsöki észlelőkönyvek tartóssági görbéi jól mutatják az értékelések hasznosságát. Mig Nyirádon a 25%-os valószínűséggel számolható talajvízállás 40 cm körüli, az 50%-os - tehát másodévenként számításba vehető - 60 cm körüli érték, addig Karakószörcsön a 25%-os érték is már 200 cm alatt van. A két tartóssági görbe lefutása is sokat elárul a talajvizmozgás tendenciájáról. A nyirádi lapos görbe a nagy tartósságu magas talajvizekre, míg a karakószörcsöki csak időszakosan magas talajvízállásokra utal.

A tartósan magas vízállású területeken nyilvánvalóan akadályozott a csapadékvíz vertikális talajbajutása, így még jó vízvezető talajtulajdonságok esetében is rossz vízvezetéssel kell számolnunk.

#### A belvizveszélyes területek nagysága a veszélyeztetettség kategóriák szerint

A belvizveszélyes területek nagyságát az ujholocén árterületeken található lápi eredetű réti talajokon és az öntés jellegű talajokon belül vizsgáltuk. Ezekon belül mérhető fel reálisan a mezőgazdasági üzemek vízrendezési igénye.

Nincsen belvizveszély azokon a területeken, ahol a talajok havi átlagos potenciális vízvezetése a 125 mm/hó értéket meghaladja. Ez a térség sík medencefenék jellegű területeinek 58,7%-a (66,925 ha).

A 75 mm-es potenciális vízvezetésű talajok területe 23 037 ha (20,2%). Ezekon 19 l/s/km<sup>2</sup> többlet kiépítésére, összesen (a már meglévő alappal együtt) 79 l/s/km<sup>2</sup> üzemi kiépítésre van szükség.

A 40 mm-es potenciális vízvezetésű talajok területe 15 786 ha (1,4%). Ezekon 23 l/s/km<sup>2</sup> többletkiépítésre tehát összesen 92 l/s/km<sup>2</sup> üzemi kiépítés fejlesztésre van szükség.

A 20 mm-es potenciális vízvezetésű talajok területe 8626 ha (7,6%). Ezekon 39 l/s/km<sup>2</sup> többletkiépítésre (összesen 99 l/s/km<sup>2</sup> üzemi kiépítésre) van szükség.



0 mm-es vízvezetésű talajok csak magas talajvízállás következtében  
vannak a Marcal térségében. Ezek

az alluviális rétek és öntéstalajokon	9 861 ha
egyéb talajtípusokon belül	<u>3 887 ha</u>
összesen:	13 748 ha (12,1%)

E területeken  $47 \text{ l/s/km}^2$  fajlagos többletkiépítésre van szükség, - ami így összesen  $107 \text{ l/s/km}^2$  kiépítettségnek felel meg.

A többletkiépítési átlagok a termőhelyre értendőek. Az üzemközi és főművi létesítmények vonatkozásában a termőhelyi értékeket a medertározási, öblözet nagysági, késleltetési tényezők módosítják.

Mivel a magas talajvízállású területek általában rétművelés alatt állnak, a kiépítési igény nézőpontjából nem célszerű ezeket teljes értékkel figyelembe venni, mivel a rétek víztűrőképessége igen jelentős. A jövőben is szükséges rétekre elég a többletkiépítési érték felét figyelembe venni.

#### A vízháztartás agrotechnikai vonatkozásai

A térségben a belvizveszélyes területfoltok mellett igen jelentős a rossz víztartó, rossz víztározó kapacitású talajok kiterjedése. Így a Pápát környező területeken, különösen a Gerence mentén és Pápasalamon térségében a szél által könnyen mozgatott homokot, sőt futóhomokot is találhatunk. Itt a nagy talajtakarást biztosító növényeket és a szélvédő fasorok telepítését kell előtérbe helyezni.

Igen nagy kiterjedésűek a sekély termőrétegű kavicsos-köves talajok is (73 683 ha). A sülévénységre hajlamosító kavicsos mészatkozás, kőzuzalékos rétegek többsége a felszín alatt helyezkedik el. Ezek esetében arra kell ügyelni, hogy a talajművelés során ezek ne kerüljenek a felszínre. Pápától nyugatra több helyen észlelhető a káros mélységben forgatott talaj terméscsökkenő hatása. A kötött, sokszor vörösbarna agyagzott kavicsos területeken a forgatást háttérbe szorító mélylazítással lehet a talajok vízbefogadó képességét fokozni.

## Öntözési lehetőségek

A kedvezőtlen víztartó képességű talajok nagy kiterjedése meginkább kihangsúlyozza a vízmérlegek tárgyalásakor már említett időszakos vízhiányt.

Ezért a termelés biztonságának növelése érdekében a sekély termőképesség ellensúlyozására az öntözés lehetőségeinek kihasználása különösen célszerű.

A Marcal vízgyűjtő területén a mezőgazdasági vízhasznosítás jelenleg igen alárendelt jelentőségű. A vízjogi engedéllyel rendelkező öntözésre berendezett területek 4618 ha-t tesznek ki. A tényleges öntözés évenként változóan ennél lényegesen kevesebb.

A Marcal térségében mind a felületi, mind a felszín alatti vízkivételekből jelentős öntözőterület bővítés lenne végrehajtható. A bauxitbányászat még hosszú időn keresztül 4-5 m<sup>3</sup>/s öntözővíz kivételt tesz lehetővé. A térségben már meglévő és fejleszthető tározási lehetőségek kihasználása ugyancsak nagymértékben szolgálhatná az öntözést. A csőkutas öntözés fejlesztése ugyancsak komoly lehetőségeket rejt magában.

A meglévő vízjogilag engedélyezett halastavak és tározók, illetve építés alatt lévő tározók területe 349 ha. A tározott vízmennyiség 6,69 millió m<sup>3</sup>, aminek csaknem fele 3,77 millió m<sup>3</sup> mezőgazdasági hasznosítású.

A bővítési lehetőség további 32,75 millió m<sup>3</sup> biztosítását jelentené különböző vízfolyásokon. Ebből 14,95 millió m<sup>3</sup> szolgálhatná a mezőgazdaságot. A többi záportározás és üdülőtő létesítését tenné lehetővé.

A mezőgazdasági hasznosítású víztározás 2400 m<sup>3</sup>/ha vizigényt számolva 9017 ha esőztető öntözését tenné lehetővé.



10%-os valószínűségű és átlagos éghajlati területi és termőhelyi belvízveszélyeztetettség számítása havi bontásban a Marcal völgyi részében

Sorszám	Tényező	M.e.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	10%-os valószínűségi csapadék (Cs 10)	mm	104	93	79	57	58	75	80	118	112	134	117	112
2.	Potenciális evapotranszspiráció (Pe)	mm	45	15	2	0	2	22	50	91	117	137	117	79
3.	Éghajlati belvízveszély (Eb)	mm	59	78	77	57	56	53	36	27	-	-	-	33
4.	Fagyos napok száma	nap	2	11	20	24	20	12	3	-	-	-	-	-
5.	Fajlagos kiépítettségnek megfelelő vízszállítás	mm	148	100	53	32	53	95	142	158	158	158	158	158
6.	Területi belvízveszély (Tb)	mm	-	-	24	25	3	-	-	-	-	-	-	-
7.	Tb-nek megfelelő potenciális talaj-vizvezetés (Vh)	mm	116	78	42	25	42	75	112	125	125	125	125	125
8.	75 mm-es potenciális talaj-vizvezetés (Vh)	mm	70	48	25	15	25	45	68	75	75	75	75	75
9.	Termőhelyi belvízveszély (Lb) 75 mm-es Vh esetében	mm	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	40 mm-es potenciális talaj-vizvezetés (Vh)	mm	37	25	13	8	13	24	36	40	40	40	40	40

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11.	Termőhelyi belvizveszély (Lb) 40 mm-es Vh esetében	mm	-	-	11	17	-	-	-	-	-	-	-	-
12.	20 mm-es potenciális talaj- vizvezetés (Vh)	mm	18	13	7	4	7	12	18	20	20	20	20	20
13.	Termőhelyi belvizveszély (Lb) 20 mm-es Vh esetében	mm	-	-	17	21	-	-	-	-	-	-	-	-
14.	Átlagos év éghajlati belvizve- szély (eb átl. esetében)	mm	12	36	41	33	31	15	-	-	-	-	-	-
15.	Átl. éghajlati belvizveszély el- hárításához szükséges talaj- vizvezetés	mm	152	104	55	33	55	98	148	165	165	165	165	165
16.	75 mm-es pot. talajviz-vezetés esetében elvezetésre kerülő csapadék	mm	-	-	16	18	6	-	-	-	-	-	-	-
17.	40 mm-es pot. talajvizvezetés esetében elvezetésre kerülő csa- padék	mm	-	9	28	25	28	-	-	-	-	-	-	-
18.	20 mm-es pot. talajvizvezetés esetében elvezetésre kerülő csa- padék	mm	-	3	34	29	24	3	-	-	-	-	-	-
19.	0 mm-es pot. talajvizvezetés esetében elvezetésre kerülő csa- padék	mm	12	36	41	33	31	15	-	-	-	-	-	-



THE WATER BUDGET PROBLEMS OF THE MARCAL DRAINAGE SYSTEM'S  
AGRICULTURAL AREA

Miklós Kamarás

The Transdanubian Mountain Range's wester side, the Kemeneshát hill range's eastern side and the river's alluvial basin all gathered into one unit by the drainage system of the Marcal, show a rather versatile water budget potential. The agricultural, farms face all kinds of water budget problems ranging from inland waters damages to drought, from deflation and erosion to silt accumulation. The possibility of reduction of the damages is given by suitable technical and agrotechnical measures. Detailed exploration of the water budget would be one of the guides for defining the further tasks.

ПРОБЛЕМЫ ВОДНОГО РЕЖИМА ВОПОСЬОРНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ТЕРРИТОРИИ р. МАРЦАЛ

Миклош КАМАРАШ

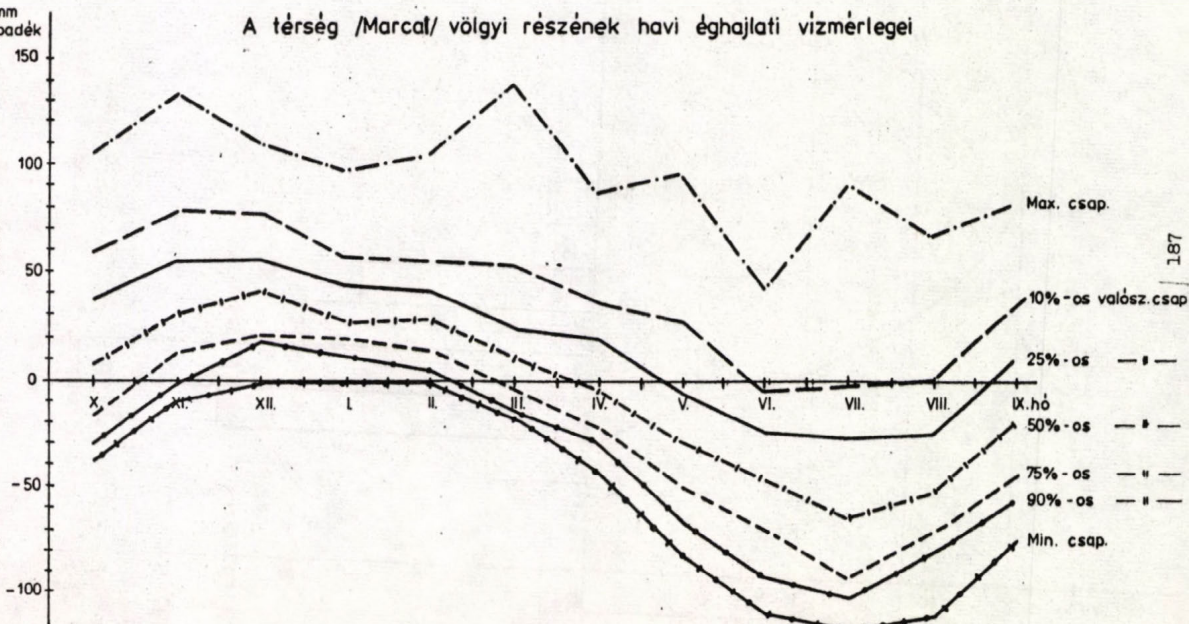
Западная сторона Залунайских Средневенгерских гор, охваченных водной системой реки Марцал, Восточная сторона свиты холм Кемешешат и аллювиальный бассейн реки Марцал показывают довольно разнообразные условия водного хозяйства. Сельскохозяйственные предприятия сталкиваются с проблемами, связанными с водным режимом, начиная от вреда, причиняемого внутренними водами, до засухи, от дефляции и эрозии до заиления. Вред может быть уменьшен соответствующими техническими и агротехническими вмешательствами. Одну из основ определения задач представляют подробные испытания по водному режиму.

mm  
csapadék

### A térség /Marcal/ völgyi részének havi éghajlati vízmérlegei

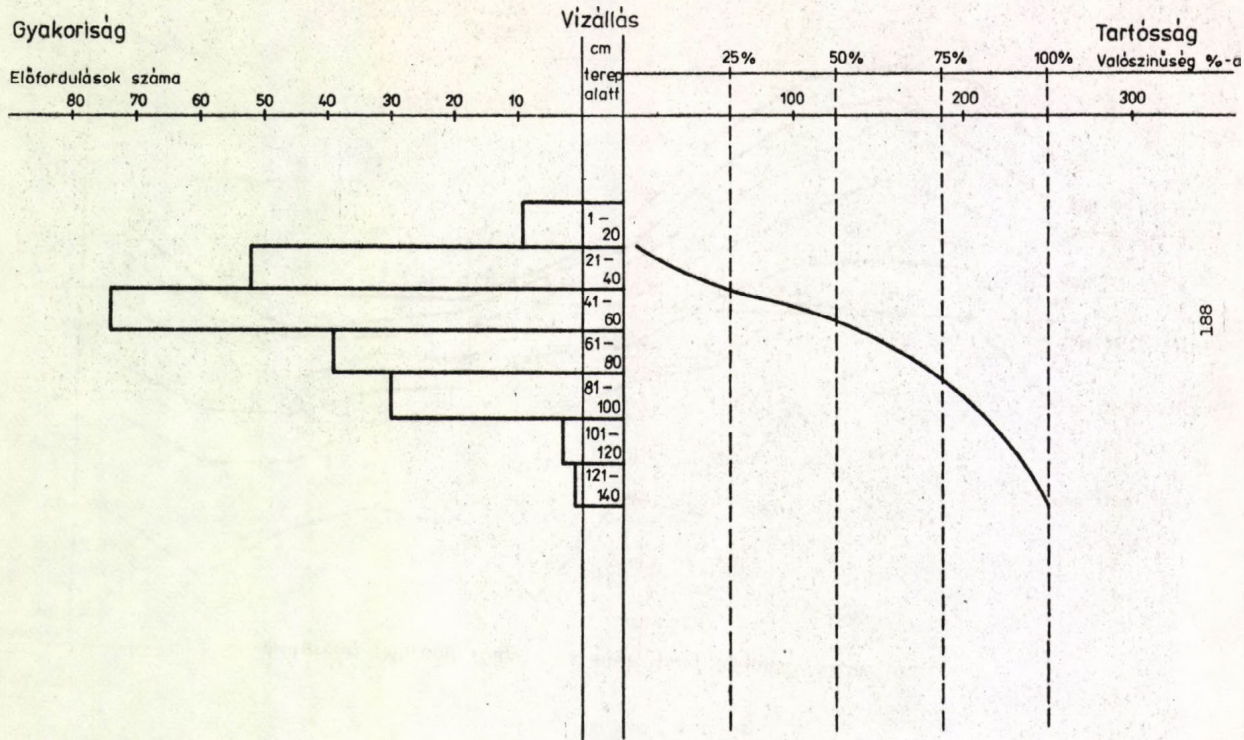
Többlet

Hány

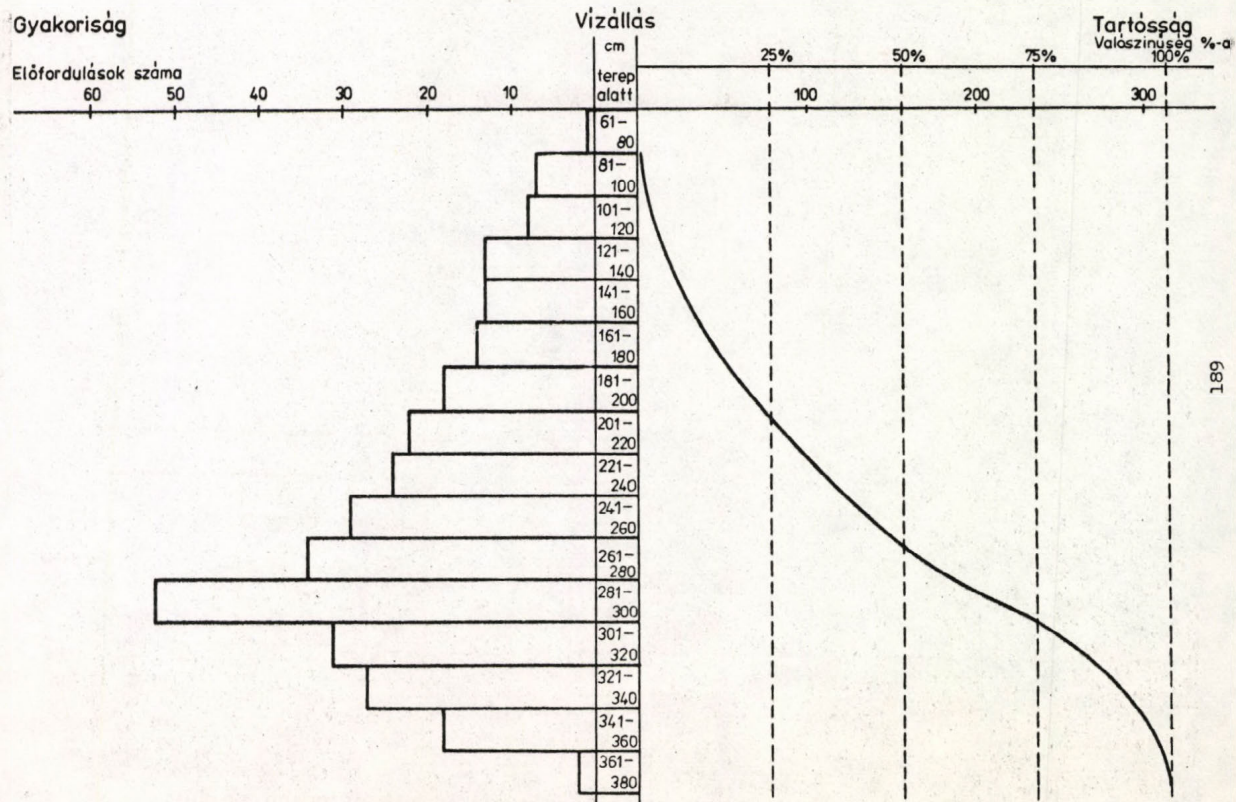




# Nyírad 1164 sz. talajvizkút gyakorisági és tartóssági görbéi



### Karakőszőröcsök 1157 sz. talajvízkút gyakorisági és tartóssági görbéi







FELSZINKÖZELI KAVICSRÉTEG KIMUTATÁSA ÉS VASTAGSÁGÁNAK MEGHATÁROZÁSA GEOFIZIKAI MÓDSZEREKKEL KAPUVÁR KÖRNYÉKÉN

Wallner Ákos<sup>x</sup>

*Dr. Károlyi  
VI. 15*

Sopron város és környéke vizellátásának végleges megoldását a várostól nagyobb távolságra fekvő vizadó rétegek kutatása révén kellett keresni. A VIZITERV és az MTA Soproni Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete között már a korábbi években kialakult az együttműködés elsősorban felszinközeli kavicsréteg geofizikai - elsősorban geoelektromos - módszerekkel történő kimutatására. Így a Soprontól északra fekvő Somfalvi Medencében geoelektromos ellenállásmérésekkel tisztáztuk, hogy a meglévő galéria nem bővíthető és a Fertő tó déli partvidéke mentén végzett tellurikus mérések révén az üledék mélységére vonatkozó információkat szolgáltatunk.

1979-ben Kapuvártól délre fekvő erdő területén mintegy 40 km hosszban végeztünk geoelektromos ellenállásméréseket. A mérések célja az volt, hogy a felszín alatt néhány méterre kezdődő változó vastagságú kavicsréteget kimutassuk és annak vastagságát meghatározzuk. A méréseket GE 20 típusu ellenállásméréssel végeztük egymástól 150-200 m távolságra eső pontokon. Összesen 14 szelvény mentén 200 mérési ponton határoztuk meg mintegy 70-80 m behatolási mélységig a felszinközeli rétegek ellenállásviszonyait, 200 m maximális AB mellett. Áramforrásként 220 V/1 A teljesítményű Honda aggregátot használtunk.

A kutatási területen 11 20-30 m-ig lemélyített furás rétegsorát ismertük. Ezek 1-3 m-ig sárga agyagot, az alatt 9-15 m-ig kavicsot, homokos kavicsot, majd ez alatt általában szürke kemény agyagot harántoltak. Ezzel összhangban a geoelektromos szondázásoknál u.n. K-típusú görbéket mértünk, ahol a

$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$  ellenálláskontraszt alapján a kavics, ill. kavicsos réteg jól elkülöníthető volt, mivel nagyobb /150-250  $\Omega$ / körüli ellenállással jelentkezett.

A terepen mért ellenállásértékeket a növekvő áramelektroda távolság függvényében kettős logaritmikus léptékben ábrá-

x/ MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, Sopron



zolva kaptuk az egyes állomások szondázási görbéit. Ezekből az 1., 2. ábrán bemutatok néhányat. A görbéket elméleti szondázási görbesereggel összehasonlítva grafikus uton határoztuk meg az elektromosan elkülöníthető rétegek h mélységértékeit és fajlagos ellenállásértékeit. A görbék értelmezését legkeveseb három, vagy ahol lehetett, több rétegre végeztük el. Ennek során a felső rétegeket összevonva kétréteges közelítést alkalmaztunk.

A geoelektromos mérési gyakorlatban a szondázási görbék kiértékelése során nyert mélységadatokat sokszor szisztematikus eltérést mutatnak a furásokból nyert mélységadatokhoz viszonyítva. Ilyenkor mélységi torzító tényezőt célszerű meghatározni. A Kapuvár melletti területen ismert 11 furás közvetlen közelében /6-15 m/ mértünk szondázási görbéket. A következőkben bemutatott két táblázatban összehasonlítottuk a szondázásokból meghatározott ellenálláskontrasztok mélységeit és az ezekkel összefüggésbe hozható réteghatárok mélységeit. Külön táblázatban vannak az egyszerűség kedvéért a kavicsréteg, ill. a nagyobb /150-250 m/ ellenállású réteg felső és alsó határainak mélységértékei. Három furásnál nem lehetett egyértelműen eldönteni az alsó réteghatár mélységét, mert két különböző érték is számításba jöhetett. A táblázatok alapján meghatározott torzító tényező 1.0 értéket adott mind a felső, mind az alsó határra, csekély szórás mellett. Ez másszóval azt jelenti, hogy a geoelektromos mélységadatokat torzítási tényezővel korrigálni nem volt szükséges.

Az alkalmazott kiértékelési módszer lényegében grafikus hasonlítja össze a mért görbéket a számított modellgörbékkel. Ujabban az Intézetben adaptáltunk olyan számítógépes programokat, amelyekkel iteráció segítségével közelítjük a modellgörbéket. A programmal ellenőrzésként elvégzett kiértékelések a Kapuvár környéki mérésekre nagyon jó egyezést adtak a grafikus eredményekkel. Ez a bemutatott görbék alapján érthető, ezek a redessége jelzi, hogy az ellenálláskontraszt itt elég nagy ahhoz, hogy egyértelmű eredmények szülessenek.

Utalásként említem, hogy ennél kisebb ellenálláskontrasztal mért göbök grafikus és számítógépes kiértékelése közötti ellentmondás sem volt nagyobb, illetőleg a meghatározás megbízhatósága mindkét esetben azonos nagyságrendben mozgott.

A következőkben bemutatom a mért szelvények helyszínrajzát /3. ábra/. Összesen 14 szelvény mentén ábrázoltuk a kavicsréteg mélységét és helyenkénti kivékonyodását, ill. vastagodását. A szelvények közül bemutatok néhányat /4-7. ábra/. A háromréteges tagozódás mindenütt jól követhető. Néhány helyen ellenőrizhető a furási szelvények rétegsorán a geoelektromos mérési eredmények egyezése vagy ellentmondása. A szelvények mutatják, hogy a kavicsréteg az egész területen egyértelműen kimutatható, a felső és alsó réteg közötti átmenet élesen jelentkezik. A geoelektromos szondázások értelmezésénél sokszor állunk szemben olyan problémával, hogy átmeneti rétegek váltják egymást. Ilyenkor a geoelektromosan homogénnek tekinthető réteg ellenállása vagy vastagsága erősebben ingadozik. A bemutatott szelvényeken erre is látható példa. Az ilyen probléma interpretációjánál segít jelentősen a számítógépes program. Egyrészt könnyebb vele háromnál több rétegre az értelmezést elvégezni, másrészt külön feltételként meg lehet adni vagy a mélységre, vagy az ellenállásra, hogy milyen határok között változhat. A kiértékelést mindkét paraméter megszorításával célszerű elvégezni. A végleges értelmezéshez így többletinformációt nyerünk.

A kapuvári területen a geoelektromos ellenállásmérések számára a feltételek szinte ideálisak. Általános tapasztalatunk az, hogy 40-50 m-nél nem mélyebben fekvő kavicságy kimutatása a módszerrel könnyen lehetséges. A behatolási mélység növelése elsősorban áramforrás kérdése, az Intézet rendelkezésére álló aggregátokkal mintegy 100-120 m-ig lehet megbízható eredményeket elérni.

Befejezésül röviden bemutatnák egy másik mérési példát, amelyet szintén a Sopron és környéke vizellátásának problémájával kapcsolatban mértünk a Fertő tó déli partvidékénél. Itt a természetes földi áramok az u.n. tellurikus áramok módszerét



alkalmaztuk. Ennél a Fertőboz és Hidegség között fekvő obszervatóriumunk szolgált bázisállomásként. Ugyanazon szelvény mentén az E. L. Geofizikai Intézet végzett refrakciós szeizmikus méréseket.

A 8. és 9. ábránkon bemutatjuk a tellurikus szelvényt, ill. a szeizmikus szelvény egy részét. Mindkettőn jól látható az alaphegységnek a Hegykő-Fertőszéplak környékén jelentkező felboltozódása. A szeizmikus szint és a tellurikus ellenállás-szint /mélybeni nagyobb ellenállás határa/ itt azonos geológiai szintet reprezentál.

A fenti példák alapján kívántam bemutatni felszinközeli, ill. nem túl nagy mélységben levő rétegek kimutatásának lehetőségeit geofizikai, elsősorban geoelektromos módszerekkel. Természetesen a fent említetteken kívül számos más módszer is létezik. Egy adott problémánál mindig egyedileg kell vizsgálni az alkalmazandó módszert. A geofizikai módszerek alkalmazásánál mindig figyelemmel kell lenni a módszer lehetőségeire és korlátaira, továbbá azok gazdaságosságára. Ez dönti el, hogy egy adott feladatnál milyen módszert, esetleg több módszert /komplex módszer/ alkalmazzunk.

1. táblázat

geoelektr. szondázás száma	$\rho_1$ ellenállás- kontraszt mélysége	$\rho_2$ kavics v. kavicsos homok fel- ső szintje	furás jele	mélység- arány
1	3,0	2,80	K 1	1,07
6	1,9	1,30	K 3	1,46
8	2,5	1,90	K 4	1,32
12	2,7	3,00	K 5	0,90
164	2,6	2,70	K 6	0,96
18	2,9	2,40	K 7	1,21
89	1,3	1,50	K 8	0,87
65	1,4	1,50	K 12	0,93
113	2,6	2,10	K 14	1,24
114	3,4	3,00	K 15	1,13
141	1,7	1,90	K 16	0,89

Átlag: 1,08

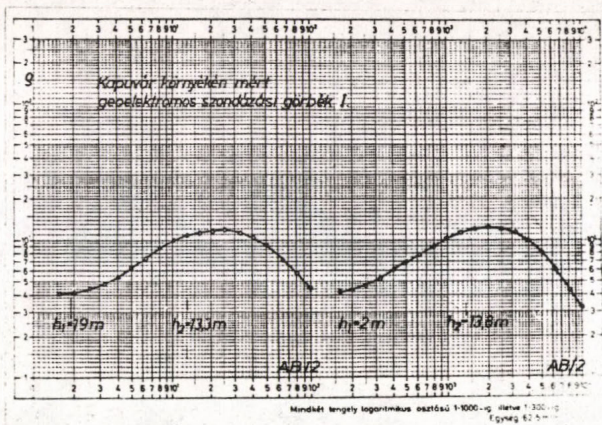
Szórás:  $\pm 0,19$



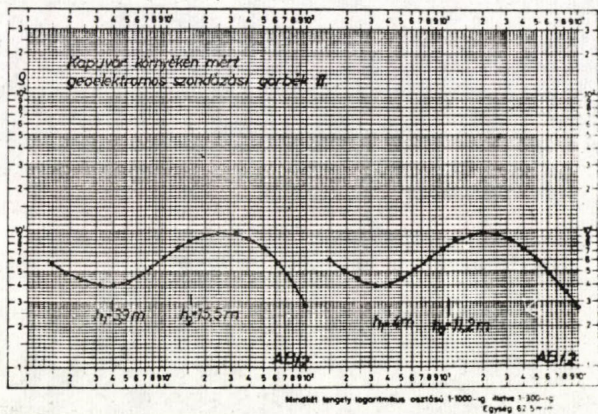
2. táblázat

geoelektr. szondázás száma	$\rho_2$ $\rho_3$ ellenállás- kontraszt mélysége	kavics ill. kavicsos homok réteg alsó szintje	furás jele	mélység arány
1	14,4	15,00	K 1	0,96
6	13,8	14,30	K 3	0,97
8	10,2	9,80 14,00	K 4	1,04 0,73
12	16,5	16,00	K 5	1,03
164	14,0	12,60	K 6	1,11
18	13,5	14,00	K 7	0,96
89	14,3	13,90	K 8	1,03
65	8,3	7,50 11,40	K 12	1,11 0,73
113	15,8	13,00 14,70	K 14	1,22 1,07
114	12,8	14,00	K 15	0,91
141	12,1	12,00	K 16	1,01

Felső értékek átlaga = 1,03  
Szórás =  $\pm 0,08$   
Alsó értékek átlaga = 0,96  
Szórás =  $\pm 0,13$

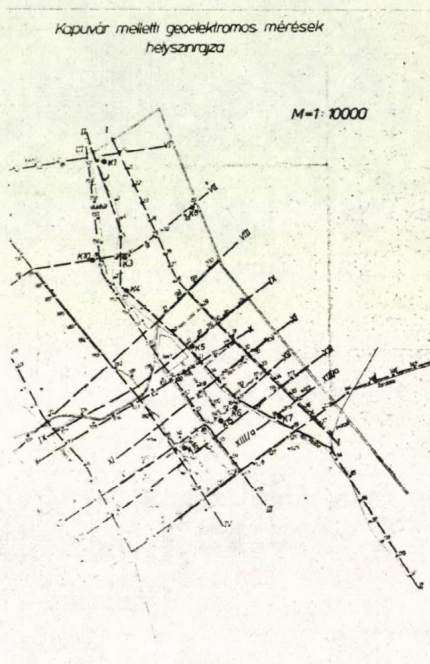


1. ábra. Kapuvár környékén mért szondázási görbék. A felszíni réteg homogén, kis ellenállású.

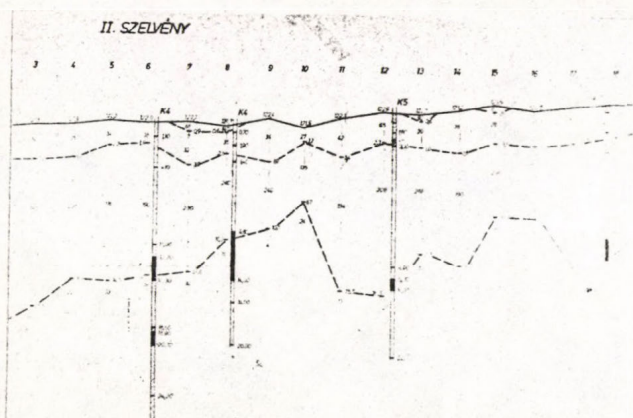


2. ábra. Kapuvár környékén mért szondázási görbék. A felszíni réteg felső része nagyobb ellenállású.

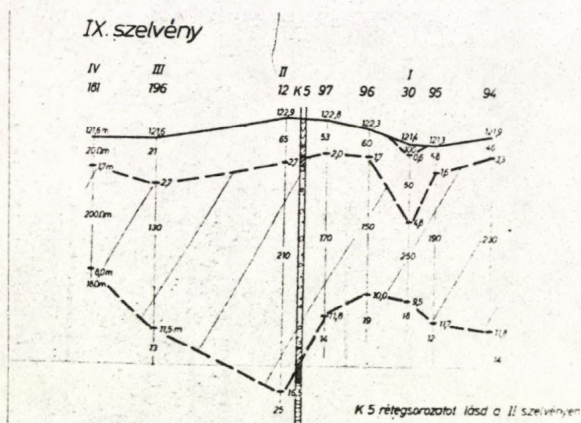




3. ábra. Kapuvári geoelektromos mérések helyszínrajza.



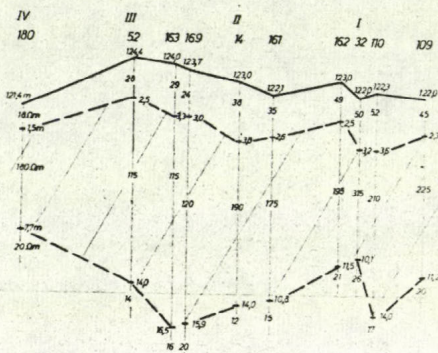
4. ábra. Geoelektromos szelvény. A furási szelvényen a sötét rész homokos kavicsot, a kis körök kavicsot jelentenek.



5. ábra. Geoelektromos szelvény.

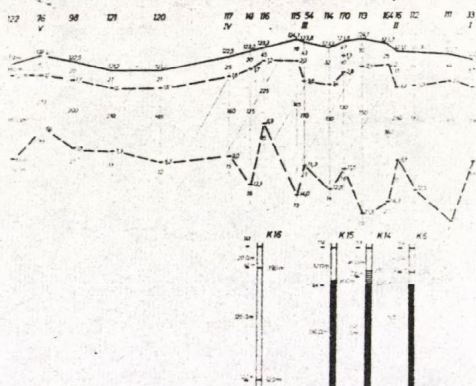


XI szelvény

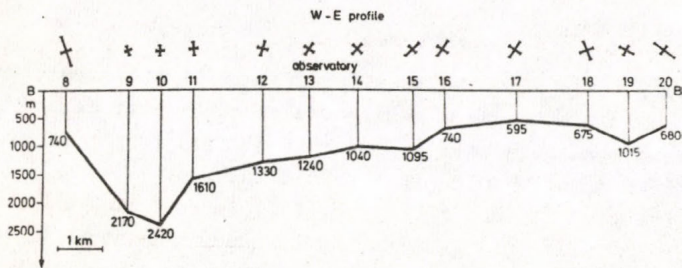


6. ábra. Geoelektromos szelvény.

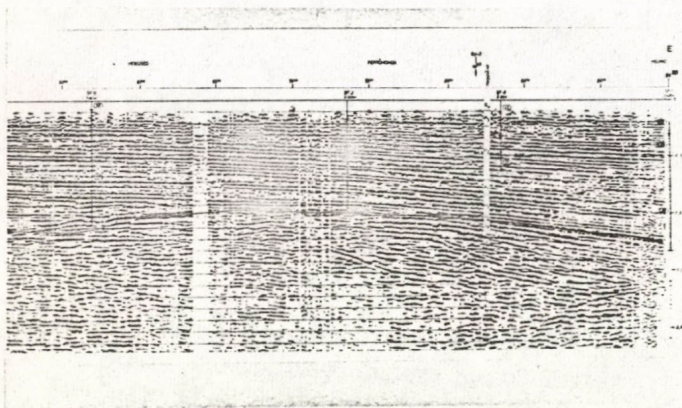
XII szelvény



7. ábra. Geoelektromos szelvény.



8. ábra. Tellurikus szelvény Balf és Hegykő között.



9. ábra. Refrakciós szeizmikus szelvény Hidegség és Hegykő között. A szelvény a tellurikus szelvény 14-19 pontjai között helyezkedik el.



TRACING OF NEAR-SURFACE GRAVEL LAYERS AND THE ESTIMATION OF  
THEIR THICKNESS BY GEOPHYSICAL METHODS NEAR KAPUVÁR

Ákos Wallner

The paper deals with the results of geoelectrical resistivity measurements in the area southwards from the city Kápuvár. Resistivity soundings carried out in a profile length of about 40 km traced in 1-5 m depth a gravel layer of 150-200 m resistivity and 3-20 m thickness. 30-40 m deep bore holes in the area verified the geoelectrical sounding curves. An example of the application of the telluric method and its correlation with a refraction-seismic profile is also shown.

ВЫЯВЛЕНИЕ БЛИЗПОВЕРХНОСТНОГО ГАЛЕЧНИКОВОГО СЛОЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ТОЛЩИНЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В РАЙОНЕ КАПУВАР

АКОШ ВЕЛЛНЕР

Доклад излагает результаты измерения геоэлектрического сопротивления. Зондирования, выполненные омметром ГЕ-20, обнаружили на глубине 1-5 м под поверхностью - на участке длиной примерно 40 км - слой гальки толщиной в пределах 3-20 м, и с сопротивлением примерно 150-200 ом. Разрезы скважин, пробуренных на территории на глубину 30-40 м, показывают хорошее совпадение с кривыми геоэлектрического зондирования.

# A VIZVEZETŐRÉTEGEK ANIZOTRÓPIÁJA. AZ ANIZOTRÓPIA TÉNYEZŐ MÉRÉSE.

Völgyesi István<sup>x</sup>

## 1. BEVEZETÉS.

A Kisalföld területén tervezett vízépitési munkák közül a legnagyobb, a Dunakiliti Duzzasztó - Gabčíkovi Vízlépcső rendszere sok talajvízzel, szivárgással kapcsolatos problémát vetett fel. Ezek megoldásánál - a gazdaságosság biztosítása érdekében - olyan részletkérdések is hangsúlyt kaptak, amelyeket kisebb volumenű munkáknál rendszerint elhanyagolnak.

Ezek közül egyik a vízvezető rétegek szivárgási anizotrópiája. Gyakran felületes, egymással össze nem egyeztethető véleményeket lehet hallani ebben a kérdésben, éppen ezért érdemes részletesebb vizsgálatra.

## 2. AZ ANIZOTRÓPIA ÉS HATÁSA.

A jelenség lényege az, hogy a folyóvízi eredetű szemcsés vízvezető rétegek mindig jobb vízvezetők vízszintes, mint függőleges irányban.

A valódi anizotrópia oka egyrészt a kavics és homokszemcsék lapos, korong alakja, másrészt pedig az ülepedési viszonyok ciklikus váltakozásai miatt mindig fellépő mikrorétegzettség.

Látszólagos anizotrópiáról /az angolnyelvű szakirodalomban bulk anizotrópia/ olyan nagyobb térrészek vizsgálatakor beszélünk, amelyekben valódi rétegzettség is észlelhető, de azt nem vesszük figyelembe a szivárgási számításokhoz szükséges sematizálásnál. A látszólagos anizotrópia a rétegzettség és a valódi anizotrópia hatását együttesen fejezi ki.

x/ VIZITERV



Minél nagyobb kiterjedésű vízvezető tömeget minősítünk azonos, homogén rétegeknek, annál nagyobb mértékű anizotrópiára kell számítanunk.

Milyen következményekkel járhat az anizotrópia? Éppen néhány kisalföldi példán ez jól érzékeltethető:

- vastag anizotróp kavics tömeg felett vízlépcső épül. A műtárgy alatti áramlások zöme - mivel nagyobb mélységig nem tud behatolni - közvetlenül a műtárgy alatti rétegekre koncentrálódik, emiatt annak alvizi szelvényeiben nagy sebességek, kimosódások, a kilépési gradiens nagy értéke várható.

- nagy felületű tározótér táplálja a kavics tömeget. A töltés mögötti szivárgócsatorna hatékonysága kicsi lesz, mert csak a felszín közeléből tudja összegyűjteni a vizeket nagyobb mélységben zavartalanul megmarad a háttér felé irányuló vízszintes áramlás.

- vízzáró függönyök, szádfalak alulról való "megkerülése" anizotróp talajban nehezebb, emiatt már kis mélységű falnak jelentős szivárgást gátló hatása lehet.

Általánosabban fogalmazva azt mondhatjuk, hogy anizotróp körülmények között elsősorban vízszintes vízmozgás alakul ki, és kis helyi hatások ezt alig befolyásolják. Kiterjedt függőleges értelmű mozgásokhoz regionális hatások szükségesek.

Mindez szemléletes és belátható, de ezen túlmenően a jelenségek mennyiségi jellemzésére is szükségünk van. Ehhez rendszerint analitikus úton levezetett, izotróp viszonyokat figyelembe vevő összefüggések állnak rendelkezésünkre.

Anizotróp esetben két probléma merül fel, az egyik: hogyan lehet átalakítani a használni kívánt összefüggést, hogy a különböző irányokban más-más szivárgási tényező figyelembe vehető legyen, továbbá: mekkora a szivárgási tényező a különböző irányokban?

### 3. IZOTRÓP HELYETTESÍTŐ RENDSZER ELŐÁLLÍTÁSA.

Az első problémát a szakirodalomban általában elintéztnek vélik, de részletekkel nem foglalkoznak. Ugyanakkor sok ellentmondó nézet van forgalomban.

A kiindulási alap mindig a jól ismert koordináta-transzformáció, amely szerint a helyettesítő rendszer koordinátáit a következőképpen kell megállapítani:

$$x' = x \sqrt{\frac{k'_x}{k_x}} \quad y' = y \sqrt{\frac{k'_y}{k_y}} \quad z' = z \sqrt{\frac{k'_z}{k_z}}$$

ahol  $k_x$ ,  $k_y$  és  $k_z$  az anizotróp rendszer három főírányába eső szivárgási tényező,  $k'_i$  pedig az új rendszer /tet-szőlegesen felvehető/, minden irányban érvényes szivárgási tényezője. A  $k'_i/k_i$  hányadosok a megfelelő irányra vonatkozó anizotropia tényezők.

Bebizonyítható, hogy az új rendszerre érvényes a Laplace-egyenlet:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y'^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z'^2} = 0$$

és így a potenciális áramlásokra vonatkozó egyéb törvényszerűségek is.

Az 1. ábra síkbeli esetre mutatja be egy ellipszis alakú equipotenciális vonal "torzulását" úgy, hogy egyik esetben a vízszintes, a másikban a függőleges szivárgási tényezőt választjuk az új, most már izotróp rendszer szivárgási tényezőjéül.

Továbbgondolva a fent bemutatott transzformációt, észre kell vennünk, hogy a szivárgási számításokban szereplő egyéb mennyiségek /sebesség, vízhozam, idő, tározási tényező, stb./ is megváltozhatnak az átalakítás során. Az előbb említett szakirodalmi ellentmondások éppen ezekkel a következményekkel kapcsolatosak.

Az ellentmondások feloldhatók, ha a helyettesítő rendszert úgy tekintjük, mint az eredeti rendszer torzított kismintáját, megállapítjuk a kökrét feladatra érvényes kis-



mintatörvényt, majd ennek alapján minden mennyiségre külön-külön a transzformációs viszonyokat.

Például a vízhozam általában, térbeli esetben a következőképpen transzformálódik:

$$Q' = Q \sqrt{\frac{k'^3}{k_x k_y k_z}}$$

Meg kell jegyezni, hogy numerikus módszerek alkalmazásánál az anizotrópia figyelembevétele lényegesen egyszerűbb.

#### 4. AZ ANIZOTRÓPIA MÉRÉSE;

A megfelelően előállított matematikai modell használatához most már az anizotrópia tényező számszerű értékére van szükségünk, mégpedig a gyakorlatban legtöbbször csak a  $k_h$  és  $k_v$  viszonylatában.

##### 4.1. A javasolt megoldások

Különböző, korábban ajánlott módszereket megvizsgálva és bizonyos mértékig továbbfejlesztve, továbbá az egyszerű kiértékelés szempontjait is szem előtt tartva végül a véges hosszúságú vonalszerű nyelő körül végtelen térben kialakuló potenciáeloszlás bizonyult alkalmas elméleti kiindulásnak. Eszerint egy szivott kut szűrője körül bármely pontban a leszívás:

$$s = \frac{Q}{8\pi k \ell/2} \ln \frac{z + \ell/2 + \sqrt{r^2 + (z + \ell/2)^2}}{z - \ell/2 + \sqrt{r^2 + (z - \ell/2)^2}}$$

ez némi átalakítás után és anizotróp viszonyok között a következőképpen írható:

$$s = \frac{Q}{8\pi k_h \ell/2} \left( \operatorname{arsh} \frac{z + \ell/2}{r\sqrt{\lambda}} - \operatorname{arsh} \frac{z - \ell/2}{r\sqrt{\lambda}} \right) \quad /1/$$

Az anizotrópia tényező  $k_v/k_h$  alakú, a többi mennyiség a 2. ábrán.

Az /1/ képletben - egy próbaszivattyuzás alkalmával - két mennyiség, a  $\lambda$  és  $k_h$  ismeretlenek, tehát legalább két pontban kell leszívást mérnünk. A piezométereket (a kiértékelés megkönnyítése érdekében is) érdemes kettesével, speciális helyzetekbe elhelyezni. A 2. ábra éppen ilyen speciális helyzetű kútpárt mutat. Ha a két piezométerben kialakuló leszívások arányát írjuk fel, akkor az ismert Babuskin-képletet nyerjük:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{\operatorname{arsh} \frac{z_+ \ell/2}{r\sqrt{\lambda}} - \operatorname{arsh} \frac{z_- \ell/2}{r\sqrt{\lambda}}}{2 \operatorname{arsh} \frac{\ell/2}{r\sqrt{\lambda}}} \quad /2/$$

Az ilyen rendszerű kútpárokkal kiépített próbaszivattyuzást nevezzük el A típusúnak.

Speciálisan elhelyezett kútpár szerepel a B típusúnak nevezett kísérletben is, itt mindkét piezométer a szivott kúttal azonos magasságban van. /3. ábra/ A leszívások arányára vonatkozó összefüggés most:

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{\operatorname{arsh} \frac{\ell/2}{r_1\sqrt{\lambda}}}{\operatorname{arsh} \frac{\ell/2}{r_2\sqrt{\lambda}}}$$

A képlet jelentősége abban van, hogy igazolja az anizotrópia hatását a szivott kút központján átmenő vízszintes síkban kialakuló leszívásokra, tehát lehetővé teszi az anizotrópia meghatározását azoknál a szokványos próbaszivattyuzásoknál is, amelyeket ilyen módon elhelyezett piezométerekkel a szivárgási tényező meghatározása céljából telepítettek.

Valamely A vagy B típusú kútpár alapján tehát - a leszívások arányából - az anizotrópia a  $k_h$ -től függetlenül is meghatározható.

Fenti képletek a végtelen térben kialakuló potenciáloszlásból vezethetők le, ezért csak akkor használhatók, ha a réteg eléggé vastag. Máskülönben kénytelenek vagyunk figyelembe venni a réteghatár jelenlétét, amely miatt a sziv-



vott kuttól távolodva az equipotenciális felületek már nem forgási ellipszoidok, hanem egyre inkább eltorzulnak, végül már nem is önmagukban záródó, hanem nyitott, a réteghatárra merőlegesen végződő felületek lesznek.

Ez a potenciáleloszlás matematikailag úgy írható le, hogy - a szivárgások hidraulikájában gyakran alkalmazott módon - egy a réteghatárra tükrözött, képzelt kut hatását is hozzáadjuk a tényleges kut által előidézett hatáshoz. A 4. ábrán látható a tükrözés, néhány jellegzetes potenciálvonalal. A leszívásra vonatkozó összefüggés ebben az esetben:

$$s = \frac{Q}{4\pi k_h l} \left( \operatorname{arsh} \frac{e+l+z}{r\sqrt{\lambda}} + \operatorname{arsh} \frac{e+l-z}{r\sqrt{\lambda}} - \operatorname{arsh} \frac{e+z}{r\sqrt{\lambda}} - \operatorname{arsh} \frac{e-z}{r\sqrt{\lambda}} \right)$$

A réteghatár közelében kialakuló potenciáleloszlás megfigyelésére telepített / C típusu / kútpár látható az 5. ábrán.

A tükrözéses módszerrel szükség esetén mindkét, a vizsgált réteget lezáró határ is figyelembe vehető.

A három módszer alkalmazásánál quázipermanens állapot bekövetkezését tételezzük fel. A valóságban - mivel nem végtelen térből szivattyuzunk - nempermanens viszonyok alakulnak ki. Az időbeni változásoknak a számításba való bevonása mégsem javasolható, mert ilyenkor új ismeretlenként megjelenik a tározási tényező, és olyan hidraulikai helyzet áll elő, amely az anizotrópiára csak kevésbé érzékeny.

#### 4.2. Érzékenység, pontosság.

Több próbaszivattyuzás értékelése után kiderült, hogy a számított  $\lambda$  pontossága nagyban függ a piezométerek elhelyezkedésétől. Ha pl. egy A típusu kútpárnál számításokat végzünk a próbaszivattyuzás különböző paramétereinek változtatásával, akkor a 6. ábrán látható eredményekre jutunk. Legnagyobb tanulsággal az ábra c része szolgál, ahol a  $z/r \sim 1,7-1,8$  értékektartományában a leszívások aránya nem

függ a  $\lambda$ -tól. Nyilvánvaló, hogy egy ilyen paraméterekkel kialakított próbaszivattyuzásból nem is határozható meg az anizotrópia.

Az ábra  $\underline{a}$  és  $\underline{b}$  részein besraffozott területek a gyakorlatban leginkább várható esetek tartományát jelzik.

Végülis megállapítható, hogy az  $\underline{A}$  típusu próbaszivattyuzásnál a következő arányok betartása szükséges:

$$2r \cong \ell \cong 0,8r \quad \text{és} \quad 2,5 \cong z/r \cong 1$$

Szükséges még, hogy az  $\underline{\ell}$  szűrőhossz ne legyen nagyobb a rétegvastagság negyedénél:  $\ell \leq 0,25M$

Hasonlóképpen számítva a  $\underline{B}$  típusnál:

$$3r_1 \cong \ell \cong 1,5r_1 \quad 4 \cong r_2/r_1 \cong 2 \quad \text{és} \quad \ell \leq 0,3M$$

A  $\underline{C}$  típusnál pedig:

$$3r_1 \cong \ell \cong 1,5r_1 \quad 4 \cong r_2/r_1 \cong 2 \quad \ell + e \leq 0,3M \\ e \leq 0,2\ell \quad \text{végül} \quad 0,1\ell \leq z \leq 0,3\ell$$

Az észlelőkutak szűrőhosszára is érdemes figyelmet fordítani, ha ezek nem a szivott kut szűrőjével azonos magasságban vannak. A 7. ábrán ilyen helyzet látható. Az észlelőkut alsó részén nagyobb, felül kisebb leszívás érvényesül, és mivel a víz a szűrőn keresztül kisebb ellenállást talál a szivott kut felé, koncentrált vízmozgás indul meg a csövön át, ami megzavarja az áram és potenciálvonalak hálózatának rendjét. Mindez befolyásolja a szabad felszín alakulását is, kis helyi depressziós tölcser fejlődik ki az észlelőkut körül. Végeredményben tehát a piezométerben nem a  $\underline{p}$  pontban kimetsződő equipotenciális felületnek megfelelő, hanem annál alacsonyabb vízszint áll be.

Mindezek miatt a piezométerek szűrőhossza néhány dm-nél nagyobb nem lehet.

A pontossági követelmények teljesítése érdekében mindig kettőnél több, legalább 10 észlelőkutra van szükség. Ha ezeket nem páronként, hanem együttesen értékeljük ki, akkor az egész rendszernek az anizotrópiával szembeni érzé-



kenysége javul.

#### 4.3. Egy próbaszivattyuzás kiértékelése.

Végül ismerkedjünk meg egy próbaszivattyuzással részletesebben, amikor is a gyakorlatban jelentkező nehézségek szintén tanulságosak lehetnek.

A kísérletet a tervezett Dunakiliti Duzzasztómű területén folytatták le. A kutelrendezés, és a mérések alapján néhány equipotenciális vonal a 8. ábrán látható. Ezek szerint a vizsgált térrész nem volt homogén, emiatt négy piezométer adatait ki kellett zárni az értékelésből. Nem vehető figyelembe a 10 cm-nél kisebb leszívások sem.

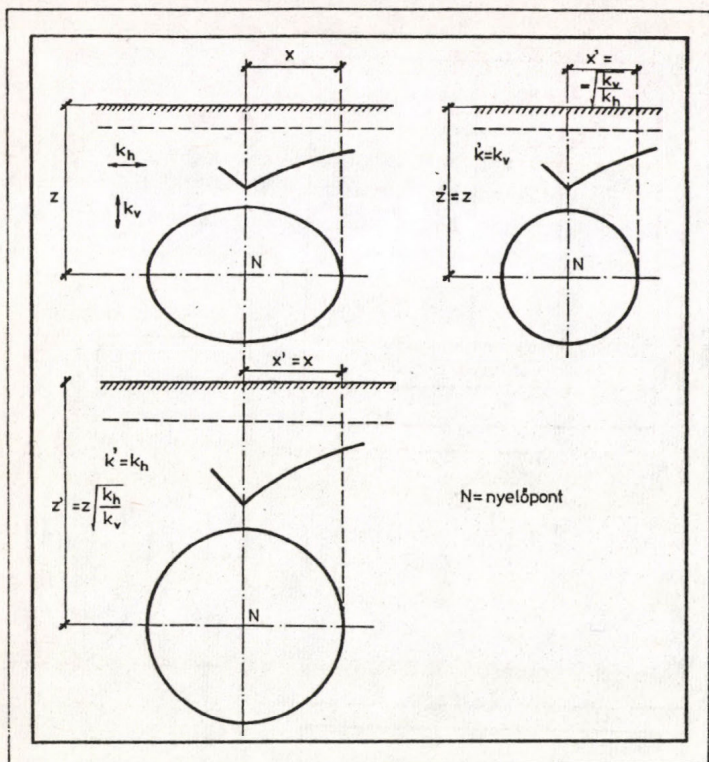
Ha az érzékenységgel kapcsolatos feltételeket megvizsgáljuk, azt találjuk, hogy csupán azok az A típusu kutpárok értékelhetők, amelyeknek alsó tagja a vonalkázott sávokban van. Ezek alapján a /2/ összefüggéssel számolva:

/7 - 8/ .....	$\lambda = 2,7$
/7 - 9/ .....	$\lambda = 9,6$
/16 - 19/ .....	$\lambda = 6,2$

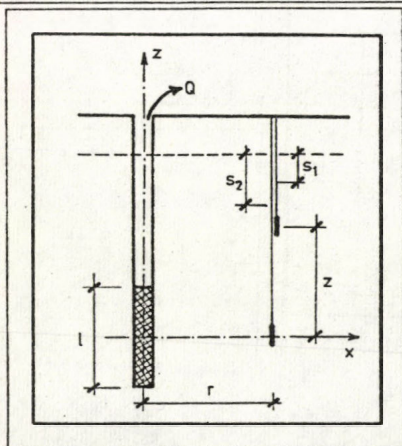
A három kutpárt alkotó öt piezométer adatai együttesen is értékelhetők. Mindegyikre felírva az /1/ összefüggést, öt db  $s=f(\lambda, k_h)$  alakú kétváltozós egyenletet nyerünk, amelyekből a legkisebb négyzetek elvét felhasználva a  $\lambda$  és a  $k_h$  kiegyenlített értékeit számíthatjuk. Az ábrázolt leszívások 1000 l/perc vízhozammal álltak elő, ezt is felhasználva:  $\lambda = 5,4$  és  $k_h = 220\text{m/nap}$ . 600 l/p mellett  $\lambda = 8,2$  és  $k_h = 260\text{m/nap}$  adódott. Az 1000 l/p-es mérést nagyobb sullyal véve figyelembe végeredményként a következő eredmények adhatók meg a tervezés számára:

$$\lambda = 6 \qquad k_h = 230 \text{ m/nap}$$

A legkisebb négyzetek elvén történő együttes értékelésre számítógépes program készült.

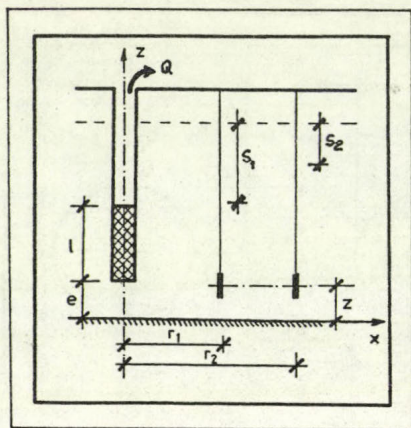


1. ábra

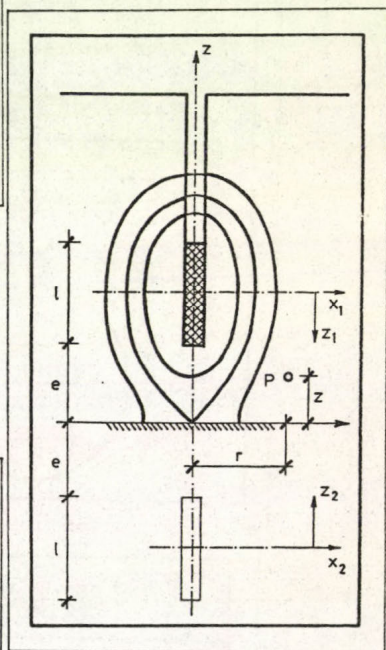


2. ábra

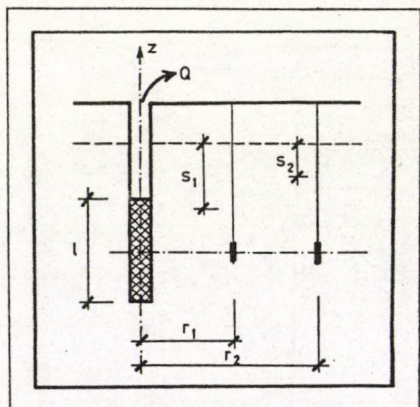




3. ábra

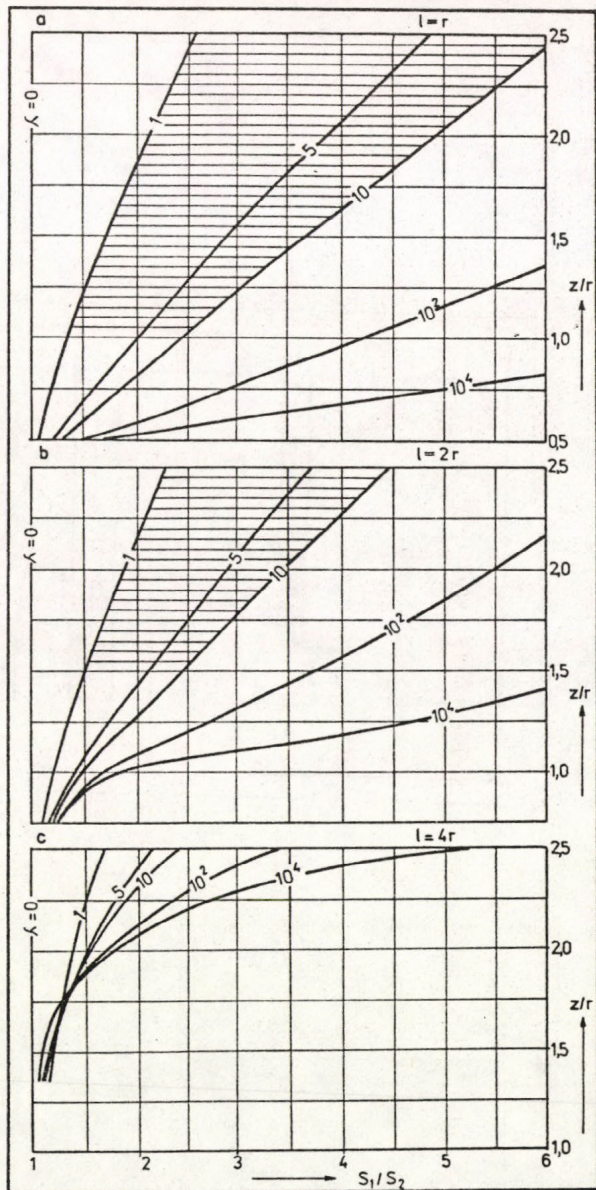


4. ábra

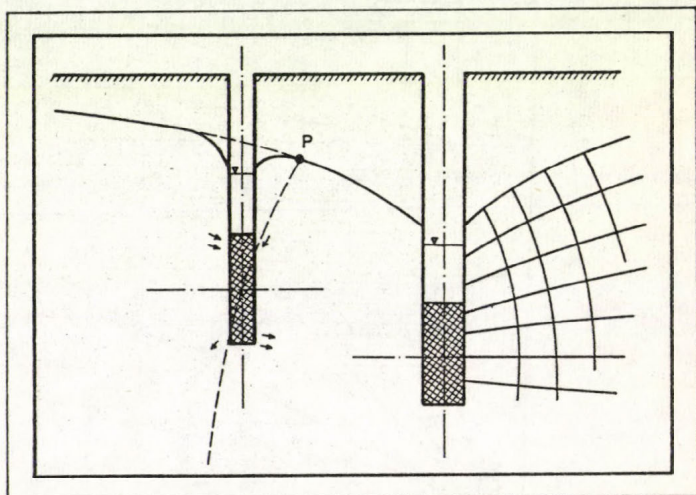


5. ábra

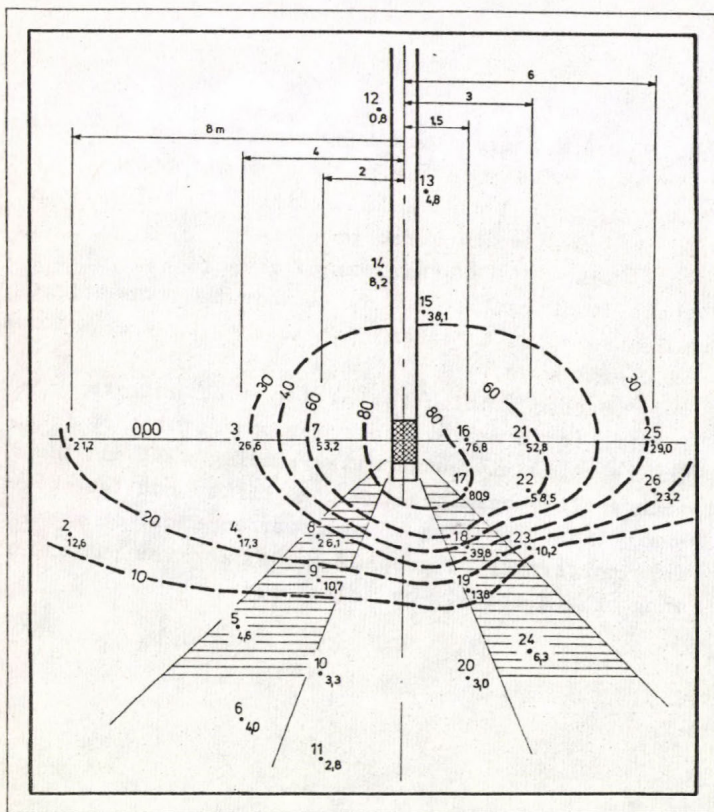
6. ábra







7. ábra



8. ábra



# ANISOTROPY OF AQUIFERS. THE MEASUREMENT OF ANISOTROPY RATIO

I. Völgyesi

Sediments are commonly deposited so that the hydraulic conductivity in the horizontal direction is greater than in the vertical one. This condition is called anisotropic. In this case we have two problems:

Most of the equations of seepage are valid in isotropic domain only. It will be shown that the effects of anisotropy can be taken into account by a transformation of coordinates.

Second problem is the degree of anisotropy ratio. Pumping tests are available for computation of anisotropy. The relationship between the pumping well and the observation wells determines the possibility and the accuracy of evaluation. Planning of wells arrangement is possible before performing of pumping tests, for the purpose of achieving of sensibility by anisotropy.

## АНИЗОТРОПИЯ ВОДОНОСНЫХ СЛОЕВ. ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА АНИЗО- ТРОПИИ

Иштан ВЕЛДЕШИ

Встречающиеся в природе почвен, слой с водоносной точки зрения чаще всего являются анизотропными. Если при расчете фильтрационных явлений, протекающих в окружении гидротехнических сооружений, стараемся учесть этот факт, то мы сталкиваемся с двумя проблемами:

Необходимо знать форму подлежащей применению связи, действительной при анизотропных условиях. Это осуществимо координатной трансформацией.

Далее следует знать величину анизотропии. Для определения этого, в первую очередь, пригодна пробная откачка. Возможное размещение скважин - заложение откачивающих и наблюдательных скважин, взаимосвязь друг с другом - определяет возможности оценки и особенно их точность. Расположение скважин, наиболее чувствительных с точки зрения анизотропии, определимо до проведения эксперимента.





## VÍZELZÁRÓ SZERKEZETEK A VÍZIERŐMŰVEK ALAPOZÁSÁNÁL A VÁGON ÉS A DUNÁN.

X  
Jozef Hulla

Az energetikai problémák megoldásához és a környezet javításához nagy mértékben hozzájárulnak a vízierőművek is.

### A gabčíkovi vízierőmű.

Építésmérnökeinknek a dunai vízierőmű megépítésére történt erőfeszítéseit végül is siker koronázta. Jelenleg a legnagyobb figyelem a gabčíkovi erőmű egyes részeinek építésére irányul. Az erőmű tervezett teljesítménye 720 MW. A vízierőmű olyan helyen épül, ahol a nagy átérésztűkéességű kavicsos talaj a 300 m mélységet is eléri, s emellett a talajvízszint elérheti a terepszintet. A munkagödör tervezett mélysége 35 m. Az adott körülmények között nem volt lehetséges a munkagödör víztelenítése nyíltvíztartással, sem kutakkal való talajvízszint - süllyesztéssel, sem pedig vízkiszorítással. Ezért az alapozásnál, körülzárt munkagödör használata látszott a legcélszerűbbnek. A körülzárást oldalról szivárgásgátló résfalak biztosítják szilárduló résiszap használatával. A munkagödör aljának vízzáróságát cement-agyag szuszpenziós injektálással biztosítjuk. E szivárgásgátló elemek legtöbb paramétere világvizonylatban is egyedülállóak. A résfalak mélysége 42 m; a munkagödör alját fokozatosan 35 - 64 m mélységben 7 m vastag rétegben injektálják, ezáltal kedvező alapozási feltételeket teremtünk arra, hogy az erőmű alapozását 214 x 382 m alapterületű nyílt munkagödörben lehet elvégezni.

A legfontosabb feladatot a szivárgásgátló konstrukciók hatékonyságának biztosítása jelenti. A számítások szerint a tervezett paraméterek betartása mellett  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  vízmennyiséget kell folyamatosan kiszivattyúzni, hogy a talajvíz szintje a munkagödör alja alatt legyen. Ez a vízmennyiség viszont jóval nagyobb lehet, ha az elemek / úgy a résfal mint a munkagödör injektált alja /, lokálisan megrongálódnának. Ezért olyan ellen-



őrző rendszert kell létrehozni, mely kimutatja a megrongálódás helyét. Erre azért van szükség, hogy a körülzárt munkagödör beszivárgási helyeit még a gödör mélyítése előtt vízzárróvá lehessen tenni.

Az általunk javasolt ellenőrző rendszer a gödrön belül végbemenő vízáramlás analíziséből indul ki. Olyan megfigyelő-objektumok beépítését javasoljuk, melyek lehetővé teszik nemcsak a talajvízszint ingadozásának a megfigyelését, hanem a szivárgási sebességnek az indikátoros módszerrel való megfigyelését is. Ezeket a megfigyelő-objektumokat szűrővel ellátott perforált csövek alkotják. Az 1. sz. ábra a csövek elhelyezésének alaprajzát, a 2. sz. ábra pedig a csövek keresztmetszetét mutatja be.

A 2. sz. ábrán a munkagödör kimetszett részében létező szivárgási sebesség átlagos értékeinek vektorai láthatók, melyek irányai megegyeznek a megfigyelő-objektumot és a kutató összekötő egyenes irányával /a 15. és a 25. objektum kivételével /.

A vízmélység az egyes megfigyelő-csővekben eltérő. A gödör közepe irányába nő az injektált réteg lépcsőzetes mélyülésének függvényében. Ennek következtében a vízszivárgási sebességeinek értékei a fúrt kutak irányában számottevően nem növekednek, az injektált rétegen át történő növekedő beszivárgás ellenére sem.

Előzetes számítások szerint feltételezzük, hogy a részalak akkor éri el a várt áteresztőképességi együttthatót /  $k_{fs} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$  /, ha a közeli megfigyelő-csővekben a szivárgási sebesség / indikátoros módszerrel megállapítva / nem haladja meg a  $4,5 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  -nél nagyobb értéket. A részalak esetleges megrongálódása esetén kialakult áteresztő részek, megnövelik a megfigyelő-objektumok vízhozamát.

Az injektált gödör alj akkor éri el a tervezett együttthatót, s nem alakulnak ki áteresztőbb helyek, ha a szivárgási sebességek nem haladják meg a  $6 \cdot 10^{-5} - 8 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  értéket. A megfigyelő-objektumoknál /a vízáramlás irányában/ csak akkor fordulhat elő helyi beszivárgás az injektált rétegen át, ha a szivárgási átlagsebesség a megfigyelő-kutakban nem lesz nagyobb mint  $8 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ .

A szivárgási sebesség átlag értékei alapján az áramlás folytonosságának egyenletéből számításokkal megállapítható a vízáramlás eloszlása a kutak irányában /a 2.sz. ábra alsó része /.A résfalakon átszivárgó vízmennyiség  $/Q_g/$  a kutakhoz való vízáramlás irányában állandó értéket mutat.Az injektált rétegen keresztül beszivárgó vízmennyiség a kutak irányában megközelítőleg lineáris arányban nővekszik.Az injektált réteg áteresztőbb részeire a kútba való beáramlás lokális növekedéséből következtethetünk.Az ilyen helyeket megközelítőleg úgy lehet meghatározni, hogy pontosan mérjük az egyes kutakból kiszivattyúzott vízmennyiséget.Az áteresztőbb helyek pontosabb meghatározása és lokalizálása az indikátoros módszerrel érhető el.

### Próbaszakasz.

A próbaszakasz a gabčíkovói vízlerőmű injektált és körülzárt munkagödörének egy része, mely az alvízi rész baloldali szárnyában terül el /1.sz. ábra/.Alaprajzi méretei: 48,4 x 51,6 m; a vízzáró résfalak mélysége 47 m, az injektált réteg ezen a szakaszon 5 m vastag és vízszintesnek mondható.

A próbaszakasz vízzáróelemei áteresztőbb részeinek jelenlétéről már akkor meggyőződhattunk, amikor a ténylegesen kiszivattyúzott vízmennyiség  $/Q=0,092 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}/$  nagyobb volt a feltételezett vízmennyiségnél  $/Q=0,051 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}/$ , természetesen az elemek áteresztőképességl együttthatóinak betartása mellett, ugyanakkor a vízszintsüllyesztés elérte a 18,5 m-t.Ezek az adatok viszont csak az áteresztőbb helyeket jelezték, de nem lokalizálták azokat, még a megfigyelő-objektumokban levő vízszint alapján sem.

A legmegbízhatóbb adatokat az áteresztőbb helyekről és azok lokalizációjáról a megfigyelő-kutak vízáramlási sebességének mérésére irányuló indikátoros módszer szolgáltatta. A 3.sz. ábrán kimutattuk a szivárgási átlagsebesség vektorait mérések alapján / vonal /, és a számítások alapján /szaggatott vonal/ szerzett értékeit a 1.sz. kútból való szivattyúzásnál.

A 12. 15. 16. 17. 20. sz. megfigyelő-objektumokban, amelyek



a résfalak közelében helyezkednek el, olyan szivárgási sebességeket észleltünk, melyek egészen megközelítik a teljesen vízzáró résfal esetére számított értéket. Ellenben a 10. 11. 13. 19. sz. megfigyelő-kutakban a sebességek lényegesen nagyobb értékeket mutattak. A függőleges áramlás eloszlása viszont arról tanúsodott, hogy a beszivárgás az injektált rétegen át történt. Ezek alapján arra következtettünk, hogy a résfalak átteresztőképességi együtthatója eléri a feltételezett értéket /  $k_{fs} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  /, vagyis a résfalakban nem voltak számottevő átteresztőbb részek.

A 3. 7. 10. 19. sz. megfigyelő-objektumokban a szivárgási sebességek lényegesen nagyobbak, mint amelyek megfelelnek a teljesen vízzáró elemek esetére. Ebből arra következtettünk, hogy a vízzáró elemek előterében /a szivárgás irányában/ az injektált rétegben igen átteresztő szakaszok vannak, melyeket a 3. sz. ábrán a bevonalazott résszel jelöltük. A próbaszakasz egyes tartományaiban eloszló vízáramlásból /4. sz. ábra/ megközelítőleg meghatározhatjuk az átteresztőbb részekben a gödörbe beszivárgó vízmennyiséget is. Ezt a vízmennyiséget a 3. és 4. sz. ábrán  $\Delta q$  - val jelöltük. A beszivárgó vízmennyiséget az átteresztőbb helyek utólagos injektálásával jelentősen csökkenthetjük.

Ha összevetjük az általunk végzett mérésekből eredő vízmennyiségek értékeit /  $0,120 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  / a valóságban kiszivattyúzottakkal /  $0,092 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  / - a 4. sz. ábra  $\sum q$  skáláján - , arra a következtetésre jutunk, hogy a mérésekben és az egyszerűsített számításokban előforduló eltérések kb. 30 % - ot tesznek ki, de csak a szivárgási sebességekre és a belőlük kiszámított vízmennyiségekre vonatkoztatva.

Ha - helytelenül - azt tételeznénk fel, hogy a gödör injektált aljában nem léteznek átteresztőbb részek, akkor a szivattyúzási kísérletek alapján a gödör alja számára a  $k_{fd} = 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  értékű átteresztőképességi együtthatót állapítanánk meg. Úgy véljük, hogy az átteresztőbb részek / feltüntetve a 3. sz. ábrán/ újra injektálása után elérnék a gödör aljának az eredetileg tervezett átteresztőképességi együtthatóját, azaz a  $k_{fd} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  értéket, ami annyit jelentene,

hogy 18,5 m vízszintsüllyesztésnél elegendő lenne a körülzárt munkagödörből  $Q = 0,051 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  vízmennyiséget kiszivattyúzni.

#### A královai vizierümf

A Králová nad Váhom - i vizierümf tervezett teljesítménye 45 MW. Az erümf a vízerüteleppel a duzzasztóművel és a hajószilipekkel együtt egy 23 m mély munkagödörben alapozandó. Ebben a térségben a kvartér eredetű kavicsos talaj eléri a terepszinttől számított 14 - 17 m mélységet; alatta aránylag víz-záró neogén agyagréteg helyezkedik el. A munkagödör körülzárását szilárduló résiszap felhasználásával épített résfalak biztosítják; a 0,6 m vastagságú résfal 1,25 m -re kötődik a neogén rétegbe és teljes hossza 1570 m. A munkagödör - szűk térbeli viszonyok ellenére - rézsűs oldalfalakkal volt kialakítva, melynek víztelenítése nyíltvíztartással történt. Az átszivárgó vízmennyiség a számítások alapján  $0,018 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  volt, a valóságban viszont 0,120 - 0,150  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  mennyiséget szivattyúztak. A résfalak közelében - mindkét oldalon - megfigyelő-kutakat létesítettünk. A munkagödör belsejében lezajló vízáramlás analízisekor két olyan tartomány mutatkozott, ahol összpontosított beszivárgást észleltünk; lehetetlen volt azonban megállapítani, hogy a beszivárgás a résfalon át vagy a résfal alatt történik. A megnövekedett beszivárgás nem okozott komolyabb gondot az alapozási munkálatoknál. A beszivárgási helyek pontos megállapítása problémáival úgy véljük foglalkozni kell, az esetleg még a gabčíkovi vizierümf alapozásánál is előfordulható hasonló problémák megoldásának a szempontjából. E probléma megoldására tehát komoly figyelmet kell fordítanunk.

Kb. a 0,75 km - nél a résfal külső oldalától 5 m távolságban PS-11 és a résfal belső oldalától ugyanilyen távolságban PS-12 számú megfigyelő-objektumokat létesítettünk. Az 5. számú ábrán feltüntettük az objektumokban fellépő függőleges vízmozgást a mélység függvényében, a geológiai összetételt és a résfal elhelyezését.

A résfal külső és belső oldala között fellépő vízszint - különbség, 4,6 m. Ez már önmagában arra vall, hogy a résfal nem teljesen vízzáró.



Teljes vízzáróság esetén ugyanis ez a vízszintkülönbség eléri a 9 m - t. A vízszintkülönbség viszont még nem ad tiszta képet arról, hogy az átszivárgás a résfalon át vagy a résfal alatt történik. Ennek eldöntésére a legjobb tamponot a megfigyelő-objektumokban a függőleges vízmozgás megállapítására végzett indikátoros mérések eredményei szolgáltatják.

A PS-12.sz. objektumban /5.sz.ábra/ a mérések lefelé irányuló vízáramlást mutattak ki. A szivárgás irányában a függőlegesen áramló vízmennyiség 10,8 - 12,3 m mélységben növekszik. Ez egyértelműen azt bizonyítja, hogy a beszivárgás a résfalon át történik. Ha ugyanis a fal teljesen vízzáró volna és a beszivárgás a résfal alatt történne, akkor a megfigyelő-objektumban a függőleges vízmozgás alulról felfelé irányulna.

A PS-11.sz. objektumban szintén lefelé irányuló vízmozgást észleltünk három beszivárgási zónával. Megkell jegyezni azonban, hogy a megfigyelő-objektum a résfal külső oldalán helyezkedik el és a benne fellépő vízmozgást igencsak befolyásolja a munkagödör körül kialakuló vízáramlás a közeli Vág folyó vízszintjének ingadozása következtében. Az a tény, hogy a fúrt kútból történő elszivárgás zónája /a szivárgás irányában a függőleges vízmozgás csökken/ 9,3 - 11,3 m mélységben mutatkozik, azzal magyarázható, hogy ott a résfal nem vízzáró. Az elszivárgást ezeken a helyeken a munkagödörbe beható vízáramlás szívó hatása idézi elő.

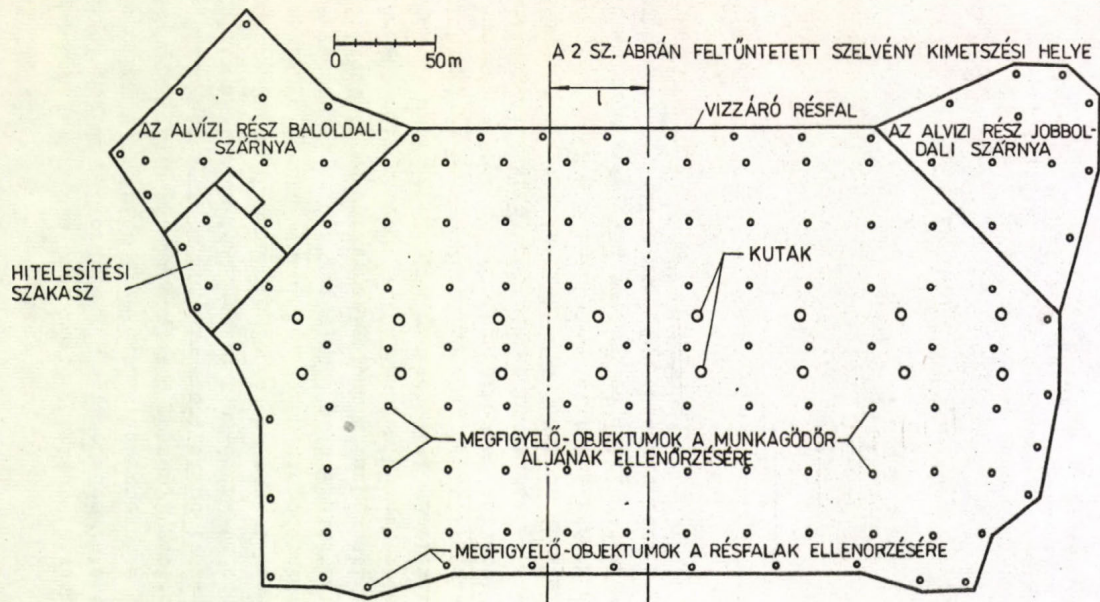
A függőleges vízmozgás mérései alapján elért eredmények a PS-11. és a PS-12. sz. megfigyelő-objektumokban azt mutatják, hogy a résfal 9,3 - 11,3 m mélységben a csövek nyílásától nem vízzáró.

Esetünkben a szilárduló résiszapos résfal nem vízzáróságának több oka is lehet. A legvalószínűbbnek azt tartjuk, hogy a rés felső részeiből kiperegnek a kavicsszemcsék, mivel a szuszpenzió ritkább. Így a kavicsszemcsék lefelé haładnak s a szedimentálásuk csak ott ér véget, ahol a szuszpenzió sűrűsége nagyobb ellenállást tanúsít. Megmutatkozott, hogy az így keletkezett áteresztőbb helyek nem feltétlenül a résfal alsó részein keletkeznek.

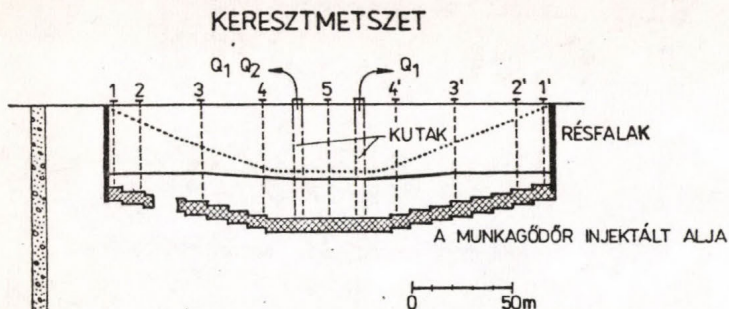
## Befejezés.

Beszámolónkban csak rövid említést tettünk néhány problémáról melyek előfordulnak a vízierőművek alapozásánál a Vágon és a Dunán, valamint igyekeztünk ismertetni a problémák megoldásához való hozzáállásunkat a pozsonyi geotechnikai tanszék e téren szerzett tapasztalataiból kiindulva. Az indikátoros módszerek tovább-fejlesztése tanszékünk tudományos-kutató tevékenységének egyik legfontosabb részét képezi. E módszerek a talajfelderítő munkálatok során alapadatokat nyújtanak a tervezéshez; az építkezés, majd az üzemeltetés periódusában tájékoztató adatokat szolgálnak a természeti környezet változásáról, mely a műtárgy létrehozása következtében áll. Ezáltal hozzájárulnak a geotechnikai problémák megoldásának minőségi és hatékonysági növeléséhez. A figyelt problémák gazdasági effektusának érzékeltetése céljából egy példát említünk. Az áteresztőbb részek lokalizálása a vízzáró elemekben majd a szanálása lehetővé teszi az építkezési idő és a dunai vízierőmű üzembehelyezési időpontjának előbbrehozatalát. A vízierőmű, teljes üzemeltetése után, Csehszlovákiának naponta több mint két millió korona nyereséget hoz.

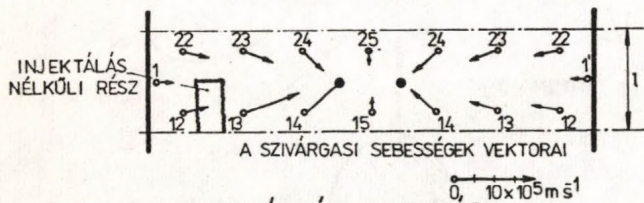




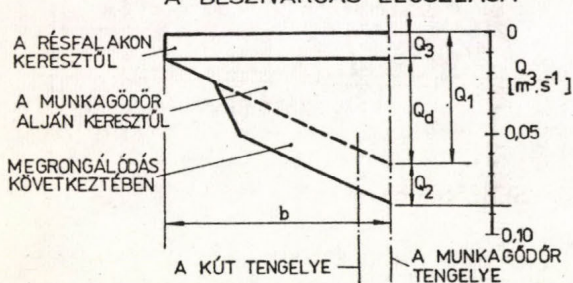
1. ábra. A gabčíkovoí vizierőmű részfallal és injektálással körülzárt munkagödörének alaprajza a megfigyelő - objektumok és kutak feltüntetésével.



**A KIMETSZETT SZELVÉNY ALAPRAJZA**

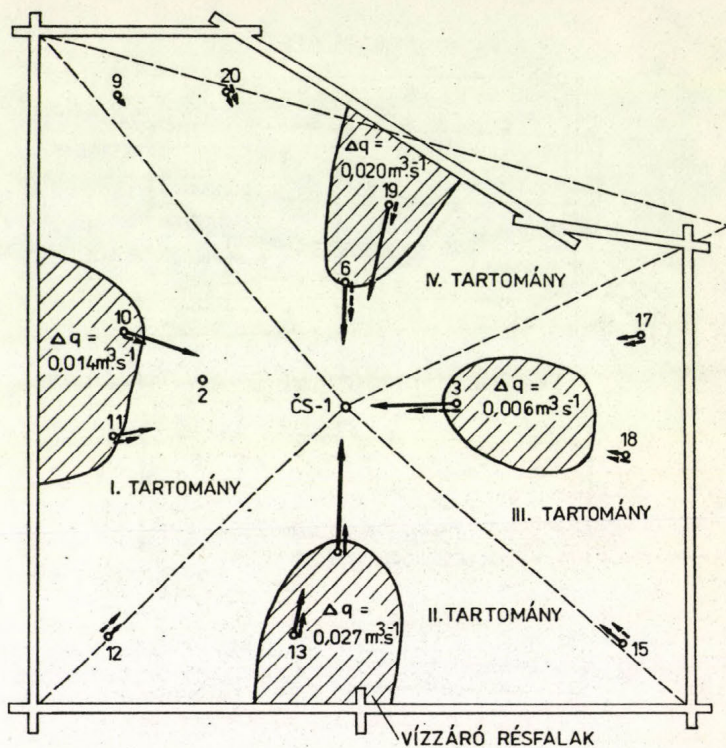


**A BESZIVÁRGÁS ELOSZLÁSA**

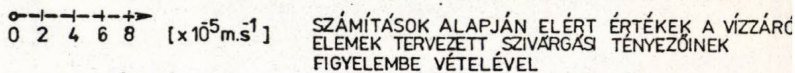
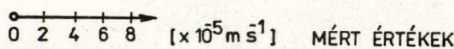


2. ábra. A gabčíkovi vízierőmű munkagödöre injektált aljának feltételezett megrongálódása kimutatkozik a szivárgási sebességek vektorainak nagyságaiban a beszivárgás eloszlásában és a kutakból kiszivattyúzott vízmennyiségekben.

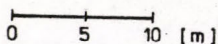




### SZIVÁRGÁSI SEBESSÉGEK

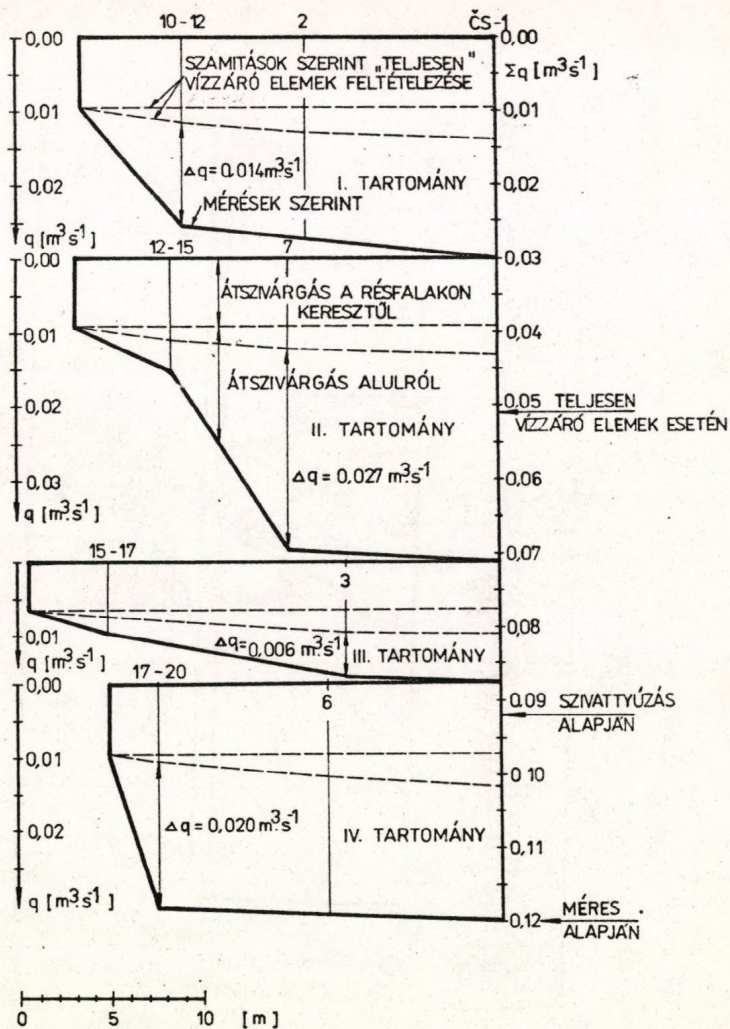


### HOSSZMÉRTÉK



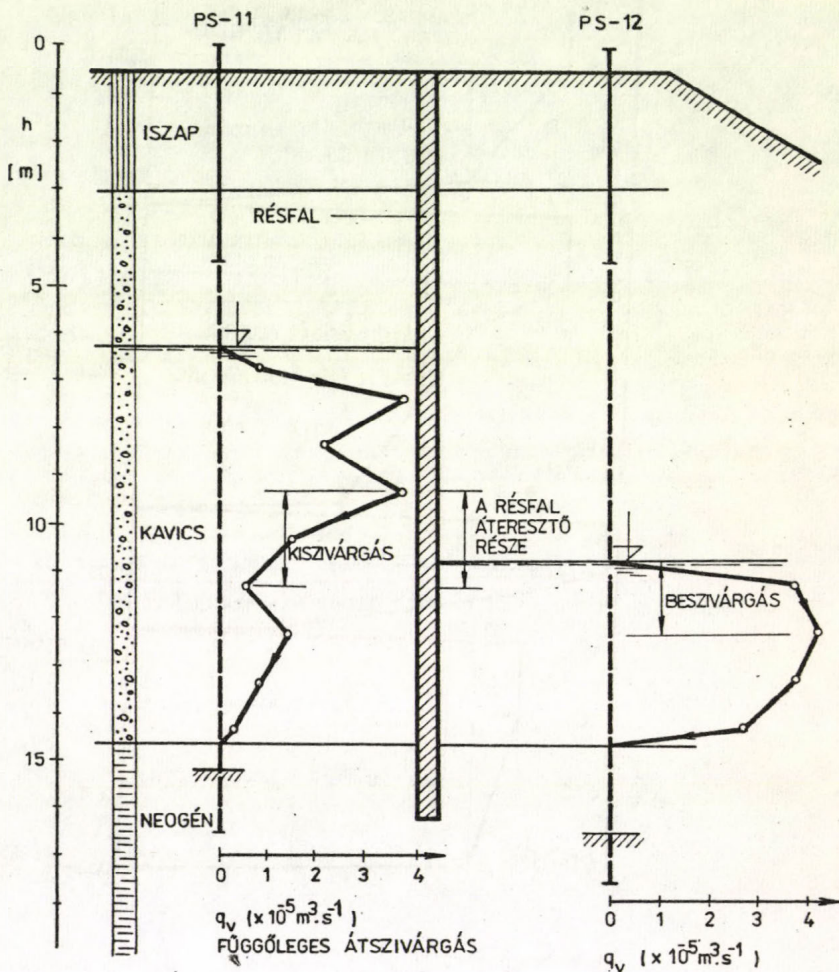
AZ INJEKTÁLT MUNKAGÖDŐR ALJANAK LEGÁTÉRÉSZTŐBB RÉSZEI

3. ábra. A szivárgási sebességek vektorai és a legátérésztebb tartományok a gabčíkovi vízierőmű munkagödre injekcióját aljának hitelesítési szakaszán a CS-1 sz. kútba való szivattyúzás alapján. /2-20 megfigyelő - objektumok/.



4. ábra. Az átszivárgó vízmennyiségek eloszlása a gabčíkovi hitelesítési szakasz egyes tartományaiban a ČS-1 sz. kútból való szivattyúzás alapján.





5. ábra. Függőleges átszivárgás a mélység függvényében kimutatva a 0, a 0,75 km-nél beépített megfigyelő objektumoknál /králova vizierőmű/. Az ábrán látható a geológiai összetétel és a réfal elhelyezése is.

## SEALING STRUCTURES IN FOUNDATION OF WATER STRUCTURES ON THE RIVER DANUBE AND VÁH

Josef Hulla

The main objects of the water structure on the Danube near Gabčíkovo are founded in open sloped pits. They are protected from the sides against water inlet by underground sealing walls built of selfhardening suspension, and against water inlet from bottom by pregrouted layer of gravelous soils /Fig. 1, 2/. To check the effect of these sealing structures indicative methods were developed. By means of these methods we can define the water stream velocity in boreholes. We have successfully localized leaky places /Fig.3/ and certain amounts of water flowing through during the pumping test /Fig.4/.

The foundation pit for water structure Králová on the river Váh was sealed by underground walls built of selfhardening suspension bound into impermeable layer of Neogene clays. By means of indicative measurements of vertical water flow in boreholes, places with higher permeability in walls were localized /Fig.5/.



ОГРАЖДЕНИЕ КОТЛОВАНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ФУНДАМЕНТОВ ПОД ГЭС НА  
ДУНАЕ И ВПОЛЬ РЕКИ ВАГ

Йожеф ХУЛЛА

Возведение фундаментов основных объектов ГЭС на Дунае и вполь реки Ваг осуществляется в огражденных котлованах. При фундаментах габчикской электростанции котлованы были ограждены "стенами в грунте" с использованием твердеющей суспензии.

"Водонепроницаемость" дна котлована в галечниковых грунтах достигается инъектированием с использованием цементно-глиняной суспензии.

С точки зрения успешного обезвоживания котлована чрезвычайно важно позаботиться о соответствующей эффективности водоупорных элементов, либо вовремя установить места просачивания, где имеется возможность концентрации течения грунтовых вод.

Отчет излагает знания, приобретенные в данной области Геотехнической Кафедрой.





MTESZ — egyesületi használatra!  
Kiadja: Magyarhoni Földtani Társulat  
Készült: 400 példányban  
83/1028 MTESZ Házinyomda, Bp.  
Felelős vezető: Deli Sándor