

MÉRNÖKGEOLÓGIAI

SZEMLE

A Magyarhoni Földtani Társulat
Mérnökgeológiai - Környezetföldtani
Szakosztályának időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével:

SCHEUER GYULA

és

HORVÁTH TIBOR

36.

Kézirat

Budapest, 1988. március hó

MÉRNÖKGEOLÓGIAI SZEMLE

A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT

Mérnökgeológiai—Környezetföldtani Szakosztályának
időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével

Scheuer Gyula

és

Horváth Tibor

36. kézirat

Budapest, 1988 március hó

ENGINEERING GEOLOGICAL REVIEW

Issued occasionally by the Section for
Engineering Geology
of the

Hungarian Geological Society

Issue N° 36 Manuscript

Budapest, 1988 March

Hungary

ISSN — 0139 — 0341

MTESZ HÁZINYOMDA 88.0857
Felelős vez.: BONCZA GÁBOR

A Magyarhoni Földtani Társulat
Mérnökgeológiai - Környezetföldtani
Szakosztályának időszakos kiadványa

TARTALOMJEGYZÉK

Karácsonyi Sándor:	
Kriván Pál közreműködése és tevékenysége a műszaki földtanban	1
Szlabóczky Pál:	
Dr.Kriván Pál közreműködése a mérnöki to- vábbképzésben	7
Mantuáno Jenő:	
Bős - Nagymarosi vízlépcső rendszer sziget- közi mérnökgeológiai feltárásai Kriván Pál- lal	11
Juhász József:	
Sikvidéki tározók mérnökgeológiai vizsgá- lata	17
Béres László :	
Árvízvédelmi töltések mérnökgeológiai vizsgálata	51
Perger László:	
Belterületi talajvizproblémák.....	69
Római András:	
Az Alföld komplex földtani térképezése és annak eredményei	85
Bartha András - Fügedi P.Ubul - Kuti László:	
A felszinközeli rétegsorok mozgékony mikro- elemháztartásának vizsgálatára kidolgozott "BFK" módszer és alkalmazásának tapasztala- tai	91
Marton Lajos - Mikó Lajos:	
Felszín alatti vizek izotophidroeológiai kutatása	107
Sümegi Pál:	
Hajdusági téglagyári anyaglelőhelyek üledék- földtani vizsgálata	119

Szőőr Gyula:

A KLTE Ásvány- és Földtani tanszéke építésvizsgálattal kapcsolatos kutatómunkája 127

Mihail E. Popescu:

Lejtőcsuszások tulkonszolidált anyagokban
II. 135

Gálos Miklós - Török Endre:

Gyorsvizsgálati módszer halmazszilárdsági tulajdonságok megítélésére a genetikai adottságok függvényében 167

Petz Rudolf - Szentirmai László - Scheuer Gyula:

Budapest Rózsadomb paleokarszthidrológiai viszonyainak rekonstrukciója az alsópleisztocéntől napjainkig 183

Lakatos Gyula:

A víztisztítás és szennyvíztisztítás ökológiája 199

Bognárné Bevicz Jolán:

Beszámoló az 1986 év erdélyi terepbejárásról 209

CONTENTS

Sándor Karácsonyi:

Pál Kriván's activity and contribution to engineering geology.... 1

Pál Szlabócsky :

Pál Kriván's contribution to post-graduate training in engineering geology..... 7

Jenő Mantuáno :

Pál Kriván's contribution to the engineering geological survey for barrage system region of the Danube between Bös and Nagymaros..... 11

József Juhász :

Engineering geological survey for flat land reservoirs..... 17

László Béres :

Engineering geological examination of floodwater dykes..... 51

László Perger :

Problems from groundwater table rise at the lowland areas of East Hungary..... 69

András Rónai :

Geological mapping for the Hungarian Great Plain results..... 85

András Bartha- Ubol P. Fügedi - László Kuti: Experiences with " BFE " method elab- orated for testing of mobile micro- element regime of subsurface layers.	91
Lajos Marton - Lajos Mikó: Hydrogeological survey of subsurface waters by means of isotope analysis.	107
Pál Símezi: Geological exploration for brick works borrow areas in Hajduság regi- on, Hungary.....	119
Gyula Szőör: Engineering geological research acti- vity at Mineralogy and Geology Depart- ment, Kossuth Lajos University, Deb- recen, Hungary.....	127
Mihail E. Popescu: Landslides in overconsolidated clays.	135
Miklós Gálos - Endre Török: Short - time testing of some aqueous sedimentary quaternary rocks for the determination of body strength prop- erties relating to genetics.....	167
Rudolf Petz - Lászlóné Szentirmai - Ferenc Schweitzer - Gyula Scheuer: The Paleo-karstic-hydrogeologic re- construction of Budapest, Rose Hill area from the Low Pleistocene until the recent geological ages.....	183

Gyula Lakatos:

The oecology of purification of water
and sewage..... 199

Jolán B. Bognárné:

Report about the Transylvanian topo-
graphic field tour of 1986..... 209

KRIVÁN PÁL KÖZREMŰKÖDÉSE ÉS TEVÉKENYSÉGE A
MŰSZAKI FÖLDTANBAN

Karácsonyi Sándor^{*}

Az igénybevételre számításbavett területrészek átfogóbb jellegű műszaki földtani vonatkozású értékelése iránti igény mintegy 25 évvel ezelőtt kezdett általánosabbá válni. Ezt az igény alapvetően a nagyobb területek egyidejű beépítését eredményező nagyüzemi lakásépítés és a jelentős ipartelepítés hozta magával, ugyanakkor több helyen - a korábbi beépítés és terület használat okozta - károsodások képezték a vizsgálatok indítékát. A műszaki földtani értékelésekre kezdetben az volt jellemző, hogy a megközelítés szélsőségesen vagy földtani, vagy műszaki szemléletből kiindulva történt és a másik irányú információ abban csak elenyésző mértékben és alárendelten fordult elő. Így ugyanazon terület a kétoldalú megközelítésből történt értékelése során azok sokszor a felismerhetetlenségig eltérőek voltak. E kezdeti, nyilvánvalóan uttóró jellegű tevékenység ugyan nem párosult jelentős gyakorlati problémákkal, mivel operatív feladatokhoz kapcsolódtak és az ezekből levont következtetés rendszerint a megvalósuló műnél helyes következtetésre és megoldásra vezetett, de az előkészítést jelentősen megnehezítette.

Lényegesen nagyobb probléma vetődött föl az utkeresést követően a kiemelt jelentőségű településekre, ill. területre kiterjedően beindított mérnökgeológiai térképezéseknél, ahol az egymásra épülő földtani-morfológiai-vizföldtani tapasztalatokat kellett műszaki szempontból átértékelni és a vizsgált területre átfogó következtetést levonni.

^{*} Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

E térképező munkák közül a legelsőként indult Balatonfelvidéken szerzett tapasztalatokból kiindulva a Budapest mérnökgeológiai térképezése, ezért a terület egészét reprezentáló, de egy részterületre korlátozódó mintatérképezéssel kezdődött. Itt ismételtén nyilvánvalóvá vált, hogy a különböző intézményeknél és más, eltérő szemlélettel végzett értékelések között minden együttműködési törekvés és jószándék ellenére igen nagy, esetenként áthidalhatatlannak látszó következtetésbeli eltérések adódtak. Ebben a kritikus fázisban kapcsolódott be - dr. Végh Sándorné professzornő javaslatára - dr. Kriván Pál a térképező munkákba először mint az egyik részterület önálló földtani térképezője. Az egyeztető konzultációk nemcsak színes egyéniségével gazdagodtak, de tulmenve tényszerű feladatán, az egész problémakört átlátta, olyan újszerű megközelítést és szemléletet vitt be az értékelés folyamatába, amely az addigi, gyakorlatilag átvezethetetlen kérdéseket megvilágosította, rendszerezhetővé és egymáshoz kapcsolódva értékelhetővé tette. Ennek természetszerűleg a kiemelkedően magas színvonalu általános földtani tudása és helyismerete és ehhez pórosulva a fiatal üledékek iránti személyes érdeklődése és vonzódása volt szükséges.

Közreműködésével az addig szinte gyűjtőfogalomként összefoglalt fiatal üledékek olyan részletes elemzést kaptak, amely a dinamikai geológia legrészletesebb vizsgálatát jelentette és amelynek eredményeként nemcsak a regisztrált képződmények kerültek szétbontásra, de az ut és a folyamat is az értékelés részévé vált, amelynek alapján azok az adott helyen és a felismert formában feltárássá kerültek.

Fáradhatatlanul nyomozta és elemezte azokat a folyamatokat, amelyek az adott területen végbementek, befejeződtek, ill. még működésben voltak, és olyan előrejelzéssel és prognózissal is kiegészítette megfigyelését, amely ezeknél a folyamatoknál a gyorsítás vagy a fékezés tekintetében meghatározóak voltak.

Közreműködésével áthidalás volt található a földtani és morfológiai, a földtani és a vízföldtani, továbbá mindezekből a műszaki értékelés felé. A rendkívül eredményes és színes magyarázatokkal tarkított közreműködése következtében a részfeladatból az értékelő munka középpontjába került és ezt követően ilyen jellegű tevékenysége a feladat befejezéséig nélkülözhetetlenné vált.

De nemcsak a vázolt szakterületi megosztás áthidalójaként kell közreműködéséről megemlékezni, mert ugyanilyen fontos volt a mintatérképezés befejeztével egyidejűleg kezdeményezett térképezési utmutatóhoz nyújtott segítséget is. Külön kell említést tenni egy sajátos kérdésről, amely az azonos indításmódot és jelkulcs rendszer birtokában a különböző intézmények által végzett földtani térképezés eredményeként részben az adott terület földtani felépítéséből, részben pedig a térképezők ismeretéből, érdeklődési köréből eredően az egyes képződmények bontásánál, ill. képződménycsoportok összevonásánál jelentkezett. Esetenként az eltérés olymértékű volt, hogy az így értékelt képződmények gyakorlatilag illeszthetetlenné váltak. E probléma feloldására minden közreműködő egybehangzó véleménye szerint is csak Kriván Pál volt alkalmas és nagy hozzáértéssel, és nagy tapintattal tett eleget ennek a kényes megbízásnak az illeszkedő térképlapok képződményénél csatlakozási azonosítás megteremtésével.

A műszaki földtani feladatokban előzőekben vázolt kiemelkedő ismerete, a gyakorlati problémák megoldását elősegítő megállapításai alapján önként adódott, hogy e kapcsolat nagyon gyorsan szélesedjen, és minden olyan jelentős feladat megoldásában közreműködésének lehetőségét kerestük, ahol kiemelkedő tudását, helyismeretét a bonyolult folyamatok meghatározó elemeinek felismerésére irányuló készségét hasznosítani lehetett. Így egyre-másra vett részt a többek között a történelmi városok alatti természetes és mesterséges üregek okozta építésföldtani problémák elhárítását célzó munkákban. Bekapcsolódott és folyamatosan résztvett Eger és Pécs mellett Szentendre és Szekszárd ilyen jellegű műszaki földtani értékelésében.

E munkák keretében annak ellenére, hogy a terület földtani felépítése, az ebből adódó problémák is eltérő jellegűek voltak, értékelése és meglátása egyaránt és azonosan kiemelkedő színvonalu információt jelentett. Közreműködésének köszönhetjük, hogy az általa értékeit területeken az eroziós folyamatokat, a csuszásokat, az egyéb elmozdulásokat és azok következményeit világosan ismerhettük fel attól függetlenül, hogy e folyamatok már lezárultak vagy jelenleg is létezőnek minősültek.

A legutóbbi közös munkát a Budapest József-hegyi barlangrendszerrel összefüggő építésföldtani értékelés jelentette. Ebben a kényes kérdésben, ahol különböző szempontok és érdekek élesen ütköztek, volt lehetőségünk utoljára tanácsainak, tapasztalatainak hasznosításával megfontolt és mértékadó állásfoglalást kialakítani.

dr. Kriván Pállal együttműködésünk mintegy 20 éves időtartamra nyulik vissza. Ez az időszak egybeesett a műszaki földtani szemlélet komplexebbé válásával, a külön-

böző közelítések feloldásával, egybeolvadásával. De egybeesett a hazai mérnökgeológiai, építésföldtani feladatok jelentkezésének legjelentősebb korszakával is. Ezekben Kriván Pál elévülhetetlen érdemeket szerzett, közreműködése nagy szakmai segítséget és megnyugtató biztonságot jelentett. Megállapításainak, szakmai meglátásainak jelentőségét meghaladó értékű az ezekhez fűzött indoklása, szemléletfejlesztő rendszerezése, kiegészítő magyarázata.

Munkásságának döntő részét a személyes konzultációk feljegyzései, a lényegyet összegező rövid kéziratok őrzik. Sajnálatosan ez irányú tevékenységét regisztráló publikáció munkásságának csak töredékét foglalja össze. Nem törekedett felismeréseinek megörökítésére, a konzultációt, az élőmagyarázatot fontosabbnak tartotta. Még a legjelentősebb térképező tevékenysége sem került regisztrálásra, az utódok felé megörökítésre. Ezért is jelent megtisztelő kötelezettséget a tevékenységéről és érdemeiről való megemlékezés, ellentmondásos egyéniségéből azoknak a tulajdonságoknak az elismerése és utólagos felismerése, amelyet életében biztos forrásként könyvelhetünk el, amelynek értéke igazán csak akkor válik nyilvánvalóvá, amikor ez a bőven áradó forrás elapad és a továbbiakban nélkülözni leszünk kénytelenek.

Pál Kriván's activity and contribution to engineering
geology

Sándor Karácsonyi

The author deals with the significance of Pál Kriván's activity in the field of engineering geological mapping started about twenty five years ago. His activity implied mainly the interpretation of some quaternary deposit formations. His untiring efforts comprised the investigation of processes which took place in the mapping areas. The engineering geological significance of processes such as erosion and landslide was reevaluated due to his contribution.

KRIVÁN PÁL KÖZREMŰKÖDÉSE A MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZÉSBEN

Szlabóczky Pál

Dr. Kriván Pál, az 1966. februárjában indított első "mérnöki geológia" szakmérnöki tanfolyamon Elemző Földtan címmel tartott előadásokat, amely eredetileg csak 2 félévre volt tervezve, de a hallgatóság kérésére, még egy félévre lett prolongálva, az érdeklődésre jellemző módon éppen a Talajmechanika tárgy helyett.

Miben állt előadásainak rendkívüli vonzereje?

A hallgatóság zöme néhány éves műszaki-földtani gyakorlatú olyan mérnök volt, akiknél a térszín-közeli földtani folyamatok megismerésére igen nagy igény alakult ki. Sok kíváncsisággal próbáltunk megfejteni olyan műszaki-földtani kihatású folyamatokat, amelyek alapját az elmúlt néhány százezer év alakította ki. A jelenséget láttuk, de nem tudtuk értelmezni.

Dr. Kriván Pál előadásai egy olyan szinpad függőnyét húzták fel, ahol a látottak a problémáink megoldásához elsősorban a mérnöki szemlélet bővülését adták. Műszaki tanulmányaink, munkáink során belénk rögződött egzakt, vulgáris műszaki megoldásmód gőrcsősségét oldotta fel ez az új szemlélet, és a műszaki-földtani megismerés új útjára léphettünk.

Előadásai nem korlátozódtak csak a negyedkor-földtan ismertetésére: kitért idősebb képződmények, dinamikai geológiai folyamatok oktatására is.

Az ismeret átadás három csatornán történt, úgy mint:

- előadásokon,
- szeretett Professzora: Elemző Földtan című könyvének részletesen kijelölt tanulmányoztatásával,
- konzultációk, kirándulások során spontán beszélgetésekkel. (Emlékezetesek a budai Várban, Dunaújvárosra, Rókushegyre, Zuglóba vezetett tanulmányi sétái, kézi kőzet példányok, feltárások dinamikai értelmezései.)

Miként hasznosítottuk tanításait?

Sajnos szakmérnöki egyetemi jegyzetét nem írta meg, de az átadott szemlélet sokunk munkájában megéretté válósággá vált, és azt fiatalabb kollégáinknak is továbbítjuk. Hangsúlyozott munkaelvét, Szabó József gondolatát érvényesítjük: a terepi "észleletet" el kell választani a későbbi "vélekedéstől". Ez a mérnöki előmunkálat során betartandó!

Tudomány-történeti kitérői nem csak élénkítették előadásait, hanem felhívták a figyelmet, műszaki-természettudományi életünkben is mindig jelenlévő konzervatív^{us}-reformizmus közötti harcra. Legismertük és általa tisztelődivé váltunk a hazai műszaki-földtant is megalapozó elődeink munkásságának (Szabó József, Lóczy Lajos, Horusitzky Henrik).

Csodálatos rögtönzéseiben is óriási tárgyi, történeti tudása egyoldalú műszaki gondolkodás módjuk bővítésére sarkalt sokunkat. Megtanultuk Tőle, hogy egy műszaki-földtani feladat nem feltétlenül a helyes matematikai képlet kiválasztásával kezdődik; a jelenség okozója nem mindig ^atervezési területen belül keresendő; a műszaki megoldást a földtörténeti folyamatokkal is összhangba kell hozni. Klíma és tektonika kapcsolata! Ez volt értékelő módszerének egyik alapelve.

Ilyen tanulmányi, sőt baráti kapcsolatok kialakulása után érhetően élénken figyeltük az „Árpád sírja” - storyt, amelyről hírtadó félszáz sajtót még annak idején hozzám küldte megőrzésre.

Sőt minden mást is tanultunk Tőle: természeti alak-esztétikát, zene kritikát, mélylélektant, barátságot. Emlékezetes olaszországi útjáról (ahonnan egy zsák lávabombát cipelt haza) küldött, a "Bocca della Verità"-t ábrázoló üdvözlő lapján írta: "Ez itten az igazság szája. Ha nem köszöntenélek a legszebb barátsággal: leharapná a kezem." Ez volt Ő, a Tanár Úr és Önzetlen Barát!

Halála utáni megemlékezésekben, sok dicséret hangzott el Róla de műszaki-földtani érzékéről, mérnöki kapcsolatairól ezekben nem esett szó. Ezért rendeztük meg ezt a szakosztályi emléktüntetést.

Pál Kriván's contribution to postgraduate
training in engineering geology

Pál Szlabóczky

Pál Kriván's postgraduate engineering geological lectures have promoted the widening of the engineering scope in Hungary. His courses implied not only the geological presentation of quaternary deposits but also rocks of older ages and the dynamic processes of geology. He emphasized that during the technical solution of an engineering geological problem the geological conditions should have been considered at first and the selection of the proper mathematical model came only after having a proper knowledge on the geological features.

BŐS-NAGYMAROSI VÍZLÉPCSŐ RENDSZER SZIGETKÖZI
MÉRNÖKGEOLOGIAI FELTÁRÁSAI KRIVÁN PÁLLAL

Mantuano Jenő
Vízügyi Tervező Vállalat

A Duna Pozsony alatti szakaszának hasznosítási gondolata már az első világháború előtti időkben is felmerült. Elsőként 1918-ban Schmidthauer Antal mérnök előkészítő munkája alapján a svájci Buss cég kapta meg 90 évre az említett Duna-szakasz vízerőhasznosításának jogát, melyet később, 1920-ban a Duna Vízerő R.T. megvett. Az elkészült és engedélyezett tervek szerint Pozsony és Győr között a hasznosítható esés 14,9-21,6 m, a teljesítmény 10 120 - 37 500 kW, az évi energiatermelés 258,9 millió kWh. E tervek megvalósítására a háború utáni gazdasági és politikai helyzetben nem kerülhetett sor.

1948-ban vetődött fel a gondolat, hogy Nagymarosnál épüljön egy vízlépcső. Közben a csehszlovákok is foglalkoztak a Pozsony alatti Duna-szakasz hasznosításával. A két vízlépcső külön-külön történő tervezését 1952-ben kormánybizottsági szinten összevonták. Több változat, koncepció, kutatás alapján alakult ki a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer, mely összesen 30 m esést hasznosít a Pozsony és Nagymaros közötti Duna-szakaszon.

A beépített teljesítmény Bősnél 720 MW és Nagymarosnál 160 MW. Az összes energiatermelés 3,6 milliárd kWh.

A Bósi Vízlépcső u.n. oldalcsatornás, ami azt jelenti, hogy Dunakilitinél létesül egy kb. 200 millió m³-es tározó, melyből 60 millió m³ szolgálja a napi változó energiaigény miatti kiegyenlítést.

A tározóból a Duna balpartján indul a felvízcsatorna, mely a terepen halad 17,0 km hosszban, majd innen a 8 km hosszú alvízcsatorna viszi a vizet a természetes mederbe, amit Szap-nál ér el.

Ezzel a nagyon vázlatos történelmi áttekintéssel kívántam bemutatni, hogy hogyan alakult ki az 1986. december 4-én a magyar kormány által jóváhagyott beruházás.

E hosszantartó és szakaszosan folyó munkában vett részt 1967-68-ban dr.Kriván Pál is.

A Dunakiliti tározó, a Bósi Vízlépcső és az üzemvízcsatorna a Kisalföld átlagosan 200 m vastag kavicsüledékére épül. E kavicsösszetben a problémát nem a művek állékonysága, hanem megépítésük és a vízlépcsőrendszer üzemeltetése okozta.

A feltáró munka éppen ezért a szivárgási feltételek és a talajvízmozgás törvényszerűségének megismerésére irányult.

A közel 200 db észlelőkút telepítése, több mint 30 próbaszivattyúzás és a többszáz folyóméter fúrás mind arra irányult, hogy mimódon épüljön meg a Dunakiliti duzzasztómű, hogyan történjek a tározótöltések alatt átszivárgó vizek összefogása, hogy a mögöttes területen károsodás ne lépjen fel.

A feltáró munka során több olyan jelenséggel találkoztunk, melyek a Kisalföldi medence feltöltődési mechanizmusával nem magyarázhatók.

Minden fúrásból vízmintát vettünk. A vízminőségvizsgálati eredmények alapján a víz vastartalma, melyet a helyszínen állapítottak meg, 0,5 - 8 mg/l értékek között mozgott a terep alatt 10-15 m-en.

A víz vastartalma tulajdonképpen két külön csoportba volt sorolható, éspedig 0,5-0,7 mg/l és 4,5-8 mg/l. 0,7-4,5 mg/l vastartalmat közel 300 db mintában nem találtunk. Így meggingott az a hipotézis, hogy a felszín alatt egy víztesttel kell számolni.

A másik jelenség pedig az volt, hogy több próbaszivattyúzás során, a szívott kút köré négy irányba, 2, 6, 12 m-re elhelyezett néhány észlelőkútban mért vízszint a kútban előállított 6-7 m-es depresszió hatására sem változott. Pl. egyes esetekben a 12 db észlelőkútból 5 db nem működött. Kiviteli hibát feltételeztünk. Ezért ellenőrzésképpen az észlelőkutakat külön-külön is szivattyúztuk. Az eredmény meglepő volt. Az 5 db észlelőkútban vízszintváltozást tapasztaltunk, ha az öt kút bármelyikét szivattyúztuk, viszont a többi 7 kútban vízszintváltozás nem volt kimutatható. Az észlelőkutakból vett vízminták elemzése során kimutatható volt, hogy az öt kútban a víz vastartalma 5,2-5,7 mg/l, míg a többi észlelő kútban és a szívott kútban a vastartalom 0,52-0,55 mg/l volt.

Az egy hónapos próbaszivattyúzás alatt a kifolyó víz vastartalma 0,54-0,57 mg/l között volt 3800 l/p-es vízki vétel mellett.

Az ismertetett jelenséget egy baráti beszélgetés során - vizsga - mondtam el Dr.Kriván Pálnak, akit a jelenség annyira érdekelt, hogy a helyszínen két héten át elemezte a mintákat, vizsgálta a kavicsok összetételét. Munkája eredményét röviden a következőkben foglalhatjuk össze:

A próbaszivattyúzás 2/3 része /szívott kút + 7 észlelőkút/ a krioturbációs jelenség következtében áthalmcsodott rétegbe került, míg az 1/3 rész természetes állapotá-

ban lerakódott rétegbe települt. Ezzel magyarázható a próbaszivattyúzási eredmény, a víz vegyvizsgálati eredménye is.

A környéken található kavicsbánya falán is tanulmányozható a krioturbációs jelenség, amely abban nyilvánul meg, hogy a jelenség határán 3-10 cm vastag iszapos homokréteg található. Ez a magyarázata annak, hogy a szivattyúzás során az észlelőkutak 1/3-a "nem üzemelt".

A jelenség adott lehetőséget Dr.Übel Károly és Csobok Veronika vizsgálati eredményeinek felülvizsgálatára. A VITUKI helyszíni vizsgálatral megállapította, hogy a felszíni vízszintváltozás hatására a Szigetközben az áramlás 25 m mélységig mutatható ki. A vizsgálati eredmények és a fúrások újraértékelése után kimutatható volt, hogy az áramlás 20 m mélységig interglaciális rétegben, míg a további mélységben glaciális rétegben folyt. Így tulajdonképpen hasonló jelenség alakult ki, mint a próbaszivattyúzás során.

Dr.Kriván Pál 3 db a pleisztocén kavicsot átharántoló fúrás mintáit is elemezte, és meghatározta a glaciális és interglaciális szinteket, amelyek a szivárgási kérdések további tisztázásánál váltak lényeges kérdéssé.

Dr.Kriván Pál megfigyelései alapján a víz vastartalma és a glaciális és interglaciális jelenségek között kapcsolat volt kimutatható és így magyarázatot adott a talajvízkutak vízében mért különböző vastartalomra.

Közös munkánk során eltelt közel 20 év után jelenleg folyik az akkor telepített kutakban mért vízállásadatok feldolgozása. A munka még nem fejeződött be, de vannak olyan eredmények, amelyek csak dr.Kriván Pál megfigyeléseivel, következtetéseivel magyarázhatók.

E megfigyelések eredményeit figyelembe vettük a tervezés során és izgatottan várunk egy árvizet, hogy a már elkészült szivárgórendszereket ellenőrizni tudjuk, és remélem, hogy az eredmények is alátámasztják azokat a megfigyeléseket és értékeléseket, melyek egy baráti beszélgetésből indultak el és sok olyan jelenség magyarázatává váltak, melyeket addig "hibás" feltárásnak minősítettünk.

Pál Kriván's contribution to the engineering geological survey for barrage system region of the Danube between Bös and Nagymaros

Jenő Mantuáno

The preliminary design of one of the most important hungarian waterway regulation investment implied some basic engineering geological investigations.

The subsoil condition of the construction area comprises thick gravel terrace sediment. During the construction considerable dewatering is necessary.

The engineering geological analysis aimed at the exploration of the seepage characteristics of the given area. P. Kriván showed that the hydraulic conductivity of the gravel sediment is variable due to the processes which took place during glacier periods.

Síkvidéki tározók mérnökgeológiai vizsgálata

Juhász József*

1. Bevezetés

A síkvidéki tározókat három nagy csoportra oszthatjuk. Az egyikben keresztülfolyik egy vízfolyás a másik kettőn nem. Az első esetben a tározó kialakítása és működési rendszere megegyezik a dombvidéki tározóéval. Ez olyan esetben építhető, amikor a sík terepen a vízfolyás egy szakasza néhány méteres helyi bevágódást mutat és ez a bevágódott helyi öböl elegendő víz tározására alkalmas /1. ábra/. Miután itt a feladat lényegében megegyezik a dombvidéki tározókkal és mérnökgeológiai vizsgálat is értelem-szerűen azonos, a kérdéssel itt most nem foglalkozom.

A síkvidéki tározók másik, döntő többségét mutató esete az amikor a síkvidéki tározón nem folyik keresztül vízfolyás és a víz tározása négy, de legalább három oldalon töltéssel körülvett tározótérben történik /2. ábra/. A tározótér vízzel való feltöltése vagy szivattyúzott vízből történik, vagy valamely vízfolyás árvizeivel töltik fel. Utóbbi eset akkor lehetséges, ha a síkvidéki tározó legnagyobb tározási vízszintje alacsonyabb annál az évi nagyvíznél, amelynél magasabb vízszint a közeli vízfolyáson minden évben előfordul annyi ideig, hogy a tározót meg lehessen tölteni.

A síkvidéki tározó harmadik fajtája a gödörben kialakított tározó. Általában visszamaradt bányagödrök /agyanbányából, ka-

vicsbányából visszamaradt gödrök/ azok amelyeket a bányászat felhagyása után síkvidéki tározónak lehet kiképezni /3. ábra/. Ez a megoldás az előbbiektől abban különbözik, hogy a gödör maga általában ásványi nyersanyagkitermelés érdekében készül és a bányászat felhagyása után lesz víztározóvá. Egyébként három féle bányagödör van. A finomszemű kohéziós üledékekben /pl. téglagyári, vagy cementgyári agyag/ a bányagödör nyílt víztartással szárazon mélyül, a kavicsbánya ha a termelés vízszint alá ér le vízalatti termeléssel művelik, végül nagyobb értékű nyersanyagot vízszintsüllyesztés védelmében termelnek. A talajvízszint feletti bányagödör fenék esetén a művelés szárazon történik s csak a külvizek távoltartását és a csapadékvíz elvezetést kell megoldani. Az utolsó eset kivételével a felhagyott bányagödrök a talajvízszintig illetve a műveléssel átvágott legkisebb nyomású rétegvízszintig feltöltődnek. Az utolsó esetben a visszamaradó bányagödör csapadékból kapott utánpótlása és a rétegek szivárgási viszonyai függvényében száraz marad, elmocsarasodik, vagy kisebb-nagyobb mélységű víz áll meg benne, ami száraz években gyakran eltűnik.

Először a tározónak épülő, másodsor a visszamaradt bányagödörben kialakítható síkvidéki tározóval foglalkozunk.

2. Az eredetileg tározónak épülő síkvidéki tározó

2.1. A feladat

A tározó körzetét a vízigény helye, szintje, a vízszállí-

tás módja és távolsága, stb. azaz vízgazdálkodási érdekek határozzák meg. A körzeten belül azonban a célszerű helyet a mérnökgeológusnak kell megadnia. A mérnökgeológiai vizsgálatoknak a tározó létesítésére lehetőleg optimális környezetet kell adnia. A mérnökgeológiai feladat a tározók építésénél az alábbi kérdésekre választ adni:

- a tározó olyan földtani környezetbe kerüljön, hogy belőle a lehető legkevesebb víz szivárogjon el,
- az esetleg elszivárgó víz ne okozzon kárt a környezetben
 - esetleg éppen hasznos legyen.
- ha az elszivárgó víz kárt okozna legyen mód egyszerű műszaki, vagy biológiai megoldásokkal a károk elhárítására
- a tározó gátjai számára elegendő, megfelelő minőségű nyersanyag álljon rendelkezésre helyben
- a gátak állékonyak legyenek minden várható szélsőséges esetben is
- a tározó tó alját képező kőzetanyagból semmi olyan anyag ne mosódjék, illetve oldódjék ki, ami a tározott víz minőségére károsan hat
- a tározó gátjait és fenekét képező kőzetanyag a tartós tározás során is stabil maradjon, azaz a méretezéskor használt kőzetfizikai jellemzőinek értékét és a kőzet szerkezetét időtől függetlenül megtartsa a figyelembe vett szélsőséges viszonyok ismételt kialakulása esetén is.

2.2. A földtani környezet kiválasztása

A síkvidéki tározó célszerű földtani környezetét a vízgaz-

délkodási szempontok által meghatározott környezetben relatív optimumként kell meghatározni. Ritkán előfordul, hogy a kijelölt körzeten kívül olyan különösen kedvező földtani környezetet találunk, amire célszerű a tervező figyelmét felhívni.

A térozó optimális környezetét az előző pontban megadott összes szempont figyelembevételével lehet megválasztani. A kivélestségnél az addigi ismeretek legnagyobbmértékű felhasználása mellett legfeljebb egy-egy tájékozódó fúrást végezhetünk a szobajoható területen. Ezért a kivélestségnél elsősorban

- korábbi földtani térképekre, különös figyelemmel az Alföld komplex földtani térképezésére,
- légi felvételekre az agroneológiai felvételekre, a
- művelési ág vizsgálatára és a
- föld aranykorona értékére témaszkodunk a felsorolt sorrendben. Ezen vizsgálatokkal kiválasztott területek közül a részletes helyszíni bejárás során választunk, vagy ha közel azonos területek között nem tudunk választani egy-egy kutató fúrással tájékozódunk a konkrét földtani felépítésről és a kivett minták alapján a fizikai, kémiai jellemzőkről. Mérnökgeológiai szempontból azonos értékű területek között a tervező választ nem mérnökgeológiai szempontok szerint.

A síkvidéki térozók helyének kijelölésénél a korábbi feldolgozások vizsgálata után a légi fotók sorozatát kell elsőnek végigvizsgálni. Mind a normál fekete-fehér és színes felvételekkel, mind a speciális, hamis színű /infravörös, kibocsátott hő mérő, stb/ felvételek sorát. Ezek a felvételek - bizonyos gyakorlat

után - a mérnökgeológus számára a felszíni és a felszín alatt egy-két méterig terjedő földtani viszonyokra igen szemléletes képet ad, természetesen lényegében ismerve a földtani felépítést. Ezt pedig a korábbi földtani felvételek és ha a területre esik az Alföld komplex földtani térképezésének adatai alapján ismerhetjük meg. Különösen jó az utóbbi atlaszanyag, mert abban a nagyon sokoldalú feldolgozáson belül saját készítésű 10 m fúrások hálózata is fel van dolgozva igen gondos és részletes munkával, ami a regionális földtani megismerést alapvetően segíti.

A légifotó sorozatból egészen pontosan körülhatározhatók azok a területek, amelyek a felvétel idején a mezőgazdasági művelésre legkevésbé alkalmasak, illetve a degradálódó területek /pl. szikisedő területek/. Különösen fontos, hogy a felvételek bizonyos szórással felhívják a figyelmet a felszínközeli eltemetett medrek helyére, amelyek a morfológiai, illetve a topográfiai térképekből nem minden esetben határozhatók meg. Bizonyos gyakorlat után még arról is képünk lesz, hogy lefűződött élő mederről, vagy feltöltődött holt mederről van-e szó, azaz a környezeténél valamivel durvább réteggel van-e kitöltve az eltemetett meder, vagy finom, sok szervesanyagot tartalmazó állóvízi, mocsári üledék építi-e fel.

Ujabban külföldön az űrfelvételek használatának lehetőségét is vizsgálják. Úgy vélem azonban, hogy a mi kisméretű síkvidéki tározóinknál a sokkal nagyobb felbontóképességű és sokkal több-fajta felvételi lehetőséggel rendelkező, eredetileg általában

1:20000-1:25000 méretarányon készülő felvételek sokkal alkalmasabbak.

A légifotó alapján körülhatárolt területeket a korábbi földtani felvételekkel összevetve ellenőrizni kell az agrogeológiai-, a talajtani felvételekkel. Ha ezek is gyenge minőségű területre utalnak tájékozódásul megnézzük az aranykorona értéket, illetve ahol már megvan annak forintosított változatát. Végül a tartós művelési ágak területünkre eső változatai támasztják alá a kijelölt területek művelési szempontból kevésbé jelentős voltát.

Végül részletes terepbejáráson győződünk meg - általában folyamatosan - a kijelölt területek alkalmasságáról. Különös figyelmet kell fordítanunk arra a természetes ellentmondásra, hogy a mezőgazdaságilag legkevésbé értékes területek általában magas talajvízű mély területek, gyakran szikesek és sokszor kisebb-nagyobb tőzeg, vagy tőzegrészecskék tartalmazzak, tehát mérnök-geológiai szempontból is a rossz területek közé tartoznak. A síkvidéki tározók építésekor azonban az optimális terület feltétlenül a mezőgazdaságilag értéktelen területekből kerüljön ki a termőföld védelme miatt.

A helyszíni bejárás során az egyes területek felszinközeli felépítésére mér képet kapunk. A szikes területek hazánk síkvidékein - az ország 8-10 %-át teszik ki. Közülük a szolonyes talajokban szikesítő sók a kolloidokhoz kötődnek a szoloncsák talajokban pedig oldható alakban felgyűlnek a talaj felső szintjében. A szikesedés oka lehet 1. a sós talajvíz, 2. sós felső rétet 3.

a kőzet anyagának megbomlása során keletkező oldható - főleg Na-sók. A szikes réteg bizonyos mélységig lehet lugos kémhatású a szóda / Na_2CO_3 / miatt. Ez növénytermesztés és mérnökgeológiai szempontból egyaránt a legrosszabb. Lehet semleges kémhatású a nem hidrolizáló sók következtében és esetenként savas kémhatású is. Mindhárom szikes területnek sajátos növénytársulása van, amit tavasszal és ősszel a bejárás során jól észlelhetünk, de amit a légi fotók is kitűnően mutatnak. Szárazság idején - főleg nyáron és nyárutón - a növényzet elpusztul és fehér lepedék képződik rajtuk. A szoloncsákon oldható sók, gyakran szóda, a szolonyeceken amorf kovasav.

A szikes területek síkvidéki tározók építésére alkalmasak de a fenti kérdéseket előtte vizsgálatokkal tisztázni kell és a mérnökgeológiai szakvéleményben a problémák elhárítására ki kell térni. A bejárás során általában felismerhetők azok a területek, amelyek felszine alatt tőzeg található. Ezek a rendszerint igen sík lapos területek környezetüktől mélyebb fekvésűek és növénytakarójuk következtében egyaránt elválnak. Természetesen a tőzeg vastagságára és minőségére nem kapunk ilyenkor még adatot.

De a bejárás során a felszín alakulásából gyakran következtetünk arra, hogy a területen a feké kőzet - gyakran nagyrészt eltemetett homokdűne - a felszínre nyomul /4. ábra/. Ilyen esetben elsősorban az elszivárgás lehetősége nő meg.

Gyakran láthatjuk a felszín közelében eltemetett medrek helyét is, amit ugyancsak már megismertünk a légi fotóból.

A már említett térképek, velvételek és a helyszíni bejárás-
son szerzett - gyakran ellenőrző jellegű - ismeretek alapján
meglehetősen biztonsággal tudjuk kitűzni a síkvidéki tározó helyét
úgy, hogy a földművelés szempontjából azonosan gyenge területek
közül kiválasztjuk azt amelyik mérnökgeológiai viszonylag ked-
vező és a feladatának megfelel.

Ha bizonyos fontos kérdésben nem tudunk dönteni (5. ábra)
-például, hogy egy eltemetett meder mivel van kitöltve, hogy a
szikeseést mi okozza, hogy a látott felszinalakulat valóban a
fekü felemelkedését, vagy más esetben tőzegréteg jelenlétét mu-
tatja-e - úgy a kérdéses területre egy-egy fúrás mélyítünk le.
Ezzel zárul a felderítő kutatás. A tervező jóváhagyása után kö-
vetkezik a mérnökgeológiai kutatás második üteme az előzetes fel-
tárás.

2.3. A kiválasztott terület mérnökgeológiai feltárása

A jóváhagyott területen részleteiben tisztázni kell a föld-
tani, vízföldtani viszonyokat és a kőzetfizikai értékeket. A
feltárás általában közvetlen feltárás, azaz fúrás szokott lenni.
Alkalmazhatunk azonban sűrítésre közvetett feltárást /szondázást/
is.

A fúrás jelentős hányada kisátmérőjű fúrás lehet a gyors-
ság növelése és költség csökkentése érdekében. Kell azonban a
területen normál átmérőjű /minimum ϕ 102 mm/ fúrás is mélyíte-
ni részben a megfelelő méretű magok érdekében részben vízszint

megfigyelő és vízmintavevő kút számára. A feltárás során célszerű legalább hat ilyen fúrás mélyítése jellemző földtani, vízföldtani helyre, részben a tározó tóba, részben a gátak mentett oldalára.

Az előzetes feltárás során a műszaki tervek számára a földtani környezet teljes egészében megismerendő. A harmadik, részletes feltárási fázisban a síkvidéki tározónál már csak néhány kritikus hely szükség szerinti részletmegismerése lehet a cél /pl. eltemetett meder helyének, geometriájának és rétegződésének részletes megismerése; műtárgy alatti rétegviszonyok kiviteli tervi szintű megismerése/.

A feltárás területét három részre bonthatjuk. Egyik a tározó tó területe, másik a gátak helye, harmadik a mentett oldal azon sávja amelyen belül várható a tározó tó hatása. Ez utóbbit akkor is fel kell tárni, ha a káros elszivárgás ellen aktívan védekezni akarunk /pl. övcsatorna, résfal/. Ez utóbbi esetben a gát helye a kiszivárgó víz elleni védelem külső széléig értendő.

Hazai viszonyaink között a síkvidéki tározó kerülhet agyagos területre, ezen belül is szikes agyagra, kerülhet homokhátra, néha durva- sőt kavicsos homokon is szükséges lehet tározót építeni és kerülhet löszre. A háromféle területen más-más a főfeladat.

A finomszemű kohéziós anyagra épülő tározó feltárása során

három kérdésre kell választ adni: a kőzet kémiai stabilitása vízelöntés után /különösen szikes rétegek esetén/, a kiszivárgás mértéke és konkrét részterületei; a gátépítésre a medence fenékről kitermelhető anyagmennyiség és minőség.

A fenti kérdések megválaszolására egyrészt általában ötvenméteres hálóban készülő legalább öt méter mély fúrásorozat szükséges 6. ábra. Amennyiben a síkvidéki tározó alatt a fedőréteg fekéjében annál jelentősen nagyobb /kétszeresnél nagyobb/ áteresztőképességű vízvezető réteg /például egy homokos réteg/ található, akkor annak fekéjébe legalább egy métert be kell fúrni. Hasonlóan kell eljárni ha tőzeg, vagy nagy szervesanyagtartalmu / 10%/ ásványi réteg nyúlik le 5 m alá.

A fúrásokból a felszín alatt 2 m-ig folyamatos magvétel szükséges. Alatta zavart minta is megfelel, de minden feltárt magképes rétegből egy-egy mag veendő. A fúrás során a megütött vízszintet, a beállt vízszintet kell mérni és vízmintát kell venni elsősorban a szikes vízkomponensek meghatározása, másrészt a betonagresszivitás vizsgálata végett.

Nagy törésrendszerek feletti területen a talajvíz hőmérséklete is mérendő mert annak alulról való figyelemreméltó helyi táplálása is lehetséges.

Amennyiben a tározó fenékvizsgálata a változatos feszínközeli viszonyok miatt az 50 m-es hálónál részben vagy az egész területen részletesebben vizsgálandó és a földtani felépítés

olyan, hogy alkalmas a válaszra szondázás is, úgy a vibrációs szondán kívül bármely szonda alkalmazható. A vibrációs szondával vigyázni kell, mert a vízzel telített tőzeg, tőzegrés, szikes rétegek a vibrálás miatt hamis eredményeket adhatnak.

A fúrások mellett szükséges lehet különösen szikes és tőzeges területen a felszinközeli rétegek pontosabb megismerésére kutatógödröket készíteni a kritikus vagy a jellemző helyeken a fúrások elkészülte után, részben a nagyobb feltárt felület közvetlen láthatása, részben a szükséges mintavétel mennyiségének és gondosan kiválasztott helyének biztosítása érdekében.

A kutatógödrök - megfelelően pontos kiképzés esetén az elszivárgás hozamának kísérleti meghatározására is szolgál. Ennek eredményei a fúrásokban végzett szivárgásvizsgálatokkal és az egyéb módon meghatározott áteresztőképességgel ellenőrzésképpen közvetlenül összevethető.

A hidrogeológiai ismeretek érdekében a tározó mind a négy oldalán a mentett oldali gátlórétegtől kb. 50-50 m-re egy-egy hidrogeológiai célú feltárást kell végezni, amiben a szivárgási tényezőt is, a vízminőséget is, valamint a földtani megismeréshez megfelelő mennyiségű mintát veszünk.

A homokos területre telepített síkvidéki tározó tó feltárásánál elsősorban azt vizsgáljuk, hogy van-e a felszíni homokos réteg alatt néhány méteren belül technikailag vízzáró, vagy vízleeresztő réteg. Ezért a fúrási mélységeket az határozza meg,

hogy milyen mélységig ésszerű még a töltések alatt valamely víz-záró függönyt /pl. részal/ lemélyíteni a tározóból történő elszivárgás megakadályozására. Ilyen esetben a legnagyobb fúrás mélység a gát magasságának kétszeres, de legalább öt méter. Ha az első hálófúrásokkal meggyőződünk arról, hogy az ésszerű legnagyobb mélységig nincsen összefüggő víz-záró, vagy vízeresztő réteg, úgy a többi fúrást csak öt méter mélyre visszük le.

A löszterületre telepítendő síkvidéki tározó tó feltárása-
nál a fúrások mélysége 5 méter, de legalább az első fosszilis talajszintet harántolni kell, illetve a lösz fekjét, vagy a talajvízszintet el kell érni.

A gát alatti feltárás célja a gát állékonyságának vizsgálá-
tához, a gát alatti szivárgáshoz és a kőzetek esetleges kémiai
változásához a földtani környezetet megismerni.

A gát alatti feltárás keresztshelvényekben készül. A keresztshelvények távolsága 50 m és shelvényenként három fúrás alkotja. A gát tengelyében mélyülő minden második fúrás mélysége megegyezik a gát szélességével /7. ábra/. A közbenső shelvény tengelyfúrása és a gátlátbtól két oldalt 10-10 m-re készülő shelvényfúrások mélysége 10 m. Ha véletlenül a relatíve jó vízvezető réteg ennél mélyebbre nyulna, úgy annak fekjébe kell belefurni legalább egy méterre. Ugyanez a helyzet, ha lösznél nem érjük el az első fosszilis talajszintet, vagy a talajvízszintet.

Elsősorban az eltemetett medrek, másodsorban tőzeges réte-

gek jelenléte esetén a gátmenti szelvénytávolság 25 m-re is lecsökkenhet. Az interpolált szelvények készülhetnek szondázással is.

A műtárgyak alatt a feltárás a műtárgy tengelyében /a gát-tengelyre merőlegesen/ a műtárgy érzékenységének függvényében 6-20 méterenkénti fúrással történik. Ha a műtárgy 6 m-nél szélesebb úgy nem a tengelyben fúrunk, hanem a két szélvonalon készítünk két fúrásból álló keresztzelvényeket.

Ha műtárgy 12 m-nél szélesebb úgy a tengelyfúrásokat két további fúrással szelvénné egészítjük ki.

A fúrások közül a 102 mm ϕ -nél nagyobb fúrásokat a rétegek szivárgási tényezőjének a meghatározására is felhasználjuk. A szivárgási tényezőt visszatöltődéssel vizsgáljuk, kivéve, ha olyan viszonylag durva réteg is van köztük amelyből próbaszivattyúzással legalább 30 l/p hozamot várhatunk tartósan. Ebben az esetben próbaszűrőt építünk a fúrásba, vagy mindjárt a végleges észlelőkutak alakítjuk ki és három lépcsős próbaszivattyúzást végzünk az egyes lépcsők után visszatöltődéssel. Természetesen a szivattyúzás elején és végén vízmintét veszünk elemzésre.

Végül, ha a tó fenékről nem lehet, vagy nem szabad a gátak anyagát, vagy annak egy részét kitermelni kell a közelben keresni olyan területet, ahol vagy a felszíntől, vagy néhány deciméter fedő alatt olyan ásványi anyag található, ami alkalmas a

gátba való beépítésre. A külön nyersanyaglelőhelyet ebben az esetben 30 m élhosszúságú hálózatos feltárással tárjuk fel. A fúrások mélysége a kitermelési mélységnél három méterrel mélyebb. Abból a célból, hogy a visszamaradó anyag vízáteresztőképességét meghatározhassuk. Az anyagnyerő helyeket úgy kell megválasztani, hogy az anyaggödör feneké a legnagyobb talajvízszint felett maradjon másrészt, hogy a tározóból kiszivárgó víz se mocsarasítsa el, ha nincs védekezés betervezve az elszívárgás ellen.

Tapasztalat szerint a tározók építésénél is éppen a feltárási munkákon igyeckszik a beruházó a lehető legtöbbet megnyerni. A megtakarítás az egész beruházáson belül még 1-2 %-ot sem jelent ugyan mégis kemény küzdelem folyik minden feltárási pontért.

2.4. A kőzetvizsgálatok

A feltárásból szerzett anyagoknak részben földtani korát, részben kőzettani összetételét, részben fizikai tulajdonságát határozzuk meg.

A tározó tó területén bizonyos vizsgálatok elmaradhatnak a gát területéhez képest.

Agyagos területre készülő síkvidéki tározónál a DTG és röntgenvizsgálatot, valamint az agyagréteg ásványi összetételét határozzuk és készítjük a kőzetkémiai vizsgálatokat is a legfonto-

sabb alkotókra. ezek az agyag vízzel kapcsolatos tulajdonságait befolyásolják. az agyag szemeloszlási görbéjét is elkészítjük desztillált vízzel és peptizálószerrel. Peptizáló szernek NaCO_2 -ot használunk, de szikes agyaghoz az nem megfelelő. OTT Na-pirofoszfátot, vagy Li-karbonátot használunk. Meg kell határozni az ugynevezett mértékadó hézag tényezőt amivel eldönthetjük, hogy az agyag rögzösödő, vízálló, fellazuló, vagy szétfolyó. Ezt a vizsgálatot az agyagban lévő eredeti víz mellett a tározóba jutó vízzel és desztillált vízzel is elvégezzük, de a tározó vízzel kapott eredmények a mértékadók.

Elvégezzük a tőszűrővizsgálatot is az agyagos kőzetek diszperzitásfokának azaz járatos erózióra való hajlamának meghatározása céljából. Mérjük az agyagos kőzet lineáris és térfogati zsugorodását, a plastikus indexet, végzünk egyszerű, kiszűrőhengeres talajduzzasztási vizsgálatot az agyag duzzadási felpuhulási és elfolyósodási tulajdonságainak megismerésére. A duzzadást ödométerrel is megvizsgáljuk a szivárgással és víznyomással igénybevett kőzetek alakváltozását és az egyensúlyi állapotban beálló térfogatát és víztartalmát.

Lösz esetén a roskadásvizsgálatot és a szivárgási tényező meghatározását végezzük el.

Homokos kőzetben általában nem végzünk speciális vizsgálatot.

Minden kőzetben azonban meghatározzuk a szemeloszlását, a hézagterfogatát, eredeti és száraz sűrűségét, összenyomozódási modulusát, nyírószilárdságát, súrlódási szögét és /ha van/ kohézióját, optimális tömörítési viszonyait /Proctor vizsgálat/, a kapilláris emelkedés maximumát, a h_y és H_y értékeket, a fagyállóképességét.

A földtani besorolás érdekében mikrofauna mikroflóra statisztikát célszerű végezni ha szükséges.

A kőzetben lévő eredeti víz részleges analízise szükséges minden esetben és természetesen ismerni kell a tározót feltöltő víz minőségét, illetve a minőség várható szélsőértékeit.

2.5. A mérnökgeológiai atlasz.

A korábbi adatok és az új feltárások alapján elkészítjük a síkvidéki tározó mérnökgeológiai feldolgozását. A feldolgozás két részből áll, az atlaszból és a mérnökgeológiai számításokból.

A mérnökgeológiai atlaszban összeállítjuk a felhasznált alaptérképeket, ill. alapfeldolgozásokat és ugynevezett mérnökgeológiai tematikus térképeket.

Az atlasz feldolgozási méretaránya 1:2000, vagy 1:1000 a tározó tóra vonatkozóan annak nagyságától függően. A gátak alát-

ti feldolgozás méretaránya célszerűen 1:500.

A műtárgyak alatt 1:100 - 1:200 méretarányban részletes feldolgozást adunk. Az esetleges külső nyersanyaglelőhelyet 1:500 méretarányban dolgozzuk fel.

Az alaptérképek sorában fel kell dolgozni a topográfiai térképet a felszíni földtani térképet, s ehhez kapcsolódna a földtani szelvényeket és a tektonikai viszonyokat, különös tekintettel a jelenkori tektonikai mozgásokra, amelyek vizsgálata és helyének megadása a síkvidéki tározó gátjainak állékonyosságát is befolyásolhatja. Ugyancsak az alaptérképek között kell feltüntetni a talajvíz izóhipszákat /a sokévi átlagot, a legnagyobb és legkisebb talajvízállás felületét/, a talajvíz minőségét, különösen a szikesedést adó komponenseket és a szulfáttartalmat. Elkészítjük a kőzetfizikai jellemzők izovonalait, vagy ha elegendő a lépcsős térképét. Ezek az alaptérképek a gáttól 50 m-re készült fúrásokig tartanak.

Az alaptérképből és a mérnökgeológiai számításokból szerkesztjük meg a mérnökgeológiai tematikus térképeket. Ezeknek a térképeknek mindazon adatokat tartalmaznia kell, ami a tervezők számára szükséges a biztonságos tervezéshez. Adott esetben ez négy nagy csoportra oszthatók a tematikus térképek:

- a tófenék anyaga
- a tófenék elszivárgási viszonyai
- a gátépítés ,

- az anyagyerőhely

A tófenék anyagával foglalkozó tematikus térképcsoportba tartozik a tófenék anyagának földtani térképe. Ha a tófenék az eredeti felszín marad, akkor ez megegyezik a felszíni földtani térképpel. Amennyiben például a tóból termeljük ki a gátak anyagát, akkor a visszamaradó felszín földtani térképét kell megszerkeszteni. A tófenék anyagának fizikai és kémiai tulajdonságairól több lapot célszerű készíteni. Amennyiben a terület részlegesen, vagy teljesen szikes, akkor a fenékszintben szét kell választani a szolonyc és szoloncsák, s ezeken belül a vak szik területét, valamint a lugos-, szódás a semleges és - ha esetleg van - a savas kémhatású területeket, valamint a rögösödő, vízálló, fellazuló és szétfolyó anyagot. A nem szikes anyagokat külön kell feltüntetni. Szükség lehet a különböző agyagásványú agyagok szétválasztására és a járatos erózióra való hajlam bemutatására. A tözeges, vagy erősen szerves anyagokat ugyancsak külön lehatárolva kell feltüntetni.

A tófenék kőzeteinek fizikai tulajdonságait akkor kell további adatokkal kiegészíteni, ha a tófenék anyaga a töltésépítésre is megfelelő és az elszivárgás szempontjából sem kedvezőtlen. Ebben az esetben egy lapon megadjuk a letermelhető rétegvastagságot a kőzetek megszerzése szerinti bontásban és a fedő, vagy kőzetes be nem építhető kőzetek feltjairól, térbeli helyzetéről. Meg kell adni a kőzetek szemeloszlási görbéjét és a görbékől az iszaptartalom százalékot, valamint a kőzetliszt és

annál finomabb szemű réteggkomponensek százalékat mutatjuk be térképen rétegenként, vagy függőlegesen rétegvastagsággal súlyozott átlagértékben megadva.

A beépítendő rétegeknek fel kell tüntetni azokat a fizikai tényezőt, amik a töltésbe építésnél szükségesek, úgy az egy-szemcsés kőzeteknél nyírószilárdság, surlódási szög, optimális tömörítési viszonyok /Proctor vizsgálat/, eredeti nedvesség, - hézagtérfogat, - sűrűség, a beépítés során elérendő sűrűség, a kapilláris emelkedés maximuma kell a térképen legyen. A plasztikus üledékek esetén a fentiek mellett a kohézió, a plasztikus és folyási határ, a plasztikus index, a lineáris és térfogati zsugorodás értékei is feltüntetendők. Az iszap, ill. kőzetliszt százalék melyet a fizikai agyaghatár és a kolloid agyaghatár tüntetendő fel. A közvetlen mérésekkel meghatározott fizikai jellemzők mellett az agyagásvány összetétel is megadandó.

A gát építőanyagként használandó tőfenéki anyag kitermelési osztályba sorolását is be kell mutatni. Meg kell adni egy térképen a termelési módot és azt, hogy milyen szeletek művelendők egyben. Ha csak egy szeletben javasoljuk a letermelést nem kell berajzolni csak egy lapszéli megjegyzéssel megadni.

A tőfenék elszivárgási viszonyaival foglalkozó csoportba tartozik a szivárgási tényező izovonalas térképe a tőfenékről a felső legalább 1 méter vastag réteg figyelembevételével. Az egy méternél kisebb vastagságú réteget annak bizonytalansága

miatt figyelmen kívül hagyjuk. Igen gondos feltárásnál és jó követhető rétegnél a 0,5 m vastagságú összefüggő réteget is lehet az elszivárgás szempontjából figyelembe venni.

Ebben a csoportban kell megadni a talajvíz minimális és átlagos szintje, valamint a tározó maximális és átlagos szintje közötti különbség izovonalait. Ha a tározó egész területén ezek a különbségek külön-külön nem nagyobbak két deciméternél lapszéli jegyzetben adandók csak meg.

A területről elszivárgó fajlagos /l m² alapterületre vonatkozó/ hozam izovonalait is megadjuk.

A gátépítéssel foglalkozó tematikus térképek lényegében egy néhány centiméter széles sávot jelentenek. Ezeken a sávokon meg kell adni a humusz vastagságát, a kicserélendő réteg vastagságát /a szikes rétegeket a korábban részletezettek szerint csoportosítva, a kicserélendő humusztérteg vagy erősen szerves réteg feküjének és a felszínnek a különbségét.

Külön gonddal fel kell tüntetni a keresztező eltemetett holtmedrek térbeli helyzetét a kitöltő anyaggal együtt. Ha van a gát alatt jellemző vízvezető réteg /rétegek/ úgy fel kell tüntetni vastagságát és szivárgási tényezőjét.

Amennyiben a kiszivárgó vizet valamilyen módon összegyűjtjük /szivárgó kutakban, vagy szivárgó csatornában/ úgy a fenti

ismereteket egészen a védművek külső széléig, illetve azon túl 10 méterig kell feltüntetni.

Fel kell tüntetni a kitermelendő anyag /humusz, tőzeg, szikes agyag/ kitermelési osztályát a gát alatt és ha van, a szivárgó csatorna szélességében.

A gát alatt, illetve a szivárgó csatorna külső szélén túl 10 méterig meg kell adni a gát alatt maradó, illetve a csatorna bevágását adó rétegek szükséges fizikai jellemzőit amik meg-egyeznek a nyersanyaglelőhelyre vonatkozó jellemzőkkel a különböző kőzetek esetén.

Meg kell adni a gát alatti hosszszelvényt a tengelyben és a két szélső fúrássoron át, valamint a keresztaszelvényekben. Ezeknek az alapján a fizikai térképek birtokában számítás alapján fel kell tüntetni a gát alatt megengedhető terhelést a töltés ismert geometriája alapján a valódi terhelést és a várható süllyedést.

Ha szükséges az eltemetett holt medrek keresztjezésével külön kiemelt részletként is foglalkozni kell.

Fel kell tüntetni - ugyancsak a számítások alapján - a gát alatt átszivárgó fajlagos vízhozamot a gát egy méter hosszára vonatkoztatva.

Ha szükséges a gátépítéshez használt anyag kitermelési és beépítési helyét és a beépítési sorrendet /rétegzett gát esetén/ térképen meg kell jelölni.

Különös figyelmet kell fordítani a beépítendő anyagok fagyveszélyességére ott ahol a gáton épített utat kívánunk vezetni. Ekkor a beépítési sorrendet úgy kell megadni, hogy a felszín közelébe nem fagyveszélyes anyag kerüljön. Ha a gátkorona magassága a kis tófelület miatt nem nyúlik a tó téli legnagyobb vízállása fölé legalább 0,5 m-rel, úgy vagy meg kell emelni az út szintjét, vagy lejjebb kell megállapítani a téli legnagyobb vízállást, hogy a gát felszíne alá beépített porózus kőzetet a víz 0,3 m-rel jobban ne közelítse meg.

Az így megszerkesztett mérnökgeológiai atlasz néhány tematikus térképváltozata a mérnökgeológiai számításokban meghatározott eredményeket ábrázolja.

2.6. A mérnökgeológiai számítások

A mérnökgeológiai számítások összességében az alábbi munkarészeket tartalmazzák

- a tófenéken elszivárogható hozam önmagában feltéve, hogy a továbbszivárgáshoz nem kell ellenállást legyőzni /8. ábra/
- a tóból a gáton át és a gát alatt elszivárgó vízhozam,

- a gátlábnál kilépő sebességek /9. ábra/
- a gát átázási görbéje /10. ábra/
 - a gát elcsúszás, kibomlás elleni méretezése /11. ábra/
 - a gáttest stabilitásának vizsgálata /12. ábra/
 - a gát süllyedésszámítása /13. ábra/
 - a fagyveszélyesség számítása

Ezeket a számításokat most nem tárgyaljuk általában, mert ismertek is, gyakran előírás is van rájuk.

Engineering geological survey for flat land reservoirs

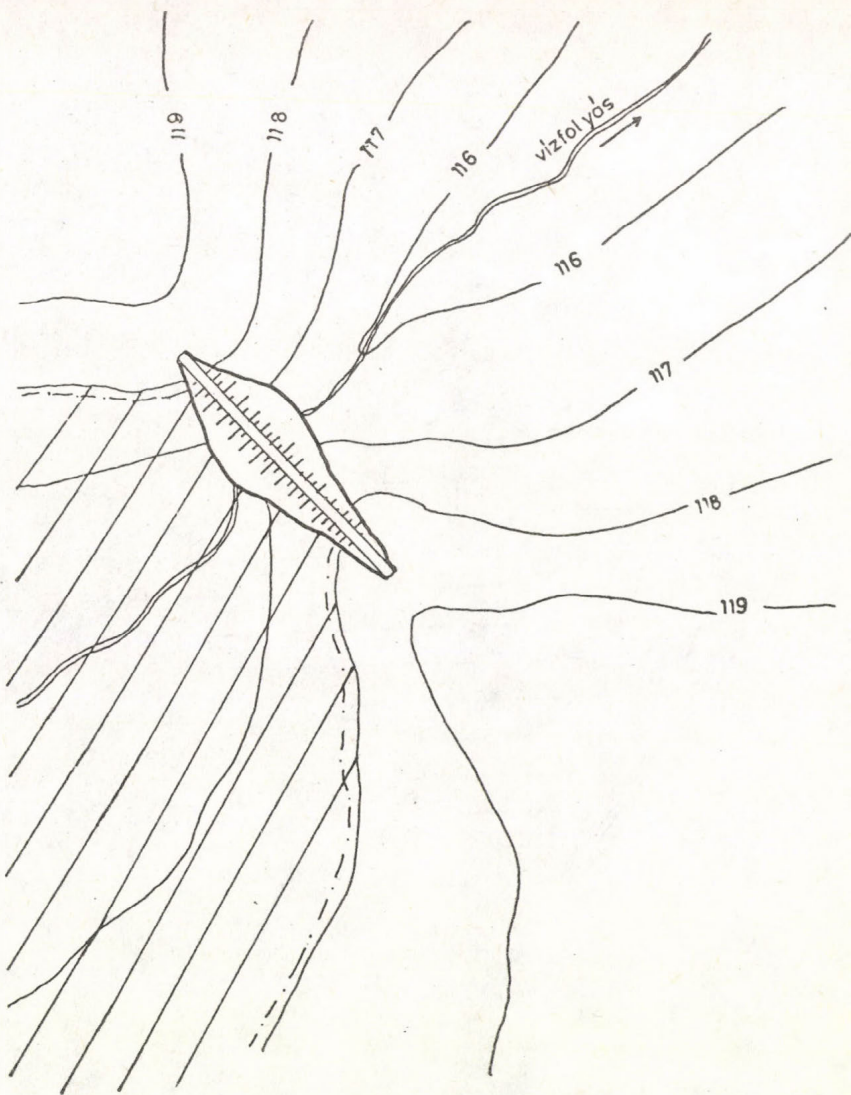
József Juhász

Water of flat land reservoirs is kept in a storage space bounded by embankment dams. The assignment of future reservoir sites is on the basis of some characteristics determined by engineering geological investigation of a larger area.

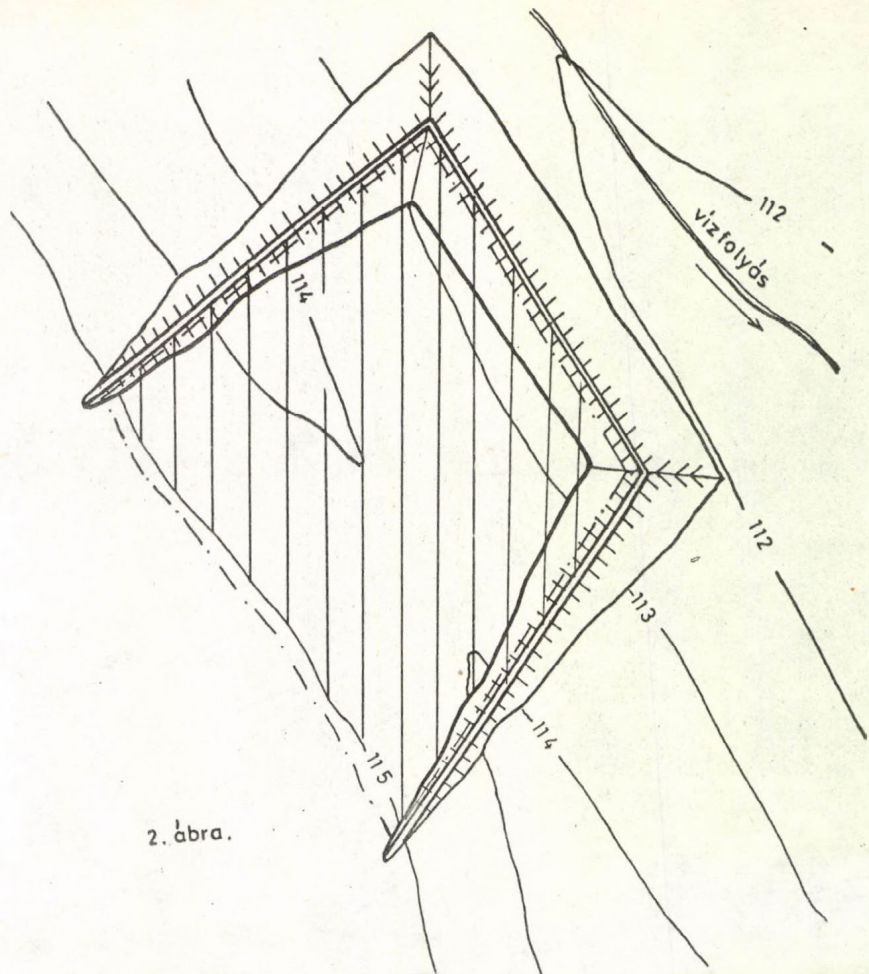
These characteristics comprise that it is possible to realise the construction works without major technical problems, and during the life of the reservoir the seepage loss is a minimum. Air photos are used for the assignment of the sites.

Engineering geological evaluation of reservoir environments is based on the consideration of earlier data and of new informations coming from drilling.

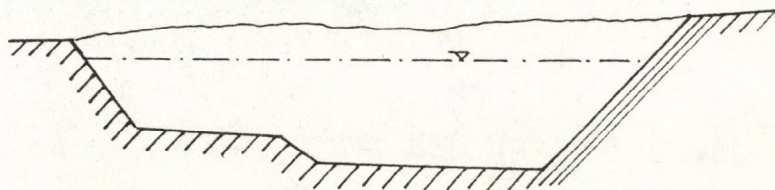
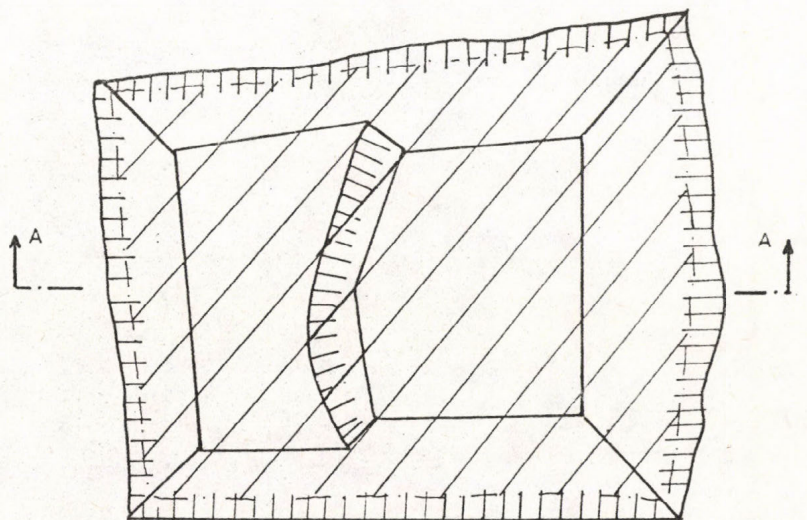
The investigation imply atlas preparation with some calculations. The scales of the maps are as follows, depending on the size of the reservoir : M:1000, M:2000. For engineering objects the scales are as follows: M:200; M:100. The atlas consists of hydro-geological, water chemical, soil physical and some special maps, which are constructed on the basis of calculations for any topic. The content of the above maps is presented.



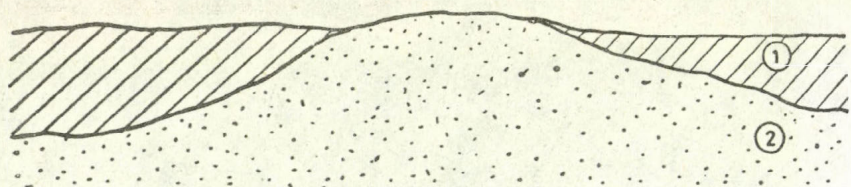
1.öbra.



2. ábra.



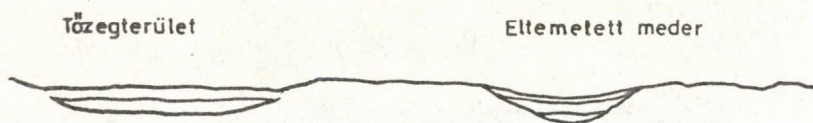
3. ábra.



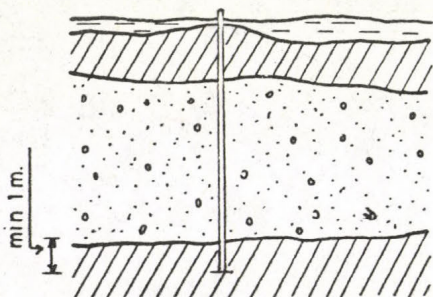
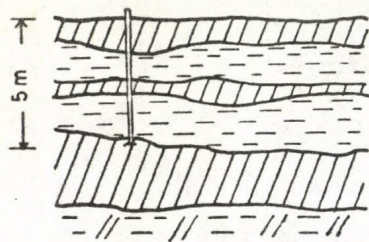
① fiatal holocén fedő

② dűne

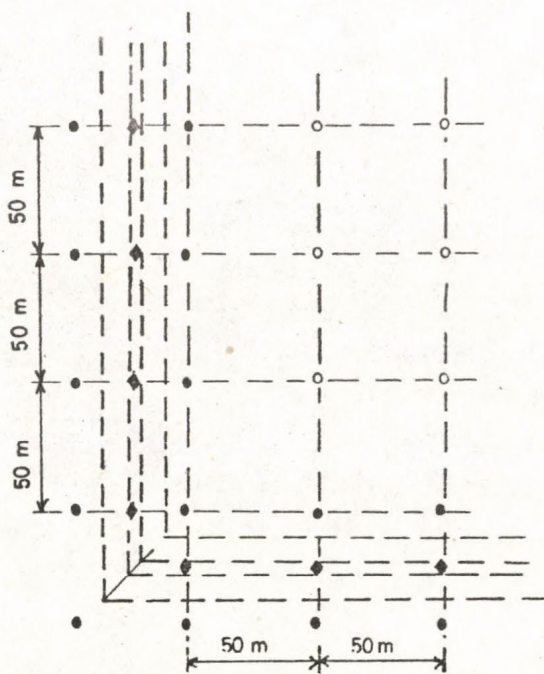
4. ábra.



5. ábra.

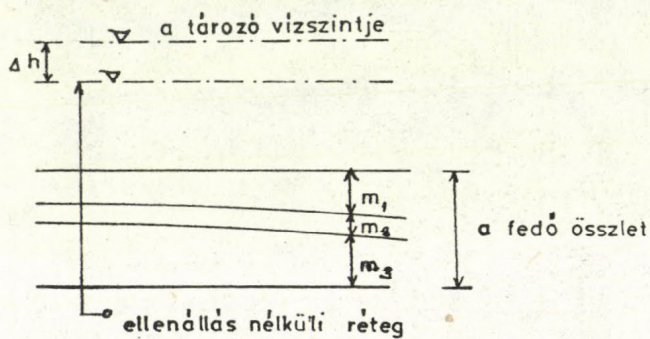


6. ábra.



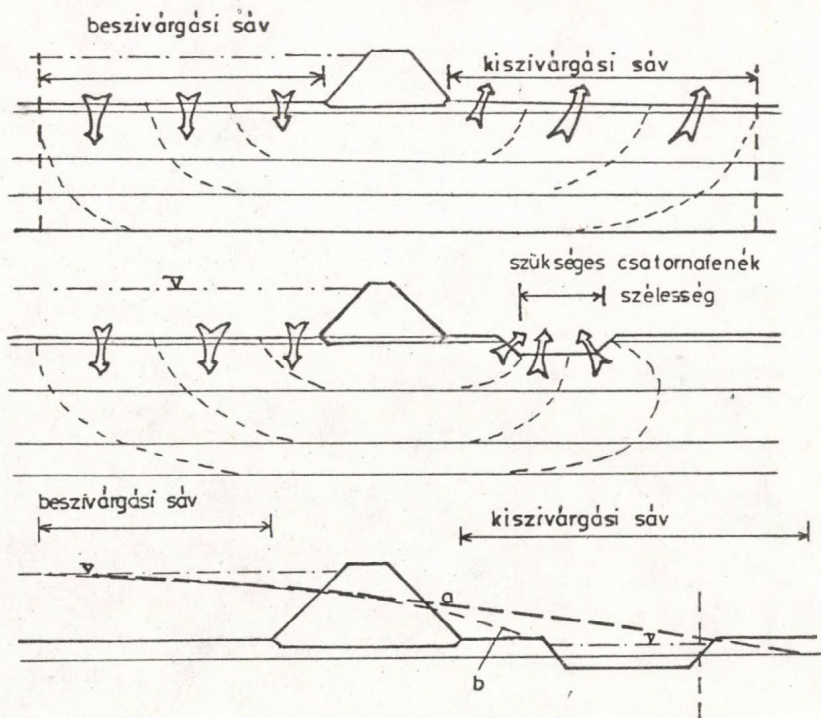
- fenékfúrások
- 10 m-es gáthely fúrások
- ▲ tengelymenti gáthely fúrások

7. ábra.



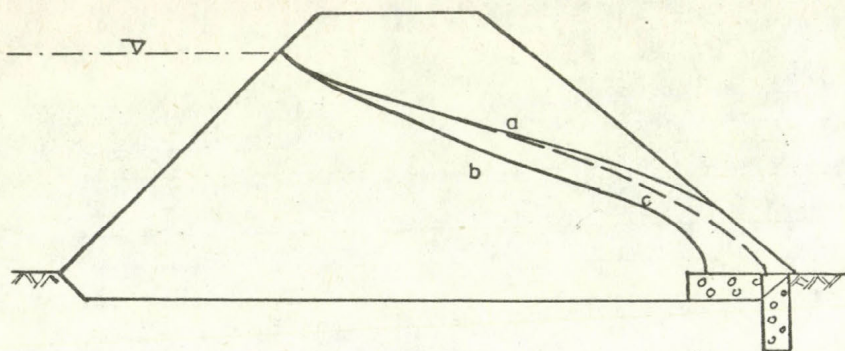
$$\gamma = \frac{k_2}{m_2} \frac{h}{\frac{m_1 k_2}{m_2 k_1} + \frac{m_3 k_2}{m_2 k_3} + 1}$$

8. ábra.



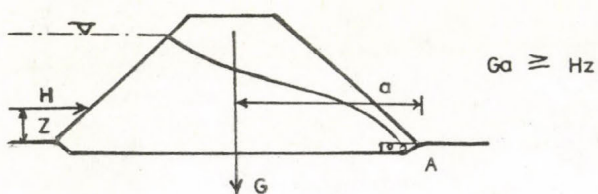
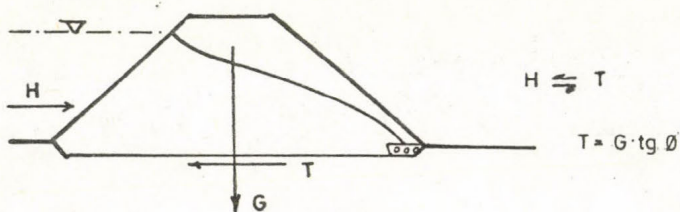
- a. nyomás a fedőréteg alsó felületén szivárgó csatorna nélkül
- b. nyomásvonal a fedőréteg alsó felületén szivárgó csatorna léte esetén

9. ábra.

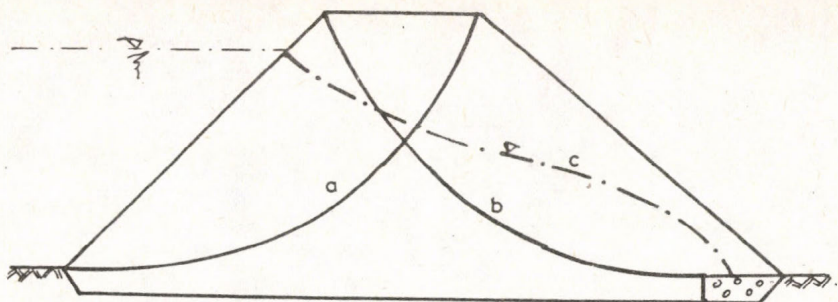


- a. átzási görbe szivárgó nélkül (nem megengedhető)
- b. átzási görbe szivárgó paplan esetén
- c. átszivárgási görbe talpszivárgó esetén

10. ábra

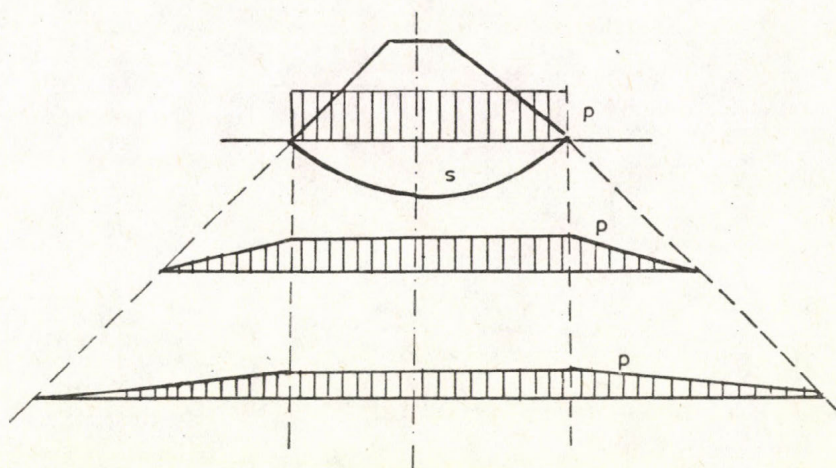


11. ábra.



a, b. veszélyes csúszótétel
 c. átázási görbe

12. ábra.



p. feszültség

s. süllyedés

13. ábra.

Árvízvédelmi töltések mérnökgeológiai vizsgálata

Béres László

Tiszántuli Vízügyi Igazgatóság

Magyarország árvízvédelmi fővédvonalainak hossza mintegy 4183 km, melynek 93 %-a földből épült, 0,5 %-a egyéb anyagból /Kőből, téglából, betonból/ míg 6,5 %-a természetes fekvésű magaspart.

Az 1980 évi kedvezőtlen árvízi jelenségek - a Körösök völgyében két gátszakadás történt - rámutatott arra, hogy az 1840-1850-es évek között elkezdődött ármentesítés napjainkban sem tekinthető befejezettnek - még az előírt mértékre kiépített töltésszelvények esetében sem - hanem további műszaki problémákat vet fel, melyek megoldása igen sokrétű feladatot jelent.

A helyszíni ún. "in situ" vizsgálatoktól kezdve a speciális laboratóriumi vizsgálatokig újabb és újabb eljárások válnak szükségessé az árvízvédelmi gátak védőképességének fokozása érdekében.

Legelső feladatunk kell, hogy legyen egy-egy árvízvédelmi töltésszakasz előéletének tanulmányozása. Töltéseink többsége a múlt századtól kezdődően többszöri megerősítést követően vette fel jelenlegi geometriai paramétereit. Így például Szeghalomnál a Berettyó folyó töltése mintegy ötszöri, a Sebes-Körös hatszori, a Tisza pedig a Tiszadob - Polgár közötti szakaszon - az ún. "Széchenyi töltés"- szintén hatszori erősítés eredményeként nyerte el mai formáját. A töltésszelvények fejlődése az 1. 2. 3. számú ábrán látható. Az ilyen jellegű töltések nem homogének. Kialakul az ún. "hagymeszerkezet". Egy-egy erősítési felület környezete azonban igen sok probléma okozója lehet, mivel a töltés

felületét a legkülönbözőbb hatások érhetik. Ezek a hatások röviden összefoglalva a következők lehetnek:

Hatások

Kémiai

kilugozás
málás
ásványi átalakulások
hőmérsékleti hatások

Fizikai

nedvesedés - kiszáradás
fagyás - felmelegedés
terhelés - tehermentesítés
duzzadás - zsugorodás
erózió - árvízi hordalék
lerakódás
szivárgás
humuszrét, növényzet
állati kártevők
szilárd burkolatu gátkorona
járműforgalom

A feltárások eredményeképpen megállapítható, hogy egy-egy töltésszelvény anyagát tekintve sem tekinthetők homogénnek. A különböző anyagnyerőhelyekről a töltésekbe beépített talajrétegek rendkívül változók, és még egyszerű talajrétegek esetén sem rendelkeznek azonos talajfizikai tulajdonságokkal, például jelentős eltéréseket tapasztaltunk az agyagásványtartalomban mely közvetlen hatással van a nyírószilárdságra. Rendkívüli jelentősége lehet az árvízvédelmi töltések vizsgálatánál a helyszínen történő tanulmányozásnak. Egy-egy töltéskorrekció alkalmával a régi elbontandó töltésszakaszt teljes keresztmetszetében lehet tanulmányozni, abból a töltések előéletére, építésére következtetni, a legjellemzőbb helyekről mintavételeket végezni, melyek a további töltésszakaszok megépítése szempontjából jó tapasztalatokat nyújthatnak.

Ilyen jellegű vizsgálatokat végeztünk a Berettyó két partján, a bp-on az 57+315, a jobbparton az 58+735 a Sebes - Körös jobbparton a 19+540, a Tisza balpartján a 10+760 km szelvényekben. A helyszíni szemrevételezés alkalmazásával olyan részletek tárulnak fel a töltéstestről amelyek jelenleg semmi féle helyszíni talajmechanikai feltárással vagy geofizikai módszerrel nem mutathatók ki.

A 4.sz. ábrán furással feltárt töltés az 5 és 6-os számú ábrán keresztmetszetében megnyitott töltés rétegsora látható.

Fontos a helyszínen rögzíteni akár az árvizek alkalmazásával, akár árvízmentes időben a töltés repedezettségét, térfogatváltozásra erózióra való hajlamát, a humuszréteg vastagságát, az állati kártevők hatását, továbbá a szivárgások, fekedővizek buzgárok pontos helyeit. A töltéskoronán lévő repedések száma és a plasztikus index közötti kapcsolat a 7-es számú ábrán látható. A töltéstest átfagyási mélységének alakulása a hóréteg vastagságának függvényében a 8-as számú ábrán van feltüntetve.

Az árvízvédelmi töltések vizsgálatánál a legjobban elterjedt módszer - melytől sokáig idegenkedtek - a talajfurással történő zavart és zavartalan mintavétel.

Az 1970-es évek végétől kezdtek elterjedni a töltések, illetve a töltések menti altalaj vizsgálatánál a mérnökgeofizikai módszerek. Az 1980 évi árvíz után ezeknek a módszereknek az alkalmazása széles körben terjedt el.

Igazgatóságunk 1979 év óta végez elektronos mikroszelvényezést, mely a mélység függvényében regisztrálja a különböző talajrétegek fajlagos ellenállásváltozásait. Egy ilyen talajszelvényezési diagram a 9 sz. ábrán látható. A mélység függvényében jól elkülöníthetők a különböző fajlagos ellenállású talajrétegek, a kisebb helyi inhomogenitások. 1982 év óta alkalmazzuk az árvízvédelmi töltések menti altalaj rétegződésének meghatározására az DLGI által kidolgozott HRSZ /Horizontális Elektromos Szelvényezés/ mely szintén

a különböző talajok változó fajlagos ellenállásának mérésén alapul. Az említett módszerekkel végezzük az árvízvédelmi töltéseket keresztező holtmedrek vizsgálatát és minősítését. A szelvényezéseket az árvízvédelmi gáttal párhuzamosan, a mentett oldalon a töltéstől néhány méter távolságban végezzük, négy féle /0,55; 1,66; 3,0; 5,0 m/ behatolási mélységgel. A különböző ellenállásszelvények alapján jól elkülöníthetők a vízzáró /kövér és közepes agyag/ a korlátozottan vízzáró /sovány agyag és iszap/ a korlátozottan vízvezető /iszapos homokliszt, homokliszt,/ és a vízvezető /homok, homokos kavics/ talajrétegek. A mért ellenállásértékeket és a hozzájuk tartozó kiértékelést mérnökeofizikai hossz-szelvényen tüntetjük fel. 10 sz. ábra.

Ilyen töltés - holtmederkeresztezésnél jelentkező eltalaj-probléma miatt következett be 1980 évben a Kettős-Körös jobbparti árvízvédelmi vonalán a töltésszakadás.

A helyszíni vizsgálatok másik lényeges eleme a "k" vízáteresztő képességi együttható mérése a kötött talajrétegekben. A laboratóriumban meghatározott "k" tényező igen nagy eltérést mutat a helyszínen mért értékektől. A kötött talajok elsősorban szerkezeten vezetik a vizet, és a furás, a mintavétel, elsősorban a vizet vezető repedésrendszert teszi tönkre az esetek jelentős részében.

Az árvízvédelmi töltések helyszíni vizsgálatai közül megemlíthetjük a csak a VITUKI által végzett infravörös légi-fényképezést és a talajradart. Ezek a vizsgálatok széles körben nem terjedtek el és kiértékelésük sem teljesen egyértelmű.

A laboratóriumi vizsgálatok közül a rutin jellegűek mellett továbbra is a legnagyobb jelentőségű a töltéstest nyíró-szilárdsági paramétereinek a meghatározása.

Az 1980 évi Sebes-Körös-Berettyó torkolati gátszakadás irányította rá a figyelmet a kötött talajok diszperzítására. A diszperzív kötött talajokban kicsik a belső felületi erők, a

talajszemcsék könnyen szétválnak egymástól. Az erózió-veszélyes talajt a pórusvizben oldott sók mennyisége és összetétele jellemzi. Veszélyes ha az összes sótertelom kicsi, ha az összes kationon belül a Na viszonylag sok. Magas Na százalék és járatos erózióra való hajlam leggyakoribb a montmorillonit, kevesebb az illit-tartalmu és ritka a kaolinit tartalmu talajokban. Ezeket figyelembevéve fontos a mérnöki gyakorlat szempontjából a legfontosabb agyagásványok ismerete, melyek meghatározása termoesztitikai módszerrel történhet. Magyarországon az előbbi jellegzetes agyag-típusok fordulnak elő:

- Magas montmorillonit-tartalmu agyagok: ezek a talajok kővérek, igen képlékenyek, jellemző rájuk, hogy vízáteresztőképességük kicsi, hosszú a konszolidációs idejük. Erősen térfogatváltozóak, vízzérkenyek csuszásveszélyesek. Vízfelvételle nagyon hajlamosak, eredeti térfogatuk 20-30 szorosára is megduzzedhatnak. Duzzedve plasztikusak szappanszerűek lesznek. A természetben ez az agyagtípus nem gyakori, de rendkívül veszélyes mert sok építési hibát okoz.
- Magas illit-tartalmu agyagok: közepes képlékenységu agyagok tartoznak ebbe a csoportba. Ezeket általában még nagy térfogatváltozás, hosszú konszolidációs idő jellemzi, de a másodlagos konszolidáció már jelentéktelen. A talaj kation-cserképessége viszonylag kicsi, így tulajdonságai állandóak. Hazánkban ez a leggyakoribb agyagfőleség, térfogatváltozás szempontjából veszélyes.
- Na-talajok: azokban a talajokban, ahol a kicserélhető kation Na, rendszeren diszpergált szerkezet figyelhető meg. Ez a vízépítésben hátrányos. Bár a talaj vízzáró, elnedvesedéskor nagy a szilárdságcsökkenés, a talajszétfolyik. Az elföldi szódás szikes talajok tartoznak ebbe a csoportban. Fontos vizsgálat a kötött talajok minőségi csoportjainak megállapítása belső erőrendszerük és annak állandósága alapján. Ez a mértékadó hézag tényező meghatározásán alapul, melynek alapján a kötött talajok négy fő csoportja különböztethető meg:

- Vízálló csoport $e_m=2,5-3,5$ gyengén kötött, stabil ásványi tulajdonságokkal rendelkező talajok.
- Duzzadó vagy duzzadó jellegű, mállásra hajlamos csoport $e_m=3,5-6$ közepesen vagy erősen kötött erősen térfogatváltozó talajok. Agyagos jellegű mállásra hajlamosak.
- Szétfolyó jellegű csoport $e_m > 6$ agyagásványaik telítődése esetleges egyes ásványaik átalakulása vagy szétesése miatt felduzzadó, majd szétfolyó talajok.
- Szerkezetes, vagy szerkezetessé alakulásra hajlamos talajok csoportja $e_m < 2,5$ kilugozás vagy oxidációs folyamatok hatására morzsalékosá alakult talajok. Kötöttségük ellenére homokszerű tulajdonságokkal rendelkeznek. Nem térfogatváltozók, áteresztőképességük nagy.

A diszperziv talaj felszínét a víz könnyen erodálja, benne mély hessédékokat, járatokat hozva létre. A töltésen keresztül valamilyen járatokon meginduló vizszivárgás a járatokat igen rövid idő alatt erodálhatja, mely az árvízvédelmi töltés szakadásához vezethet. Így lett az egyik legfontosabb, a vízépítésben alkalmazott vizsgálati módszer a tüzsurás vizsgálat a kötött talajok diszperzitásának meghatározására.

Az említett új vizsgálati módszereket már figyelembevéve készültek el az alábbi műszaki szabályozási kiadványok:

MI-10-268/1 Árvízvédelmi töltések telejének és építési anyagának vizsgálata, az MI-10-268/2 Vizsgálat mérés, minősítés, és az

MI-10-269 Töltésállapot vizsgálata árvíz idején - melyek rögzítik és egységes rendszerbe foglalják az árvízvédelmi töltések vizsgálati módszereit.

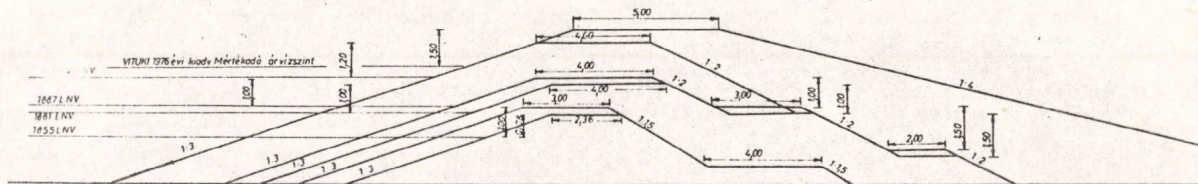
Ezeknek az egységes vizsgálati módszereknek a birtokában megvalósíthatjuk azt a régi elképzelésünket, az építésföldtani térképezéshez hasonlóan gátkatasztert készítsünk, - mind az altalajra mind pedig a töltéstartestekre vonatkozóan illetve azok kiértékelését feltüntetessük, ezzel is elősegítve az árvizek elleni védekezést.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Béres L. /1976/: Derivatográfus vizsgálat alkalmazása a vízépitési telejmechanikában. Kiváló Ifjú Mérnök Pályázat. Kézirat.
2. Béres L. /1983/: Kötött anyagból épített árvízvédelmi töltések "öregedésének" vizsgálata a Sebes-Körös és a Berettyó folyók mentén. Szekdolgozat: BME. Geotechnikai Tanszék
3. Galli L. /1976/: Az árvízvédelem földműveinek állékony-sági vizsgálata. OVH
4. Liteuszki I. szerk. /1985/: Az árvízvédelmi gátak fejlesztésének eredményei. OVH
5. Szepessy J. szerk. /1980/: Kötött telejok diszperzitás fokának vizsgálata.

TÖLTÉSSZELVÉNY FEJLŐDÉSE A SEBES-KÖRÖS FOLYÓN
M=1:100

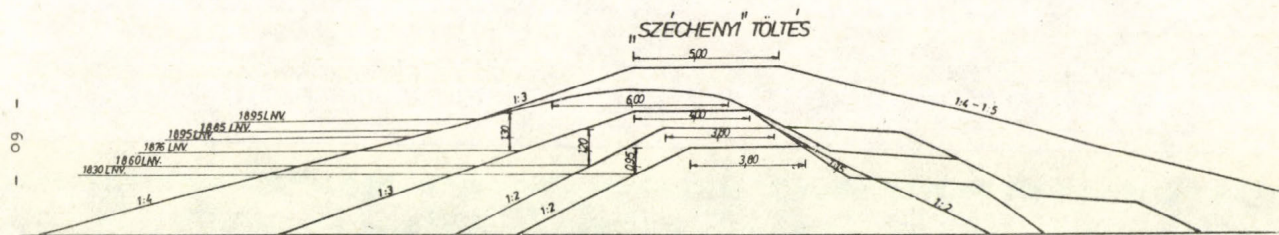
SZEGHÁLOM



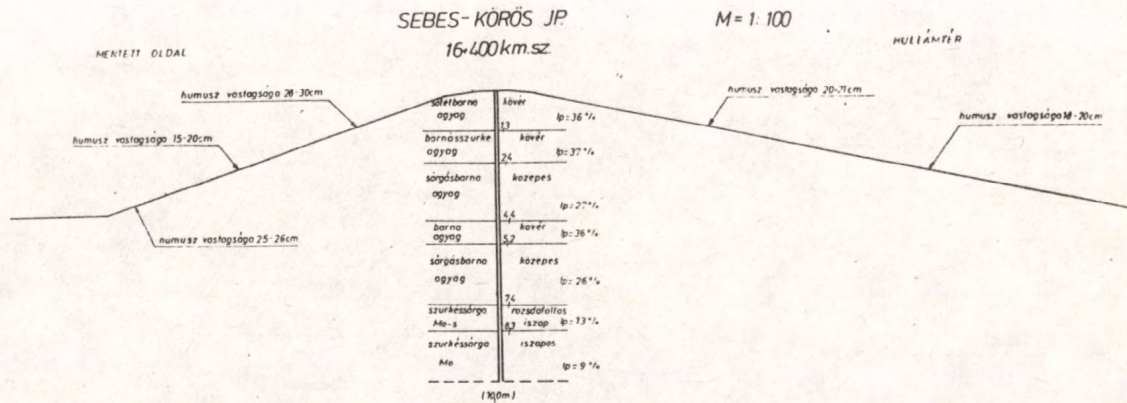
2. ábra

TISZA TÖLTÉS FEJLŐDÉSE TISZADOB - POLGÁR KÖZÖTT

M=1:100

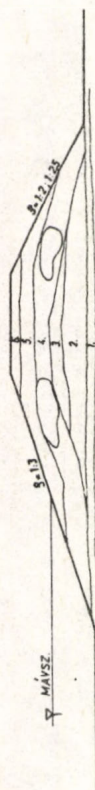


3. ábra



4. ábra

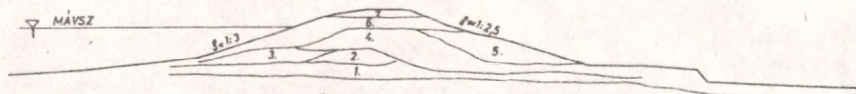
Bereftlyó bp. 57+315 km. sz.



1. Szürké rozsófoltos agyag (fedőréteg)
2. Homoklisztes agyag (eredeti töltésléte)
3. Morsós szerkezetű gyökér és fa maradványos agyag (töltés)
4. Homok és homokos agyag (töltés)
5. Finomhomokos szürkésdrgó rozsófoltos kevert agyag } töltés
6. Mészkonkrétiós homoklisztes kevert agyag } töltés

5. ábra

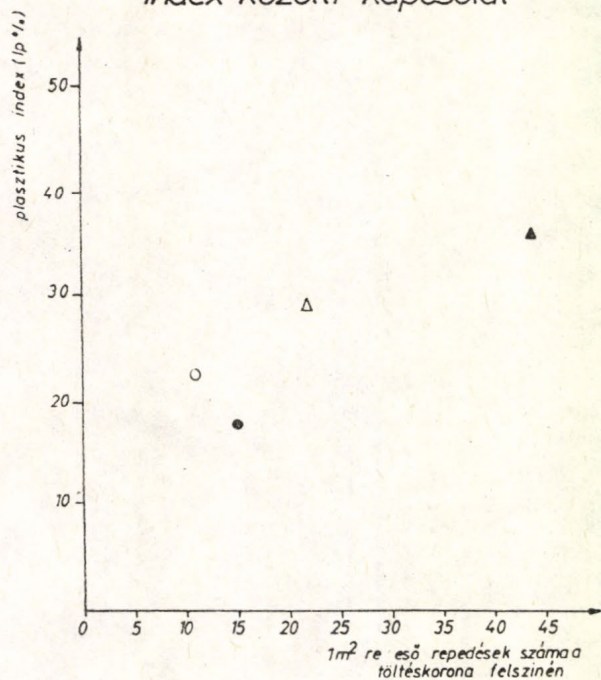
Berettyó j.p. 58+735 km.sz



1. Sötétszürke szerves agyag (fedőréteg)
2. Sötétbarna agyagos „trágya” ($NH_4 = 80,8 \text{ mg/kg}$)
3. Szürke agyag (hullámtéri erősítés)
4. Szürkésárga rozsdafoltos agyag (töltéserősítés és fejtetés)
5. Sárgásbarna homoklisztes kevert agyag (nyomópálya)
6. Sárgásszürke ill. szürke agyag (töltéserősítés és fejtetés)
7. Barnóssárga meszes agyag (fejtetés)

6. ábra

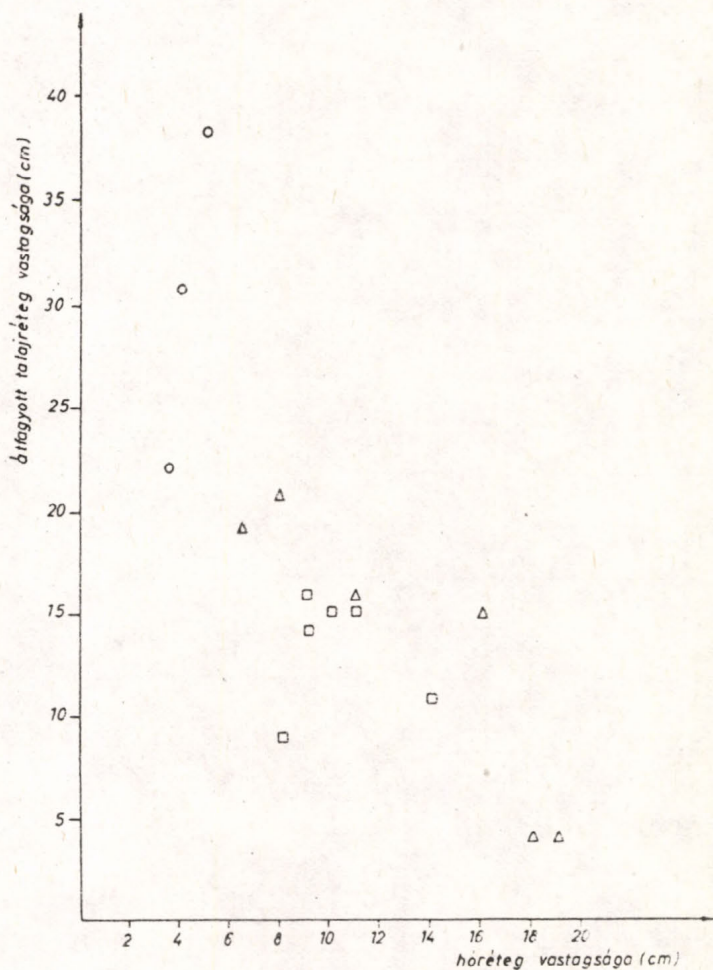
A felszíni repedések száma és a plasztikus index közötti kapcsolat



- Berettyó bp. 37+000 km.sz
- Berettyó bp. 35+400 km.sz.
- △ Berettyó bp. 0+300 km.sz.
- ▲ Sebes-Körös jp 16+400 km.sz.

7.ábra

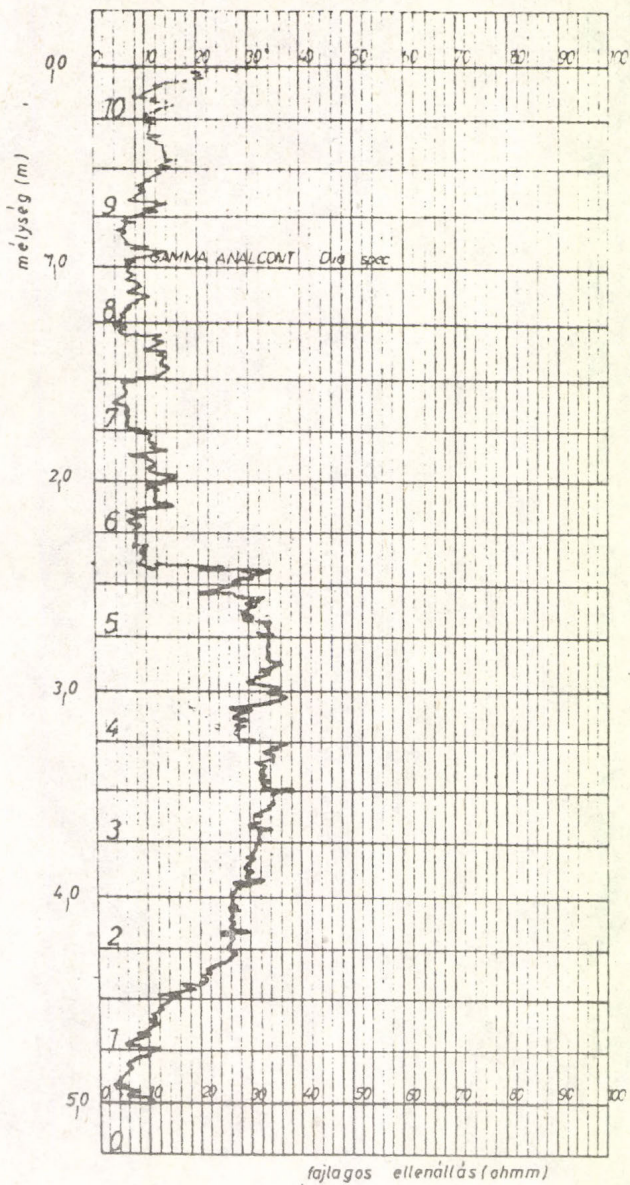
A töltéstest átfagyási mélységének alakulása a hőréteg vastagságának függvényében



- koronán mért
 - △ rézsüközepén mért
 - rézsülábnál mért
- } fagy és hóvastagság

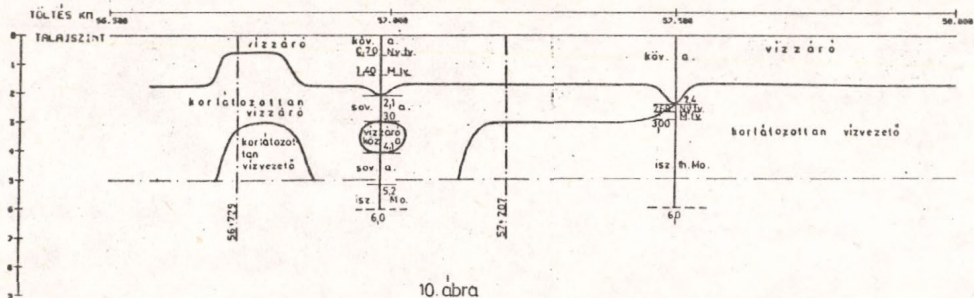
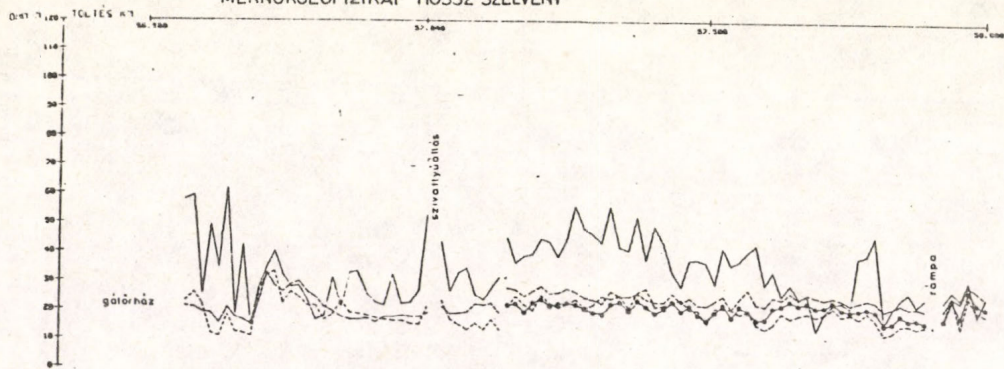
8. ábra

TALAJSZELVÉNYEZÉSI DIAGRAM Sebes-Körös jp. 16+400 sz.



fajlagos ellenállás (ohm·m)
9. ábra

MERNŐKGEOFIZIKAI HOSSZ-SZELVÉNY



10. ábra

Engineering geological examination of floodwater
dykes

László Béres

There are floodwater dykes with considerable length in Hungary. In the last few years several breaching occurred raising a need for a general revision of the existing dyke system. Several different special tests were carried out to measure the condition of the dykes.

It was found that some sodic soils of the Hungarian Plains, showed dispersive characteristics. Pore water chemistry of these soils showed low salt concentration and high sodium percent. These soils slake in water. In dispersive soils the repulsion forces are dominant over the negligible attractive forces.

BELTERÜLETI TALAJVÍZPROBLÉMAK

Perger László

Tiszántúli Vízügyi Igazgatóság, Debrecen

Bevezetés

1980. második félévétől megszorodtak azok a lakossági bejelentések a Tiszántúlon, amelyek jelentős mértékű - általában eddig még nem észlelt - belterületi talajvízállásokról tudósítottak. A bejelentések elsősorban a népesebb lakosságú településekből érkeztek /Hajdúböszörmény, Hajduhadház, Hajdudorog/. A rendkívülinek minősíthető talajvízemelkedések magyarázata kezdetben kézenfekvő volt, hiszen 1977-től a sokévi átlagot általában meghaladó csapadékok hulltak.

A további vizsgálatok azonban csak csapadékhatással nem magyarázható emelkedéseket mutattak ki. Különösen szembeütőnek mutatkozott a hajdúböszörményi belterületi talajvízkút hosszúidejű adatsora, amelynél az éves középvízállásokat vizsgálva több, mint 5 m-es az emelkedés 20 év alatt. Hajduhadház esetében is látható emelkedés, de ez kisebb mértékű; 16 év alatt pár cm híján 2 m.

Az emelkedések okainak kivizsgálásához első lépésben a zavartalan talajvízszintek tulajdonságait kellett meghatározni, hiszen erre szuperponálódnak azok a hatások, amelyek az emelkedéseket okozzák.

A zavartalan talajvízszintek jellemzői

A zavartalan talajvízszintek /csak meteorológiai hatások alatt állók/ tulajdonságai az irodalomból jól ismertek. A legjellemzőbb ezek közül is a periodikus ingadozás, amely napi, éves és sokéves időszakokra figyelhető meg. Az ingadozások amplitúdója szoros összefüggésben áll a talajvízszint átlagos mélységével és a talajvíztartó közettani összetételével, de a periódusidő ezektől, és így tulajdonképpen helytől is

függetlenül, általában jól meghatározható és állandó intervallumok /l.sz. ábra/ .

A napi és éves periódusok esetén ez egyértelmű; a sokéves periódusok időintervallumának meghatározása azonban már pontatlanabb. A meghatározást az is nehezíti, hogy egyre kevesebb a zavartalan talajvizjárású kut, amelyre a sokéves ingadozás megfigyelhető, vagy éves átlagaiból az autokorrelációval, vagy Fourier-analizissel számítható. A tisztán-túli zavartalan vizjárásúnak minősített kutakra végzett megfigyelések szerint a sokéves periódus 14 ± 2 év; az egyéb alföldi talajvizkutakra számított autokorrelációs függvények maximuma 12 - 13 év, a Fourier-analízis szerint 12 év. Ezeknél hosszabb idejű periódus jelenléte sem kizárt, de a rendelkezésre álló, zömmel 30 éves /már csak néhány 50 éves/ megfigyelés még nem elegendő ezek megbízható kimutatásához.

Mivel az idősorok periódikus -, trend- és véletlen komponensek összegzéséből előállíthatók azaz

$$f/t/ = P /t/ + T /t/ + V /t/,$$

zavartalannak, hosszú évek átlagában csak azok az idősorok minősíthetők, ahol a $T /t/ = 0$, tehát

$$f/t/ = P /t/ + V /t/$$

alakú lesz.

Zavart talajvízszintek kimutatása

Az emberi tevékenységet a környezetátalakítás jellemzi. Így van ez a vizek természetes állapotába történő beavatkozással is, hiszen a külterületen végzett öntözés, vagy melioráció is olyan beavatkozások, amelyek a természetes talajvizjárást módosítják.

A már említett helyek belterületi talajvíz alakulási is az emberi tevékenység hatását tükrözik, amely $P /t/$ komponens torzulásában és a $T /t/$ komponens megjelenésében nyilvánul meg.

Megközelíthető a probléma vízháztartási oldalról is, hiszen zavartalan talajvízszintek esetén a

$$Cs_t - P_t + H_f - E_f \pm T = 0$$

tehát egyensúlyi állapotról beszélhetünk, ahol

Cs_t - a talajvízszintig lejutó csapadék,

P_t - a talajvíz felszínéről történő párolgás,

H_f - a felszínalatti hozzáfolyás,

E_f - a felszínalatti elfolyás,

$\pm T$ - n_0 H - tározódás, ahol

n_0 - szabad hézagterefogat,

H - talajvízszint változás.

Bármilyen előjelű tag megjelenése a zavartalan állapotú, egyensúlyi helyzetű talajvízszintet egy új egyensúlyi helyzet megkeresésére kényszeríti. Pozitív előjelű tag esetén az új egyensúlyi helyig megtett utvonalon emelkedés.

Hajdúböszörményben és Hajdúhadházon is pozitív értelmű talajvíz egyensúly megbomlás történt, amely egy $T/t/$ komponens megjelenését és a $P/t/$ torzulását idézte elő.

Érdemes megfigyelni a $T/t/$ intenzitását; a $\frac{dT/t/}{dt}$ /2., 3. és 4. ábra/.

A trend intenzitásának körülbelüli állandósága a vizsgált településeknél avval magyarázható, hogy pl: egy időben folyamatosan és állandóan ható konstans, pozitív értelmű /tehát talajvízduzzasztó/ esemény hatására a talajvízszint megemelkedik és egy új egyensúlyi helyzetet vesz fel. De mihelyt ez az esemény nem konstans, hanem mondjuk időben növekvő - pl.: lineárisan - , a talajvíz emelkedése is növekvő lesz - szintén lineáris-, amely ugyan az időben változó, egyéb talajvízalakító komponensek hatására többé-kevésbé torzul, de sokéves

átlagban jellegét megtartja.

Tehát folyamatos talajvízszint emelkedés, csak valamilyen időben szigorúan monoton növekvő esemény hatására következik be. A talajvizemelkedés és a ható esemény időbeli alakulását közelítő függvények pedig hasonlóak. Érdeemes megjegyezni, hogy a ható esemény intenzitása és a talajvízszint változás kimutathatósága így arányban áll; tehát pl.: Kis intenzitású esemény sokáig rejtve maradhat.

A belterületi talajvízszintek megváltozásának okaként csak egyetlen ilyen ható eseményt találtunk, amely helytől és időtől függetlenül, szinte minden településen megjelent; ez pedig a vezetékes vízellátás bevezetése, amelytől jelentősen elmaradt a csatornahálózat kiépítése. A ható eseményt, tehát az el nem vezetett és így helyben elszikkadt vezetékes víz jelentette, ill. jelenti.

Állításunkat Hajduböszörmény és Hajduhadház példáján mutatjuk be.

Hajduböszörmény sokéves talajvíz alakulásában markáns emelkedési tendencia mutatkozik /2.sz. ábra/. A várostól kb. 6 km-re zavartalan talajvízjárású észelőkút található. Mivel a két kút meteorológiailag azonos helyen van, a talajvizek tartóközvetleni összetételében nincs lényeges eltérés, a kutak adatsorai összevethetők. Így a külterületi kúton /170.sz./ a már megfigyelt és számított 12-14 éves periodikus ingadozás látható, trend nélkül. A belterületi kút /173.sz./ adatsora 1965-66-ig együtt mozog a külterületi kútéval, majd 1966-tól elválik. Az elválás ideje a közműves vízellátás bevezetésével egybeesik. Ettől az időtől már zavart talajvízállásról beszélhetünk, hiszen gyakorlatilag lineáris trend mutatkozik a sokéves periódus teljes eltorzulásával. Ha az emelkedő talajvízszintet és a közműves vízellátást /a vízellátás helyett csak a szikkasztásra kerülő hányadot kellett volna venni, de mivel a 30-40 % körüli

csatornázottság a vízbekötésekkel nagyjából lépést tartott, a minőségi változás kimutatásához az előbbi is megfelelő volt/, mint az idő függvényeit összevetjük, jól látható a függvény hasonlóság, amely csak szerencsésen megválasztott léptéktranszformáció esetén ad párhuzamos lefutást. Előállítható a tárgyi és a kontrollkút egyidejű vízálláskülönbségeinek idősora is, amely csak a trend-komponenst tartalmazza /3.sz. ábra/.

Hajduhadház esetében is a zavartalan és zavart talajvízszint különválása a vízszolgáltatás megindulásától látható. Jól kimutatható a trend a zavartalan 178.sz. kontrollkút adatsorával képzett differenciákból /4.sz. ábra/. A 178 sz. kút körülbelül egyforma távolságra fekszik Hajdúböszörménytől és Hajduhadháztól is, így mindkettő közös kontrollkútként kezelhető.

A talajvízemelkedések matematikai-statisztikai vizsgálata

A mért talajvízszintek diszkrét valószínűségi változóknak tekinthetők, amelyek több, egymástól független hatás eredményeként jönnek létre. Így kielégítik a normális eloszlásra vonatkozó kritériumot. Az adatsortól számított empirikus eloszlás függvény paraméterei /átlag, szórás/ tehát jól számítható.

Hasonló feltételeket elégít ki a csapadék is.

Ha az idősorban megjelenő trend t_0 időpontjának meghatározásával /lásd az előző részben/ az adatsorokat zavartalan és zavart valószínűségi változók halmazára bontjuk, azokból empirikus eloszlásfüggvények szerkeszthetők /5.sz. ábra/.

Csapadék esetén a két időszak empirikus eloszlásfüggvényei gyakorlatilag nem különböznek /elméletileg igen, hiszen az adatsorok hossza nem egyforma és a mintavételek az adatsorok

rövideége miatt nem jellemzik tökéletesen a sokaságot /. Ez nem is lehet másképp, mivel a csapadékeloszlásban változás a vizsgált időtartamnál hosszabb idők alatt sincs. Szembetűnő azonban a különbség, a zavartalan és a zavart talajvízszintek empirikus eloszlásfüggvényei között. Jól látható a hasonlóság is a zavart talajvízszint és az azt előidéző víztermelés eloszlásfüggvényei között.

A matematikai statisztika segítségével azonban nemcsak kimutathatjuk, hanem számszerűsíthetjük is a talajvízszint alakító hatást. Ehhez a talajvízszint és az azt befolyásoló tényezők közötti empirikus korrelációs együttható meghatározását kell elvégezni. Elegendőnek találtuk a csapadék-talajvíz és a víztermelés-talajvíz keresztkorreláció kiszámítását, mivel most csak a víztermelésből adódó szikkasztás, mint talajvíz-emelő hatás kimutatása a cél.

A keresztkorreláció kiszámításánál figyelembe kellett venni, hogy a talajvízalakító hatások /csapadék, víztermelés/ időben késleltetetten jelentkeznek, így a számításokat mozgó átlagokkal végeztük az

$$r_{H, X/k} = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (X_i - \bar{X}_i) \cdot (H_{i+k} - \bar{H}_{i+k})}{s_{X_i} \cdot s_{H_{i+k}} \cdot \sqrt{n-k-1}}$$

képletnek megfelelően, ahol

- X - a talajvíz alakulásra ható esemény,
- H - a talajvíz szintje,
- s - a változók empirikus szórásai
- n - az elemszám,
- k - lépésszám /hónap/, $k_{\max} = 12$

12 hónap után már nincs értelme a hatáskésleltetésnek, mert az még a legmélyebb talajvízszintek esetén is egy éven belül van.

A havi adatokból számolt r értékek mellett 3, 6, és 12 havi átlagokkal is számoltunk, mert így az r értékei nőttek, viszont az adatsor hossza csökkent, amely az empirikus korreláció megbízhatóságát mérsékli. Ezért a megbízhatóságot Fisher szerint vizsgálva

$$0,5 \ln \frac{1+r}{1-r} \sqrt{n-3} < 1,96, \text{ 95 \% -os megbízható-}$$

sági szinten meghatározható a korrelációs együtthatók konfidencia-intervallumai.

A talajviz csapadék korrelogramok Hajduböszörményre vizsgálva, zavartalan és zavart időszakokra bontva a 6.sz.ábrán látható. Jól megfigyelhető a csapadék -talajviz kapcsolat torzulása, az $r_{\max} = 0,6$ -ról a nem szignifikáns $r \approx 0$ értékre. Ugyanekkor a víztermelés-talajviz kapcsolatra $r = 0,97$ érték adódott, amely gyakorlatilag lineáris függőséget jelent.

Megemlíthető, hogy Hajduböszörmény esetén is $r = 0,83$ a víztermelés-talajviz korreláció.

A talajvizemelkedések következményei

Tetszőleges mélységű talajvízszintnél a talajviztartó feszültségi állapotát a semleges és hatékony feszültségek aránya jellemzi, a két feszültség összege pedig egy tetszőlegesen vizsgált z mélységben állandó a

$$p = u + \sigma = z \cdot \gamma_t$$

képletnek megfelelően, ahol γ_t a talaj telített térfogatsúlya.

A talajviz emelkedése feszültség átrendeződést okoz, azaz a semleges feszültség aránya a hatékony feszültség rovására nő; a talaj teherbíró képessége csökken. Tovább rontja a

helyzetet a megemelkedett szintű talajvíz ingadozása,
/épületmozgások/.

Végső esetben a talajvízemelkedések szélső helyzete is elő-
állhat felszíni vízelöntések formájában.

A károk bekövetkezése az alábbi fokozatok szerint várható:

- a/ talajvízszennyezés /szikkasztásból/ ,
- b/ pincevizek,
- c/ épületmozgások, repedések,
- d/ belterületi, terepmélyedésekben megjelenő talajvíz.

Összefoglalás

Belterületek potenciális veszélyforrása a közműöllő nyi-
tottsága. A veszély csak későn, vagy a talajvíz emelkedés-
re ható tényezők kis intenzitása miatt még nem vehető ész-
re. Különösen veszélyeztetettek a nagy lakosszámú /nagy
vízfogyasztású/ , alacsony csatornázottsági fokú és kis-
esésű, jó beszivárgási tulajdonságokkal rendelkező telepü-
lések. Ezek zömmel az Alföldön találhatóak, de mutattak ki
talajvízemelkedést Budapest K-i peremkerületeiben és Du-
nántulon is.

Az emelkedések az ismerttetett kontrollkutatás, vagy annak
hiján matematikai-statisztikai módszerekkel jól kimutat-
hatók. De mivel a talajvíz az őt ért hatásokat integrálja,
nagyon körültekintő és alapos munkára van szükség az eset-
leges egyéb emelkedést okozó hatások /csőtörések, telepü-
lésközelí tározók, stb./ kiszűréséhez.

I r o d a l o m

- 1 Perger László: Összefoglaló a Hajduböszörményben észlelt
rendellenes talajvizemelkedés vizsgálató-
ról
/kézirat/ TIVIZIG 1981.
- 2 Perger László: Tájékoztató a TIVIZIG területén tapasztal-
ható talajvizszint változási tendenciákról
/kézirat/ TIVIZIG 1982.
- 3 Perger László: Települések talajvizhelyzetének vizsgálá-
ta a Tiszántúlon
MHT. IV. Országos Vándorgyűlés Győr 1983.
- 4 Perger László: Talajvizemelkedési vizsgálatok Hajdu-
Bihar megyében
DAB pályamunka , Debrecen, 1983.
- 5 dr. Juhász József: Hidrogeológia
Akadémiai Kiadó Budapest, 1976.
6. dr. Rétháti László: A talajvizjárást befolyásoló ter-
mészetes és mesterséges tényezők válto-
zásának vizsgálata
Hidrológiai Közlöny 1965/12
7. Bozóky Sz. Károly - dr. Winter János : Talajvizjárások
matematikai-statisztikai jellemzése és
az előrejelzés
Hidrológiai Közlöny 1974/2
- 8 Dr. Kontur István: A talajvizállás hosszuidejű előrejel-
zése
Hidrológiai Közlöny 1985/6
- 9 Dr. Reimann - Dr. V. Nagy: Hidrológiai Statisztika
Tankönyvkiadó Budapest, 1984.
- 10 A Fővárosi talajvizhelyzet vizsgálata II. ütem.
Összefoglaló
FÜMTERV 1982. Szerk: Dr. Paál Tamás

.-.

Problems from groundwater table rise at the lowland areas of East Hungary.

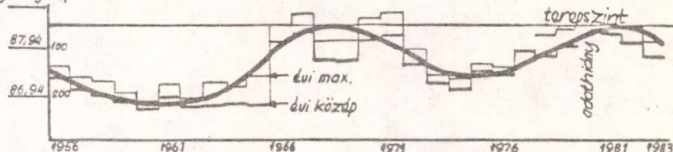
László Pérger

Groundwater table rise have been observed for 20 years in some lowland areas situated East of Tisza river, resulting in several geotechnical problems. The rise in water table is as large as 5 m in some observation wells. The reasons for the groundwater table rise was investigated and explained as follows: During the last 20 years water supply was established in some living areas, however the canalisation and surface outflow of lowland areas have not been solved.

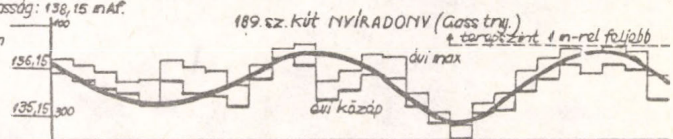
145.sz.kút EGVEK

4.sz. ábra

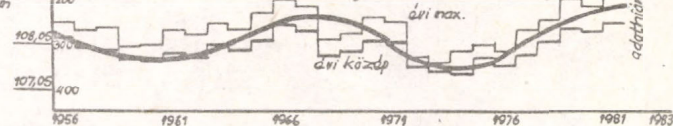
Paraninmagasság: 88,94 mAf.
kiállítás: 41 cm



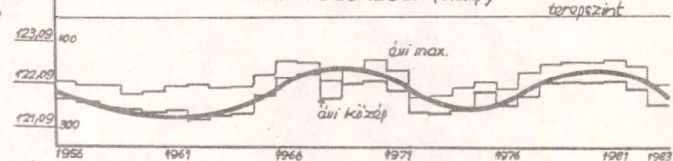
Paraninmagasság: 138,15 mAf.
kiállítás: 43 cm



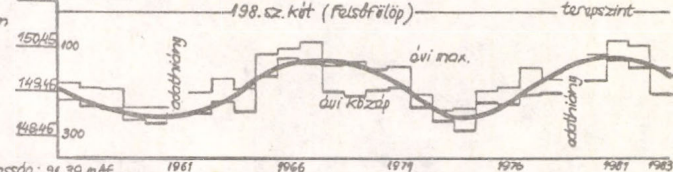
Paraninmagasság: 111,05 mAf.
kiállítás: 42 cm



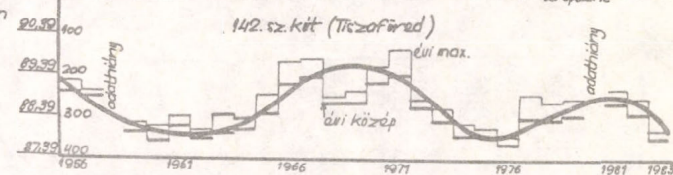
Paraninmagasság: 124,09 mAf.
kiállítás: 40 cm



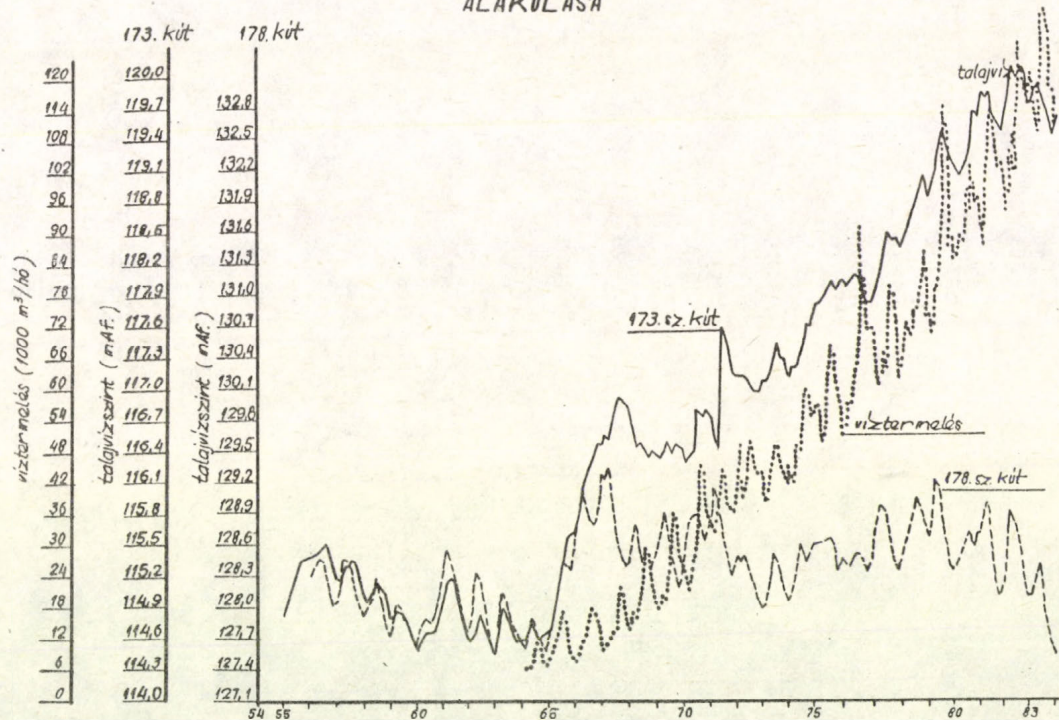
Paraninmagasság: 151,45 mAf.
kiállítás: 24 cm



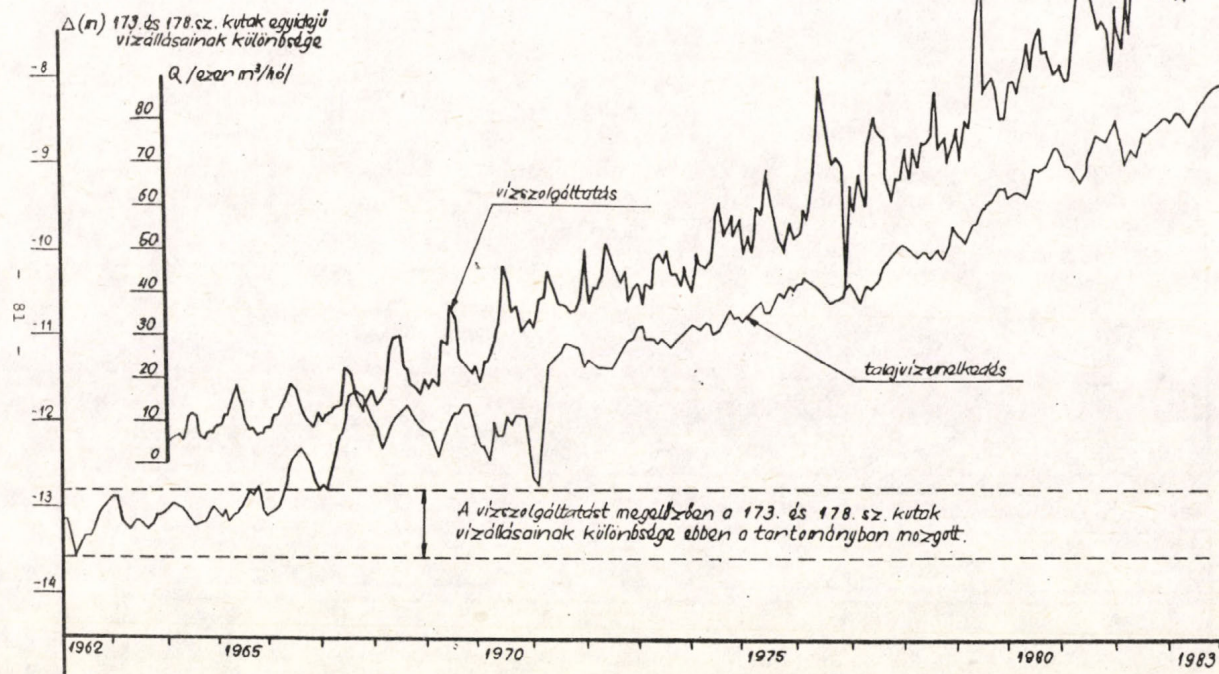
Paraninmagasság: 91,39 mAf.
kiállítás: 20 cm



A 173. ÉS 178. SZ. TALAJVÍZÉSZLELŐ KUTAK VÍZSZINTJEINEK ALAKULÁSA

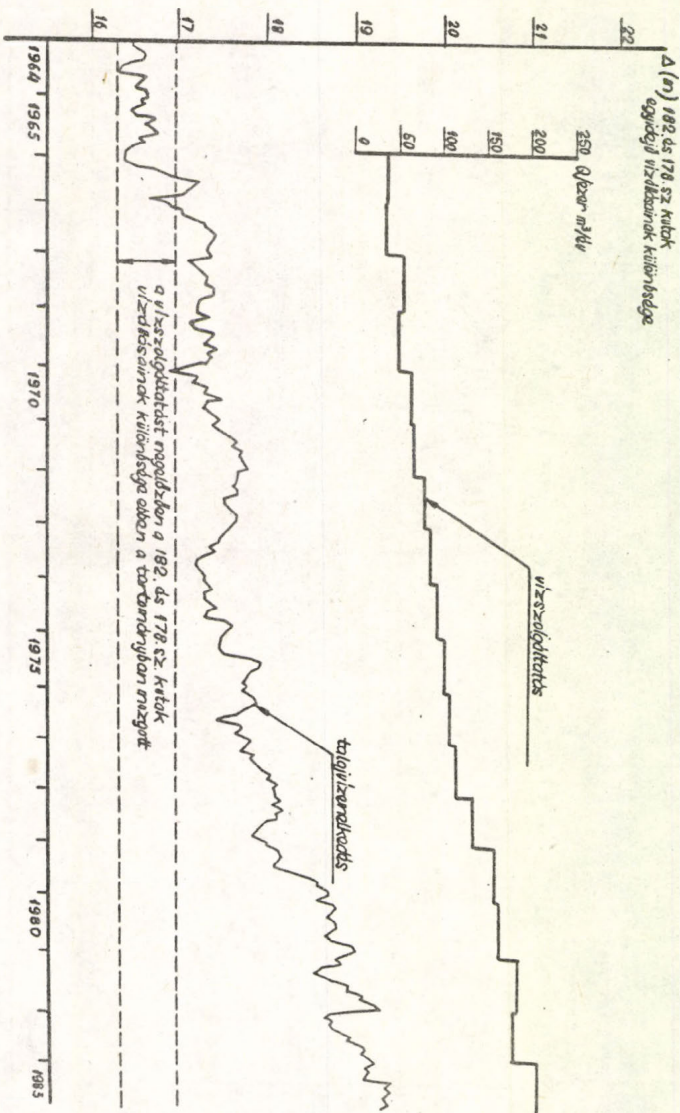


HAJDÚBÖSZÖRMÉNY TALAJVÍZEMELKEDÉS TRENDJE ÉS A VÍZSZOLGÁLTATÁS



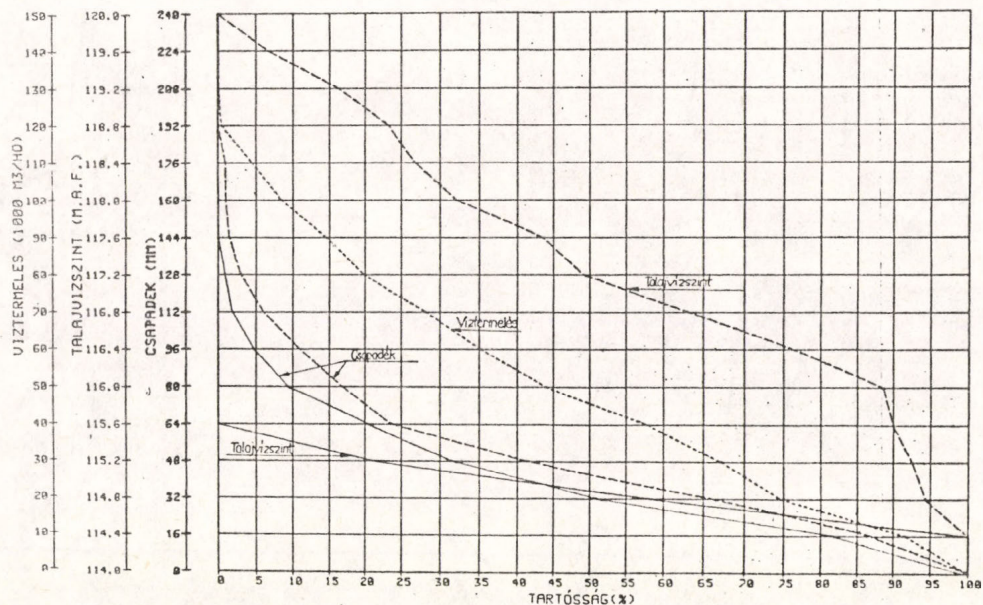
HAJDÚHÁDHÁZ TALAJVIZEMELKEDES TRENDJE ÉS A VÍZSZOLGÁLTATÁS

4. sz. ábr. a



A HAJDÚBŐSZÖRMÉNYI TALAJVIZSZINT ÉS AZ
 AZI BÉFOLYASOLÓ TÉNYEZŐK TARTÓSÁGAI
 1955-1963 (FOLYTONOS VONAL)
 1964-1982 (SZÁGGATOTT VONAL)

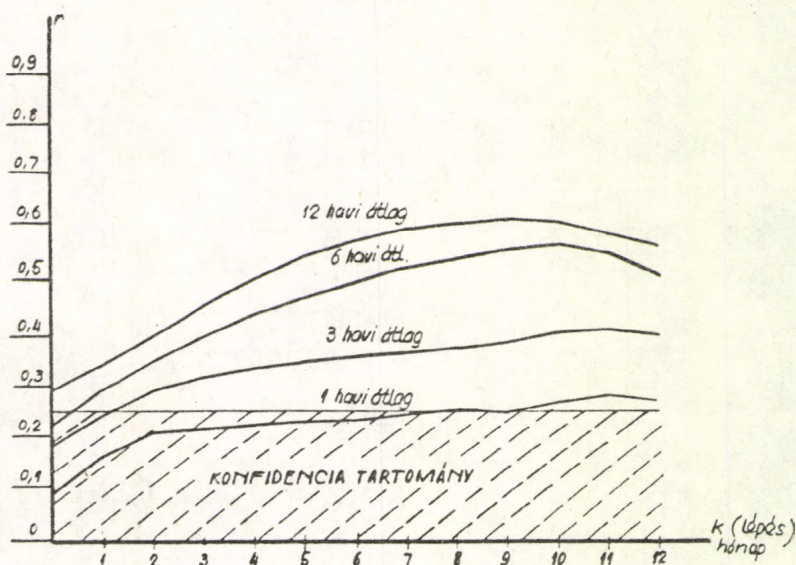
5. sz. ábra



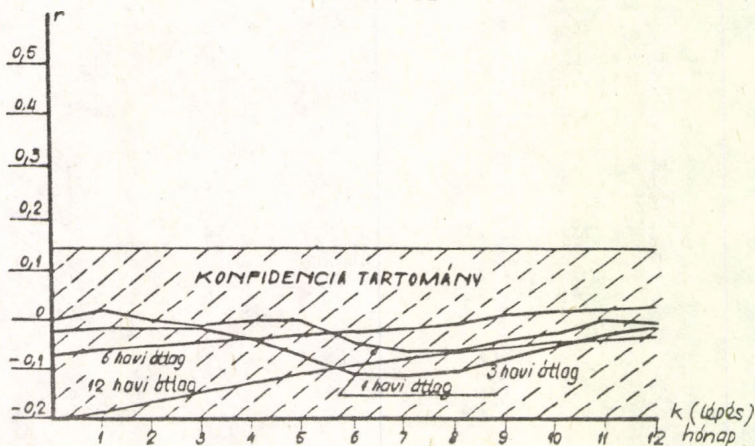
HAJDÚBÖSZÖRMÉNY

6. sz. ábra

TALAJVÍZ - CSAPADÉK KORRELÁCIÓ VÍZSZOLGÁLTATÁS ELŐTT 1955 - 63



TALAJVÍZ - CSAPADÉK KORRELÁCIÓ VÍZSZOLGÁLTATÁS UTÁN 1964 - 82



AZ ALFÖLD KOMPLEX FÖLDTANI TERICSBEZÉSE
ÉS ANNAK EREDMÉNYEI

Rónai András

A geológia hegyvidéken született, síkvidékeken, alföldeken látszólag nincs sok keresni valója.

A mérnökgeológia különösképpen hegyvidéki tudomány, a különböző kőzetek teherbírása, szerkezete, viseltesége /erózió, tektonika/, kopásállósága, oldékony-sága, mállásra való hajlama jelenti a fő témát. Laza kőzeteknél a plaszticitás, csúszás, suvadás, roskadás adnak az építőmérnököknek problémát.

Változott a helyzet az utolsó száz évben. Az alföldeken nagyarányú építkezések folytak, népsűrűségük megnövekedett, városaik megszorodtak. Folyószabályozás, öntözés, vasút és közútépítés, különböző felszíni és felszín alatti vezetékek adtak munkát a mérnököknek. Ugyanakkor megnőtt a gazdasági jelentősége a felszínalatti víznek, amelynek telep-helyei szintén gyakorta a nagy medencék.

Az Alföld-geológia legfőbb gondja a kevés számú, de igen nagy változatosságú laza üledék megnevezése, meghatározása és jelölése. Szántani osztályozás látott napvilágot, de a nevek mellé nehéz volt mérhető tulajdonságokat adni. A második probléma a talajvíz mélysége, mozgása, kémiaja. A harmadik, hogy nem elég a felszínt térképezni, hanem mély-ségben az alatta levő rétegeket. /Már Szabó József felhívja a figyelmet rá./

A fejlődés első lépése a talajok térképezése, amely különvált a földtantól, mint a növényi élettel kapcsolatos dinamikus tudomány. A geológia vonalán kifejlődött a talaj-

mechanika, amely a kvalitatív tulajdonságokat mérni igyekezett.

Magyarországon az Alföld földtani térképezése 5 felvonásban zajlott le. Treitz-féle térképezés 1890-1918; Kreybig térképezése 1936-1942; Sümeghy térképezése 1950-1956; a Sümeghy térképezés reambulációja 1956-1964, a komplex Alföldtérképezés 1965-1985. Ezek közül kettő talajtérképezés volt, a Sümeghy féle felvétel egy áttekinthető geológiai felvétel, a negyedik és ötödik már a mélység elé tekintő és speciális agrárérdekeket, építésföldtani és vízföldtani célokat is szolgáló térképezés.

Nagyobb szabású építkezések az Alföldön: Tiszaszabályozás és előzetes szintező felmérés. Lányi Sámuel /1791-1860/ és Vásárhelyi Pál /1795-1846/. A munkálat nagyrészt 1846-1889 között elkészült.

Vasútépítés. 1846-1880 között Magyarországon 6000 km vasút épült, évente átlag 180 km.

Gázvezetékek, olajvezeték, elektromos vezeték.

Nagyüzemi öntözések. Előkészítés az 1920-as majd 30-as és 50-es években Tisza I. 1975 Tisza II.

Mit kell térképezni?

1. A felszint és a felszín alatti rétegeket a talajvíz-játék mélységéig, 10 m-ig
2. A talajvíz szintjét, a vízjátékot és vízkémiát
3. A felszínalatti elérhető vízkészletet. Vízáradó rétegek és kapacitásuk. Vízutánpótlás, észlelő kutak.
4. A vízfeltáró perspektívikus fúrások felhasználásával az üledékképződés menetének és változatosságának megállapítása. A felszín mozgása, emelkedés, süllyedés és annak menete.

A komplex Alföldtérképezés megszervezése:

- I. 1-6 dia 1./ Sekélyfúrások 10 m mélységig geometrikus

rendben 1,5-3 km távköz.

- II.1-6. dia 2./ Perspektivikus mélyfúrások 100-150 m mélységig 2-3 nagy szelvényben.
- III.1-7. " 3./ Artézi vízfigyelő kutak kiépítése 3 szelvényben. 28 hely 74 kút.
- IV.1-5. " 4./ Anyagvizsgálat céljára felállított szolnoki labor, a budapesti laborok és specializáltak. Különleges vizsgálatok. DTA, DTG, micro-mineralógia, nyomelemek, vízkémia, paleontológia, absz.kor Káli-argon, vizek kora C^{14} , paleomágnesség. Anyagvizsgálatnál és feltárásnál, feldolgozásnál tekintettel kell lenni az agrogeológia, hidrogeológia, mérnökgeológia és környezetvédelem érdekeire.
- 5./ Feldolgozás. Fúrási rétegsorok, minősítés. Listák, számtáblák, vizsgálati eredmények. 18-20 lapból álló atlaszok 100.000-es térképszelvények szerint. Képződmények kód-számozása. Vízkémia ábrázolása. Változatok: felszín-földtan, fúrásszelvények, mérnökgeológia, agrogeológia, hidrogeológia, mélyföldtan, gazdasági földtan.
- V.1-6. " 6./ Téli szelvények. Jellemző alföldi tájak földtani szelvényei, talajvíz és kémiai adatokkal.
- 7./ Mélységi vízjárás mérése, feldolgozása, kiadása.

Eddigi publikációk az Évi Jelentések és külön szakcikkeken kívül:

1956. A Magyar Medencék talajvize. 245 p+6 t.
1972. Negyedkori üledékképződés és éghajlattörténet az Alföld medencéjében. 421 p+4 t.
1982. A MÁFI vízfigyelő kútjainak észlelési adatai 1967-1981. 41. t.

1985. Az Alföld negyedidőszaki földtana. 446 p+2 t.
Nyomatásban eddig megjelent atlaszok: /Kéziratban
kész további 18./
Szolnok 1969
Csongrád 1974
Heves 1975
Tiszafüred 1975
Hódmezővásárhely 1978
Kecskemét 1978
Szeged 1979
Karcag 1979
Püspökladány 1980
Gyoma 1980
Békéscsaba 1981
Hajdúszoboszló 1983
Oroszáza 1983

II. A Sikvidéki Osztály adattárában rendelkezésre áll:

12.400 sekélyfúrás 101.300 m hossz.
84 mélyfúrás 27.300 m hossz.
142.000 anyagminta
446.000 rendes labor vizsg.
57.000 speciális vizsg.
9.800 vízminta

III. Figyelt kutakból 36.400

Heti észlelés 700/év

IV. 1670 színes kézirat tkp

153 tanulmány

V. Létszám: 7-9 geol.

2-3 techn.

4-6 rajzoló

4-8 segédm.

E munkálatok eredményeit bemutattuk 1969-ben a párizsi INQUA kongresszuson, 1971-ben Tokyóban a Hidrogeológusok konferenciáján, 1975-ben Moszkvában és 1977-ben

Birminghamben az INQUA kongresszuson, 1978-ban Bécsben az osztrák Földtani Intézetben. Mérnökgeológiai szempontból legfontosabb volt az Angliában New Castle-ben 1979-ben tartott nemzetközi mérnökgeológiai konferencia, amelyen a magyar komplex földtani és mérnökgeológiai térképezés eredményei részletes ismertetésre kerültek atlaszaink kiállításával. A nemzetközi mérnökgeológiai Egyesülés /IAEG/ hivatalos Bulletinje a magyar előadást teljes terjedelmében leközölte.

A most éppen száz éves munka, amelynek során a magyar Alföldről a lelkes kutatók sora földtani minta-területet művelt ki, most beérni látszik.

- . -

Előadásra bemutatandó:

Hajdúnánás és Debrecen atlasz
700.000-es geológia térkép
R.A. Az Alföld negyedidőszaki földtana
Nyomtatott táji szelvények

Geological mapping for the Hungarian Great Plain
results

András Rónai

Geological map series for the Hungarian Great Plain has been accomplished. Above the usual informations, maps associated with the following characteristics are given: subsoil and seam water depth, physical properties of soils encountered, horizontal and vertical extension of layers. The geological maps can be used for any civil engineering design in this area.

A FELSZÍNKÖZELI RÉTEGSOROK MOZGÉKONY MIKROELEMHÁZTARTÁSÁ-
NAK VIZSGÁLATÁRA KIDOLGOZOTT "BFK"-MÓDSZER ES ALKALMAZÁSA-
NAK TAPASZTALATAI

Bartha András - Fügedi P. Ubul - Kuti László

1. BEVEZETÉS

Az eddigi gyakorlat szerint az agrogeokémiai kutatások során általában csak a talaj felső, 20-50 cm-es rétege kerül vizsgálatra. Magyarország területének mikrotápelem mérlegei is csak a felső 20 cm-re készültek el. A földtanban /és ezen belül a geokémiában/ használatos hagyományos eljárásokkal nem állapítható meg, hogy a növényi táplálkozás szempontjait figyelembe véve milyen mélységekig célszerű az egyes rétegsorok vizsgálata, ill., hogy melyek azok, a talajosodással részben összefüggő felszinközeli folyamatok, melyek az üledékes rétegsorokban maradandó átalakulásokat hozhatnak létre.

Fenti, a földtani és az agrogeokémiai kutatások közötti, átmeneti jellegű problémák megoldására dolgoztuk ki -- jelentős részben Cigánd környéki munkáink során -- a felszinközeli rétegsorok mozgékony mikroelem-háztartásának vizsgálatára szolgáló BFK-módszert.

2. MÓDSZERTAN

2.1. A terepi mintavétel a felszínen telepített sekélyfúrásokból történik. A fúrási háló pont pontsűrűségét tájegységenként és talajtípusonként külön-külön kell meghatározni, a fokozatos ritkítás módszerével. Tapasztalataink szerint kiindulási alapul

az etalonterületeken a 200x200-es háló mindenképpen megfelelő. A fúrásokat a talajvíz jelentkezési szintje alá 2 m-rel, de legfeljebb 10 m mélységig érdemes mélyíteni. A rétegsorok terepi leírása és dokumentálása után az egyes fúrásokban makroszkóposan elkülönített valamennyi rétegből üledékföldtani vizsgálatra mintát kell gyűjteni. A nagy vastagságú homogén rétegekből általában 0,5, de legalább 1,0 m-es sűrűségben kell mintát venni. Fúrásonként legalább 5 mintából szükséges mikroelem vizsgálatot készíteni /A talaj "A" és "C" szintje, a talajviztartó rétegek, az állandó vízzel borított réteg és a talajvíz/, úgy, hogy a területen észlelt valamennyi földtani képződményből legalább 20-30 elemzésünk legyen. A nagy szervesanyagtartalmú képződményekből /a talaj "A" szintje és az esetleges felszíni, ill. eltemetett tőzgegszintek/ szervesanyag-vizsgálatokat is kell végezni.

A talajvizből két minta gyűjtése szükséges. Egy 1 l térfogató, "nyers" minta /változatlan állapotban/ hagyományos vizelemzésre, és egy, a helyszínen szűrt és tartósított vízminta pedig a mikroelem vizsgálatokra kerül.

A BFK-módszer kidolgozása során módszertani vizsgálatokat végeztünk a talajvíz, ill. a benne lebegtetett agyagos-iszapos összetételű zagy elemháztartása közötti összefüggések tisztázására. Megállapíthattuk, hogy a minták szabad levegőre hozatalakor a Fe^{++} -tartalom rövid időn belül Fe^{3+} -má oxidálódik és $Fe/OH/3$ formájában kicsapódik. A kiváló vashidroxid kollektorként viselkedve magával ragadja a nyomelemek egy részét. A folyamatos jellege, sebessége és intenzitása sok, jelenleg még csak közelítőleg sem értékelhető tényező -- pl. a lebegtetett anyag összetétele, a Mn-koncentráció stb. -- együttes hatásának

függvényében alakul, ami a "nyers" vizmintákból készült nyomelemvizsgálati eredmények teljesen értelmezhetetlenné teszi. Ezért a mintákat szűrni és tartósítani kell.

Mivel a nemzetközi irodalomban a 0,45 nm-nél kisebb kolloid részecskéket már oldott komponensnek tekintik, a nyomelemvizsgálatokra szánt vizmintákat a terepen a pH meghatározása után ilyen pórusméretű szűrőn kell megszűrni, majd a szűrt vízhez valamilyen ásványi savat adagolni, amíg a pH-érték el nem éri az 1-et. Ezt a helyszínen indikátorpapir segítségével ellenőrizhetjük. Az ilyen módon szűrt, tartósított vizekből az egyes elemek a mintavétel után több hónappal is megfelelő biztonsággal határozhatók meg.

2.2. Analitika. Sok közlemény foglalkozik a talajok mozgékony nyomelemtartalmának különböző kivonószerek segítségével történő mobilizálásával. Így pl. alkalmaznak:

1 M	NH_4OAc	pH= 7,0
1 M	NH_4OAc	pH= 4.8
1 M	NH_4OAc	pH= 4,3
1 M	NH_4Ac	pH= 3,7
1 M	$\text{NH}_4\text{oxalát}$	pH= 3,2 /Tamm-oldat/
0,05 M	EDTA+1 M KCl	pH= 7,0
0,1 M	H_2SO_4	
2 M	HNO_3	
2 M	HCl stb. oldatokat	

Elég nehéz megítélni, hogy melyik kivonószert a legideálisabb. ANDERSSON /1975/ vizsgálatai szerint a híg ásványi savakkal szobahőmérsékleten végzett extrakció kioldhatja azt a nyom-

elem mennyiséget, amely a talajok felső rétegében felhalmozódott, vagyis a múltban mozgékony volt, de a talajképződési folyamatok során kivált. Az 1 M NH_4 acetát pH=7,0 mellett a teljes Cu, Zn, Pb, Mn stb. mennyiségének csak kb 1%-át oldotta ki, míg pH=4,8 mellett már 1-5%-át. A 0,05 M EDTA kivonószer alkalmazása esetén az összes mennyiségnek akár a fele is kioldódhat -- természetesen a talajtipustól, ill. az az egyes elemek kötődési formáitól függően.

2 M salétromsavval, 100°C-on végzett kivonatolással a nyomelemek teljes mennyiségének 80-90%-a is kivonható. Ez a módszer biztosan kioldja mindazt a mennyiséget, ami akár a legszélsőségesebb éghajlati és talajviszonyok mellett egyáltalán mobilizálódni képes.

Magyarországon eléggé elterjedt a 0,05 M EDTA + 0,1 M KCl tartamú kivonószer alkalmazása, ami jelentős részben annak köszönhető, hogy ez a szer eléggé aktív és az így kapott kivonatokból az egyes nyomelemek koncentrációk a Magyarországon széleskörűen hozzáférhető lángtechnikás atomabszorpciós módszerrel is meghatározhatók.

1982 évi vizsgálataink során összehasonlítottuk a talajvizek zagytartalmából 2 M HNO_3 -mal 100°C-on, 1 M NH_4OAc -tal pH=4,8 mellett és 0,05 M EDTA+0,1 M KCl-dal végzett kivonatolás eredményeit. Azt tapasztaltuk, hogy EDTA-s kivonószerrel a relatív különbségek nagyobbak, kontrasztosabban jelentkeznek.

A Magyar Szabvány/MSZ 08 0206/1-78, MSZ 08 0451-80/ előírásainak megfelelően a légszáraz, 2 mm szemcse nagyság alá örölt talajmintákból 25-g-ot kell bemérni. Ehhez adagoljuk az 50 ml reagenst /0,05 M EDTA + 1 M KCl/. Az oldat tisztáját 1,5 óra

rázatus és 1 órán át, 2500 fordulat/perc-en történő centrifugálás után szűrhetjük le.

Eddigi munkáink során a mozgékony mikroelem-koncentrációk meghatározását lángtechnikás, ill. grafitkemencés atomabszorpciós eljárással végeztük. Egyértelműen bebizonyosodott azonban, hogy nagyobb mintatömegek esetén az adott eljárások nem elég termelékenyek, ezért a jövőben az ICP-elemzéseket kívánjuk előnyben részesíteni és a pontosabb AAS-vizsgálatokat csak a kontroll-elemzésekhez vesszük igénybe.

A cigándi mintákból /talajmintából és vizmintából egyaránt/ a Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Mo, Ba, Sr, Ca, Mg került elemzésre. A "nyers" vizmintákból klaszikus vizelemzési módszerekkel a Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- komponenseket is meghatároztuk.

A szervesanyag mennyiségének becsléséhez kétféle vizsgálatot alkalmaztunk: az u.n. "nem oldható", valamint az "összes" C_{org} mennyiség meghatározását. Előbbi kloroformmal extrahált és karbonátmentesített, utóbbi pedig kezeletlen, "nyers" mintából készült. Ha a vizsgált minták gyakorlatilag karbonátmentesek -- mint Cigánd körzetében is -- a kétféle meghatározás különbségét szintén informatív adatsornak tekinthetjük. Az értékelés során ezt "oldható" szervesanyag-frakciónak neveztük el.

2.3. Adatfeldolgozás. A geokémiai adatok helyes értelmezése csak akkor valósítható meg, ha az "általános halmazt" oly módon sikerül homogén populációkra tagolnunk, hogy ennek során legalábbis ne kerüljünk ellentmondásban a rendelkezésünkre álló földtani ismeretekkel. Az ilyen tagolás eredményei -- mint ezt Cigánd térségében végzett tapasztalataink is mutatják -- jelen-

tős segítséget nyújtanak az egyes földtani képződmények elkülönítéséhez /a tözegek és a talaj "A" szintjének elhatárolása, eltemetett talajszint -- +3b" zóna -- kijelölése stb./. Heterogén eloszlásokból már a legalapvetőbb statisztikai karakterisztikák /várható érték, szórás/ meghatározása is nehezen leküzdhető akadályokban ütközik. A tagolás helyességét homogenitásvizsgálattal kell ellenőrizni. Erre a célra eddigi munkáink során a Dickson-Messey kritériumot használtuk.

A szakirodalom adatai szerint a földtani képződmények nyomelem-eloszlásai többnyire a normál, ill. a lognormál eloszlással közelíthetők. A mozgékony nyomelemtartalom eloszlására vonatkozóan korábbi adatokat nem ismerünk. Cigánd térségében végzett vizsgálataink szerint az egyes képződményekben az aktívan migráló elemek mozgékony koncentrációnak eloszlása a normál míg az adott képződményekben nem migráló, kötött állapotú elemek mozgékony mennyiségeinek eloszlása a lognormál eloszlással közelíthető jobban. /Az illeszkedésvizsgálathoz a χ^2 -módszert használtuk/. Az egyes képződményekben, ill. geokémiai zónákban tehát egyidejűleg normál és lognormál eloszlású elemek is előfordul/hat/nak.

A várható érték becsléseként a mediánt célszerű alkalmazni, mivel ez a különböző /számtani, mértani/ átlagokhoz képest számos előnnyel rendelkezik.

- értéke az eloszlás jellegétől, ill. az erre vonatkozó hipotézisünk helytállóságától független;
- stabilitása a ferde és a kevert eloszlásokban az átlagénál jobb;
- Kevésbé hatnak rá az olyan analitikai, mintavételi stb. hibák

melyek átlagai nem tartanak a zérushoz /szisztematikus, metrikus stb.hibák/;

- azonos biztonsággal határozható meg minden olyan esetben, amikor az elemzési eredmények legalább 50%-ra a kimutatási határ felett van.

Ugyancsak fenti okok folytán az egyes geokémiai zónákban az elemkoncentrációk változásai, valamint az egyéb tényezők közötti kapcsolatokat is rang-korrelációs módszerekkel kell vizsgálni. Ezek eredményei ugyanis az egyes változók eloszlásának jellegétől függetlenek és a linerális, ill. nem linerális jellegű összefüggések kimutatására egyaránt alkalmasak.

3.MÓDSZER ALKALMAZÁSA ÉS EREDMÉNYEI

Első kutatási területünket Cigándtól É-ra, a Korong- és a Korongi- leglők térségében jelöltük ki.

A terület felszinközeli képződményei holocén folyóvízi és ártéri üledékek /"A", "2", "3", "4" geokémiai zónák/. Az üledéksor valamennyi, a homok és az agyag közötti átmeneti közettípust tartalmazza, a szemcseösszetétel lefelé durvul.

Több fúrásban, a felszín alatt 1-3 m mélységben, két egykori folyómeder üledékeit harántoltuk /FM1, FM2 geokémiai zónák/. Ezek az ártéri rétegsor képződményeitől durvább szemcseösszetételükkel, az összetétel erős vertikális és horizontális változékonyságával, alacsony mozgékony Cu^- , Pb^- , Co^- , Ni -tartalmukkal ütnek el.

A felszín kb. 1/3-án az erősen talajosodott, nagy humusz-tartalmu agyagra, kőzetlisztes agyagra tőzeg települt /"T" geokémiai zóna/. A felszín alatt kb. 2 m mélységben helyenként egy

foszilis, tőzeges talajszint nyomai is megfigyelhetők /"3b"/ zóna/.

Kb. 91,5-92,5 m tszf. magasságban egy vízszinteshez közeli településű, többször megszakadó, kb. 30 cm vastag mészakumulációs szintet harántoltunk.

A rétegsor felső részén a képződmények sárga, sárgászürke színűek, mészkonkréciókat, limonitfoltokat és esetenként vasborsókat is tartalmaznak. Egy, valószínűleg az állandó vízborítottság szintjével azonosítható felület alatt a limonitfoltok és a vasborsók kimaradnak, az üledékek színe zöldesszürkére vált. Ez a felület -- melyet "zöld vonalnak" neveztünk el -- a legpregnánsabban jelentkező geokémiai zónahatár. Ez alatt /a "4" zónában/ hirtelen, minden megfigyelhető átmenet nélkül a fedőképződményekhez képest 1,5-2-szeresére nő a mozgékony Ca és Mo, kevesebb, mint 1/3-ára csökken a Fe és Mn, stabilizálódik a Cu, Pb, Mg mennyisége/l.tábl./ . A "zöld vonal" helyzete gyakran a karbonátakkumulációs szint felső határával azonos, helyenként azonban ennél mélyebb, és éppen ezek azok a helyek, ahol a karbonátakkumulációs szint folyamatossága megszakad. Feltételezhető, hogy a "zöld vonal" helyenkénti mélyebb helyzete és a karbonátakkumulációs szint lokális megsemmisülése a közelmúltban végzett csatornázások hatására vezethető vissza.

Az egyes üledékföldtani képződmények, ill. geokémiai zónák egymásnak jól megfeleltethetők/2.tábl./ és határozott geokémiai különbségeket mutatnak. Az ártéri üledéksor felső részén a mozgékony Cu, Pb, Zn, Ni az agyagásványokhoz kötődik, a mozgékony Fe, Mn, Mo felhalmozódásai a rétegsor jó áteresztőképességű részein a limonitfoltokban, a mozgékony Ca, Sr, és Mg dúsulásai pe-

dig a gyenge átteresztőképességű szakaszon, a diagenizálatlan mészkiválásokban fordulnak elő. A "4" zónában az ismételt oldási- kicsapódási folyamatok hatására a Ca és Sr külön-külön, önálló, kevés "szennyező" elemet tartalmazó fázisokban halmozódik fel, a Fe, Mg /részben a Zn, Ni/ egy része pedig oldatba kerül és kimosódik.

A nagy szervesanyag-tartalmú képződményekben a Zn, Fe, Co, Ni, Mg jelentős része a szervesanyagfrakciókhoz kötődik/3.tábl./ Az EDTA-val mobilizálható réz mennyisége a humuszos, de különösen a tőzeges képződményekben az általános tendenciától eltérően igen csekély, mivel a Cu a humin- és fulvósavakkal egyaránt a többi kationnál lényegesen stabilabb komplexeket képez /GYŐRI D.1984/. A mozgékony réz koncentrációja és a szervesanyag /különösen az "oldható" frakció/ mennyisége között szignifikáns negatív korreláció mutatható ki/3.tábl./ Ez annak köszönhető, hogy az EDTA reagens nem képes a réz szerves komplexekből kivonni. Ennek tisztázására 5 fúrás 2-2 mintájából meghatároztuk a Cu és a Zn 2 mól/l HNO_3 -mal kivonható "összes kioldható" mennyiségét a "2" zónában, valamint a fölötté települő humuszos képződményekben/4.tábl./

Megállapítható, hogy bár a salétomsavval mobilizálható réz mennyisége sokszorososan meghaladja a EDTA-val kioldható koncentrációkat, a "2" zónában sz. összes kioldható" réz mennyisége még így is kb. kétszer nagyobb a nagy szervesanyag-tartalmú képződményekben mérhetőnél. A leszálló vízmozgás kimosza a talaj felső szintjéből a kis polimerizációs fokú, vízoldható fulvósavas komplexeket. Ezek eredeti környezetükből kikerülve lebomlanak és a felszabaduló réz a "2" zónában az

agyagásványokon megkötődve másodlagosan felhalmozódik. Hasonló folyamatok a Ni, Zn/Pb/ esetében is végbemennek.

Egyértelmű tehát, hogy a talajképződési folyamatok geokémiai vizsgálata során nem ragaszkodhatunk görcsösen egy valamely előre meghatározott kivonószerszhez, hanem azok alkalmazásának előre célszerűsége mindég a konkrét feladat függvényében kell elbírálni.

A talajvizek Cigánd térségében kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátosak, kalcium-szulfátosak, ill. a két szélső érték közötti, átmeneti jellegűek. Összsótartalmuk 700-2100 mg/l közötti.

A nagy sótartalom és az összetétel változékonysága alapján a talajvizet olyan lassan áramló telített oldatnak tekinthetjük, melynek vegyi összetétele mindenhol a vele kölcsönhatásba álló laza üledékek kemizmusának megfelelően alakul.

A nagy víztartalmú karbonátokkal egyensúlyban lévő talajvizben a HCO_3^- -ion állandó, a lehetséges maximális mennyiségben van jelen. Az oldott kationok mennyiségét azonban döntően a SO_4^{--} -anion határozza meg és a FCO_3^- -koncentráció csak a pH-val mutat szignifikáns pozitív kapcsolatot. Így feltételezhető, hogy a "zöld vonal" alatt a Ca egy része és a Sr többsége szulfátos formában válik ki. A Cu, Zn a Co és a Ni koncentrációinak alakulását döntően az üledékek adszorpciós kapacitása határozza meg.

Ismeretünk szerint Cigánd térségében végzett munkáinkat tekinthetjük az első, 5-10 m mélységben folytatott mozgékony mikroelem-vizsgálatnak. Az erre a célra kidolgozott, a korábbi

évek munkáin /KUTI, 1977, FÜGEDI-KUTI, 1982, BARTHA-KUTI, 1982/
alapuló "BFK"-módszer a kutatási célok elérésére alkalmasnak bi-
zonyult, bevezetés szélesebb körben is ajánlható.

Igazoltuk, hogy felszinközeli rétegekben erős vertikális
geokémiai tagoltság figyelhető meg. Az egyes geokémiai zónák kö-
zötti határ vonalakon a mozgékony elemkoncentrációk esetenként
/"zöld vonal"/ ugrásszerű változásokat is mutathatnak. Követke-
zőképp a talaj felső 20-50 cm-ére szorítóvizsgálatok nem
adhatnak megbízható képet a növények számára hasznosítható mik-
roelem-mennyiségéről. A rétegsorokat a gyökérszóna mélységéig,
ill. a talajvizszint ingadozási zónája alatt levő képződménye-
kig kell vizsgálni.

MEDIÁNOK /ppm/

1. táblázat

	Cu	Zn	Pb	Fe	Mn	Mo	Co	Ni	Sr	Ba	Ca	Mg	n
"T"	1.05	25.5	19.0	5083	54	87	2.83	17.25	12.1	0.95	2340	425	8
"A"	15.7	12.1	21.4	2160	73	38	1.75	12.6	9.1	3.7	1990	290	13
"2"	30.4	13.7	19.7	2200	89	52	1.7	18.1	10.2	2.8	3400	400	13
"3A"	14.3	4.85	11.45	2730	113	55	1.69	4.8	7.5	5.6	2670	294	16
"3B"	0.15	2.2	6.15	3195	487	30.5	1.355	7.3	7.7	5.05	2845	160.5	6
"4"	9.2	2.1	9.5	908	151	63	1.03	2.6	10.9	7.2	5540	161	19
FM1	5.75	1.5	8.55	2918	239.5	76	1.195	3.9	6.7	4.5	2275	176.5	12
FM2	6.0	1.3	6.4	408	142.5	39.5	0.975	1.55	11.45	4.45	5755	249.5	4

Megjegyzés: T= tőzegek; A= talaj "A" szint /="A" zóna/; FM= foszilis folyómeder

2. táblázat

A geokémiai zónák és a földtani képződmények kapcsolata

Geokémiai zóna		minta sz	Földtani képződmény mintaszám/db/
Tőzeg		11	Tőzeg /11/
"A" zóna	Humuszos talajszint	16	Agyag /15/ Kőzetlisztes agyag /1/
"2" zóna	Az ártéri üledéksor felső része	13	Agyag /6/ Kőzetlisztes agyag /3/ Agyagos kőzetliszt /1/ Kőzetliszt /3/
"3" zóna	Az ártéri üledéksor középső része. Az állandó vízborítottság szintje felett	16	Kőzetlisztes agyag /3/ Agyagos kőzetliszt /2/ Kőzetliszt /5/ Kőzetlisztes homok /1/
"3b" zóna	Az ártéri üledéksor alsó része az állandó vízborítottság felett	6	Kőzetliszt /2 Homokos kőzetliszt /2/ Kőzetlisztes homok /2/
"4" zóna	Az ártéri üledéksor állandóan vízzel borított képződményei	19	Kőzetlisztes agyag /1/ Agyagos kőzetliszt /1/ Kőzetliszt /10/ Homokos kőzetliszt /6/ Kőzetlisztes homok /1/
"Nyírségi homok"	fekü képződmény	2	Eolikus homok /2/
Eltemetett folyómeder a kutatási terület Ny-i részén	/FM1/	12	Kőzetliszt /3/ Homokos kőzetliszt /1/ Kőzetlisztes homok /4/ Folyóvízi homok /4/
Eltemetett folyómeder a kutatási terület ÉK-i részén	/FM2/	4	Agyagos kőzetliszt /2/ Kőzetliszt /1/ Kőzetlisztes homok /1/

A szervesanyagtartalom ill. az egyes mozgékony elemkoncentrácíók korrelációs kapcsolatai

	Cold. org.	Cn.old. org.
Cu	- ρ .57	- ρ .69
Zn	+ ρ .68	n.sz.
Pb	n.sz.	n.sz.
Fe	+ ρ .71	n.sz.
Mn	n.sz.	n.sz.
Mo	n.sz.	n.sz.
Co	n.sz.	+ ρ .56
Ni	+ ρ .62	n.sz.
Sr	n.sz.	n.sz.
Ba	- ρ .62	- ρ .99
Ca	n.sz.	n.sz.
Mg	+ ρ .73	n.sz.

Mintaszám: N= 10

r^+ szignifikancia-szintjei:

95 % -- ρ .56

99 % -- ρ .73

n.sz.= nem szignifikáns

4.táblázat.

EDTA-s, ill. salétromsavas feltárással kivonható Cu- és Zn-koncentrációk /ppm/ a felszíni képződményekben /1.jelű minták/, ill. alattuk, a "2" zónában

Minta sz.	Kivonószer	
	EDTA	HNO ₃
5/1.	0,18	24
5/2.	39,3	76
6/1.	0,35	29
6/2.	35,2	77
14/1.	1.6	22
14/2.	28.4	43
24/1.	1.3	28
24/2.	27.6	48
25/1.	0.3	32
25/2	21.2	39

Experiences with "BPK" method elaborated for
testing of mobile micro-element regime of sub-
surface layers

András Bartha - Ubul P. Fügedi - László
Kuti

On the basis of testing of subsurface layers using Bartha-Fügedi-Kuti method, mobil micro-element regime of subsurface layers were characterised as follows: The concentration of elements change discontinuously with depth, at the boundaries of geochemical zones. The testing depth could be taken either as the depth of plant root zone or as the depth below the water table fluctuation zone for the determination of amount of microelements available for the vegetation.

Marton Lajos* , Mikó Lajos**

1. A környezeti izotópok a hidrogeológiában

Az izotóptechnika hidrológiai alkalmazásának 30 éve rendkívül gyors fejlődési utat mutat. Az első időkben egyszerűbb feladatok megoldására - úgymint a folyók vízsebességének meghatározására, majd a talajvíz mozgásának és a gátakon való vízátzivárgás helyének és mértékének kimutatására - alkalmaztak fúrásokba injektált nyomjelző izotópokat. Ezek a módszerek azóta továbbfejlődtek, rutin-eljárásokká alakultak.

Az igazi újat, a nagy lehetőséget azonban a környezeti izotópok változási törvényszerűségeinek felismerése, a módszer és technika kialakítása jelentette. A "környezeti izotópok" alatt a természetes vizekben és a légkörben (vízpárában, csapadékban, felszíni és felszín alatti vizekben) levő stabil és radioaktív izotópokat értjük, amelyeknek eloszlása, földrajzi hely- és hőmérséklet-függése, különböző fizikai hatásokra végbemenő frakcionálódása lehetővé teszi a vizek körforgalmának meghatározását - egy teljesen új módszert és technikát adva a kutatók kezébe.

Jelenleg a legáltalánosabban vizsgált környezeti izotópok a deutérium és az oxigén-18 stabil, valamint a trícium és a ^{14}C radioaktív izotópok. Az első három izotóp a vízmolekula alkotórésze, ezért szinte ideális nyomjelzői a víznek.

* Keletmagyarországi Tervező Vállalat, Debrecen

** MÁFI, Keletmagyarországi Területi Földtani Szolgálat,
Debrecen

Az új módszer szükségessé tette a csapadékok trícium, oxigén-18 és deutérium tartalma időbeli és térbeli változásainak tanulmányozását. Így egy világméretű mintavevő állomáshálózat és ehhez kapcsolódó laboratóriumi hálózat alakult ki.

Az idők folyamán a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség - az atomenergia békés hasznosítására létrehozott szervezetként - az izotóphidrológia fejlesztésének is fő központja lett. Az Ügynökség segítségével 17 hidrológiai célú izotóplaboratórium létesült a világon - sajnos, Magyarországon nem - s a személyzet is az intézmény központjában, Bécsben kapott kiképzést.

Jelenleg más radioaktív izotópokkal is folynak vizsgálatok szerte a világon, így a ^{36}Cl , ^{39}Ar és ^{32}Si alkalmazására történnek eredményes kísérletek. Egyelőre azonban továbbra is a ^{14}C -es technikát tekintjük a legalkalmasabb rutin hidrogeológiai módszernek, jóllehet alkalmazási lehetőségei nem korlátlanok.

2. A stabil-izotópok

A vízmolekula alkotórészét képező ^{18}O és ^2H (deutérium) megoszlása, arányainak változása elsősorban a vizek származásáról, eredetének körülményeiről ad lényeges információkat. A víz fázisátalakulása (párolgás, kondenzáció, fagyás) izotópeffektust von maga után, melynek nagysága jellemző a folyamat körülményeire.

A laboratóriumokban a vizeknek egy standard óceáni vízmintához viszonyított relatív $\delta\text{D}\%$ és $\delta^{18}\text{O}\%$ értékeit szokták meghatározni.

A δD és $\delta^{18}\text{O}$ közötti összefüggések jól ismertek. Általában a

$$\delta\text{D} = X \delta^{18}\text{O} + d, \quad (1)$$

összefüggést használjuk, ahol $X = 8,0$; d_0 az ún. deutériumhiány, ami pl. Európára 10 % körüli érték. A d_0 a fázisátalakuláskor fellépő kinetikus hatást mutatja. Kapcsolat található a δD és a $\delta^{18}O$ értékek és a kondenzációs hőmérséklet között is, amint azt számos jól ismert publikáció tárgyalja.

Általános tapasztalat, hogy a laboratóriumok sokkal szívesebben végeznek $\delta^{18}O$ méréseket, mint deutérium meghatározásokat s a δD értékeket esetenként a $\delta^{18}O$ -ból számítják ki. A hidrogeológiai gyakorlatban ez az eljárás megengedhetetlen, mert értelmezési hibákhoz vezethet. A következőkben ennek indoklását ismertetjük.

Az egyik indok az ún. oxigén-18 eltolódás jelenségének fellépése a termálvizeknél. Azt tapasztalták, hogy izotópcserél lép fel a vízben levő oxigén és a tárolóközet oxigén-atomjai között, s ez a hatás az idő és a hőmérséklet függvénye. A hatás $100^\circ C$ alatt még viszonylag nem nagy, e felett azonban már jelentős lehet. Az oxigén-eltolódás úgy jelentkezik, hogy pl. az eredeti $\delta^{18}O = -10\%$ helyett -5% , kevésbé negatív értékeket kapunk, sőt a deviáció pozitív előjelűvé is válhat.

Magyarországon a közelmúltban több bedúsult koncentrációjú oxigén-18 értékeket mértünk, pl. $\delta^{18}O = -0,1\%$ -et és $\delta^{18}O = -1,4\%$ -et Dévaványán 2370 m és 2450 m mélységből miocén konglomerátumból vett mintákban. Miután azonban a hazai laboratórium nem tudta megmérni a δD értékeket, jelenleg még nem tudjuk értékelhető adatoknak tekinteni ezeket. (A minták mérése külföldi laboratóriumban folyamatban van.) A stabil izotóp-arányokból meleg vizeknél többnyire csak a $\delta D - \delta^{18}O$ adatpárok adnak értékelhető információkat.

A másik ok, amiért el kell kerülni a δD -nek a $\delta^{18}O$ -ból való átszámítását az, hogy maga a δD és $\delta^{18}O$ összefüggés időben és térben nem állandó. Az (1) összefüggés a geológiai korok folyamán nem volt mindig egyazon nagyságú. Az utolsó jégkorszak

ki maximum idején, kb. 18 000 évvel ezelőtt az óceán ^{18}O -ban mintegy 1,1 - 1,4 ‰-kel bedúsult. Az ennek megfelelő δD eltolódás ma már nem határozható meg, de kb. 10 ‰-ra becsülhető. Ezért az idők folyamán a d_0 nagysága is változik.

Feltételezhető, hogy az (1) egyenlet a Pleisztocénban más volt, mint jelenleg. Kimutatták [1], hogy amíg a postglaciális csapadékokra az (1) összefüggés, a glaciális csapadékokra a

$$\delta D = 7,9 \delta^{18}\text{O} \quad (2a)$$

alkalmazása célszerű. Ennek kerekített formája a

$$\delta D = 8 \delta^{18}\text{O} \quad (2b)$$

összefüggés.

Jelen interglaciálisunk kb. 10 000 évvel ezelőtt kezdődött. Ezért az ennél idősebb vizek esetében a (2b) összefüggés alkalmazása célszerű.

A d_0 érték lényegében független a párolgási hely hőmérsékletétől, de lineárisan csökken a hely relatív páratartalmának növekedésével. A $d_0 = 0$ érték megfelelhet egy kb. 100 ‰-os relatív páratartalmú óceáni nedvességnek. A kontinentális jégtakaró növekedése szintén hatással lehetett a $\delta D - \delta^{18}\text{O}$ összefüggésre annak következtében, hogy mind a deutérium, mind az oxigén-18 bedúsult a tengervízben.

Fentiek miatt kerülni kell a δD értékeknek a $\delta^{18}\text{O}$ -ból történő kiszámítását, mert egyrészt valójában nem jelent újabb adatot, másrészt még félrevezető is lehet.

Ha a két stabil izotóp közül valamely oknál fogva csak egyiket választhatnánk, akkor feltétlenül a δD értéket kellene választani. Ennek magyarázata az előbbieken említetteken túl a következő.

Matematikai statisztikai elemzéssel arra a következtetésre lehetett jutni [2], hogy az izotóp és az öt hordozó víz keletkezése, kicsapódása idején uralkodó átlagos hőmérséklet kapcsolatában a deutérium "pontosabban mérhető"-nek, az oxigén-18 "kevésbé pontosan mérhetőnek" minősíthető, mint a kondenzációs hőmérséklet. Logikailag belátható, hogy ha csak a két izotópot nézzük, akkor a deutérium pontosabban meghatározhatónak tűnik, mint az ^{18}O izotóp. Ez nem a tényleges mérési pontosságot minősíti, mert az relatíve mindkettőnél lényegében ugyanaz. (δD -nél 2‰, $\delta^{18}\text{O}$ -nál 0,2‰ a meghatározás pontossága). Az előbbi állítás az izotópok viselkedésének tendenciáit, a folyamat belső tulajdonságait fejezi ki.

3. Stabil izotópok a termálvíz kutatásban

Egyik különlegesen érdekes és fontos alkalmazási terület a termálvizek kutatása. Az izotópos vizsgálatok hosszú évekig tartó szakmai vitára tettek pontot, amikor a világ összes nagy termálvíz-medencéjéről kimutatták, hogy vizeik csapadékeredetűek, a felszínről jutottak be a tároló kőzetbe.

A csapadékvizek stabil izotóptartalma igen nagy szórást mutat, a szerint, hogy milyen éghajlati körülmények között keletkeztek, s milyen a hely földrajzi elhelyezkedése. Megállapították, hogy a H/D viszonyszám minden esetben pontosan ugyanaz volt, mint a csapadékvizekben, az $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ értékek azonban "eltolódtak" az előzőekben említett izotópcseré miatt [3].

Nincsen azonban kizárva az a lehetőség, hogy a termálvizekben létezhetnek vulkáni tevékenységből származó oldott komponensek, melyek a csapadékeredetű víztestekbe injektálhattak, mivel a nagysűrűségű gőz nagy mennyiségű oldott sókat tartalmazhat.

Munkahipotézisként általánosan elfogadott, hogy a víz hid-

rogénje változatlan marad a talajban (kőzetben) s ennek eddig még egyetlen megfigyelés sem mondott ellent [4].

Figyelmet érdemel a termálvizek mintavételi technikája. A mintavétel gyakran nehézségekbe ütközik, sőt esetenként nem is lehet az eredeti izotóptartalommal rendelkező mintát venni. Természetes melegvízű forrásokból vagy nyitott fúrólukakból, ahol a víz alaphőmérséklete $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett van, s amely ezért egy olyan keveréket szállít, amely $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os 1 at nyomású vízből és gőzből áll, csak vízfázisú mintát lehet gyűjteni. Az ilyen víz már deutériumban és oxigén-18-ban bedúsult a párolgás (gőzképződés) következtében. A lehetséges legnagyobb frakcionálódás a két fázis között akkor lép fel, ha egyensúlyi viszonyok jönnek létre a gőz és a víz között a felszínen. Nem egyensúlyi viszonyok mellett kisebb a különbség az izotóparányok változásában.

Az eredeti izotóptartalmat a következőképpen számíthatjuk [4]:

$$\delta D_o = \delta D_L - 4,63 \left(\frac{t_o}{100} - 1 \right), \quad (3)$$

$$\delta^{18}O_o = \delta^{18}O_L - 0,975 \left(\frac{t_o}{100} - 1 \right), \quad (4)$$

ahol δD_L és $\delta^{18}O_L$ a kifolyó víz deutérium és oxigén-18 tartalma

t_o az alaphőmérséklet a tárolóban, $^{\circ}\text{C}$

Pl. a Dévaványa-12 szénhidrogénkutató fúrás kifolyó vizéből vett mintánk izotóptartalmát $\delta^{18}O_L = -0,1\%$ -nek határozták meg. A kút felszállva 2 " átmérőjű csövön $486\text{ m}^3/\text{d}$ $14,65\text{ g/l}$ állandó sótartalmú gázos sósvizet termelt, a réteghőmérséklet 2400 m-en $142\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt. A számított korrigált érték a (4) szerint: $\delta^{18}O_o = -0,1 - 1,38 = -1,48\%$. (Mivel azonban a kifolyó víz hőmérséklete $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt, a számítás pedig $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ felvételével történt, a helyes korrekció kisebb mértékben eltérhet a számított értéktől.)

4. Radioaktív izotópok

A trícium-eloszlás szakirodalma megszámlálhatatlan cikket tartalmaz. Az 1950-es és 1960-as évek elején a nukleáris-bomba kísérletek nagymennyiségű tríciumot juttattak a légkörbe (sajnos nem csupán a troposzférába, hanem a sztratoszférába is injektálták), amelynek révén a csapadékkal ún. bomba-trícium jut be a vizekbe. Ezek eredményeként, ha egy felszín alatti vízből vett mintában jelentősebb mennyiségű tríciumot találunk, biztos, hogy az a víz az utóbbi 2-3 évtizedben jutott a tároló kőzetbe.

A trícium koncentrációk nagymértékű megnövekedése kiváló nyomjelzési lehetőséget adott a fiatal korú vizek mozgásának tanulmányozására.

A vizek ^{14}C -es kormeghatározása jóval bonyolultabb feladat, mint a régészeti kormeghatározás. A szén nem alkotó része a vízmolekulának, hanem a vízben oldott szervesanyagokban jelenik meg. A víz körforgása közben bekövetkező geokémiai változások során a hidrokarbonát ionok kölcsönhatásba lépnek a tároló kőzettel s általában hígítani igyekeznek a radioaktív ^{14}C -et, aminek következtében a valóságosnál nagyobb látszólagos korokat kapunk. A ^{13}C stabil izotóptartalom meghatározása bizonyos korrekciós lehetőséget nyújt. Több modell került kidolgozásra, amelyek segítségével számítható vagy valószínűsíthető a valóságos kor. A kérdés azonban még távolról sincs megoldva. Az 1983-ban Bécsben tartott, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és az UNESCO által rendezett izotóphidrológiai szimpóziumon is hangsúlyozták, hogy a modellek nagy részét még az izotóp-hidrológia kezdeti időszakában dolgozták ki s továbbfejlesztésükre van szükség. Rámutattak arra, hogy a kőzet és víz geokémiai kölcsönhatásait tovább kell tanulmányozni s például a homokkővek másodlagos karbonátjainál a jelenleg használt kormeghatározási modellek felülvizsgálata szükséges [5].

A ^{14}C -es kormeghatározás a 2000-3000 évesnél idősebb vizeknél alkalmazható, a felső határ pedig 30 000 - 40 000 év, amit új technikai megoldásokkal fel lehet emelni 70 000 - 80 000 évre.

Amikor egyrészt a ^{14}C -es hidrogeológiai kormeghatározás bizonyos korlátairól, nevezetesen a számítható abszolút korok bizonytalanságáról beszélünk, másrészt hangsúlyozni kell, hogy a gyakorlati mérnökgeológiában az értékelések során többnyire nincs is szükség az abszolút kor ismeretére, miután a hidrogeológiai paraméterek (beszivárgási hányad, szivárgási sebesség, szabad hézagterefogat, stb) számításához elegendők a relatív korok, sőt maguk a koncentráció-értékek. A szivárgási sebesség számítása pl. egydimenziós síkáramlás esetén a

$$v = \frac{\ln 2}{T_{1/2} (\ln C_1 - \ln C_2)} \cdot n_0 \cdot (x_2 - x_1) \quad (5)$$

összefüggésből történik, ahol C_1 és C_2 a mért koncentrációk értéke, $T_{1/2}$ az izotóp felezési ideje, n_0 a porózus öszslet szabad hézagterefogata, $(x_2 - x_1)$ pedig a két mérési pont távolsága. A számításban a legnagyobb hibalehetőség a szabad hézagterefogat felvételében van, a koncentrációk ennél sokkal - kb. egy nagyságrenddel - pontosabban határozhatók meg.

Ezért a hidrogeológiai gyakorlatban nem is az izotópmérések, hanem maga az interpretálás jelenti a komolyabb feladatot. Az interpretálás feltétele az áramkép ismerete, mivel ennek hiányában nem csak nehéz, de esetenként félrevezető is lehet bármiféle hidrogeológiai számítás végzése. Az értékelésnél sokat segít az, ha egyszerre több izotóppal és alkalmas, céljainkra kifejlesztett modellekkel dolgozunk. Alkalmas és a valóságos fizikai tartalmat reprezentáló modellek esetében a hagyományos módszereknél pontosabb eredményt kaphatunk. Ennek indoklását más helyen már elvégeztük [6].

5. A Kelet-magyarországi rétegvizek izotópos kutatása

A Magyar Állami Földtani Intézet Debreceni Területi Földtani Szolgálatánál 1985-ben kutatási munka kezdődött az Alföld, elsősorban a kelet-magyarországi területek izotóphidrogeológiai feltérképezésére. Az állami kutatás szintjére emelkedett munka keretében a felszín alatti vizek pontosabb mozgási paramétereit, a vízkészletek és megújulásuk számításához szükséges adatokat kívánjuk meghatározni, de a szerkezet-földtani viszonyok jobb megismeréséhez is információkat várunk a kutatástól.

A kutatási munkához felhasználjuk az

- 1974-ben Papp B. által Koppenhágában mért stabil izotóp adatokat;
- az 1974-1982 között a Nyírségben a BVFA Geotechnikai Intézetében (Wien) a Marton L. által irányított kutatás során mért radioaktív és stabil izotóp adatokat;
- a MÁFI által a VITUKI-nál rendelt stabil és radioaktív izotóp adatokat (1980-83);
- a MÁFI Debreceni Területi Földtani Szolgálatára megrendelésre a VITUKI-nál Deák J. által Heidelbergben több izotópra végzett (1985) és a Bányászati Kutató Intézetnél Cornides I. által oxigén-18-ra végzett (1985) adatokat;
- az 1986-ban és a következő években különböző laboratóriumokban meghatározandó izotóp adatokat.

Ilymódon jelenleg mintegy 500 izotóp-mérés áll rendelkezésünkre, ezen belül kerekén 300 stabil izotóp, s mintegy 70 db ^{14}C -es adat. A továbbiakban újabb sajátos célú mintavételekre és mérésekre kerül sor, amelyen belül külön súlyt helyezünk a szénhidrogénkutató fúrásokból vett vízminták stabil izotóp elemzéseire.

A kutatási munka legnagyobb gondját jelenti a hazai mérési bázis szűk volta, a szükséges műszerpark, ill. mérési kapacitás hiánya. Debrecenben az ATOMKI-ban folyik ugyan egy

ilyen irányú fejlesztés, de a megvalósulásnak időbeli bizonytalanságai vannak.

A kutatási munkába bevonjuk a hazai szak-intézményeket s az elérhető külföldi laboratóriumokat. A kutatást a szénhidrogén-fúrásokból vett vízminták által a lehetséges legnagyobb mélységig kívánjuk kiterjeszteni.

6. A mérési adatok megbízhatósága

Kiindulási feltétel, hogy a mérést végző laboratóriumok adatai megbízhatók legyenek. Saját magunk is szenvedő alanyai voltunk annak, hogy 1972-ben egy neves hazai laboratóriumban a Debrecen és környéke izotóphidrogeológiai kutatása céljaira végzett tríciummérések teljesen használhatatlanok voltak, egy-két nagyságrenddel nagyobb értékeket jeleztek, mint a Bécsben megismételt mérési eredmények. Ilyen esetben az izotóptechnika alkalmazása több kárt okoz mint hasznot, mert amellett, hogy félrevezető adatokat nyújt, a módszer hitelét is rontja.

A jól felszerelt és jól képzett szakembergárdával rendelkező laboratóriumok által végzett mérések adatai jól egyeznek egymással.

1. sz. táblázat

Hely	Koppenhága	Bécs, BVFA	BKFI	Heidelberg	
	1974	1983	1985	(1985)	Deák J.
	$\delta D\%$	$\delta^{18}O\%$	$\delta^{18}O\%$	$\delta D\%$	$\delta^{18}O\%$
Hajdúnánás hévízkút	-48,1-5,17			-44,0	-5,01
Gyula 2.sz. hévízkút	-10,66	-10,59	-9,9		
Gyula 3.sz. hévízkút	-12,31	-12,52			
Szeged, Anna kút	-12,28	-12,19	-12,1		

Az 1. sz. táblázatban közölt néhány megismételt mérési adatról láthatjuk, hogy pl. az 1974-ben Koppenhágában és 1983-ban Bécsben mért deutérium és ^{18}O adatok igen jól egyeznek.

A táblázatban közölt többi adat (s a nem közölt, de szintén rendelkezésre álló további ismételt mérések) eltéréseinek okai még nem ismeretesek. Kutatási munkánk során ezeket a tapasztalatokat is hasznosítani kívánjuk.

A fentiek rámutatnak arra, hogy hazánkban is szükség van egy korszerű izotóp-laboratórium létesítésére. Ennek megvalósítása nem csupán az anyagi eszközök rendelkezésre állását, hanem legalább ilyen mértékben az illetékes szakemberek szemléletének változását igényli.

I R O D A L O M

- [1] Harmon, R.S. - Schwarz, H.P., Nature, 290, 125-128, 1981.
- [2] Marton L. Hidr. Közl. 26, 180-191, 1982.
- [3] Sigvaldason, G.E. Geothermal Energy, 49-59, UNESCO, 1973.
- [4] Arnason, B. Geothermics, 5, 125-155, 1977.
- [5] Akiti, T.T. IAEA Bulletin, 26, 38, 1984.
- [6] Marton L. Hidr. Közl. 26, 525-533, 1982.

Hydrogeological survey of subsurface waters
by means of isotope analysis.

Lajos Marton - Lajos Mikó

The commonly investigated isotopes are as follows: deuterium, oxygen - 18 stable, tritium and C^{14} radioactive isotopes, which occur in our environment. The observation of these isotopes gives some useful information about the seepage movements of subsurface waters and about subsurface water regime / storage, recuperation /. Research in this topic has begun in North - East part of Hungary.

Sümegei Pál +

A KLTE Ásvány- és Földtani Tanszéke építésföldtani kutatásának egyik fontos vonása, hogy azzal párhuzamosan, az üledékföldtani és öslénytani vizsgálatok alapján paleoökológiai, felszínfejlődési következtetések megállapítására is törekszünk.

Jó példa erre, a durvakerámia ipar termékfejlesztésével kapcsolatos, több alföldi téglagyári agyaggödör részletező vizsgálata és értékelése. A számos külszíni és fúrásos feltárás közül a debrecenit és a hajdúböszörményit választjuk példaként munkamódszerünk és eredményeink szemléltetésére.

Módszertani ismertetés

A mintavétel rétegváltozásonként, illetve 25 cm-ként történt, a finomrétegtani vizsgálatok szabályainak megfelelően.

A szemcseösszetétel meghatározás hidrometrálással és száraz szitálással történt. Az alapadatokat számítógéppel dolgoztuk fel. A karbonáttartalmat kalcimetrálással határoztuk meg.

Az egykori ülepitő közeg energiaviszonyainak jellemzésére kiszámítottuk az INMAN, D.L. 1952; FOLK, R.L., WARD, W.C. 1957. szerzők által megállapított közepes szemcseméretet $/M_z/$, amely az ülepitő közeg mozgási energiájával arányos. Továbbá az osztályozottsági értéket $/G/$, amely megmutatja, hogy az ülepitő közeg energiája mennyi ideig volt változatlan. Valamint a ferdeségi értéket $/S_k/$, amely az átlagos mozgási energiától való eltérést jelzi és a kurtóvizist $/K_G/$, amelynek értéke a mozgási energia fluktuációjával arányos.

Ezen négy paramétert, valamint a $CaCO_3$ tartalmat felhasználva /MOLNÁR B.-GEIGER J. 1981-ben írt cikke nyomán/ cluster-analízist végeztünk el az üledékes környezet változásainak megállapításához.

+
Debrecen Ásvány- és Földtani Tanszék

A cluster-analízist a következőképpen végeztem el. Az öt adat egy adott üledékmintát jellemez. Az ötdimenziós vektortérben tehát, minden mintát egy pont jelöl. A vektorok összessége a leülepedési körülményeket jelzi, ezért, ha két vagy több minta hasonló vagy közel azonos körülmények között rakódik le, akkor a vektortérben a mintákat képviselő pontok is közel kerülnek egymáshoz.

A paraméterek numerikus tulajdonságainak elemzésekor intervallumokba soroltuk a kapott értékeket. Valamennyi mintán elvégezve ezt a műveletet, öt ismeretjegyből álló képlet jellemzi azokat. Ezek azonossága azonos leülepedési körülményekre utal, eltérés esetén a leülepedési környezeteváltozott, vagy az üledék átalakult.

Az üledékes környezet jellemzéséhez, a paleoökológiai kép megrajzolásához használtuk fel az üledékből kinyert Mollusca faunát. Mintánként 6-8 kg anyagból, 0,8 mm ϕ szitán átmosva, a két téglagyár szelvényéből 28.000 db Mollusca egyedet kaptunk.

A faj- és egyedszám megállapítása mellett a különböző ökológiai igény alapján is csoportosítottuk a fajokat. Az 1. csoportba a hidegtűrő, de nedvességkedvelő fajokat soroltuk, a 2. csoportba a hideg- és szárazságtűrő fajokat, míg a 3. csoportba a nagy tűrőképességű fajok kerültek. A csoportok százalékos megoszlása alapján a paleoökológiai kép rekonstruálhatóvá vált.

A debreceni téglagyár szelvénye

Az első réteg a 9,00-8,00 m közötti vörös színű, fosszilis talajréteg. Talajképző tényezők deformálták, torzították az üledéktani paramétereket.

A második réteg 8,00-6,00 m közötti sárgásbarna színű kőzetlisztes agyag. Két zónára osztható. Mindkét zónában az ülepítő közeg energiája közepes, az osztályozottsági érték rossz volt.

A harmadik 6,00-4,00 m közötti rétegnél szürkéssárga kőzetlisztes homok található. A rétegen belül az eolikus üledékképződés kezdetén a mozgási energia megnőtt és gyengén osztályozott löszös homok rakódott le./A zóna/. A mozgási energia csökkenésével homokos lösz képződött /B zóna/. A mozgási energia fluk-

tációja a rétegen belül jelentős volt.

A negyedik réteg 4,00-2,50 m között található. Barnássárga színű durvaközetlisztes finomhomok és finomhomokos durvaközetliszt alkotja váltakozva. Az ülepítő közeg mozgási energiája az előző réteghöz képest lecsökken, de a sebességingadozás mértéke jelentős marad. Az osztályozottsági érték ugrásszerű változásai is az ülepítő közeg sebességingadozásait bizonyítják.

Az ötödik réteg - 2,50-1,25 m között - kiegyenlített energiaviszonyok között lerakódott finomközetlisztes durvaközetliszt. Az osztályozottsági érték és a mozgási energia értéke egyaránt közepes, de a sebességingadozás mértéke csekély volt az üledék képződésekor.

A hatodik réteg - 1,25-0,00 m között - tulajdonképpen az ötödik réteg talajosodott változata, ahol az A zóna a felhalmozódási szint, üledékföldtani paraméterei a talajosodás folyamán torzultak, de nem azonosak a fosszilis talaj paramétereivel, így azt jelzik, hogy eltérő körülmények között képződtek.

A faunát 15 faj 17.530 egyede alkotta. Malakológiaiilag a szelvény 3,50-0,75 m közötti része volt értékelhető.

Az egyes fajok és csoportok dominanciaviszonyaiból a következőket lehetett megállapítani:

- 3,50-2,00 m között a 2. csoportba tartozó *Vallonia tenuilabris* /A.BR./ dominanciája maximumon van /10-12 %/, ez mellett a 3. csoportba tartozó *Pupilla muscorum* /L./ dominanciája kiemelkedően magas /41-62 %/. Mindkét faj dominanciagörbéje erősen hullámzó és lefutásuk ellentétes. Ezen adatok alapján egy hidegszáraz klímaszakas rajzolódik ki, amelyet hideg, csapadékosabb fázisok szakítanak meg.

- 2,00-1,25 m között az 3. csoporthoz sorolt *Perforatella rubiginosa* /A.S./ dominanciája megnő /18-19 %/, míg a *Pupilla muscorum*é magas marad /40-45 %/, de a *Vallonia tenuilabris* dominanciája lecsökken /3-4 %/.

- 1,25-0,75 m között az 1. csoportba tartozó *Succinea oblonga* /DRAP./ /50-51 %/ és *Columella columella* /MART./ /20-23 %/ fajok dominanciája jelentősen megnő. A *Pupilla muscorum* /L./ /18-20 %/ és a *Perforatella rubiginosa* /A.S./ /2-3 %/ fajok

dominanciája pedig jelentősen visszaesik.

Az adatok alapján a 2,00-1,25 m közötti üledék a hideg, száraz és a hideg, csapadékos éghajlat közötti átmenet során képződött, míg az 1,25-0,75 m közötti réteg hideg, csapadékos klímán rakódott le.

A hajdúböszörményi téglagyár szelvénye

7,00-6,00 m közötti első réteg két zónára oszlik. Az A zónában közepes mozgási energiával és rossz osztályozottsági értékkel lerakódott barnássárga finomhomokos durvaközetliszt található. Karbonáttartalma a rátelepülő zónához képest magasabb, de konkrétumokat nem tartalmaz. A B zóna egy vörös színű fosszilis talajréteg, amelynek paraméterei megegyeznek a debreceni szelvényben található fosszilis talajréteg paramétereivel.

A 6,00-4,00 m közötti második réteget egy sárgásbarna színű, jelentős agyagtartalmú finomkőzetlisztes durvaközetliszt alkotja. Az ülepítő közeg mozgási energiája az előző réteghez képest lecsökken és az osztályozottsági érték is romlik.

A harmadik réteg 4,00-1,25 m között található. Az ülepítő közeg mozgási energiája és a sebességingadozás mértéke megnő az előző réteghez képest. Az osztályozottsági érték valamelyest javul, de így is csak a rossz kategóriába sorolható. A 3/B zóna a 3/A zónától kiugró karbonáttartalmával válik el. Ezt a réteget sárgásbarna színű finomhomokos durvaközetliszt alkotja.

A negyedik réteg - 1,25-0,00 m között - tulajdonképpen a 3. réteget alkotó finomhomokos durvaközetliszt talajosodott változata, ahol a 4/A zóna elkülönítését a magas karbonáttartalom indokolja.

A szelvényből 15 faj 12.930 egyede került elő. Malakológiaiilag a 4,75-0,75 m közötti szakasz volt értékelhető. A szárazföldi fajok mellett a vízi fajok közül az Anisus spirorbis /L./ néhány egyede is előkerült az üledékből.

Egyes fajok és csoportok dominanciája alapján három szakasz különíthető el a szelvényben.

Az első szakasz 4,25-4,75 m között található. Rendkívül jelentős *Pupilla muscorum* /L./ dominanciával /69-70 %/ jelle-

mezhető. Itt található az *Anisus spirorbis* /L./ vízi faj öt egyede is. Az első csoportba tartozó *Succinea oblonga* /DRAP./ 16-18 %-os dominanciája kiemelkedő még, valamint a *Vallonia tenuilabris* /A.BR./ is jelen van /8-10 %/. Ezek alapján a réteget képező üledék egy hideg-csapadékos klímán akkumulálódott.

A második szakaszban 4,25-2,50 m között a *Vallonia tenuilabris* /A.BR./ dominanciája 16-18 %-ra nő. A *Pupilla muscorum* /L./ faj dominanciája csökken, de jelentős marad /55-62 %/. A nedvességigényes fajok egyedszáma jelentősen lecsökken ebben a rétegben. Az adatok alapján az üledék hideg, száraz klímán képződött.

A harmadik szakaszban 2,50-0,75 m között a *Vallonia tenuilabris* /A.BR./ faj dominanciája 10 % alá csökken, míg a hidegtűrő, de nedvességigényes fajok dominanciája, mint a *Vertigo parcedentata* /A.BR./ 17-25 %-ra, a *Succinea oblonga* /DRAP./ 15-22 %-ra, a *Columella edentula* /DRAP./ 5-6 %-ra nő. Ebben a rétegben található üledék tehát hűvös, csapadékos klímán képződött.

Összefoglalás

A hajdúsági szelvényeknél egy jól követhető - enyhe, csapadékos klímán képződött - vörös színű fosszilis talaj volt kimutatható.

A fosszilis talaj fedője már hűvös-hideg, de csapadékos klímán képződött üledék. Majd a klíma szárazabbá válásával megindul az eolikus üledékképződés és löszös homokot, homokos löszet akkumulál a területen.

A szárazabb klímaperiódust egy többszöri éghajlati változással jellemezhető szakasz követi. A csapadékosabb szakaszokban lösz képződött, míg a szárazabb szakaszokban homokos lösz rakódott le.

A rétegsor zárótagjaként - területenként eltérő vastagságú - lösz akkumulálódott. A Mollusca fauna alapján a lösz lerakódása csapadékosabb klímán történt. Ezzel magyarázható a lösz jelentős agyag- és finomkőzetliszt tartalma.

Az üledéksor képződésének ideje a felső pleisztocén végé-

re tehető. A holocénban a felszínen lévő képződmények talajosoítak.

A fenti elemzés a gazdaságföldtani elbíráláshoz is segítséget nyújtott.

A hajdúböszörményi téglagyár jövőbeli fejlesztése az indokoltabb. A debreceni téglagyárban művelt üledékösszlethez képest, nagyobb vastagságú és homogénabb kifejlődésű nyersanyag áll a rendelkezésre itt. A fosszilis talajszint lefejtethető, amely javítja a téglagyári nyersanyag szemcseösszetételét.

IRODALOM

1. FERENCZI I. /1948/: Hajdúböszörmény környékének földtani felépítése. Földt. Int. Évi Jel. 1939-1940-ről. pp. 99-104.
2. FOLK, R.L.-WARD, W.C. /1957/: Brazos River Bor: Study in the Significance of Grain Size Parameters. Journ. Sed. Petrology 27. pp. 3-27.
3. INMAN, D.L. /1952/: Measures for Describing the Size Distribution of Sediments. Journ. Sed. Petrology 22. pp. 125-245.
4. KROLOPP E. /1973/: Quarternary malacology in Hungary. Földr. Közl. 21. 2. pp. 161-171.
5. KROLOPP E. /1983/: A magyarországi pleisztocén képződmények malakológiai tagolása. Kandidátusi disszertáció. p. 160. Budapest.
6. MOLNÁR B.-GEIGER J. /1981/: Homogénnek látszó rétegsorok tagolási lehetősége szedimentológiai, őslénytani és matematikai módszerek kombinált alkalmazásával. Földt. Közl. 111. pp. 228-257.
7. RÓNAI A.-MOLDVAY L. /1966/: Magyarország földtani térképe 200.000-es sorozat. Debrecen. Földt. Int. kiadv.

Geological exploration for brick works borrow areas in Hajduság region, Hungary.

Pál Sümegei

In the frame of sediment geological exploration of brick works borrow sites of Hajduság, Hungary, the conditions under which sediments had accumulated were investigated. Routine material testing and analysis of some entrapped remains of ancient organismus / mollusca / were used as a tool. The geological profile showed variable climatic conditions. During dry periods, Aeolian soils were predominant, during rainfull periods the amount of fine particles / clay, silt / increased. On the basis of investigation of mollusca appereance it was councluded that the upper part of loess soils was deposited during rainfull periods, when the fine particles content of soil became significant.

A KLTE ÁSVÁNY- ÉS FÖLDTANI TANSZÉKE ÉPÍTÉS-
FÖLDTANNAL KAPCSOLATOS KUTATÓMUNKÁJA

Szőőr Gyula⁺

A debreceni Mérnökgeológiai Szeminárium előkészítése során tanszékünk azt a megtisztelő feladatot kapta, hogy működjön közre a rendezvény szervezésében, valamint ismertesse az építésföldtannal kapcsolatos tevékenységét és kutatásait.

Az általános tájékoztatáson kívül fontosnak tartjuk előadásunk írásos formában történő megjelenését a következők miatt.

- Demonstrálni szeretnénk kutatómunkánk jelentőségét közvetlen régióinkban.
- Felhívjuk a figyelmet az építésföldtan szerteágazó kapcsolatrendszerére, interdiszciplináris jellegére.
- Tevékenységünk széleskörű ismertetésével reméljük partnerkapcsolataink bővítését, új kutatási együttműködések kialakítását.

1. Szoros értelemben vett építésföldtani kutatások

Tanszékünk 1983. évtől folyamatosan végzi a Szeged város építésföldtani program (KFH) keretében üledékföldtani kutatását. A munka több M=1:10 000 és 1:25 000 méretarányú térképlap szerkesztéséhez és összefoglaló tudományos értekezéshez [1] adott hasznos segítséget. Közel 200 fm sekély mélységű fúrás mintanyagának granulometriai, ásványösszetételi (mikromineralógia, nehéz-könnyű és elektromágneses szeparáció, termóanalízis és infravörös spektroszkópia), geokémia (pH, szulfát- és karbonát-tartalom), valamint malakológiai és palinológiai vizsgálatát és értékelését végeztük el.

Jelentéseinken kívül [2], [3], [4] a terület felszínfejlődésé-

⁺tanszékvezető egyetemi docens, 4010 Debrecen, Pf: 4.

vel kapcsolatos szakcikkünk megjelenésre vár [5], valamint a terület szulfátszennyezésének részletes, több hatótényezőre kiterjedő értékelését tervezzük (Kaszab I. és Barta I.), az újonnan feltárt mintaanyag vizsgálatát és értékelését folyamatosan végezzük.

2. Geotechnikai, talajmechanikai kutatások

Munkaterületünk Hajdú-Bihar és Szabolcs-Szatmár megye. Közel húsz éve, a Közúti Építő Vállalatok és Igazgatóság, AGROBER, Vízügyi Igazgatóság és DATE megbízása alapján több száz, változó terjedelmű és igényű szakvéleményt készítettünk.

A feladatok közé tartoznak:

- a megyék úthálózatának fejlesztését és rekonstrukcióit célzó, a kiviteli tervekhez csatolt komplex talajmechanikai szakvélemények.
- Optimális anyagnyerő helyek kijelölése.
- Épülő és elkészült földművek tömörségének és állékonyságának ellenőrzése.
- Vízvezetési és meliorációs problémák.

A nagyszámú adat számítógépes feldolgozásával sikerült igen jól használható kapcsolatot megállapítani a talajmechanikai és termoanalitikai paraméterek közt [6]. A módszert hasznosan alkalmaztuk gátépítmények állékonyságának gyors megállapítására [7], [8].

Földcsuszamlások, lejtőmozgások, valamint szikespuszták jellegzetes ásványparageneziseit jellemeztük összetett műszeres analitikai vizsgálatokkal [9], [10].

3. Kapcsolat az Alföld komplex földtani térképezéséhez

A Magyar Állami Földtani Intézet megbízása alapján került sor az Alföld ÉK-i részét több irányban harántoló 30 m-es mélységű fúrásokban előforduló pélyites, finomfrakcióban dúsabb rétegek részletes ásványtani és geokémiai vizsgálatára [11], [12]. Vizsgálataink alapján részletesen jellemeztük az üledékek agyag-

ásvány-, karbonát ásvány, fő- és nyomelem összetételét, jellegzetes ásvány és kemofációs típusokat különböztettünk meg. Ezen rétegek pontos ismerete az építésföldtani gyakorlat szempontjából fontos, különös tekintettel az alapozási, sekélymélységű vízbeszerzési és hulladék tárolási vonatkozások kapcsolatában.

4. Építőanyagokkal kapcsolatos kutatások

Az Építésügyi Minőségellenőrző Intézet debreceni és miskolci állomása, valamint az Alföldi Téglaiipari Vállalat partnerkapcsolatok révén a következő témákban folytattunk eredményes munkát.

- Az építészeti gyakorlatban alkalmazott anyagok és szerkezetek károsodási okainak felderítését végeztük el, különös tekintettel a korróziós károsodások oknyomozó kutatására. Tipizáltuk a szilikátásványok káros elváltozásait a betonszerkezetekben, valamint a felületi sókivirágzásokat a durvakeramiai termékeken. Javaslatokat tettünk a károsodások megszüntetésére és megelőzésére. Új termoanalitikai minősítő módszereket dolgoztunk ki.
- A hazai sav- és hőálló, nagyszilárdságú burkolati felületek esztétikumát kielégítő klinkertégla masszakeverékét helyi anyagok felhasználásával dolgoztuk ki. Mineralizátorok alkalmazásával csökkentettük az égetési hőmérsékletet. Az új termékfajta kísérleti gyártása megtörtént. Terepi és laboratóriumi munkánk kiterjedt a téglagyári anyagnyerőhelyek részletes építésföldtani vizsgálatára is.

A kutatási jelentéseken kívül a témakörökből szakkikkeket is közöltünk [13], [14], [15].

Jelen kötetben közli Sümegi Pál munkatársunk az alföldi téglagyári anyagnyerőkről írt tanulmányát, amely szemlélteti, hogy a vizsgálati eredmények több szempontú kiértékelésére törekszünk.

Külön említjük meg a vulkáni képződményekkel kapcsolatos építőanyag kutatásunkat. A kőzetföldtani, vulkanomorfológiai, kőzetmechanikai, bányászati hasznosítással kapcsolatos tanulmá-

nyaink nagy része a SZIKKTI Betonosztályának munkatársaival társszerzésben jelent meg [16], [17], [18]. A BME Ásvány- és Földtani Tanszékének munkatársaival kiszélesített sajátkezdeményezésű partnerkapcsolat eredménye, hogy a két egyetemi tanszék és kutatóintézeti osztály évenként tart építésföldtani szemináriumot /Debrecen, 1985; Budapest, 1986/, amelyeken a legújabb eredményeink ismertetésére és megbeszélésre kerül sor.

Az együttműködés több éve kiterjed a tanszéki diákköri munka patronálására is, amely elősegítette, hogy több Országos Diákköri Konferencián eredményesen szerepeltek hallgatóink építésföldtani előadásaikkal.

5. Környezetvédelem

Mind Szeged város építésföldtani térképezésével, mind az építőanyagok minőségellenőrzésével kapcsolatban a környezeti károsodási folyamatok értelmezése és az ezzel kapcsolatos védekezés kidolgozása részfeladatként jelentkezett kutatómunkánkban.

Kifejezetten környezetvédelmi indítékkal kaptuk a Közúti Igazgatóságok Koordinációs Központja megbízását, hogy a Nyíregyházi Közúti Igazgatósággal közösen vizsgáljuk meg a téli szórósó csökkentésének lehetőségét.

Laboratóriumi és munkahelyi kísérletekkel kidolgoztunk egy ásványianyag-szórósó alternatív keveréksorozatot és annak tárolási és üzemeltetési technológiáját, így évente, országos viszonylatban 110 000 tonna kiszórt nátrium-klorid (30 millió Ft/év) takarítható meg [19]. Újításunkat szolgálati tanálmányműként bejelentettük.

Az új környezetkímélő eljárás részben az eddig használatos környezetre ártalmas összetapadásgátló /sárga vérlúgsó/ teljes kiváltását, részben az ásvány- és építőanyagbányászati termékek puffer-anyagként történő alkalmazásával, a nátrium-klorid lényeges csökkentését eredményezi. Az eljárást 1986-87. évek telén. négy Közúti Igazgatóság fogja alkalmazni.

Irodalom

- [1] Kaszab I., 1985: Építésföldtani összefüggések Szeged és környéke felszínközeli üledékeiben.- Kandidátusi értekezés, Szeged
- [2] Nagyszék M=1:25 000-es térképlap fúrási anyagának földtani vizsgálata.- Témavezetők: Kozák M. és Szöör Gy., MÁFI Területi Szolgálat, Szeged, 1983
- [3] Újszeged M=1:10 000-es térképlap fúrási anyagának földtani vizsgálata.- Témavezetők: Barta I. és Szöör Gy., MÁFI Területi Szolgálat, Szeged, 1984
- [4] Kiskundorozsma, Tápé, Móraváros, Újszeged térképlap fúrási anyagának földtani vizsgálata.- Témavezető: Barta I., MÁFI Területi Szolgálat, Szeged, 1985
- [5] Szöör Gy., Sümegi P. és Félegyházi E., 1986: Szeged környéki sekélymélységű fúrások anyagának üledékföldtani, öslénytani vizsgálata, fáciestani és paleoökológiai elemzése.- Acta Geographica, Meteorologica et Geologica Debrecina (megjelenés alatt)
- [6] Szöör Gy. and E.Pittlik, 1976: Thermoanalytical examination of typical soils in the Transbiscian region for geotechnical applications.- Proc. 5th Conf. on Soil Mech, and Found. Eng. , Budapest, pp. 201-210.
- [7] Szöör Gy. 1978: Talajok derivatográfiai vizsgálata talajmechanikai, építésföldtani felhasználásra,- Földtani Közlöny. 108. 4. pp. 577-581.
- [8] Szöör Gy., 1982: Derivatographic examination of soils mechanical and construction - geological applications. - Proc. 4th Internat. Cong. of IAEG, India, New-Delhi. 3. pp. 213-219.
- [9] Borsy Z.-Szöör Gy., 1981: A Tétel-halom és dunaföldvári földcsuszamlások vörösgyagjainak összehasonlító termoanalitikai és infravörös spektroszkópiás elemzése.- Acta

Geographica, Meteorologica et Geologica Debrecina.
XVIII-XIX. pp. 167-183.

- [10] Szöör Gy., Rakonczai J. és Dövényi Z., 1978: A szabadkígyósi puszta talajainak vizsgálata derivatográfiai és infravörös spektroszkópiás módszerekkel.- Alföldi Tanulmányok. II. pp. 75-99.
- [11] Szöör Gy. és Barta I., 1983: A Hajdúdorog-Tiborszállás szelvény fúrásmintáinak összehasonlító geokémiai vizsgálata.- MÁFI Adattár, Budapest
- [12] Szöör Gy. és Barta I., 1985: A Zemplénagárd-Zalkod és Zemplénagárd-Nyírábrány szelvény fúrásmintáinak összehasonlító geokémiai és ásványtani vizsgálata.- MÁFI Adattár, Budapest
- [13] Szöör Gy., Báthory S., 1980: Termoanalízis alkalmazása az építésügyi minőségellenőrzésben.- Építés-Minőség. 5. pp. 12-18.
- [14] Szöör Gy., Balázs É., Bohátka S., 1984: Agyagásványok, karbonátok, szulfátok együttes meghatározása összetett termoanalitikai módszerekkel.- Építőanyag. 9. pp. 274-277.
- [15] Szöör Gy., Balázs É., Báthory S., 1984: A termoanalízis gyakorlati alkalmazása és jelentősége az építőipari minőségellenőrzés néhány területén.- Építés-Minőség. 5. pp. 19-29.
- [16] Kozák M., Puskásné Hőgyes I., Rózsa P., 1980: A Tokaji-Nagyhegy közeteinek genetikai és közettani vizsgálata.- Építőanyag. pp. 444-449.
- [17] Kausay T., 1980: A szobi dacit közetértékelése.- Építőanyag. pp. 352-359.
- [18] Papp L., Puskásné Hőgyes I., Rózsa P., 1985: Sárospatak környéki andezittestek kőbányászati hasznosításának lehetőségei.- Építőanyag. pp. 70-73.
- [19] Szöör Gy., Molnár Gy., 1986: A téli forgalombiztosítás javítása a nátrium-klorid gazdaságos felhasználásával, részbeni kiváltásával.- UTINFORM Adattára, Budapest

Engineering geological research activity at Mineralogy and Geology Department, Kossuth Lajos University, Debrecen, Hungary.

Gyula Szöőr

Several engineering geological problems for preliminary and construction designs were solved by Mineralogy and Geology Department, KLTE, for the region situated East of the Tisza river. The Department contributed to Engineering Geological Mapping carrying out some sediment geological analyses in particular for the area of Szeged. Prominent activity was developed in connection of floodwater dikes. Results of some short term thermoanalytical test were found to be applicable for the characterisation of stability conditions of dikes.

LEJTŐCSÚSZÁSOK TÚLKONSZOLIDÁLT AGYAGOKBAN[✱]

II. rész

(A földcsuszamlásokkal kapcsolatos geotechnikai-talajmechanikai tudnivalók és tennivalók)

Mihail E. Popescu [†]

1. A földcsuszamlások tanulmányozásához alkalmas talajtulajdonságok

A földcsúszások mechanizmusának megértéséhez szükség van a mozgás által érintett anyagok pontos leírására és - az ilyen szempontból lényeges - tulajdonságaik mennyiségi meghatározására is.

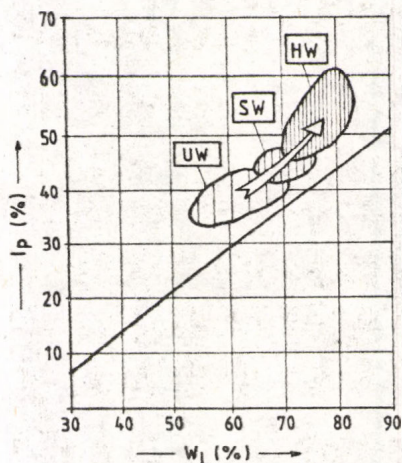
A túlkonszolidált agyagok műszaki jelentősége igen nagy a legtöbb államban, ahol nagyobb területeken fordulnak elő idősebb korú üledékek. Az ilyen agyagokat más üledékek, vagy a jég súlya egyszer már összenyomta, majd jelentős torzulásokat szenvedtek a felemelkedés és lepusztulás folyamata közben, ezért töredezettek és egykori csúszások nyomait is őrzik.

A túlkonszolidált agyagok plaszticitása tág határok között változik, elsősorban a bennük levő agyagásványok mennyiségétől és minőségétől függően. Folyási határuk az 50 %-nál valamivel kevesebb és a 100 %-ot jóval meghaladó értékek között lehet, a Casagrande-féle ábrázolásban a rájuk jellemző pont magasan az A-vonal fölött helyezkedik el.

[†] a bukaresti építőmérnöki intézet tanára

[✱] "Landslides in Overconsolidated Clays as Encountered in Eastern Europe". State - of - the - Art Lecture; 4th Int. Symp. on Landslides, Toronto, 1984.
Ez a közlemény az előadás kissé (a szerző hozzájárulásával) - értelemszerűen - rövidített szövegváltozatának második fele. Az előadás első felét egy előző közlemény ismertette. (Fordította és a publikációt gondozta: Dr. Varga László, KTMF, Győr).

Constantinescu és társai (1979) egy pannon agyaggal fedett terület csúszásának tanulmányozása kapcsán mutattak példát a mállásnak az agyakok plaszticitását befolyásoló hatására. Az ásványtani vizsgálatok alapján az agyagot három csoportra bontották (1. ábra): nem-mállott (UW), kissé mállott (SW) és erősen mállott (HW). Az agyakok mállása ugyanis szétrombolja a keletkezésük idején kialakult kötéseket és ezért egyike a legfőbb folyamatoknak, amelyek a csúszásra való hajlamosságot kialakítják. A másik ilyen tényező a talajok feszültségi eseménysora.



1. ábra

Előterheltségük miatt a túlkonzolidált agyakokban jelentős vízszintes túlnyomások maradtak vissza és ezek csak a progresszív törések által oldódnak ki. Ezért nem kielégítő a jelenlegi gyakorlat, amely csak a "normálisan konzolidált" és az "előterhelt" talajokat különbözteti meg a korábban rajtuk volt nyomások alapján (Hamandjiew; 1977). Ez ugyanis csak az alakváltozási feladatok esetében lehet használható, de nem nyújt tájékoztatást az üledék természetes feszültségi állapotáról. Ha a konszolidációs állapotot, vagy az in-situ feszültségi állapotot kell megbecsülni, akkor ehhez csak a K_0 nyugalmi nyomási tényező lehet támpont.

Az in-situ feszültségállapotnak a lejtős talajtömegekre - ide értve a bevágásokat sőt töltéseket is - gyakorolt befolyása nem volt széles körben ismert a véges elemek módszerének térhódítása előtt. A természetes lejtők egyensúlyi állapota is a létező feszültségek függvényének tekintendő (Chowdhury; 1978). Így hát a természetes lejtők és a rézsűk számszerű vizsgálatához szükséges alapvető mennyiségek egyike a K_0 együttható.

Wenkow (1979) leír egy módszert a K_0 laboratóriumi meghatározására. Henger alakú zavartalan talajmintákat vizsgáltak egy készülékben, amely 10-12 félgűrűből állott, ezek belső átmérője 20 cm, magasságuk 2,5 - 2,5 cm volt. E félgűrűket olyan kötőelemekkel kapcsolták egymáshoz, amelyekben feszültségérzékelők voltak. A készülékkel mérhető volt a nyugalmi nyomás a minta egész hosszán, ha a talaj tulajdonságaiban valamilyen változás állott be. Az irodalomban sok más laboratóriumi módszerre található javaslat. Mégis hangsúlyozni kell, hogy a laboratóriumi minták feszültségi körülményei miatt még ma sincs kielégítően megoldva a "zavartalan" mintákon való K_0 mérés. Az oldalnyomás in-situ mérése viszont lehetséges nyomásmérő cellákkal, hidraulikus törési vagy feszültségmérési vizsgálótokkal. A hidraulikus törési módszer sem alkalmazható viszont a $K_0 > 1$ talajokban, mivel ilyenkor vízszintes törés alakul ki és a mérés eredménye a takarási nyomás lesz. Az ilyen talajok esetében az önfúró pressziométerek ajánlhatók, ámbar e téren elég sok részletkérdést kell még tisztázni, mielőtt a módszer széles körben rutinvizsgálattá válhat.

Ilyen körülmények között különböző tapasztalati és félig-tapasztalati megközelítéseket javasolnak K_0 meghatározására a plasztikus index és a túlkonzolidáltsági viszonzyszám függvényében (Popescu; 1981).

A túlkonzolidált agyagokban, agyagpalákban bekövetkezett földcsuszamlások számos vizsgálata azt mutatta, hogy a csúszólapon érvényesülő átlagos nyírófeszültség jelentősen kisebb, mint a laboratóriumi vizsgálatok során mérhető nyírószilárdság-csúcs. Legelőször Skempton (1964) ismerte föl, hogy milyen jelentősége van a lejtőállékonysági vizsgálatokban a reziduális nyírószilárdságnak. Rankine-re emlékező előadásában javasolta az R reziduális tényező bevezetését annak jelölésére, hogy valamely csúszólap hányad részén esett már vissza az ellenállás a reziduális értékre. Eszerint

$$R = \frac{S_p - S}{S_p - S_r}$$

illetve innen

$$S = R \cdot S_r + (1 - R) S_p$$

ahol S a törést okozó átlagos nyírófeszültség, S_p és S_r pedig a csúcs-, és a maradék-nyírószilárdság. Bros (1980) például $R = 0,91$ értéket talált egy vasúti bevágás által okozott csúszásnál, amely repedezett, túlkonzolidált harmadkori agyagban következett be. A csúcs-, és a maradékszilárdság közötti különbség nő az agyagtartalommal és az előterheltség mértékével. Skempton (1964) mutatott rá, hogy a reziduális szilárdság csökken az agyagtartalom növekedésével, és hogy egy adott hatékony feszültség esetében a maradék szilárdság gyakorlatilag független a megelőző feszültségállapotoktól. Egyébként a maradék szilárdság nagyságát nem csak az agyagszemcsék mennyisége határozza meg, hanem az agyagásvány típusa is. Voight (1973) vizsgálatai kimutatták, hogy határozott statisztikai összefüggés van a maradék-szilárdsághoz tartozó ϕ' súrlódási szög és az I_p plasztikus index között: I_p növekedésével ϕ' csökken; I_p egyaránt tükrözi az agyag mennyiségének és minőségének hatását is.

A reziduális nyírószilárdságot általában ismételt (felcserélt irányú) dobozos nyírással, vagy kör-nyírógéppel, vagy különleges triaxiális nyírással mérik. Fleischer és Scheffler (1979) kétféle körgyűrűs nyírógépet fejlesztettek ki, amelyben a minta korlátlan mértékben elmozdulhat, a nyírás sebessége változtatható, csakúgy, mint a vizsgált talajminta magassága. A szokványos körülmények között 16 mm magas, zavartalan minták elnyírására szolgáló készülék különösen alkalmas rutin vizsgálatokra, de felhasználható akár 2 mm vastag zavart anyaggal való kísérletekre is.

A túlkonzolidált, repedezett agyagból nagyon gondosan kell venni a mintákat, hogy elkerüljék annak megzavarását és hogy a minta kielégítő méretű legyen a repedezettségéhez képest. De még így is, a leggondosabb laboratóriumi vizsgálatok eredményei is jelentősen különböznek a helyszínen mért hasonló mennyiségektől. Georgescu és Stanculescu (1977) nagyméretű helyszíni vizsgálatokat végeztek egy túlkonzolidált vörös agyagban, amelyből 80 x 80 cm alapterületű tömböket faragtak ki.

egy táró belsejében. Sajnos a körülmények csak 10 cm vízszintes elmozdulást engedtek meg, így a valódi reziduális szilárdság nem volt megállapítható.

A legtöbb túlkonzolidált agyag közös jellegzetessége a makroszkópos szerkezetük, amely rögtön elének tárul, ha pl. egy ilyen agyagrögöt elejtünk. Ekkor az kis poliéderes darabkákra törik szét, amelyek oldalai egyaránt lehetnek fényesek vagy matt felületűek. Az ilyesféle szerkezet legfőbb következménye a közet nyírószilárdságának fokozatos csökkenése, ami különösen a bevágásokban tapasztalható (Popescu; 1980).

A laboratóriumi és a helyszíni vizsgálatok egyaránt azt mutatják, hogy a túlkonzolidált agyagok expandálnak a nyíró feszültségek hatására (Stanculescu és tsai; 1980). Ez a hézagterfogatnövekedés a víztartalom növekedésével járhat együtt. Így a felszín alatti megcsúszást okozó nyírófeszültségek hatására növekvő térfogatú talajtömeg vizet szívhat magába és ez magyarázza a talajvíz szintjének csökkenését a csúszás közben ill. után.

A túlkonzolidált agyagok többségében található folytonossági hiányok: repedések, törésvonalak. Ezeknek többféle eredete is lehet: zsugorodás, korábbi földmozgások, a fedőréteg lepusztulása miatti tágulás, vagy akár szinerézis-jellegű kolloidális jelenségek is. Sok túlkonzolidált, de térfogatváltozásra hajlamos agyagban fellelhető a függőleges helyzetű elválási felületek hálózata - amelyet a zsugorodás okozott - és olyan ferde repedezések is, amelyet a váltakozó zsugorodás és duzzadás vált ki (Popescu; 1978). A talajtömegek viselkedését - különösen éppen a nyírással összefüggésben - nagyban befolyásolják ezek a folytonossági hiányok és még jelenleg sincs olyan általános érvényű módszer, amellyel előre meg lehetne állapítani a nagy, repedezett agyagtömegek valamilyen átlagos szilárdságát. Úgy vélik, hogy a törési vonalak, a repedések - a kiváltó okuktól függetlenül - a feszültségek halmozódási helyei és így a talajtömegek progresszív törésének kezdő pontjai lehetnek. (Foerster, Gehrisch; 1976)

Skempton és La Rochelle (1965) szerint a túlkonzolidált agyagok repedezettsége különbözőképpen befolyásolhatja a nyíró-

szilárdságukat:

- a nyílt repedések a csúszólap olyan részét alkotják, ahol nincs mozgósítható nyírási ellenállás;
- a nyílt repedések a csúszólapnak olyan részei lehetnek, ahol csak a reziduális szilárdság érvényesülhet;
- a repedések (akár nyitottak, akár zártak) hatással vannak a lejtős talajtömeg feszültségállapotára és növelik a progresszív törésre való hajlandóságot.

Átgyúrt állapotba kerülve a makro-szerkezetű agyagok gyakorlatilag vízzárók. A természetes helyzetükben azonban a repedéshálózatban szivároghat a víz és ez kedvezőtlen a lejtő stabilitása szempontjából (hidrosztatikus nyomások a repedésekben; megnő a nedves térfogatsúly és - a felületek nedvesítése folytán - csökken a lehetséges belső ellenállás).

2. A nyírószilárdság mozgósítási folyamata és a lejtőállókonyosság vizsgálatának kérdései

Sok bizonyíték van rá, hogy a földcsuszamlások nem hirtelen következnek be. Csaknem mindig megelőzi őket egy lassú mozgási folyamat, amelynek tartalma a "néhány nap" és a "sok év" között tág határok között változhat. Ezek a mozgások a földcsuszamlás előtt felgyorsulnak, olykor pedig a csuszamlás bekövetkezése után is folytatódnak. A csúszás megindulását és lezajlását több tényező is erősen befolyásolja, pl. a geológiai adottságok, a húzási repedések, az egyenlőtlen feszültség- és alakváltozás eloszlás és a közeg nem-lineáris ("lágyló") tulajdonsága.

A csúszás gyorsulása, sebessége és a teljes elmozdulás mértéke a kiegyensúlyozatlan erők nagyságától függ. Minél nagyobb a különbség a csúcshőszilárdság és reziduális szilárdság között, annál nagyobb lesz a sebesség és az elmozdulás. Emeljanova (1968) körcsúszólapos sík alakváltozási állapot esetére vezette le a csúszás legnagyobb sebességének képletét. Szerinte:

$$v_{\max} = \frac{S_p - S_r}{W} \cdot L \sqrt{g \cdot R}$$

ahol S_p és S_r a csúcs, ill. reziduális nyírószilárdság a csúszólap mentén, W a csúszó test súlya, L a csúszólap hossza, g a nehézségi gyorsulás, és R a körcsúszólap sugara.

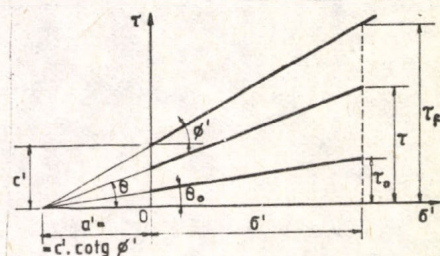
Sok rézsű végez kúszás-jellegű, észrevehetetlenül lassú mozgást. A kúszást általában úgy értelmezik, mint a lejtős felszínű tömegek csúszólap kialakulása nélküli mozgását. Ezen belül különbséget kell tenni az időszakosan jelentkező "felszíni" és a folyamatosan zajló "mély" kúszás között. A folyamatos kúszás az, amely - az általaj feszültségállapotából következően - nagy mértékben függ a lejtő anyagának reológiai tulajdonságaitól. Ez a mozgás viszonylag kis nyírófeszültségek hatására következik be és hosszú időn át tarthat anélkül, hogy csúszási törésbe váltana át.

A kúszási folyamatot különféle reológiai jellegű képletekkel szokták leírni (Vyalov és tsai, 1972; Meschyan, Badalyon, 1976; Németh 1980; Tsyrovich, Ter-Martirosyan, 1981). Egy következő "mennyiségi" megközelítést javasolt Ter-Stapanian (1974, 1979), aki a kúszási zónát, valamint a kúszás ütemét vizsgálta természetes lejtőkön, sík és körcsúszólap mentén. Eljárásaj röviden a következő:

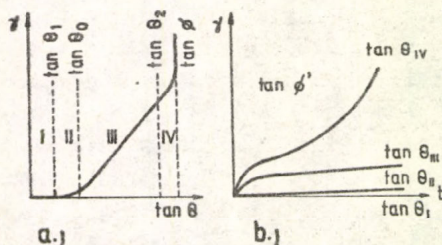
A lejtős felszínű tömeg összetett feszültségi állapota következtében kialakul a csúsztató feszültségek koncentrációs zónája. E tartományban kúszás kezdődik a Bingham-képlet szerinti sebességgel. Mivel a σ normál és a τ csúsztató feszültségek eloszlása nem egyenletes, a potenciális csúszólap feszültségállapota jobban kifejezhető a tan θ mobilizált nyírószilárdsággal, amely kevésbé változékony mint az egyes összetevői külön-külön. Eszerint (2. ábra):

$$\tan \theta = \frac{\tau}{c' \cdot \cotg \vartheta' + (\sigma - u)}$$

2. ábra



A kúszási zónát a $\tan \theta_0 = \text{konst}$ vonallal lehet lehatárolni, amely az a kúszóbérték, amely alatt már nem fordul elő deformáció (3/a ábra):



3. ábra

$$\tan \theta_0 = \frac{\tau_0}{c' \cdot \cotg \phi' + (\sigma' - u)}$$

Az ábrán látható reológiai görbe a mobilizált nyírési ellenállás és az alakváltozás üteme közötti kapcsolatot szemlélteti. Eszerint a talaj a következő fázisok valamelyikében lehet:

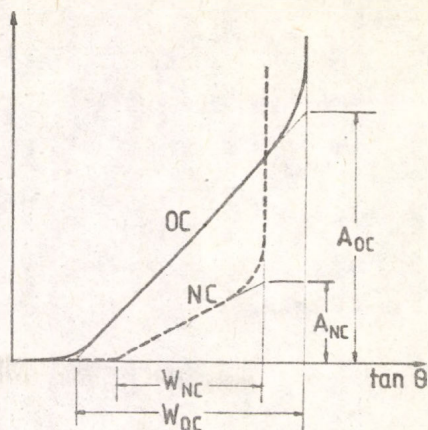
merev állapotban ha	$\tan \theta < \tan \phi_0$
kúszási "	$\tan \phi_0 < \tan \theta < \tan \phi'$
plasztikus "	$\tan \theta = \tan \phi'$

A kis és közepes mobilizálódás szintjén a kúszás üteme fokozatosan csillapodó, a nagyobb kihasználtság tartományában viszont gyorsuló és a folyamat idővel a plasztikus állapotba megy át. Ez utóbbi egy újabb, $\tan \theta_2$ kúszóbértékekkel jellemezhető. Így - a 3/b ábrán látható módon - a következő kúszási lehetőségek különböztethetők meg:

- évszázadokig tartó egyenletesen lassú kúszás, ha $\tan \theta_1 < \tan \theta < \tan \theta_0$
- csillapodó kúszás, ha $\tan \theta_0 < \tan \theta < \tan \theta_2$
- gyorsuló kúszás, ha $\tan \theta_2 < \tan \theta < \tan \phi'$.

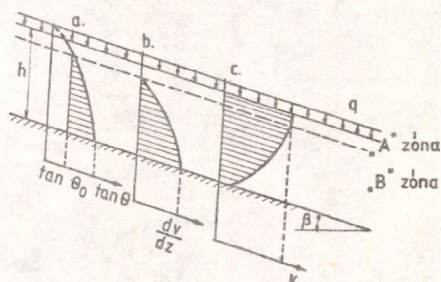
A 3/a ábrán már látott reológiai görbét két alapvető adattal lehet jellemezni: az igénybevételi tartomány W kiterjedésével és az A kúszási elmozdulással (Ter-Stepanian; 1980).

E mennyiségek a 4. ábrán szemléltethetők, ahol az is jól látható, hogy - a normálisan konszolidált (NC) agyagokhoz hasonlítva - mindkettő nagyobb a túlkonszolidált (OC) agyagok esetében.



4. ábra

Valamely lejtő, rézsű anyagának különböző pontjaiban különböző lehet a nyírószilárdság mobilizáltságának mértéke. Emiatt kialakulhatnak benne gyorsuló, lassuló és "évszázados" kúszási zónák. Egy lejtős felszínű féltér esetében az azonos mobilizáltságú pontokat összekötő vonalak a térszínnel párhuzamosak. Minthogy $\tan \theta$ lefelé haladva növekszik, egy bizonyos mélységben eléri a $\tan \theta_0$ kúszási határértéket. (5. ábra a-részlete).



5. ábra

Az ezen mélység fölötti talajtömeg (az "A" jelű zónában) "me-rev" alakváltozási állapotban van, alatta viszont a "B" zóna már kúszási alakváltozást végez. A $\tan \theta - \tan \theta_0$ különbség fokozatosan nő a mélységgel, ezért a kúszási sebesség $\frac{dv}{dz}$

fajlagos növekménye az ilyen mozgásban lévő talajtömeg alsó határfelületén lesz a legnagyobb (5/b ábra). Valamely tetszőlegesen kiválasztott függőleges vonal deformációja tehát az 5/c ábra-részlet szerinti görbével jellemezhető a kúszási zónában, és csak a merev "A" zónában lesz - a legnagyobb sebességek helyén - $v = \text{konstans}$. Ez a feladat matematikailag is meg van oldva. (Ter-Stepanian; 1974)

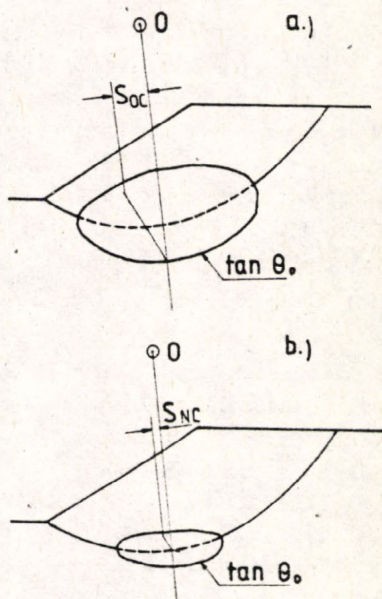
A viszonylag rövid rézsűkön megfigyelt körcsúszólapok esetében kimutathatók a nyírófeszültségek erős koncentrállódásának tartományai, amelyeket a 6. ábrán látható $\tan \theta_0$ vonalak határolnak. A mélységbeli kúszás e tartományok belsejében kezdődik meg, míg a többi talajtömeg még merev állapotban van. E zónákon belül teljes egészében mobilizált állapotú kisebb "szigetek" is előfordulnak.

A mobilizált nyírószilárdságnak csúcsértékről a reziduális értékre való visszaesése folytán a nyírófeszültségek eloszlása átrendeződik és a plasztikus "szigetek" terjeszkednek.

A 6. ábra két egyforma geometriájú rézsűn túlkonzolidált, illetve normálisan konszolidált agyagok esetében mutatja a kúszási zóna helyét, kiterjedését, valamint a teljes törést megelőző kúszási elmozdulás mértékét. Mint a 4. ábrán láttuk

$W_{0c} > W_{NC}$ és $A_{0c} > A_{NC}$, így hát a kúszási zóna és a kú-

szás mértéke is nagyobb a túlkonzolidált agyagokban. Ebből következik, hogy a földcsuszamlást megelőző mozgások a túlkonzolidált agyagok esetében már igen korai fázisban észlelhetők.



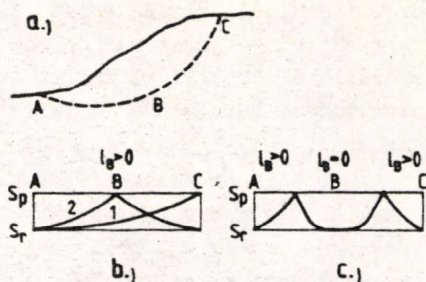
6. ábra

A progresszív törés - mint a túlkonzolidált agyagok jellegzetes csúszási mechanizmusa - az egész mozgó tömeg egyes részcsovéinek fokozatos elnyíródását jelenti, a folyamat térben terjeszkedik és kifejlődéséhez időre van szükség.

Sokan hangsúlyozzák az ilyen csúszás típus kiemelt jelentőségét és megértéséhez különböző megközelítési lehetőségeket javasoltak. Skempton az 1964 évi eredeti közleményében érdekes korrelációt mutatott ki a reziduális tényező és a lejtő megcsúszásához szükséges idő között. Egy későbbi (1977) munkájában viszont azt közli, hogy a londoni agyagba mélyített bevágás rézsűjének késői megcsúszása a pórúsvíznyomás egyensúlyi helyzetének igen lassú ütemű visszaállításából következett - noha az agyag repedezett szerkezetű volt. Ennek kapcsán hangsúlyozta, hogy a repedezett agyagtalajú természetes lejtők állékonysága egy külön probléma, ahol a reziduális szilárdság meghatározó tényező. Bjerrum (1967) olyan progresszív törési mechanizmus alapul vételét javasolja, amely nincs összefüggésben a korábbi repedések jelenlétével és föl is sorolja, hogy az ilyen törés milyen előfeltételek teljesülése esetében fejlődhet ki. Feda (1973) a Bishop féle

$$I_B = \frac{S_p - S_r}{S_p}$$

ú.n. törékenységi mutató és a progresszív törés lehetősége közötti kapcsolatra hívta föl a figyelmet. Ez a mennyiség a hatékony normál-feszültségektől is függ és így jelentősen változik a csúszólap mentén. A talajtömeg "törékenyen" viselkedik (és dilatál) ha $I_B > 0$, illetve "nyúlós" (és térfogatát csökkenti), ha $I_B = 0$. A 7/b ábra-részleten a nyíró feszültségek progresszív törési állapotban való eloszlása érzékelhető két változatban. Az "1" esetben a törés az A ponttól a C pont felé terjed, a "2" esetben viszont A-tól és C-től halad B felé. Előfordulhat a "törékeny" és a "nyúlós" viselkedés együtt is, ha feltételezzük pl. hogy az A és C pontoknál $I_B > 0$ de a B környezetében $I_B = 0$. Ilyenkor széles elnyírt zóna fejlődik ki, a nyírófeszültségek eloszlásának jellege pedig a 7/c ábra szerinti lehet.



7. ábra

A szokványos állékonysági vizsgálatokban azt feltételezik, hogy a talaj nyírószilárdsága egyidejűleg és teljes mértékben mozgósítódik a csúszólap egész hosszán. Ezáltal a talajt merev-plasztikus közegnek tekintjük, a feszültségek és alakváltozások közötti valószínű összefüggés pedig nem jelenik meg a számításokban. És bár a progresszív törés esetében nem egészen érvényesek a hagyományos határegyensúlyi számítások, bizony állítható, hogy mégis ezek a módszerek bizonyultak a leghasználatóbbaknak és, hogy nagyon kevés esetben számolnak be olyan helytálló analízisekről, amelyekben nem e módszerek valamelyikét alkalmazták (Morgenstern, 1977; Madej, 1977; Fredlund és tsai, 1981; Farkas-Nagy 1982).

Ámbar léteznek már igen nagy számítógépi programok tetszőleges alakú csúszólapok esetének vizsgálatára is, a mértékadó csúszólap helyzetének meghatározásához rendszerint hosszadalmas próbálgatás szükséges. Úgy tűnik, hogy a variációszámítás adja a megoldás kulcsát, mert olyan függvénykapcsolatok meghatározásáról van szó, amelyek a biztonsági tényező legkisebb értékéhez vezetnek (Biernatowski, 1976; Kaczmarczyk, 1977).

Régebben a legtöbb geotechnikai feladat tervezését, számításait determinisztikusan közelítették meg. A valószínűségszámításon alapuló eljárások - amelyek egy vagy több paramétert véletlen jellegű változónak tekintve határozzák meg a törés valószínűségét - az utóbbi időkben megjelentek a rézsúállékonysági vizsgálatokban is (Rétháti, 1979; Biernatowski, 1980). De míg a

valószínűségi módszerek iránti érdeklődés tovább növekszik, a mindennapi tervezésre gyakorolt hatásuk ma még csekély.

A legtöbb rendelkezésre álló állékonyságvizsgálati módszer két-dimenziós és sík alakváltozási körülményeket feltételez. Figyelembe kell venni azonban, hogy így gyakran túl alacsony biztonsági tényezők adódnak és ellentmondásban is vannak a valószínűségi csúszásokkal, ahol a "véglapok" hatása lényeges lehet. Ezért jogos az az érdeklődés, amely a térbeli rézsűállékonysági módszerek fejlődését kíséri (Shapiro, 1979). A három dimenziós határegyensúly-vizsgálatok értéke tovább növekedett, midőn összekapcsolták a térbeli helyzettől is függő nyírószilárdság valószínűségi változásaival (Bilz és tsai, 1981.)

A különböző határegyensúlyi módszerek a matematikai megfogalmazás részleteiben különböznek egymástól és ezért nem vezetnek pontosan azonos biztonsági tényezőkre. Fredlund és tsai (1981) részletesen elemzik az egyes módszerek különbözőségeit és ezek következményeit. Az összehasonlító számítások azonban azt mutatták, hogy a jelenleg általánosan használt határegyensúlyi vizsgálatok a legtöbb esetben egymástól csak kevéssé különböző biztonsági tényezőket adnak és ezért jogos a számításokat végző mérnökök azon törekvése, hogy figyelmüket főként a talajjellemzők minél pontosabb kiértékelésére fordítsák.

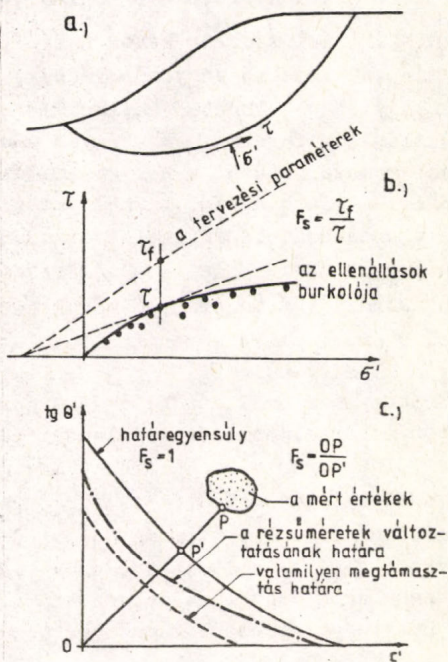
Az eset-tanulmányokból az tűnik ki, hogy a szokványos módszerekkel meghatározott nyírószilárdsági paraméterek nem állnak szükségszerű kapcsolatban azokkal az értékekkel, amelyek a rézsű megcsúszásának időpontjában a helyszínen érvényesültek. Ezért a már ténylegesen bekövetkezett csúszások adataiból nagyon értékes adatokat lehet kikövetkeztetni. Az ilyen "visszaszámítási" módszereket több mint harminc éve eredményesen alkalmazzák sok országban, egyszerűségüket és érvényességüket pedig elméleti megfontolások és tényleges esetek példái egyaránt bizonyították (Janbu, 1977; Kézdi, 1979; Popescu, 1980.) Ezzel szemben tény, hogy néhány más szerző kételkedését fejezte ki az ilyen eljárásokkal szemben (Leonards, 1981.). A rézsűcsúszások után-számolása egy átlagos, látszólagos szilárdságot feltételez, amely ilymódon függ:

- az éppen alkalmazott módszertől;
- a törési felület helyének megbízható ismeretétől;
- a számításban alapul vett pórusvíznyomástól.

Az utánszámítással nyert nyírószilárdság magában foglalja a progresszív törés hatásait, továbbá a különböző folytonossági hiányok, az anizotrópia, a növényzeti adottságok és az időhatások következményeit. Ezek miatt ez az érték nem egészen "anyagi jellemző", hanem inkább valamiféle tapasztalati mennyiség.

Janbu (1977) egy felvett nyírási felületen kereste az összefüggést az egyensúlyhoz szükséges τ nyíró,- és ennek megfelelő σ' normálfeszültségek között - feltételezve, hogy a pórusvíznyomások ismertek. A különböző helyzetű csúszólappal elévített számításainak próbálgatás jellegű eredményei egy-egy ponttal voltak ábrázolhatók a $\sigma' - \tau$ koordináta rendszerben (8/b ábra részlet). Az ezen pontok helyét felülről lehatároló

görbét nevezik az "ellenállások burkoló görbéjének", a biztonsági tényező pedig az ábrán látható módon számítható ki. Valamely ténylegesen bekövetkezett törés esetében a vizsgálatokkal nyert adatok burkoló görbéje egybeesik az egyensúlyhoz szükséges nyírószilárdságok burkolójával - a normálfeszültségeknek abban a tartományában, amely a csúszólap helyzetének megfelel. Az ilyen ellenállási burkológörbék felhasználására adtak esettanulmányokat Perlea (1973) és Popescu (1980). Janbu (1977) arról számolt be,



hogy számos esetben jó egyezést talált a "vissza számolt" adatokból adódó ellenállási burkolók és a laboratóriumi adatok között.

Gyakran előnyösebb, ha azon c' és δ' nyírószilárdsági paraméterek között állapítunk meg kapcsolatot, amelyek együtt tartoznak a határegyensúlyi állapothoz (8/c ábra), mintha csupán a paraméterek "egyszerű" halmazát vizsgálnánk. Így bármely helyreállítási beavatkozás (a rézsű geometriájának változtatása, megtámasztó szerkezet beépítése stb.) hatása könnyen kiértékelhető. Ha pedig a megmért nyírószilárdsági paraméterek összetartozó értékeit is feltüntetjük ugyanebben a diagramban, akkor a biztonsági tényező a 8/c ábra szerint kiszámítható.*

* A fordító megjegyzése: Ezt az eljárást Magyarországon is elterjedten használjuk, de talán kevésbé közzismert, hogy a biztonság ilyen definíciója Lazard-tól származik (Travaux, 1955 év, 707. old.)

A vissza-számítási módszer kevés használható alapadatot szolgáltat más területekre vagy más részsűkre. Ha pedig a csúszólap két vagy több különböző anyagot metsz át, akkor még az átlagos szilárdság fogalma sem könnyen védhető. Így a vissza-számolási módszer főként a helyreállítások tervezésénél alkalmazható a legelőnyösebben. Bármely hiba, amelyet egy adott csúszás vissza-számolásánál elkövethetünk - nagyságától úgy szólván függetlenül - kiesik a végeredményből, ha az így nyert adatot használjuk a megerősítő művek tervezéséhez, vagy egy új rézsű számításaihoz ugyanazon területen és ugyanazon körülmények között.

Mint korábban már említettük: a törés progresszív volta térben és időben is értelmezhető. A jelenség teljes megértéséhez kívánatos volna olyan véges-elemek (VEM) megoldás, amely számításba veszi a talajok időtől is függő feszültségi-alakváltozási tulajdonságait. Foerster és Georgi (1981) ismertetnek egy ilyen VEM eljárást, amelyet a rézsűk feszültségeinek és elmozdulásainak meghatározására dolgoztak ki.

Az így nyert jellegzetes eredmények azt jelzik, hogy a túlfe-

szített zónák kiterjedése időben növekszik. Ha megbízható talaj-adatok állnak rendelkezésre, ez a módszer értékes lehetőséget kínál a fokozatos törés idő-függésének becslésére és ezáltal a tartós állékonyság kiértékelésére is.

Bevágási rézsűk VEM szerinti, de az idő hatását nem vizsgáló ellenőrzéséről számolnak be: Popescu (1982), Stefannof és tsai (1976), valamint Constantinescu és tsai (1979).

A VEM segítségével a kivitelezés folyamata is utánozható, amelynek, - mint ismeretes - jelentős a befolyása a végső feszültségi állapotra és ezáltal az állékonyságra is.

Bár a VEM a rézsűk feszültségeinek és elmozdulásainak meghatározásához jól használhatónak bizonyult és ehhez nagy számítógépi programok is rendelkezésre állnak már, a legtöbb esetben lehetetlen beszerezni mindazon információt, amely egy igazán szigorú analízishez szükséges volna. Ezért azután ma is szükség van a tervezői gyakorlatban használható, egyszerű módszerekre.

Andrei és Athanasiu (1980) a VEM alternatíváját ismertették, amellyel figyelembe vehetők a határegyensúlyi számításokban a közeg feszültségi-alakváltozási tulajdonságai. A nyírószilárdság a csúszólap mentén a csúcs-, és a reziduális érték között változik a nyírési alakváltozástól függően. Az eljárásuk két fő lépése:

1) Meghatározzák - laboratóriumban, vagy helyszíni kísérletekkel - a különböző alakváltozásokhoz értelmezhető Coulomb-egyeneseket. Ezáltal rendelkezésre áll a különböző nyírési alakváltozások által mobilizált nyírószilárdság;

2) Kiválasztanak egy potenciális csúszólapot és meghatározzák a biztonsági tényezőt, fokozatosan növekvő nyírési alakváltozásokat feltételezve, illetőleg az ennek megfelelően mobilizált súrlódással és kohézióval számolva. A biztonsági tényezőt a határegyensúly módszerével számítják. A nyírési elmozdulás akár állandónak is vehető a csúszólap mentén, de progresszív törés esetén felvehető a rézsűlába felé lineárisan növekvően is.

Ez az állékonyságvizsgálati módszer a talaj alakváltozási tulajdonságainak számításba vételével olyan eredményeket

szolgáltat, amelyek sokkal jobban egyeznek a helyszíni tényekkel, ahol is az egyensúly határállapotához a nyírás ellenálás nem-egyenletes mobilizálása társul és ezért a törés progresszív jellegű.

3. A csúszások megelőzésének és kézbe tartásának módszerei

Sok adatot kell ismerni ahhoz, hogy dönthessünk: milyen úton-módon előzzük meg, illetve tartjuk felügyeletünk alatt a földcsuszamlásokat. Ilyen pl. a csúszás jellege, a mozgás valódi okozói, a mozgások mértéke és gyakorisága, költségtényezők, jogi természetű szempontok, kivitelezési kérdések, vagy akár a terület külső megjelenésének problémái is. Valójában a földcsúszások oly számosak, jellegük és méreteik annyira változatosak és mindig annyira függenek a sajátos helyi körülményektől, hogy végül is valamely adott esetben többféle módszer is hatásos lehet a csúszás megelőzésére ill. megrendszabályozására. Az éppen alkalmazott módszer eredménye nagyban függ attól, hogy mennyire ismerjük és használjuk fel a tervezéshez a helyi talajadottságokat és talajvízviszonyokat.

A földcsúszások megelőzéséhez és megrendszabályozásához egye-
síteni kell a mérnökök, geológusok, geomorfológusok, valamint a társadalom különböző tényezőinek erőfeszítéseit. Legget és Karrow (1983) pl. a következő tevékenységi rendet ajánlják egy földcsúszás esetében:

- 1: Ne essünk pánikba;
- 2: Ne kezdjünk taláalomra intézkedni;
- 3: Vizsgáljuk meg minden a helyszínen jelentkező víz eredetét és mindenestre vezessük el a felszíni vizeket;
- 4: Határozzuk meg a helyszín geológiai adottságait ill. tanulmányozzuk a korábbi ismert adatokat;
- 5: Ha lehetséges tekintsük át a levegőből is a helyszínt és tanulmányozzuk a légi fényképeket;
- 6: Tanulmányozzuk a területen volt régebbi csúszásokat - ha vannak ilyenek;
- 7: Kísérreljük meg behatárolni a csúszólap helyzetét;
- 8: A megoldás keresése előtt tegyük fel a kérdést:
"miért következett be a csúszás?";

9: Tanulmányozzuk át az időjárásra vonatkozó adatokat, a közelmúltat és a hosszú idősorokat egyaránt;

És csak ezek után:

- 10: Mélyítsük le a szükségesnek tartott kutató fúrásokat;
- 11: Tervezzük meg a megoldást az állékonysági számítások alapján;
12. Építsünk vízelvezető és/vagy megtámasztó létesítményeket;
13. Rendezzük a rézsút és annak megfelelő növénytakaróját;
14. Készítsük elő a legalkalmasabb megfigyelő rendszert és biztosítsuk a rendszeres ellenőrzést, valamint mindezek karbantartását.

Különösen fontos, hogy a tervezés szorosan kapcsolódjék a megfigyelésekhez és, hogy eléggé rugalmasan kövesse a helyreállítás közben - vagy után - beálló változásokat.

A lejtők állékonyságát biztosító rendszabályokról sok tanulmány jelent meg, közülük a legújabbak: Hutchinson, (1977); Schuster és Krizek, (1978); Chowdhury (1980). Lényeges tudnivalókat összegeztek Zaruba és Mencl, (1980); Stanculescu, (1974); valamint Bally és tsai (1974). A rézsúcsúszások megelőzésének ill. kijavításának figyelemre méltóan sok lehetőségét alkalmazták már. Valamennyi azon alapul, hogy csökkentik a csúszólapon működő nyírófeszültségeket és/vagy növelik a mozgás által érintett tömeg nyírószilárdságát.

Ezek alapján a helyreállítás módszerei a következő négy csoportba oszthatók:

- 1) a felsőbb részek tehermentesítése, vagy az alsóbbak megterhelése;
- 2) vízelvezetés;
- 3) támasztó létesítmények;
- 4) különböző egyéb módszerek.

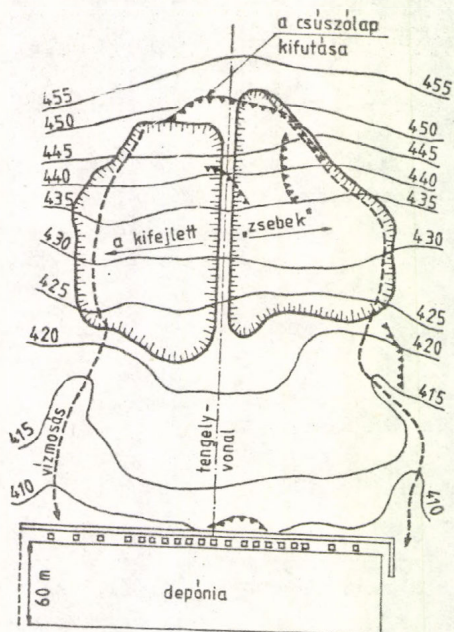
Mindezek alkalmazhatók külön, vagy kombináltan - ahogy a legjobban célt érünk.

Ha tudjuk egy túlkonzolidált agyagról, hogy nyírószilárdsága már évek óta csökkentő hatások alatt áll, akkor kívánatos, hogy ezt a folyamatot megelőzzük - vagy amennyire csak lehet

késleltessük - vízelvezetéssel, az erózió megfékezésével, és a gyenge diagenetikus kötések által tárolt alakváltozási energiák megőrzésével. Ha előfordulnak helyi csúszások, akkor azokat mielőbb hozzuk rendbe. Alapvető jelentőségű az egész érintett tömeg általános stabilitásának figyelemmel kísérése.

Az általános stabilitás érdekében különösen gondosan kell elemezni azokat a helyreállítási eljárásokat, amelyek során a rézsű felső részének anyagát eltávolítják. Erre jól használható útmutatást adhat a Hutchinson (1977) által javasolt "semleges vonal" koncepció.

Egy túlkonzolidált agyagban bekövetkezett kb. 600 000 m³ anyagot érintő földcsúszás kapcsán számol be Stanculescu (1983) az ottani eredményes kijavítási munkálatokról és egy részleges tehermentesítési módszert javasol. Az ott elmozdított 80 000 m³ anyagot két "zseb" alakjában vágták ki a csúszó tömegből, de köztük középen fenntartottak egy támasztó bordát, hogy ezzel megakadályozzák a csúszás fölfelé való terjeszkedését. (9. ábra)



9. ábra

Mihul és tsai (1983) ismertetnek egy másik jó példát a fejtéssel való gazdaságos és eredményes védekezésre. Egy észak-romániai téglagyárat fenyegetett egy kis mélységig terjedő lassú földcsúszás. A védekezés alapvető eleme az az árok volt, amelyet a létesítménnyel párhuzamosan a lejtő lábánál mélyítették.

Ezáltal a szerkezet és alapjai mentesültek a ráterülő föld nyomásától. A mentesítő árokba benyomuló agyagot folyamatosan kifejtették és téglát készítettek belőle.

Egyébként azonban a vízelvezetés a legfontosabb helyreállítási rendszabály, amely akkor igen hatékony, ha a csúszás okát és az instabilitást okozó víz eredetét teljes mértékben ismerjük. A felszín víztelenítése és a csúszásos területre folyó vizek megsabályozása lényeges ugyan, mégis ez csak javít a helyzeten, de még nem orvosolja azt.

A csúszások hatékony megelőzése, vagy helyreállítása végett a vízelvezető rendszernek át kell szelnie a mozgással okozati kapcsolatban álló talajvizet. Amint Hutchinson (1977) hangsúlyozta, a bevágási rézsűk esetében az árkos szivárgók akár ellenkező hatást is kiválthatnak, mert lehet, hogy a "negatív pórusvíznyomás-többlet" zónáját metszik át és ezáltal pozitív nyomástöbbletet hoznak ott létre, ami azután a nyírószilárdság csökkenésével járhat. Nem érvényes viszont ez a fenntartás a természetes lejtők esetében, mert ott az árkos szivárgók mindig hasznosak.

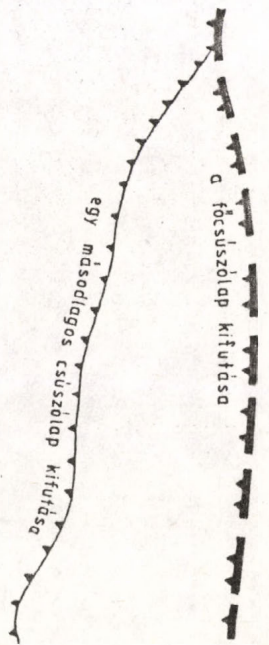
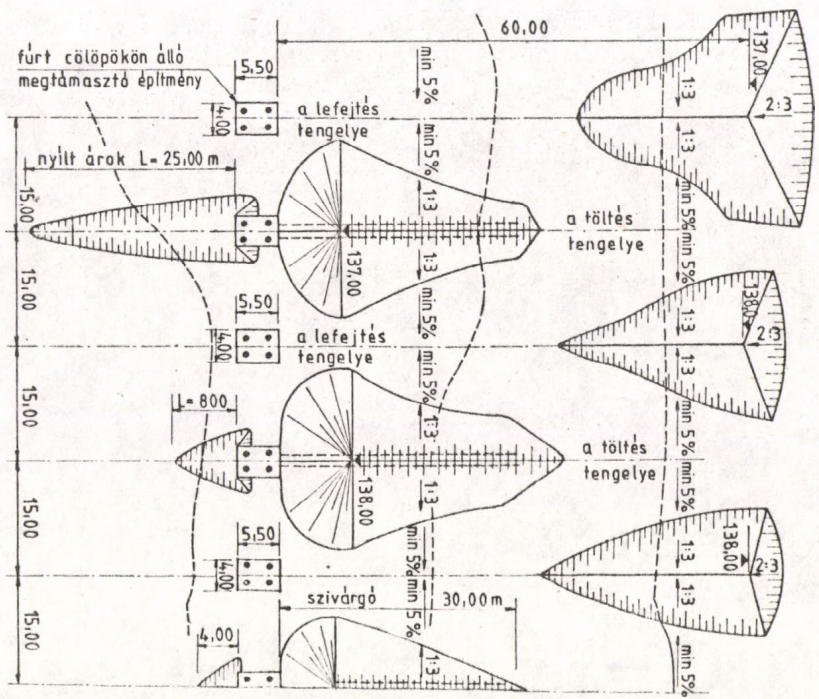
Előfordult már az is, hogy alagutat kellett építeni csúszásveszélyes területen, noha ez nagyon is kritikus művelet (Zaruba-Menci, 1982). A legújabb fejlődés ilyen esetekben a vízszintes lecsapoló csápok használata: a lejtő felszínéről viszonylag kis átmérőjű csöveket hajtanak a talajba s ezáltal megszűnik a csúszó anyagban végzett munka veszélyessége.

A vízszintes drének eredményessége főleg attól függ, hogy helyzetüket pontosan a helyi geológiai adottságokhoz igazodóan határozzák meg. Repedezett agyagban a vízszintes furatok összeköttetést teremthetnek a repedések, törésvonalak között. Ezáltal a természetes vízelvezetési körülmények még akkor is

jobb(hat)nak, ha egyébként a lejtő felszínére egyáltalán nem lép ki víz. Mindenesetre az ilyen vízszintes vízkivezetéseket a vízleadási felület közelében elegendően nagy hosszön vízzáróan kell kialakítani, különben a drének szintje alatt újabb törési zóna jöhet létre. Megjegyzendő, hogy még kevés a logikus tervezési szabály a vízszintes víztelenítő csápokra sőt ennek kutatása is csak a kezdetén tart. E tekintetben értékes adalékokat szolgáltatott Nonveiller (1981) tanulmányai. Bizonyosodott, hogy a lejtő felszínéről behajtott rövid furatok stabilizáló hatása jelentéktelen a lejtő talpánál létesített hosszú furatokéhoz képest, viszont ez utóbbiak hatékonyabbak a szokványos talpszivárgóknál. Kimutatták, hogy a biztonsági tényező ilyen módon való kielégítő megnöveléséhez szükséges idő egy hónapnál kevesebb lehet a homokos vagy iszapos talajokban, míg agyag esetén ugyanehhez kb. hat hónap is kell.

A rézsű geometriájának módosítása és a rendezett víztelenítés bizonyára a legszokványosabb orvoslási módszerek. Ahol viszont ezek nem bizonyulnak elegendőknek, ott megtámasztó szerkezeteket, támfalakat, a csúszást keresztező cölöpsorokat stb. szokás készíteni. A 10. ábra ilyen többszörös stabilizáló rendszert mutat, amelyet egy városi terület értékes építményeinek védelmére terveztek. A lejtő felső szakaszán lefejtettek a megcsúszott tömegekből és ezt az anyagot az alsóbb részekben terítették el, hogy az így megnövelt nyírási ellenállás tehermentesítőleg hasson a fűrt cölöpökön álló megtámasztó szerkezetekre. Ez utóbbiak környezetét pedig nyílt vízelvezető árkokkal alakították ki (Popescu, 1983).

A súlytámfalak, máglyafalak, cölöp-sor falak hasznosak lehetnek a viszonylag kis csúszások esetében, ellenben alig érnek valamit a nagy földmozgások ellen. Ha egy szokványos megtámasztó szerkezetet terveznek a csúszás ellen, akkor figyelmet kell szentelni a feszültség átrendeződésnek, amelyet az építéshez szükséges földfejtés hív létre. Ez ugyanis - átmenetileg - szükségyszerűen tovább csökkenti a stabilitást, az ebből fakadó hátrányok esetleg nagyobbak, mint a megtámasztó szerkezet előnyei.



10. ábra

Ez a hatás igen nyilvánvaló a túlkonzolidált agyagokban, amelyekre jellemző, hogy nagyok a vízszintes feszültségeik, és hogy az alakváltozások növekedésével veszítenek szilárdságukból. Emiatt az utóbbi években horgonyzásokkal egészítik ki a különféle megtámasztó szerkezeteket (Stanculescu és tsai, 1971; Hobst és Zajic, 1977).

A vasalt-föld szerkezetek nagy érdeklődést keltettek a mélyépítők körében. Néhány esetben ezeket és a talajszegezést is sikerrel alkalmazták már földcsúszások kivédésére. (Popescu, 1979; Szabó, 1982). A vasalt-föld szerkezetek egyenes tartó elemei tökéletesen hajlékonyak és nem nyújthatók. A talajszegezés bekötő elemeit mikroöblöpként alakítják ki, amelyeknek lehet valamelyes merevsége és ez azután befolyásolja a szerkezet viselkedését. A talajszegezés alkalmas lehet egyrészt közvetlen megtámasztó szerkezet létesítésére, másrészt a rézsűk stabilizálására is, ha a csúszó felületre merőlegesen hajlító nyomoték felvételére képes elemeket készítenek.

Ha valamely megtámasztó szerkezet csúszási elmozdulások megállítására készül, akkor - az egészen kis földtömegektől eltekintve - arra kell számítani, hogy az ebből fakadó nyomás egészét kell fölvennie, illetve továbbítania a csúszás által nem érintett mélyebb rétegekre. Ez a terhelés viszont általában nem számítható ki megbízhatóan, így e szerkezetek tervezése és kivitelezése csak megfigyeléseken alapulhat, amelyet érdemes műszeres észleléssel alátámasztani azért, hogy a szerkezet építése közben szerzett tapasztalatok alapján azonnal módosíthassák a terveket.

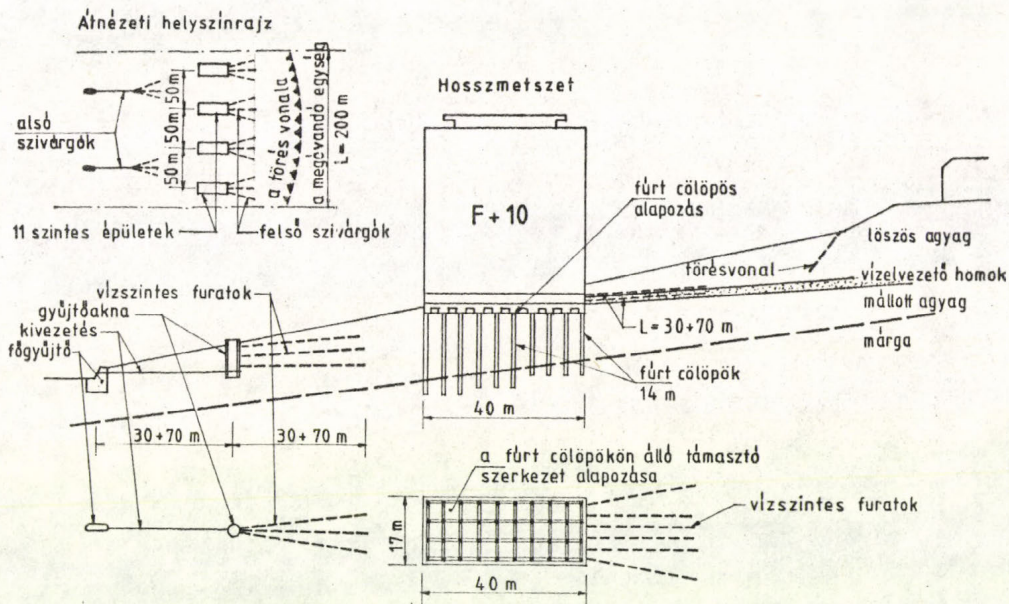
Számos egyéb lehetőség is ismeretes: injektálások, elektroozmózis, fagyasztás, kiégetés - amelyek a talaj nyírószilárdságát növelik, megváltoztatván annak fizikai vagy kémiai tulajdonságait. Ezeket a különleges eljárásokat rendszerint sajátos körülmények között alkalmazzák, amelyek miatt hatékonyabbnak vagy gazdaságosabbnak bizonyulhatnak az egyéb, szokványos lehetőségeknél. Az esetleges előnyöket azonban mindenkor külön bizonyítani kell. Mindenesetre az utóbbi években nincs hír arról, hogy a kelet-európai országokban e sajátos módszerek bármelyikét is alkalmazták volna túlkonzolidált agyagok csúszásai ellen.

Említésre méltó viszont, hogy a hőkezelést már 1958. óta eredményesen alkalmazták Romániában a földcsúszások megfékezésére és a roskadékony talajok tulajdonságainak megjavítására, (Beles és Stanculescu, 1958.), valamint 1960-ban, a SZU-ban (Litvinov, 1960). A hőt belső égetéssel hozták létre. Az utóbbi időkben javasolt változat, hogy égetés helyett elektromos fűtéssel hozzák létre a szilárdításhoz szükséges hőmérsékletet (Jurdanov, 1978).

La Rochelle és Marsal (1981) főelőadói jelentésükben kiemelték, hogy a legutóbbi években egyre inkább hangsúlyozzák a nehéz szerkezetek szerepét a földcsúszások megelőzésében és megfékezésében. Ezzel kapcsolatban ajánlatos azonban a jövőt is szem előtt tartani, gondolva az ilyen művek közepesen hosszú élettartamára és az ebből adódó ráfordítás/teljesítés hányadosra. Valóban, az ilyen stabilizációs rendszabályok nagy költségei indokolják, hogy keressük a minél kisebb fajlagos kiadások és a mérsékelt fajlagos munkák lehetőségét. Ez a kijavítás lehetséges elemeinek komplex alkalmazását indokolja, pl. azt, hogy a megtámasztó szerkezet szolgáljon egyben valamely épület alapozásául, vagy - ha lehet - a szivárgók legyenek bekapcsolva az ipari vízellátásba, stb. A 11. ábra arra mutat példát, hogy egy épületet már eleve arra méreteztek, hogy egy nem stabil domboldal anyagát megtámaszthassa (Stanculescu és tsai, 1971). Az ábrán látható elemek kombinációja jó példa a geológiai-mérnöki gondolkodású tervezésre.

Mint hogy a költségek és a műszaki lehetőségek úgyszólván kizárják annak lehetőségét, hogy egy nagy földcsúszást egészen és véglegesen megszüntessünk, ezért gyakran az a legelőnyösebb, ha csak egyes rendszabályokat léptetünk életbe és fokozatosan, néhány éves időközökkel törekszünk a lejtő stabilizálására. Ugyanezért mindig gondolni kell arra is hogy sokkal nehezebb a csúszás megtörténte után újra elérni a kívánatos egyensúlyt, mint megelőzni a bajt.

Ésszerű, ha a földcsúszások megfékezésével komplex módon foglalkoznak a településeknek, a mezőgazdaságnak, a közlekedésnek és a vízügyi igazgatásnak az érintett területen illetékesei, mert a külön-külön foganatosított rendszabályok sokkal kevésbé hatékonyak.



Irodalomjegyzék

- Andrei, S., Athanasiu, R. (1980). Stress-strain relation in Slope stability analysis, Proc. 3rd Int. Symp. Landslides, (1). 105-108. New Delhi.
- Bally, R.J., Zaharescu, E., Borsaru, I., (1974). Prevention and control of landslides on large areas affecting villages, agriculture and water management, UN-ECE Seminar on Constructions in Seismic Regions and in Regions with Difficult Ground Conditions, Bucharest.
- Beles, A.A., Stanculescu, I.I. (1958). Thermal Treatment as a means of improving the stability of earth masses. Geotechnique (8) 4.
- Biernatowski, K. (1976) Stability of slopes in variational and probabilistic solution. Proc. 6th Europ. Conf. SMFE. (1.1), 3-11. Wien
- Biernatowski, K. (1980). Selection of design parameters of soil for slope stability. Proc. 6th Danube Europ. Conf. SMFE. (3) 73-82, Varna
- Bilz, P., Brödel, C., Reinhardt, K. (1981). Spatial calculation of slope stability under definite surcharges. Proc. 10th ICSMFE, (3) 367-371. Stockholm.
- Bjerrum, L. (1967) Progressive failure in slopes in overconsolidated plastic clays and clay-shale. Terzaghi Lecture. Journ. SMF Div., ASCE (5) 3-49
- Bros, B. (1980). A case history of shear failures in railway cutting slopes of overconsolidated Tertiary clays. Proc. 6th Europ. Danube Conf. SMFE, (3) 105-114. Varna
- Chowdhury, R.N. (1978). Slope Analysis, Elsevier, Amsterdam, 424 pp.
- Chowdhury, R.N. (1980). Recent progress in evaluation and control of landslides. Proc. 3rd Int. Symp. Landslides, (1) 313-318. New Delhi
- Constantinescu, S., Comsa, R., Matei, L. (1979) Analysis of a progressive failure of a Pannonian clay. Proc. 7 th European Conf. SMFE (3), 189-192. Brighton.

- Emeljanova, E.P. (1968) Main objective laws to establish value and rate of landslide displacement. Hydrogeology and Engg. Geology of Arid Zones in USSR. Donish.
- Farkas, J., Nagy, L. (1982) Investigation of a slope slide on the motorway M-3. Periodica Polytechnica, Civil Engg., (3-4) 200-212. Budapest
- Feda, J. (1973) Discussion: Spec. Sess. 6. Proc. 8th ICSMFE (4.3) 290-291. Moskow.
- Fleischer, S., Scheffler, H. (1979). Problemoriented shearing technologies for the determination of the drained shear strength of cohesive soils. Proc. 7th European Conf. SMFE. (2) 41-48, Brighton.
- Foerster, W., Gehrish, M. (1976). Die Bedeutung von Harnischen für Stabilität von Tagebauböschungen. Proc. 6th Europ. Conf. SMFE (1.1) 45-50. Wien
- Foerster, W., Georgi, P. (1981) Application of a stress-strain-time relation. Proc. 10th ICSMFE (3). p. 405-408, Stockholm
- Fredlund, D.G., Krahn, J., Pufahl, D.E. (1981) The relationship between limit equilibrium slope stability methods. Proc. 10th ICSMFE, (3) 409-416. Stockholm
- Georgescu, E., Stanculescu, I. (1977). Some considerations about the in-situ shear tests on Palas red clay, Proc. 5th Europ. Danube Conf. SMFE. (1) 133-143 Bratislava
- Hamamdjiew, K.B. (1977). About the natural stress state of clay deposits. Proc. 9th ICSMFE (3) 429, Tokyo
- Hobst, L., Zajic, J. (1977). Anchoring in Rock. Elsevier, Amsterdam, 390 pp
- Hutchinson, J.N. (1977). Assessment of the effectiveness of corrective measures in relation to geological conditions and types of slope movement. Bull. IAEG. (16) 131-155.
- Janbu, N. (1977). State-of-the-art report on slopes and excavations in normally and lighted overconsolidated clay. Proc. 9th ICSMFE (2) 549-566, Tokyo

- Jurdanov, A.P. (1978). Osobennosti glubinnogo objiga gruntov i perspectivii ego sovershenstvovaniia. Osnovaniia, fundamenti i mehanika gruntov. (6) 14-16.
- Kaczmarczyk, J. (1977). Application of calculus of variations methods to the slope stability analysis. Proc. 5th Danube Europ. Conf. SMFE. (2) 93-101. Bratislava
- Kézdi, Á. (1979). Safety factors for different types of failure Proc. 7th European Conf. SMFE, (1) 195-198. Brighton
- La Rochelle, P., Marsal, R.J. (1981) Slope Stability. General Report, Proc. 10th ICSMFE (4). 485-505 Stockholm
- Legget, R.F., Karrow, P.F. (1983). Handbook of Geology in Civil Engineering. McGraw Hill. 1340 pp.
- Leonards, G.A. (1981). Investigation of failures, Terzaghi Lecture. Journ. Geotechn. Div. ASCE (2) 185-246.
- Litvinov, I.N. (1960). Stabilization of settling and weak clayey soils by thermal treatment. Highw. Res. Board Spec. Rep. No.60. 94-112.
- Meschyan, S.R., Badayan, R.G. (1976). Regularity of creep of clays and deformation of slopes. Proc. 6 th European Conf. SMFE. (1.1) 71-74, Wien
- Mihul, A., Silion, T., Dordeanu, E. (1983). Actinunea curgerii lente a versantilor din amonte asupra cladirii fabricii de caramida Dorohoi, Proc. 5th Natl. Conf. SMFE (1) 58-67. Cluj
- Németh, G. (1980). Slow deformation of earth masses in sloping ground surface. Proc. 6th Europ. Danube Conf. SMFE (3) 165-176. Varna
- Nonveiller, E. (1981). Efficiency of horizontal drains on slope stability. Proc. 10th ICSMFE, (3). 495-500. Stockholm
- Perlea, V. (1973). Slope stability analysis when available strength parameters are unreliable. Bull. Sti. Inst. Constr., (2) 57-62. Bucharest
- Popescu, M. (1978). Contributii la studiul efectelor contractiei si umflarii argilelor asupra constructiilor si asupra stabilitatii taluzurilor si versantilor. Ph. D. Thesis, Civil Engg. Institute, Bucharest, 200 pp.

- Popescu, M. (1979). Some considerations on the design methods of reinforced earth retaining walls. Proc. Int. Conf. Soil Reinforcement. (1) 131-137. Paris
- Popescu, M. (1980). Stability problems associated with a railway cut-slope in overconsolidated clays. Proc. 6th Danube Europ. Conf. SMFE. (3) 199-214. Varna
- Popescu, M. (1981). Coefficient of earth pressure at rest in slope stability. Proc. 10th ICSMFE, (4) 922-923. Stockholm
- Popescu, M. (1982). Stability analysis of deep excavations in expansive clays. Proc. Int. Symp. Num. Models in Geomechanics, 660-667. Zürich
- Popescu, M. (1983). Stabilitatea taluzurilor si versantilor. Civil Engineering Institute, Bucharest, 176 pp.
- Rétháti, L. (1979). Number of soil samples and safety. Proc. 7th European Conf. SMFE, (1) 239-242. Brighton
- Schuster, R.L., Krizek, R.J. (1978). Landslides: Analysis and Control. Spec. Rep. 176. Transportation Research Board, 234 pp.
- Shapiro, D.M. (1979). Sposob prostranstvennogo rasceta ustoi-civosti otkosnih sooruzhenii, Osnovania, fundamenti i mehanika gruntov (3). 11-13.
- Skempton, A.W. (1964). Long term stability of clay slopes, Rankine Lecture, Geotechnique, (14) 77-101.
- Skempton, A.W. (1977). Slope stability of cuttings in brown London clay. 9th ICSMFE, (4) 25-33. Tokyo
- Skempton, A.W., La Rochelle, P. (1965). The Bradwell slip a short-term failure in London clay, Geotechnique, (15) 221-242.
- Stanculescu, I. (1974). Landslides and artificial fill failures, UN-ECE Seminar on Constructions in Seismic Regions and in Regions with Difficult Ground Conditions, Bucharest.
- Stanculescu, I. et al. (1983). Consolidarea unui versant cu alunecari in zona Curtea de Arges. Proc. 5th Natl. Conf. SMFE. (1) 137-144. Cluj

- Stanculescu, I., Popescu, M., Athanasiu, C., Chirica, A. (1980) Stress-strain and strength Characteristics of structured clays from the Dobrogean plateau area. Proc. 6th Danube Europ. Conf. SMFE, (2) 307-322. Varna
- Stanculescu, I., Todea, E., Dragomir, N. (1971). Sisteme de consolidare a unor alunecari de mare amploare, aplicate pe drumurile nationale, Proc. 2nd Natl. Conf. SMFE (2) 689-701. Bucharest.
- Stefanoff, G., Hamamdjiev, K., Christov, T. (1976). Stability analysis of multilayered excavation slope, Proc. 6th Europ. Conf. SMFE, (1.1) 85-88. Wien
- Szabó, G. (1982). Stabilisierung der Rutschung mit Mikropfählen, Proc. 10th Natl. Conf. SMFE 119-124. Brno.
- Ter-Stepanian, G. (1974). Depth creep of slopes, Bull. IAEG, (9) 97-102.
- Ter-Stepanian, G. (1979). Rheological basis of mechanism of slope failures, Int. Symp. Soil Mech., (1), 155-159. Oaxaca
- Ter-Stepanian, G. (1980). Creep on natural slopes and cuttings, State-of-the-Art Report, Proc. 3rd Int. Symp. Landslides, (2) 95-108, New Delhi
- Tsylovich, N.A., Ter-Martirosyan, Z.G. (1981). Short-term and long-term stability of slopes, Proc. 10th ICSMFE, (3) 539-540. Stockholm
- Voight, B. (1973). Correlation between Atterberg plasticity limits and residual shear strength of natural soils, Geotechnique (2). 265-267.
- Vyalov, S.S. et al. (1972). Problems of the structural rheology of clays, Bull. IAEG, (6).
- Wenkow, W. (1979). An apparatus for the evaluation of the coefficient of earth pressure at rest. Proc. 7th Europ. Conf. SMFE, (2). 171-174. Brighton.
- Zaruba, Q., Mencil, V. (1982). Landslides and their control, Elsevier, Amsterdam, 324 pp.

Landslides in overconsolidated clays

Mihail E. Popescu

There is no unique way available to solve slope stability problems in particular for the case of overconsolidated clays, following from the great number of variables may be associated with the problems. Experiences have been accumulated cannot be extrapolated to other sites in every case. For this reason case histories have great importance in the elaboration and in the application of design methods.

Gyorsvizsgálati módszer halmazszilárdsági tulajdonságok megítélésére a genetikai adottságok függvényében.

Gálos Miklós - Török Endre

Bevezetés.

Folyóvízi negyedidőszaki (dunai-, drávai eredetű) üledékek felhasználásával, a jelzett halmazok anyagi minőségének hatását kísértük figyelemmel aprózódási jellemzőinek alakulására, mikro-Deval vizsgálati eljárás alkalmazásával.

Természetes településű homokos kavicsok építőipari felhasználása az MSz 18 293 minősítő előírásai alapján történik. A minősítés közetfizikai, szemszerkezeti és tisztasági követelményekre támaszkodik. A szemszerkezeti besorolás, valamint a tisztasági követelmények legtöbbször a meghatározóak és megszabják a felhasználás lehetőségeit.

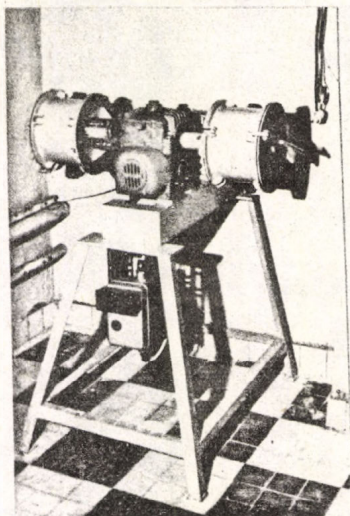
Más a helyzet a kutatási munka során, amikor a helyszíni és a laboratóriumi vizsgálatok alapján kell vagy lehet megmondani, hogy a vizsgálat alá vont kutatási terület milyen minőségű adalékanyag nyerésére ad lehetőséget.

Amikor egy-egy terület építő (-ásványi) anyagának vizsgálatával foglalkozunk figyelembe vesszük, hogy minden tulajdonság a telep keletkezési körülményeitől, valamint azoktól a földtani hatásoktól függ, amely az ott települt közet tömeget érte. Amikor a kutatási tervet elkészítjük, olyan vizsgálatot állítunk be, amelyek a minősítő tulajdonságok meghatározására alkalmasak. E vizsgálatok eredményeiből követ-

Budapesti Műszaki Egyetem
Ásvány- és Földtani Tanszék.

keztetünk a várható tulajdonságokra. A terület (kőzettömeg) tulajdonságai a kőzetek keletkezési körülményeivel hozhatók kapcsolatba, azok a genetikai tényezők függvényei. Tehát amikor a vizsgálati eredményeket értékeljük, a minősítést csak kőzettani alapon végezhetjük el.

Kőzetfizikai szempontból a minősítés szilárdsági és időállósági tulajdonságok ismeretéhez kötött. A mikro-Deval aprózódási vizsgálat, amelyet egyre gyakrabban használunk halmazos termékek minősítésére, bizonyos mértékig mind a szilárdsági, mind pedig az időállósági tulajdonságokra minősítő jellemzőt szolgáltat.



A nemzetközi előírásoknak megfelelő, két dobos mikro-Deval vizsgáló berendezés, amelyet a BME Ásvány- és Földtani Tanszéke, valamint a SZIKKTI Beosztása fejlesztett ki.

A mikro-Deval eljárás bizonyos hasonlatosságot mutat a Los Angeles és a Deval eljárásokkal. A vizsgálati eredmény, az aprózódás, amely az 1,6 mm szemmagyság alá aprózódott szemek tömegszázaléka, ugyanugy számítjuk mint a Los Angeles és a Deval vizsgálatoknál. A mikro-Deval vizsgálat az építési kőanyagok szabvány sorozatába MSz 18 297/6 számmal került be.

A berendezés dobjának geometriai tengelye vízszintes, mint a Los Angeles dobé, de terelő lemez nincs benne elhelyezve. A dob átmérő és az összfordulat száma a Deval eljáráséhoz hasonló. A Los Angeles eljáráshoz hasonlóan őrlőtestként acélgolyókat alkalmaznak, azok átmérője mindössze 10 mm, de mennyisége a Los Angeles vizsgálatnál nagyobb.

A vizsgálatot nemcsak szárazon, hanem a Deval vizsgálatnak megfelelően vizesen is el lehet végezni. A víz mennyisége mindkét eljárásnál azonos. A mikro-Deval eljárás vizsgálati anyagának tömege a Los Angeles és a Deval eljárásbelinek csak egytizede, a dob forgási sebessége viszont az utóbbinak háromszorosa.

Hazai zuzottköveken minősítési vizsgálatssorozathoz különböző kőzeteket (gránit, diorit, homokkő, mészkő) használtak. Megállapítást nyert, hogy puhább kőzetszemek mennyiségének növekedése a kísérleti mintában csak mérsékelten fokozza az aprózódást, ugyanakkor az aprózódás víz jelenlétében sokkal erősebb, mint szárazon; a vizes aprózódás növekedése a mállottság függvénye.

Kísérletekkel bizonyított, hogy adott szemcsenagysági osztályon belül a kisebb szemmagyságu részhalmoz erősebben aprózódik a nagyobb szemmagyságúnál és a lemezes alakú szemek mennyiségének növekedésével az aprózódás fokozódik.

Mikro-Deval vizsgálatok különböző kőzetösszetételű halmazokon.

Dunai és drávai eredetű üledék 5 - 8 mm -es anyagából, kézi válogatással két-két halmaz-mintacsoportot különítettünk el. Azok kőzetösszetételét az 1., 2. táblázatban tüntetjük fel. Az 1. táblázat különböző keletkezési körülmények között létrejött kvarc-kvarcit változatokat igazol, míg a 2. táblázat egyes kőzetösszetételű (magnás-, üledékes-, átalakult kőzeteket) és alárendelten kvarcitokat tartalmaz. Összesen négy be-

1. táblázat

Deval vizsgálathoz kézi válogatással elkülönített 5 - 8 d mm-es halmaz kőzetmegoszlása.

Kvarc - kvarcit kőzetek.

Kőzetösszetevők	Kőzetmintacsoport			
	1		2	
	m	%	m	%
Kvarc-kvarcit, egynemű, tömött szerkezetű, fehér, szürke, szürkésbarna, barna színűek	212	40,0	143	27,1
Likacsos, üreges szerkezetű kvarcit, szürkésfehér, barna, vörösesbarna	114	21,5	107	20,3
Rétegzett, lemezes szerkezetű kvarcit, szürkésfehér, szürkésbarna, barna, sárgásszürke	81	15,3	132	25,0
Durvaszemű kvarcit, szürke, barna, szürkésbarna	30	5,7	15	2,8
Finomszemű kvarcit, barna, sárgásbarna, barnásszürke	26	4,9	13	2,5
Kvarcitpala, szürke, barnásszürke, sárgásbarna	43	8,1	63	12,0
Csillámos kvarcitpala, tejfehér, barna, barnásszürke	24	4,5	54	10,2
	530	100	527	99,9

Deval vizsgálathoz kézi válogatással elkülönített
5 - 8 d mm-es halmaz kőzetmegoszlása.

Vegyes-, alárendelten kvarcit kőzetek.

Kőzetösszetevők	Kőzetmintacsoport		Kőzetmintacsoport	
	3		4	
	m	%	m	%
Finomszemcsés kvarcit, barna, sárgásbarna, sárgásszürke színűek	87	16,4	124	19,8
Durvaszemcsés kvarcit, barna, sárga, szürkésbarna	25	4,7	23	3,7
Amorf szilikátok, nagyrészt matt szemcsefelületű, fekete, barna, vörös, sárgásszürke	55	10,4	83	13,3
Mészkő: tömött egynemű, szürke, szürkésbarna	26	4,9	16	2,6
tömött, kalcitérkitöltésű, szürke, sárgásbarna	20	3,8	9	1,4
finomszemcsés, szürke, barna	13	2,5	32	5,1
durvaszemű, részben likacsos szürkésfehér, barnásszürke	14	2,6	21	3,4
Homokkő: finomszemcsés, szürke, barna, zöld	34	6,4	24	3,8
durvaszemű, sárga, barna, sárgásszürke	19	3,6	30	4,8
Kvarcitpala, szürke, barna, sárga	109	20,6	144	23,0
Csillámos kvarcitpala, szürke, sárga, szürkésbarna	41	7,8	19	3,0
Kloritpala, zöld, zöldesbarna	7	1,3	12	1,9
Kvarcfillit, szürke, barna, s. barna	8	1,5	6	1,0
Fillit, szürke, szürkésbarna, sárgásszürke	7	1,3	13	2,1
Csillámpala barnásszürke, sárgásbarna	6	1,1	5	0,8
Andezit, mállott, barna, zöldesbarna, vörös	39	7,4	54	8,6
Andezit, szürke, zöldesszürke, barna	15	2,8	11	1,8
Gránit, barna, sárgásbarna, szürke	4	0,8	-	-
	529	99,9	626	100

állított vizsgálati anyagon készítettünk aprózódási kísérletet: száraz mikro-Deval vizsgálatot.

Vizsgálati eredményeket az alábbiakban közöljük:

Kísérletek megjelölése Kőzet mintacsoportok

1 2 3 4

Száraz kísérletek ap-

rózódási vesztesége, 0,93 1,80 3,74 6,20
tömegszázalék

Az eredmények figyelembe vételével a következő megállapításokkal foglaljuk össze a kísérleteket:

- az aprózódást mindkét halmazban jelentősebb tömegszázalékban jelen levő kőzetváltozatok minősége határozza meg,
- a kvarctartalmu beállított halmazok aprózódási vesztesége fele értékű mint a vegyes kőzetanyag halmazoké. Ezen belül is az egynemű, tömött szerkezetű kvarckvarcitot 40 % -ban tartalmazó halmaz aprózódási vesztesége fele akkora mint csupán a 27 % -ban tömött kőzetanyagot tartalmazóé.

A vizsgálatsorozat eredményeinek tükrében elemztük az eredeti települési kőzetanyagon nyert vizsgálati eredményeinket. A Duna két szakaszának (Kisalföld, dunakanyar terület egységek), valamint a Dráva (Gyékényes-Béla vár) üledékeinek adatait a 3. táblázatban rendszerezjük.

A táblázatban mikro-Deval, Hummel, Los Angeles aprózódási értékeket, valamint szulfátos kristályosítási vizsgálatok eredményeit csoportosítjuk.

Az említett laboratóriumi vizsgálatok eltérő szemnagyságu kőzetanyag felhasználásával (Hummel, kristályosítások)

Mintavétel		Mikro-Deval aprózódás			Hummel aprózódás		Los A. apr.		Kristályosítás	
(kavicsbánya, furás)		m %			m %		m %		m %	
száraz, vizes		vizes			5/8	4/32	4/8	(II)	Na	Mg
		száraz								
Szöd-Vác	4,25	6,55	1,54	42,7	17,8	28,5	6,5	6,0		
Dunakeszi	4,12	7,95	1,93	41,5	18,4	27,3	5,0	10,0		
Verőcemaszló	1,75	2,05	1,11	38,2	13,6	24,0	0,8	0,9		
Kisoroszi	3,32	5,48	1,65	40,6	16,4	27,4	1,0	4,0		
átl.	<u>3,36</u>	<u>5,51</u>	<u>1,56</u>	<u>40,75</u>	<u>16,55</u>	<u>26,8</u>	<u>3,33</u>	<u>5,23</u>		
K.alf.	1	1,89	2,33	1,23	-	14,6	26,8	0,6	0,4	
	2	2,23	2,49	1,12	-	-	-	1,6	1,2	
	3	2,51	3,02	1,20	43,1	15,1	26,0	0,7	0,5	
	4	2,28	-	-	-	13,6	26,0	0,7	1,2	
	5	2,47	3,28	1,33	-	-	-	-	-	
	6	3,35	3,68	1,10	40,8	14,2	25,4	0,7	1,2	
	7	3,62	-	-	-	-	26,4	0,5	0,8	
	8	2,89	4,30	1,49	41,4	14,0	27,4	1,5	1,7	
	9	3,10	3,38	1,09	-	-	27,4	0,2	1,4	
	10	2,89	2,66	0,92	41,3	14,5	25,3	1,0	0,8	
	11	2,59	4,02	1,55	-	13,2	-	0,5	0,3	
	12	2,32	2,65	1,14	-	12,5	27,2	0,7	1,2	
átl.	<u>2,68</u>	<u>3,18</u>	<u>1,22</u>	<u>41,65</u>	<u>13,96</u>	<u>25,99</u>	<u>0,79</u>	<u>0,97</u>		
Gyékényes	2,91	3,42	1,18	42,1	17,6	27,0	1,2	0,4		
Barcs	4,64	5,24	1,13	-	-	27,0	2,9	2,6		
Berzence	2,65	-	-	-	15,8	29,0	0,6	0,7		
Bélavár	2,17	3,82	1,76	-	14,9	26,4	0,7	0,8		
átl.	<u>3,09</u>	<u>4,16</u>	<u>1,36</u>	<u>42,1</u>	<u>16,10</u>	<u>27,35</u>	<u>1,35</u>	<u>1,13</u>		

Mikro-Deval-,Hummel-,Los Angeles-,és kristályosítási vizsgálatok eredményei.

készültek. A megválasztott területegységekről származó üledékek közettani-anyagtani karakterének hatása figyelhető meg a fizikai-mechanikai igénybevételek kapcsán.

A dunai kőzetanyag kisalföldi üledékében (1-12.sz. kutatófurás, amelyet az FTV mélyített az elmúlt évek során, az országhatár-Győr-Csorna térségében) néhány tömeg % - ban magmás-, valamint üledékes kőzetek dominálnak. Együttes tömegüktől több az átalakult kőzetváltozatok mennyisége (alpi lehorvási terület).

Vác-Kisoroszi térségből származó minták a terület földtani felépítésének megfelelően nagyobb tömegben tartalmaznak különböző andezit-változatokat és tufákat, stb. Az üledékes kőzetek részesedése néhány százalék.

A Duna baloldali mellékfolyói hordalékában meghatározóak az említett kőzetek, 1., 2., 3., 4., 5. ábra. Mállottak a magmás kőzetek. Mikro-hasadékok, repedése mentén, valamint egyes ásványok környezetében kloritos elváltozások figyelhetők meg, 2., 3. ábra.

Mésző kőzetek csiszolatai alapján kitűnik, hogy a kőzet-szövetet repedések (20 - 300 μm) tagolják, amelyeket utólag kalcit, limonit tölt ki, 4. ábra. Megfigyelhető a kőzetszövet szétDarabolódása, 5. ábra. Utóbbiak nagysága 100-300 μm .

A Dráva lerakott üledékét metamorf kőzetek és eltérő genetikájú kvarcitok alkotják.

Összefoglalás.

A kutatási eredmények fő megállapításai a 6. ábrán bemutatott összefüggésekkel jól jellemezhetők.

A fizikai - mechanikai kísérletek és vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a rideg kőzeteket tartalmazó üledékek Los Angeles- mikro-Deval, kristályosítások - mikro-Deval hánya-

dos, vizes-száraz mikro-Deval aprózódási értéke, vesztesége rendre nagyobb a Visegrád-dunakanyari magmás kőzeteket magában foglaló üledékektől, de a változás mértéke legjobban a mikro-Deval vizsgálattal követhető.

Megállapíthatjuk továbbá, hogy a mikro-Deval és Los Angeles aprózódás csökkenő aprózódási értékkel jellemezhető drávai, kisalföldi és Visegrád-dunakanyari kőzetek esetében-,

a kristályosítási veszteségek és a mikro-Deval hányados kapcsolata, rendre a kisalföldi, a Dráva-völgyi, és a Visegrád-dunakanyari üledékek esetében-,

a száraz és vizes közegben készített mikro-Deval aprózódások közötti kapcsolatok feltüntetése esetében az aprózódás mértéke a kisalföldi-, Dráva-völgyi-, Visegrád-dunakanyari üledékekénél rendre eltérő, csökkenő tendenciát mutat.

A vizsgálati eredmények átlagértékei két fő csoportra különíthetők el és pedig a főleg kvarcot-kvarcitet tartalmazó kisalföldi és drávavölgyi, valamint a vegyes kőzetanyagot tartalmazó dunakanyari csoportra.

Irodalomjegyzék.

MSz 18 287/6 Építési kőanyagok szilárdságvizsgálata próbá-halmazon.

Mikro-Deval vizsgálat.

Gálos M.-Kausay T.-Kertész P.-Marek I. (1984): Zuzottkövek mikro-Deval aprózódási vizsgálata.

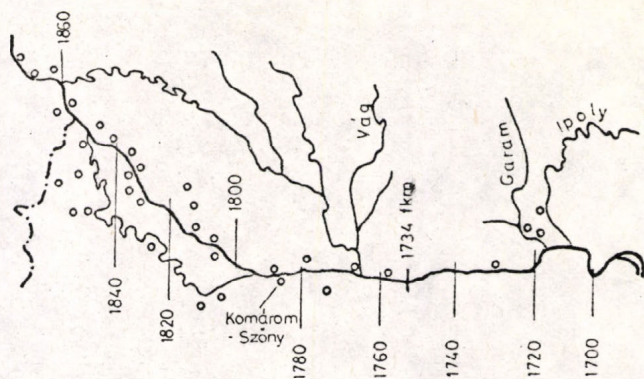
Építőanyag XXXVI.évf. 9.sz. pp 278-287.

Ábraalírások

1. ábra Duna és baloldali mellékfolyói üledékeinek
közöttani összetétele.
2. ábra Andezit vékonycsiszolati képe.
3. ábra Dácit vékonycsiszolati képe.
4. ábra Mészkö vékonycsiszolati képe.
5. ábra Mészkö vékonycsiszolati képe.
6. ábra Halmazfizikai jellemzők közötti összefüggések.

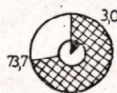
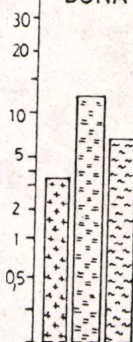
Jelmagyarázat:

- 1 Los Angeles aprózódás
- 2,3 Kristályosítási veszteségek magnézium, nátrium
oldatban
- 4,5 Száraz és vizes mikro-Deval aprózódás
- 6 Mikro-Deval vizsgálatok hányadosa
- 7,8,9 Kisalföld, Visegrád-dunakanyar, Dráva-völgyi
üledékek vizsgálatának középértéke
- 10 Laboratóriumi vizsgálatok.



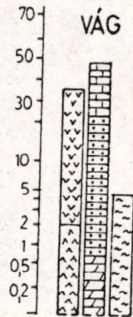
m %.

DUNA

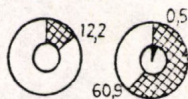
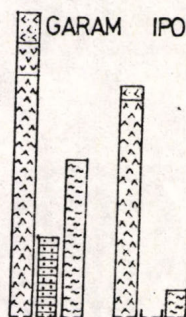


m %.

VÁG



GARAM IPOLY



0 AMORF SZILIKÁTOK

10

o MINTAVÉTELI HELYEK



MAGMÁS KŐ



TUFA, TUFT



SAV MAGMÁS



BÁZ MAGMÁS



ÜLEDÉKES KŐ.



MÉSZKŐ



HOMOKKŐ



DOLOMIT



ATALAKULT KŐ.

1. abra



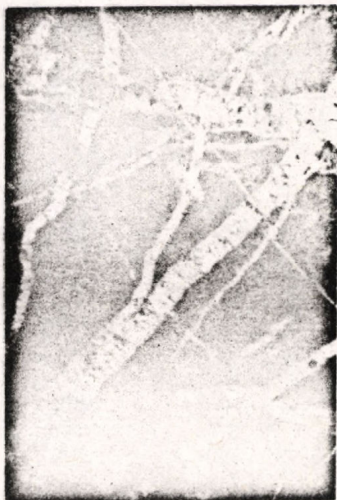
2. ábra. Zöldamfibolos piroxén-
andezit.
Párhuzamos nikol.
Nagyítás 40 x



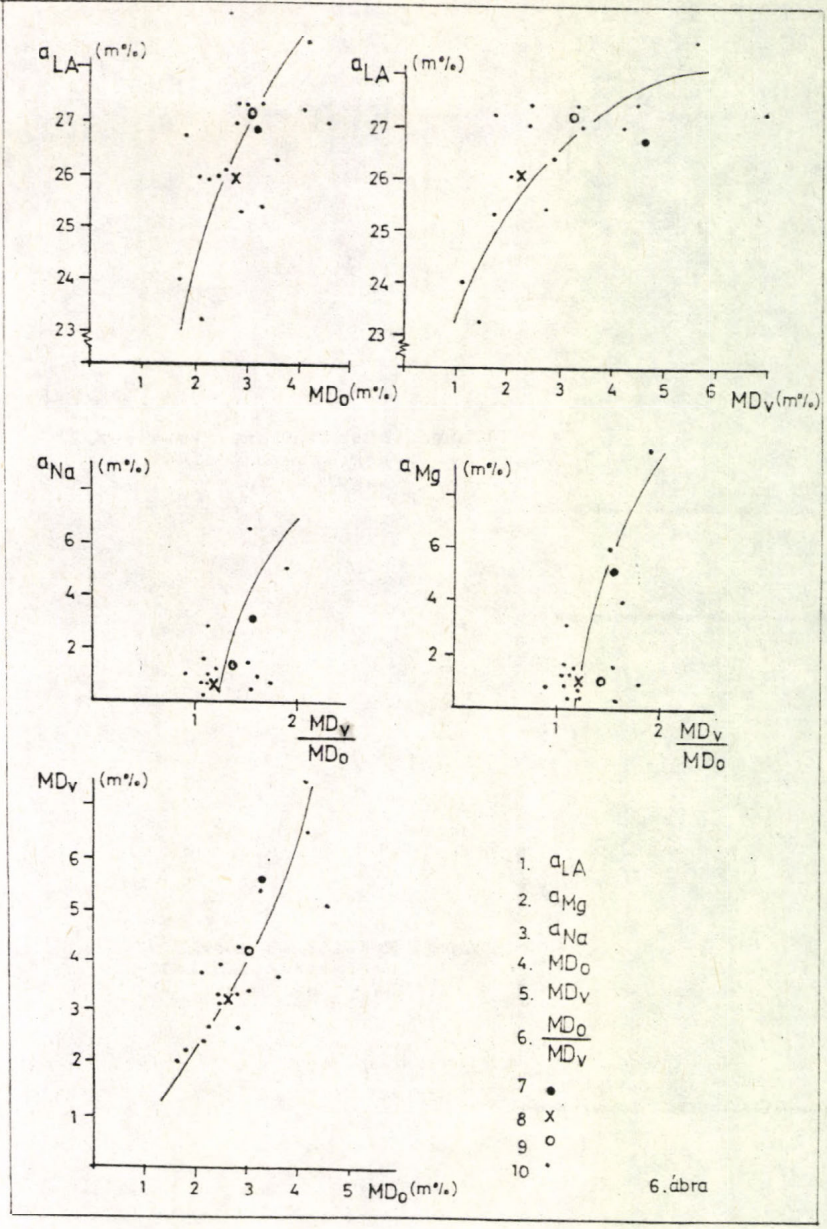
3. ábra. Hiperszténes, zöldamfi-
bolos biotitdácit.
Keresztezett nikol.
Nagyítás 40 x



4. ábra. Mész, mikrokrisztályos.
Keresztezett nikol.
Nagyítás 26 x



5. ábra. Kalciteres mész.
Keresztezett nikol.
Nagyítás 26 x



1. α_{LA}
2. α_{Mg}
3. α_{Na}
4. MD_0
5. MD_V
6. $\frac{MD_0}{MD_V}$
7. ●
8. ×
9. ○
10. *

6. ábra

Short - time testing of some aqueous sedimentary
quaternary rocks for the determination of body
strength properties relating to genetics

Niklós Gólos - Endre Török

Breakage properties of some aqueous sedimentary
quaternary rocks originated from of the Danube
and the Drava were related to their parent rocks,
through different type of breakage tests, results
as can be seen in Figure 6. It was shown that the
breakage of terrace gravel materials were with
decreasing tendency in the case of Drava, North
Plain Danube and Visegrád / curve of Danube /
areas respectively.

The result of breakage tests showed that the on
the basis of the mean values of test results the
following two groups can be distinguished: North
Plain Danube and Drava gravel consisting mainly
of quartz and Visegrád, curve of Danube gravel
containing rock materials with highly variable
genetics.

BUDAPEST RÓZSADOMB PALÉOKARSTHIDROGÉOLÓGIAI
VISZONYAINAK REKONSTRUKCIÓJA AZ ALSÓPLEISZTOCÉNÉBŐL
NAPJAINKIG

Petz Rudolf⁺-Szentirmai Lászlóné⁺- Scheuer Gyula⁺
Schweitzer Ferenc⁺⁺

⁺ Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

⁺⁺ Földrajztudományi Kutató Intézet

1. Bevezetés

A Budai hegység északi részét alkotó Hármashatárhegyi vonulathoz kapcsolódóan ismert hévforrások fakadnak. Ezek helyileg két területen lépnek a felszínre. A hegyvonulat délkeleti elvégződésénél a Dunapart közelében találjuk az un. József-hegyi források csoportot. Ezek a budapesti hévforrások legismertebb és legjelentősebb forrásai közé tartoznak.

A másik hévforrás kilépési hely - az óbudai Árpádforrás - a hegyvonulat lábánál az óbudai-budakalászi dunai süllyedék peremi részén a Vörösvári út és a Bécsi út találkozásánál van.

Az előzők alapján látható, hogy a vizsgált geomorfológiai egység keleti peremi részén ma is jelentős hévforrás tevékenység figyelhető meg. A hévforrások mai helyüket a megelőző korokban lezajlott földtörténeti események eredményeként fokozatosan foglalták el. Ezt a hévforrás vándor-

lást nyomon követhetjük azoknak a jelenségeknek és üledékeknek a vizsgálatával, amelyek az egykori hévforrás tevékenységre utalnak. A források feletti területek így a Rózsadomb és környezete hévforrásos jelenségekben rendkívül gazdag. Hazai vonatkozásban egyedülállóan hévforrásos genetikájú barlangok /Ferenchegyi, Pálvölgyi, Mátyáshegyi, Szemlőhegyi barlangok/ nagyon gyakoriak, amelyek köre a legutóbb felfedezett Józsefhegyi barlanggal tovább bővült. De nemcsak a barlangok, hanem az egykori hévforrások vizéből kivált édesvízi mészkő előfordulások is jelzik 1. ábra/az igen aktív hévforrás termelékenységet.

2. A terület paleokarszthidrológiai viszonyainak ismertetése

A Látóhegy-Mátyáshegy-Solymári völgy-Duna-Mártirok útja-Ördögárok között elhelyezkedő terület képezi vizsgálatunk tárgyát, mert ezen a részen található az az édesvízi mészkő előfordulások, amelyek segítségével felvázolható a Hármashatárhegyi vonulathoz tartozó hévforrások paleokarsztviz földtani viszonyainak negyedidőszaki fejlődéstörténete. Továbbá ezek segítségével a hévizek által kioldott üregek és barlangok korára vonatkozóan is értékes információk nyerhetők.

2.1. A Hármashatárhegyi vonulat karsztvízföldtanilag a budai hévforrásrendszer szerves tartozéka. Ezen belül a hegység rész lábánál fakadó hévforrások révén, részben mint a rendszer megcsapolója, részben pedig a szabad felszíni karbonátos kőzetek miatt, mint tápterület funkcionál.

A Hármashatárhegyi vonulatnál a vizsgálatok és megfigyelések alapján az édesvízi mészkő előfordulások olyan gyakoriak, hogy ilyen vonatkozásban a Budai hegység egyik leggazdagabb részének mondható. Ebből rögtön levonható az a következtetés, hogy a hévforrás kilépések egyik súlyponti területe volt. Ez a helyzet lényegében máig fennmaradt.

A legújabb faunisztikai, földtani, geomorfológiai vizsgálatok szerint a Budai hegység területén a felsőpannontól kezdve napjainkig több mint tiz hévforrás működési áthelyeződést sikerült kimutatni az édesvízi mészkőszintek alapján. Ezeket a recens legfiatalabb édesvízi mészkőektől kezdve - ez az 1.sz. szint - a magassági elhelyezkedésük függvényében különböző szintekbe soroltuk, /1. táblázat/ így a legmagasabban települők a legidősebbek és a mai források felé fokozatosan fiatalodnak. A korbesorolásnál a faunisz-

tikai /gerinces és puhatestűek/ leletek értékelésén túlmenően a különböző geomorfológiai szintek /hegy-lábfelszín, folyóterasz/ korjelző szerepét is figyelembe vettük miután ezeknél is szabályszerű az, hogy a magasabban fekvő geomorfológiai szintek a legidősebbek és fokozatosan fiatalodnak az alacsonyabbak felé (6).

2.2. Az édesvizi mészkő előfordulások kataszterezése során a Hármashatárhegyi vonulathoz kapcsolódva 19 db önálló előfordulást sikerült kimutatni. Az édesvizi mészkövek területileg két tájegységen belül csoportosulnak. Az édesvizi mészkövek egyik része a tágabb értelemben vett Rózsadombhoz és az Ördögárok völgyéhez kapcsolódnak a másik részük pedig az Óbudához tartozó területeken fordulnak elő. Ennek alapján megkülönböztettünk rózsadombi és óbudai édesvizi mészkő sorozatokat.

A legújabb vizsgálatok szerint, figyelembe véve és párhuzamosítva a Budai hegység és környéke egyéb édesvizi mészkő előfordulásaival, e területen egymás alatt korban fiatalódó 7 édesvizi mészkőszintet sikerült kimutatni és azonosítani.

A Ferenczi I. /2/ Máriaremetén - a Kokárda utca 40. sz. ház előtt - írt le 275 m-es magasságban kisebb édesvizi mészkő előfordulást, amit

1982-ben elfejtették útépítés miatt. Kronológiai-
lag értékelhető fauna nem került elő, ezért a kor-
tanilag tisztázott geomorfológiai szintekhez vi-
szonyított helyzete alapján rögzíthetjük korát az
alsópleisztocén első felére /felső villányium/ és
a 7 sz. édesvizi mészkőszinttel párhuzamosítható.
Mekivánjuk jegyezni, hogy a Budai hegység terü-
letén a legalsó pleisztocén /villányium/ sorol-
ható édesvizi mészkövek számbelileg és kifejlő-
dés tekintetében nagyon alárendelt szerepet játsza-
nak. Így a mészképző hévforrás tevékenység aktivi-
tása sem lehetett jelentős.

Mivel a 250-280 tszf. közötti édesvizi mészkövet
és geomorfológiai szinteket az alsópleisztocén
alsó szakaszára datálják /6/ így a vizsgált te-
rületen 250 mtsz.feletti magasságban levő bar-
langok legalsó pleisztocén koruk: vagy annál
idősebbek /2. ábra/.

A Rózsadomb és tágabb környezet viszont igen
gazdag olyan édesvizi mészkövekben, amelyek 190-
240 m tszf-i magasságok között települnek. Ilyen
szinteken levő édesvizi mészkövek vannak a Hűvös-
völgyben két helyen, a Ferenchegy lábánál a Török-
vészi útnál, a Józsefhegyen, a Rókushegyen és a
Detrekő utcában. Ezek az előfordulások dinamikus

és kiterjedt mészképző hévforrás tevékenységet bizonyítanak. Ezekből a mészkövekből e területen eddig értékelhető korbesorolásukat elősegítő fauna nem került elő. De a Dudai hegység más területein azonos magasságban települő édesvízi mészkövekből már olyan neves faunák ismeretesek, melyek az egyéb geokronológiai vizsgálati eredmények mellett az ebben a szintben települő édesvízi mészkövek korát megbízhatóan az alsó pleisztocén felső részére /alsó Biharium/ rögzítik. A datált édesvízi mészkövekkel párhuzamosítva a hasonló magasságban levő rózsadombi előfordulásokat ezek korát az alsó bihariumba helyezhetjük, ill. az 5-6. számú édesvízi mészkőszintekkel azonosíthatjuk. Ennek megfelelően a karsztrendszer alsóbihariumi forráskilépései és vízszint értékei 180-240 m tszf magasság között adható meg. Ez egyben azt is jelenti, hogy az előzőekben közölt magassági értékek között levő barlang- és üregrendszerek keletkezése is az alsó pleisztocén második felében történt.

Összehasonlítva a rózsadombi barlangok járatainak-kürtőinek tengerszint feletti magasságát az édesvízi mészkövekével megállapítható, hogy azok magassága nagyon jó egyezést mutat. Így a legismertebb barlangok - a Józsefhegyi, Szemlőhegyi, Pálvölgyi és a Látványhegyi - kioldódása

összeesik a legdinamikusabb mészfelhalmozó időszak-
kal, ezért a barlangok fő képződési időszakát is
az alsó pleisztocén második felére /alsóbiharium/
rögzíthetjük. Megkivánjuk jegyezni, hogy az egész
Budai hegység keleti részén ebben az időszakban
volt a legdinamikusabb és legerőteljesebb a hő-
forrás tevékenység, amelyet a 5-6. sz. édesvízi
mészköszinthez tartozó mészkövek nagy száma, je-
lentős vastagsága és kiterjedése bizonyít. Ekkor
képződtek a legnagyobb és iparilag is hasznosít-
ható Budai hegységi édesvízi mészkőösszletek /Bu-
dakalász/.

A Rózsadombon és Óbudához tartozó részen a
155-165-ös szinten is hőforrásműködést jelző édes-
vízi mészkövek vannak. E mészköveknél sem rendel-
kezünk olyan faunisztikai adatokkal, amelyekre
támaszkodhatunk korbesorolásunknál. Ezért datálá-
suk az előzőekhez hasonlóan a meghatározott és biz-
tosan korolt geomorfológiai szintekkel - teraszok-
hoz való kapcsolatuk és ezekkel egyező magasság-
ban települő és a Budai hegységben nagyon gyakori
kortánilag jól ismert /Haphegy-Budai Vár/ édesvízi
mészkövekkel történhet. Ezekre vonatkozóan nemcsak
megbízható faunisztikai adatokkal rendelkezünk
hanem Th/U abszolút kormeghatározásokkal is. Ezek-

kel való párhuzamosításuk alapján a Hármashatár-hegyi vonukathoz tartozó 155-165-ös szinten települő mészkövek a középsőpleisztocén alsó részébe /felső Biharium/ helyezhetők és a 4.sz. édesvizi mészkőszinttel párhuzamosíthatók. Ennek megfelelően a középsőpleisztocén első felében a karsztrendszer forráskilépései a Hármashatárhegyi vonulatnál 155-165 tszf magasság közötti értékben adható meg. Tehát a karsztvízszint tovább csökkent és a hévforrás kilépések a mai erózióbázis irányába tolódtak el. A középsőpleisztocén édesvizi mészkövek közül kiemelnénk az Apostol utca 15-17. sz. házak kertjeiben levő előfordulást, amely a Lukács-fürdő felett 160 m tszf-i magasságban egykor itt működő hévforrás lerakódásának tekinthető. A mészkő azt bizonyítja, hogy már a középsőpleisztocénben, részben a mai források közelébe helyeződtek át a hévforrások. Ez avval magyarázható, hogy már ekkor az itt települő vízvezető karbonátos kőzetek voltak a karsztrendszer egyik legutolsó és egyben a legmélyebben fekvő részei többek között és ezért megcsapoló funkciót töltött be már ekkor a rendszeren belül. Lényegében így a Molnár János barlang kialakulásának kezdete evvel a hévforrásműködéssel hozható összefüg-

gésbe. Az Apostol utcai hévforráson túlmenően a Solymári és a Duna völgyhöz kapcsolódva még további három édesvizi mészkővel bizonyítható hévforrás tevékenység mutatható ki.

A középső pleisztocén felső részén még további hévforrásműködést jeleznek az édesvizi mészkövek. Ezek sorából a legismertebb az ún. Kiscelli előfordulás, amely 140-150 m tszf magasságban települ és területileg is jelentős nagyságu. Hosszabb ideig tartó nagyobb vízhozammal rendelkező hévforrascsoport lerakódásának tekinthető. Abszolút kora 190 ezer Th/U év.

A felsőpleisztocénbe sorolható édesvizi mészkövek kortanilag ismert folyóteraszokon települnek, továbbá több édesvizi mészkőelőfordulásnál rendelkezünk abszolút kormeghatározási adatokat is.

Igy a Hármashatárhegyi vonulathoz kapcsolódó édesvizi mészkövek esetében éppen a felsőpleisztocénbe tartozóknál végezhető el a korbesorolás megfelelő biztonsággal és ez a mellékelt I. táblázatból leolvasható. A felsőpleisztocén eleje óta /120-130 ezer év/ kb 20 m-es vízszintsüllyedés ment végbe a területen.

Ábrák

1. ábra A vizsgált terület helyszínrajza az egykori hévforrások helyeit rögzítő édesvízi mészkő előfordulások és jelentősebb barlangok feltüntetésével.

1. Hévíforrások /1/a. Lukács fürdő, 1/b Árpád forrás/,
2. Édesvízi mészkő előfordulások, 3. Jelentősebb barlangok, 4. Szelvény helye.

2. ábra Áttekintő vízföldtani szelvény a hévforrások kilépési szintjeiben bekövetkezett változások feltüntetésével a különböző koru édesvízi mészkőszintek alapján.

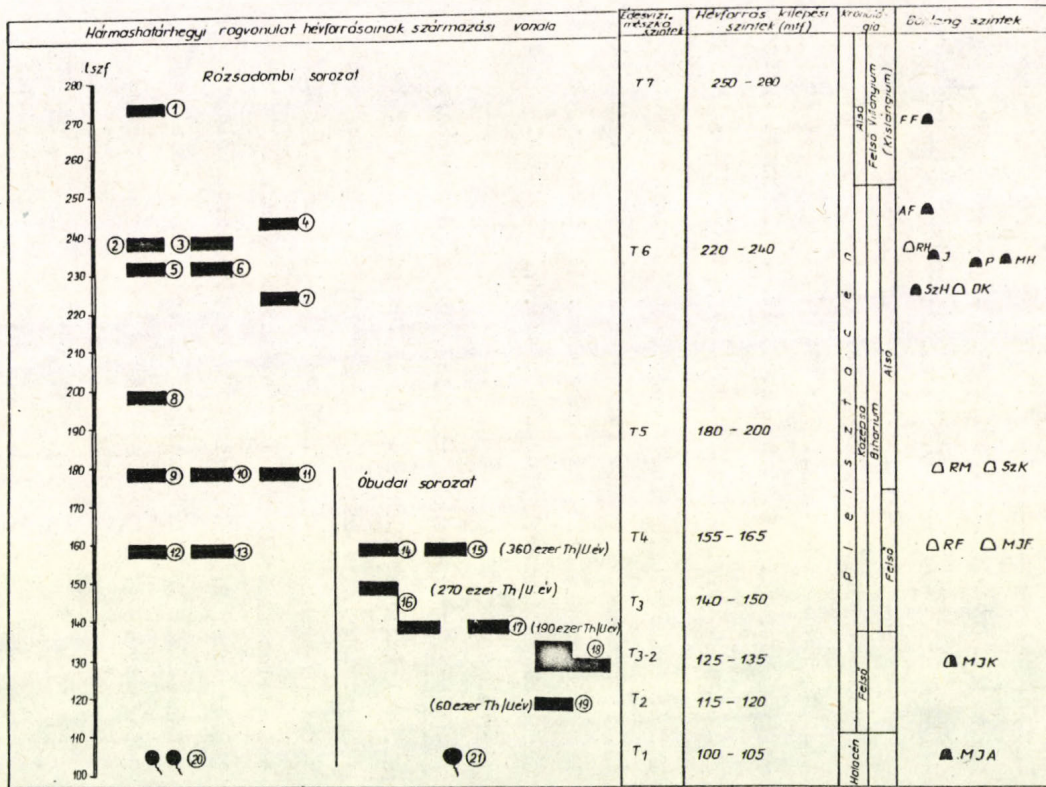
1. Felsőtriász karbonátos kőzetek, 2. Felsőeocén mészkő, 3. Felsőeocén briozoós márga, 4. Felső eocén budai márga, 5. Alsóligocén agyagok, 6. Ferenchegyi barlang, 7. Alsópleisztocén Törökvérszi édesvízi mészkő /6 sz. szint/, 8. Alsópleisztocén hévforrás, 9. Józsefhegyi barlang, 10. Józsefhegyi édesvízi mészkő / 6 szint/, 11. Józsefhegyi alsópleisztocén /alsó bihariumi/ hévforrás, 12. Molnár János barlang, 13. Apostol utcai középsőpleisztocén /felső biharium/ édesvízi mészkő /4 szint/, 14. Középsőpleisztocén hévforrás, 15. Malomtavi hévforrások, 16. Karsztvízszint, 17. Feltételezett törések-vetők. I. alsópleisztocén /felső villányiumi/ hévforrás feltörések tartománya, II. alsópleisztocén /alsó bihariumi/ hévforrás feltörések tartománya, III. középsőpleisztocén /felső bihariumi/ hévforrás feltörések tartománya, IV. felsőpleisztocén-óholocén hévforrás feltörések tartománya.

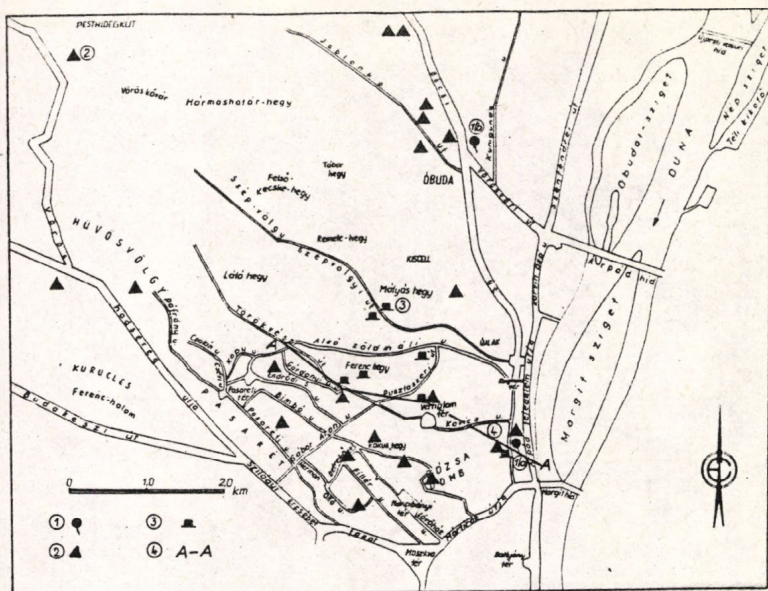
Táblázat

I. táblázat. A Hármashatárhegyi vonulat hévforrásainak származási vonalaz az édesvízi mészkő előfordulások és szintek alapján. I. Rózsadombi hévforrásokból képződött édesvízi mészkövek. 1. Mária-remete, 2. Rókushegy, 3. Hüvösvölgy Nyéki út, 4. Törökvérszi út, 5. Balogh Ádám utca, 6. Józsefhegy, 7. Detrekő utca, 8. Hüvösvölgy Kondor utca, 9. Lepke utca, 10. Szöllészeti intézet, 11. Bimbó utca, 12. Bazsi utca, 13. Apostol utca.

II. Óbudai hévforrásokból képződött édesvízi mészkövek. 14. Parkastoroki út, 15. Parkastoroki lejtő, 16. Kiscsell, 17. Csúcsoshegy dűlő, 18. Labancköz, 19. Bécsi út, 20. Józsefhegyi források /Lukács-Császár/, 21. Óbudai Árpád forrás.

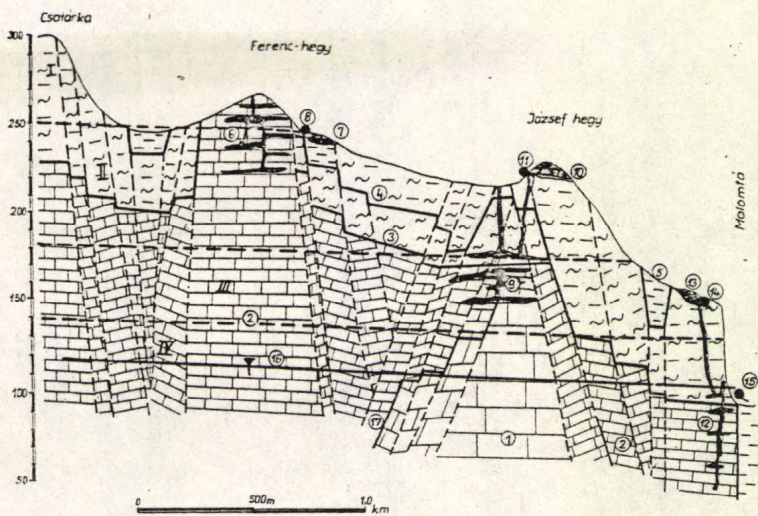
Barlangok: FF. Ferenchegyi felső, AF. Alsó ferenchegyi, RM. Feltételezett Rókushegyi, J. Józsefhegyi, P. Pál-völgyi, MH. Mátyáshegyi, SZM. Szemlőhegyi, DK. Feltételezett Detrekő utcai, RM. Feltételezett Rézmáli, SZK. Feltételezett Szöllészeti Kutatóintézeti, RP. Feltételezett Romer Flóris utcai, MJT. Feltételezett Molnár János felső, MJK. Molnár János középső, MJA. Molnár János alsó.





ÉNY

DK



The Paleo-karstic-hydrogeologic reconstruction of
Budapest, Rose Hill area from the Low Pleistocene
until the recent geological ages.

Rudolf Petz - Lászlóné Szentirmai - Ferenc Schweitzer-
Gyula Scheuer

At the toe of the Rose Hill several hot springs have their source. The ancestors of these springs etched the rock material forming caves, rendering the area the richest part of the capital in terms of cave occurrence. For the determination of the age of these caves it was attempted to describe the Paleo-karstic-hydrogeologic condition of the area, on the basis of the following data: The characteristics of freshwater lime rocks precipitated from hot sources, and the results of recent geomorphological investigations regarding the hill foot and terraces. Results show that hot springs activity had been taking place since the low Pleistocene until the recent geological times. The most well-known caves were forming during the last period of the low Pleistocene / 1.4 - 0.7 million years /, as can be stated on the basis of the chronology of the age of the freshwater lime rocks. According to the observations, the cave formation took a long time including some interruption periods.

Lakatos Gyula ⁺

1. Bevezetés

SEBESTYÉN OLGA klasszikus gondolatai:

„Ahol a víz van, élet is van”, „Az élethez a víz szükséges” ma is érvényesek, azonban az embernek (társadalomnak) a környezetéhez (természethez) való kapcsolatában bekövetkezett minőségi és mennyiségi változások itt is érvényesülnek. A víz és az élet viszonyának kétoldalúsága, kölcsönhatása nemcsak a vízszennyezés, mérgezés és az „élőlény-mentesség” jellegű válaszreakciókban tükröződik, hanem, a víz számos esetben, térben és időben megszűnt „szabad természeti forrás”-ként („free resource”) létezni, hanem értékes „ásványkincs”-ként kell kezelnünk, mivel komoly kihatása és meghatározó szerepe van a társadalmi-gazdasági életünkre.

A vízellátás biztosítására irányuló megoldások, technológiák közel, egyidősnek tekinthetők az emberiség történetével, azonban a tudatos, tudományos-műszaki tevékenység - véleményünk szerint - korszakolható. Évezredekken át a vízépítő mérnökök és a geológus tevékenysége meghatározó, csupán évszázados multtal rendelkeznek a vegyi eljárásokat alkalmazó kémikusok, amikor a vízmennyiség biztosítása mellett a víz minőségének (pl. ihatóságának) a kérdése is súlyos problémaként jelentkezett. A legutolsó korszak a biológusok, ökológusok tevékenységét is igényli, és ma már ismereteikre, munkájukra nagy szükség van.

Az élőlények válaszreakcióin keresztül bekövetkező vízminőség változásokra már utaltunk, de nem szabad arról egy percre sem elfeledkeznünk, hogy az ember (*Homo sapiens*) is élőlény, így ő (mi) is reagálni kényszerül. A jó ivóvíz és a szennyvitalisztítás szükségessége szempontjából jelentkező számos probléma még napjainkban is, csak részben tekinthető valamilyen formában megoldottnak.

⁺ KLTE Ökológiai Tanszék, Debrecen

E téren is előtérbe került a biológiai, az ökológiai ismeretek gyakorlati felhasználása. A biotechnológiai eljárások a jelen, és egyben a jövő lehetőségét is előrevetítik és megállapítható, hogy alkalmazásukhoz nem férhet kétség a vizgazdálkodás számos területén.

Ismertek azok a törekvések, amelyek az ivóviz- és szennyvizzisztítás munkafázisainak egységesítésére, tíz évvel ezelőtt hazánkban is elkezdődtek (VARGA 1982). A technológiai egységesítés számos esetben szükségszerű, annak ellenére, hogy a vizgazdálkodás, e két nagy területe továbbra is rendelkezik, csak bizonyos, rá jellemző sajátosságokkal.

Dolgozatunkban a teljesség igénye nélkül, az ivóvizellátás és szennyvizkezelés néhány biológiai-ökológiai problémájáról, továbbá azok megszüntetésének lehetőségeiről szeretnénk, a hozzáférhető irodalom, valamint saját kutatási eredményeink felhasználásával beszámolni.

2. A vizzisztítás néhány biológiai-ökológiai problémája

2.1. A nagy nitráttartalmu ivóvizek hatásai és az ivóvizek nitrátmentesítése

A jó ivóvizre jellemző, hogy nem tartalmazhat olyan anyagokat és élőlényeket, amelyek az emberi egészséget bármilyen módon károsítják, de tartalmaznia kell mindazon anyagokat, amelyeket a szervezet (csak) víz útján képes beszerezni. A víz ihatóságát a fizikai, kémiai, biológiai, bakteriológiai és radiológiai vizsgálatok eredményei alapján lehet eldönteni.

Az ivóviz nagy nitráttartalom veszélyességét fokozza, hogy szin, szag nem hívja fel rá a figyelmet, a jellegzetes édeskés iz csak nagyobb koncentrációban érezhető. Hátrány továbbá, hogy a víz forralásával a nitrát mennyiség is koncentrációzik.

Napjainkban az ivóvíz nagy nitrát koncentrációjával hozható összefüggésbe a „methaemoglobinaemia”, amelynek a kórképe, bár a század eleje óta már ismert, de csak 1945-ben sikerült COMLY-nak igazolnia, hogy ezt a betegséget a nagy nitrit és nitrát tartalmu ivóvíz fogyasztása is kiválthatja. Pár évvel később végzett vizsgálatok bizonyították, hogy a nitrátos víz fogyasztása során csak akkor alakul ki a methaemoglobinaemia, ha a fogyasztott vízben vagy a csecsemő garatjában ill. gyomrában egyidejűleg nitritképző baktériumok is jelen vannak, amelyek a nitrátot nitritté redukálják. A nitrit a felső bélszukaszon felszívódva a vérben methaemoglobint képez.

A methaemoglobin három vegyértékű vasat tartalmaz, szemben a haemoglobin két vegyértékű vasával. A nitrit hatására feloxidálódott vas az oxigén transzport szempontjából értéktelen, mivel a víz oxigén leadása gátolt és a szövetek oxigénhiánya okozza a klinikai tüneteket.

A methaemoglobin természetes körülmények között is folyamatosan képződik a vérben, azonban mennyisége csak kóros esetekben éri el ill. lépi túl a normálisnál (1-2%-nál) magasabb szintet, mivel a methaemoglobin reduktáz enzim fokozatosan visszaalakítja haemoglobinná. Ha elégtelen mennyiségben áll rendelkezésre ez az enzim, vagy túl sok nitrit szívódott fel, akkor ez a folyamat gátolt.

Ismert továbbá, hogy a fiatal csecsemő korban, a születést követően a vörösvértestekben a felnőttkori haemoglobin mellett nagy mennyiségben van jelen a foetalis haemoglobin (80 %-ig), amire a nagyobb oxigén affinitás és az eltérő alkalirezisztencia a jellemző. Az erősebb oxigén affinitás a magyarázat arra, hogy elsősorban miért a csecsemőkre jellemző ez a halálozással is járó „mérgezés”.

A nitrátos vizek kezelése - azaz a víz nitráttartalmának eltávolítása - ma még részben megoldatlan probléma (TARJÁN 1982). A csapadékképződéssel járó eljárások, melyek más komponensek esetében eredményesen alkalmazhatók, a nitrátnál nem

vezetnek eredményre, mivel a nitrát vegyületek többsége vízben igen jól oldódik. Jelenleg a nitrát mentesítésre biológiai, fiziko-kémiai (ioncserés) és egyedi megoldásokat ismerünk. A biológiai módszer esetében a nitrátok lebontását denitrifikáló baktériumok végzik és a keletkező elemi nitrogén a vízből kiszellőzik. A denitrifikációhoz redukálószer (hidrogén donor) adagolandó. Annak ellenére, hogy ez a biológiai módszer nitrát mentesítésre alkalmasnak látszik, a gyakorlati felhasználását igen megnehezíti a hidrogén adagolásának veszélyessége (TARJÁN 1982). Megjegyezzük, hogy a gombák alkalmazásával is történnék kísérletek a nitrátmentesítésre.

Az ioncserés nitráteltávolítási módszerekkel kapcsolatos felüzemű és üzemi kísérletekről számos közlemény jelent meg. Az anioncserélős módszer lényege, hogy a kezelendő vizet klorid, vagy hidrogénkarbonát ciklusban üzemelő műgyantán vezetik keresztül, miközben végbemegy a nitrát anioncsere. Az ioncserés módszer költségeit azonosnak tekintjük a biológiai módszer költségével.

Egyéb módszerekhez tartozik az oldott sótartalom csökkentésére javasolt bepárlás, fagyasztás, elektrodiálízis. Ezek a módszerek a teljes sótalánítás keretében a nitrátot is kiválasztják, de gyakorlati alkalmazásuk költséges. Megemlítjük még a felszín közeli vizek nitráttartalmának alagszóvezéssel (drénezéssel) történő csökkentési lehetőségét.

2.2. A vízfertőtlenítés^e mikrobiológiai hatékonysága

A víz eredeti járványok terjedése az utóbbi évtizedekben hazánkban és külföldön is észlelhető. A vízjárványok növekvő száma összefüggésbe hozható a felszíni vizek nagyobb arányú szennyezettségével, a vízkezelés hiányosságaival és a mikroorganizmusok környezeti faktorokkal szemben tanúsított egyre emelkedő rezisztenciájával (ANDRIK 1979). A mikroorganizmusok vízben való túlélését korlátozó ökológiai tényezők egymagukban

nem biztosítják a használati vizek baktérium- és vírusmentességét, ez csak mesterséges uton, a vizek hatékony fertőtlenítésével érhető el.

A legrégebben használt, általánosan elterjedt vízfertőtlenítési módszer, a klórozás. Tudott továbbá, hogy a disszociálatlan HOCl forma jó dezinficiens, és a vízhőmérséklet emelése javítja a csirapuzstító hatást. Az eredményes klórozáshoz meghatározott kontakt időt kell alkalmazni és a szükséges klórmennyiség adagolásához ismerni kell a mikroorganizmusok mennyiségét, valamint az egyes fajok és ökológiai csoportok igen eltérő klór-rezisztenciáját. A klór vegyületei közül hatékony fertőtlenítőszer még a klórdioxid és az utóbbi években előtérbe került a bróm és jód vízfertőtlenítési felhasználása is.

Halogénekkal végzett vízfertőtlenítés jövőbeni sorsa azonban meglehetősen bizonytalan, mivel rákkeltő, haloform vegyületek képződésével kell számolni. Emiatt a vízkezelésben az ózon felé fordul a figyelem. Előnye a klórral szemben, hogy a vízben kevesebb tényező gátolja a fertőtlenítő hatását és nem képez toxikus vegyületeket. Ez az eljárás a jövő legmegbízhatóbb fertőtlenítési módszerének ígérkezik. Az egyéb fertőtlenítési eljárások közül megemlítjük még az ultraibolya sugarak felhasználást, kombináltan más kezelésekkel együtt.

Hatékony vízfertőtlenítést segíti a nyers víz megfelelő előkezelése, tisztítása. A biocid hatású szereknek ellenálló mikroorganizmusok egyrésze jó hatásfokkal távolítható el a vízből derítéssel, koagulációval, vagy szűréssel. Célszerű a jövőben a csupán kémiai szemléleten túllépve több figyelmet fordítani az ivóvíz tisztítási folyamatok bakteriológiai-ökológiai hatásfokára.

3. A szennyvíztisztítás néhány biológiai-ökológiai problémája

3.1. Az eleveniszap „felfuvódása” és a megszüntetés lehetőségei

Az eleveniszapos szennyvztisztítás a századfordulón Angliában fejlesztették ki, és azóta a legelterjedtebben használatos „biotechnológiai” eljárás (JUNKINS et al. 1983). A tisztítási művelet lényege, hogy aerob körülmények között a mikroorganizmusok anyagcseréjük során feldolgozzák a szerves szennyezőanyagokat. A vizek természetes tisztulásaként ismert folyamat tehát felgyorsítva, irányított és szabályozott külső feltételek között játszódik le. Ismert, hogy a „jó eleveniszap” működtetéséhez számos külső és belső ökológiai tényező biztosítása szükséges.

Az eleveniszapos szennyvztisztítás gyakorlatában egyik kevésbé feltárt probléma a „bulking” vagy „iszap felfuvódás”-ként nevezett működési zavar, amellyel a következőkben kívánunk röviden foglalkozni.

Az iszap felfuvódás leggyakrabban az elszaporodó fonalas mikroorganizmusok idézik elő, kedvezőtlenül téve az iszap szerkezetét és gátolva annak kiülepedését. Az eleveniszap összetételének és működésének megváltozását, több tényező idézheti elő, amelyek közül a szervesanyag túlterhelés vagy sokk-hatás, a nitrogén a foszfor és az oxigén elégtelenség hiány emelhető ki. Az anaerob körülménnyel együtt járó kénhidrogén felszabadulás és a mérgező anyagok is előidézhetik az iszap bulking problémát. Megjegyezhető, hogy általában ezek a tényezők együtt fejtik ki kedvezőtlen hatásukat, amely gátolja az eleveniszap megfelelő funkcióját (PIPES 1978).

Az iszap felfuvódás megelőzése érdekében fontos a megfelelő C:N:P és F/M (tápanyag/baktériumtömeg) arány beállítása, intenzív keveréssel a szükséges oxigén koncentráció biztosítása. Az eleveniszap bulking problémája esetén polimerek és a klór használata ígér megfelelő kezelést, azonban hazai tapasztalataink e téren nagyon szegényesek.

Fontosnak tartjuk az aerob eleveniszapos szennyvittisztítási eljárás intenzifikálásához és optimalizálásához az ökológiai, biológiai folyamatok, problémák további vizsgálatát, kutatását, mert a fejlesztés távlatait az is nagymértékben befolyásolja.

3.2. A bentonit alkalmazása olajipari szennyvittisztításban

A TIPO (Ieninváros) szennyvittisztító rendszereinek vizsgálata során pH, lebegőanyag értékek ingadozásait és az eleveniszapos medence működési hatásfokát elemezve tettünk javaslatot az aluminiumszulfát adagolás csökkentésére és részbeni kiváltására más flokkuláló-koaguláló-adszorbeáló szerrel. Ekkor hoztuk szóba - ismerve a viszonylag egyszerű hazai beszerzés lehetőségét - a bentonit adagolását az olajfogó előtti csatornába, mivel a bentonitra adszorbeálódott olaj kiülepedhetne ebben a mitárgyban, míg az eluszó adszorbens kedvező hatását a flotátorban fejthetné ki.

A bentonit üledékes kőzetek csoportjába tartozó ásványi nyersanyag, amely alatt a hidrotermás átalakulásból származó, uralkodóként montmorillonitból álló agyagféleségeket értjük. Attól függően, hogy milyen elemek kapcsolódnak a montmorillonit-hoz, beszélhetünk Na-, K-, Ca-, Mg-típusu bentonitról és még további aktiválási kezelési eljárásoknak is ismertek.

Kémiai sajátosságaival összefüggésben, a bentonit jellemző tulajdonsága a reverzibilis duzzadóképeség és a nagy viszkozitás. Ismert, hogy a szerves vegyületeket is jól adszorbeálja és egyéb kedvező tulajdonságai miatt a kozmetika iparban, mezőgazdaságban, mélyégi furásoknál, mélyépitésben, kohászatban és a környezetvédelemben is alkalmazzák.

A bentonitnak az olajtermékekkel és szerves oldószerekkel szembeni permeabilitását és biológiai szennyvittisztításban való alkalmazását alig tanulmányozták, e téren még messze vagyunk a lehetőségek kihasználásától.

A bentonittal végzett kísérleteinkben az olajfogó előtti nyers szennyvizet használtuk fel. Az elvégzett laboratóriumi eredmények az alumínium-szulfát és a bentonit 50-50 %-os adagolási arányánál, bizonyultak legkedvezőbbnek.

Ezt figyelembe véve végeztük el az üzemi vizsgálatokat, amikor az alumínium-szulfát dózis felét Ca-bentonittal helyettesítettük. Ez a technológiai módosítás mérsékelte a pH csökkenést és ismert, hogy a magasabb pH előnyösnek ítéltető a levegőztető medence eleveniszapjának működéséhez. Elképzelésünk helyességét igazolta az a tény is, hogy a nyers szennyvizbe adagolt bentonitnak kb. a fele szerves szennyezőket adszorbeálva az olajfogóban leülepedett, vagy lefölbzódott. A flotátorban átjutott bentonitnak jelentős része a kisebb dózisu alumínium-szulfáttal együtt fejtette ki előnyös hatását.

Mérési eredményeink igazolták, hogy a levegőztető medencébe került bentonit fontos adszorpciós tulajdonságú és alzat, az eleveniszap baktériumai számára. A bentonit alkalmazása előnyösnek ítéltető az orto-foszfát jelentős kicsapásának elkerülése szempontjából is, így kedvezőbb lett az eleveniszap tápanyag ellátása. A mért szulfát koncentráció csökkenése pedig a szennyvизtisztító rendszer kénforgalmára lett pozitív hatásu.

Az olajeliminációra vonatkozó kedvező hatásfok értékeinkkel (90-93 %) és az előzőekben már elemzett vízminőségi mutatókkal együtt bizonyítottuk a Ca-bentonit adagolás alkalmazhatóságát (LAKATOS, 1986).

Az üzemi eredményeink alapján tehát az olajipari szennyvизtisztításban a bentonit felhasználható az alumínium-szulfát dózis csökkentésére vagy részleges kiváltására és gazdaságosabb is, mivel olcsóbban beszerezhető, mint az alumínium-szulfát.

- ANDRIK P. (1979): A vízfertőtlenítés mikrobiológiai hatékonysága. VMGT 107, p. 1-242.
- JUNKINS, R.; DEBNI, K.; ECKHOFF, T. (1983): The activated sludge process: Fundamentals of operation. Ann Arbor Science Publishers. p. 1-136.
- LAKATOS, Gy. (1986): Use of natural bentonite in an oil-polluted wastewater treatment system (TIFC, Hungary). CEP Conf. Environ. Amsterdam, (in press).
- PIPES, W.O. (1978): Microbiology of activated sludge bulking. Advances in Applied Microbiology, 24., p. 85-127.
- TARJÁN L-né; HÖLTER K. (1982): Vizellátási program - egészségkárosodás megelőzésére. VMGT 135, p. 1-156.
- VARGA Gy. (1982): A vízkezelés és szennyvizeztisztítás egységsítési célprogram feladata, szervezése, eredményei. In: VMGT 130, p. 14-29.

The oecology of purification of water and sewage

Gyula Lakatos

The paper deals with some biological and oecological problems of water supply and sewage treatment. More precisely the topic is partly about the effect of nitrate content water on living beings and the neutralisation of nitrate. It is concluded that the treatment of nitrate content water has not been solved.

On the other hand the author deals with the following problems: The microbiological effectiveness of disinfection of sewage, some recent results of living silt sewage purification and the treatment of oil industry sewage with bentonite.

BESZÁMOLÓ AZ 1986. ÉVI ERDÉLYI TEREPEBJÁRÁSRÓL.

Bognárné Bevicz Jolán

Egy jól sikerült két napos debreceni mérnökgeológiai szeminárium után 1986. június 23-26 között rendezte meg a Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológiai - Környezetföldtani Szakosztálya és a Nemzetközi Mérnökgeológiai Egyesület Magyar Nemzeti Bizottsága erdélyi terepebejárását, amelynek célja, a hegyvidéki víztározók és a hozzátartozó létesítmények megtekintése, valamint a környék földtanának megismerése volt /1.ábra/.

Debrecenből indulva, Ártánd-Bors között léptül át az országhatárt. Bors környékén szénhidrogén kutatás folyik, jelenleg 2500-2900 m mélységben 4 produktív telepet tártak fel. 20 kut működik, átlagos termelésük 3 t/d, a termelés csökkenő tendenciájú. A furások elérték a kristályos alaphegységet, amelyre kréta, miocén és pannoniai üledékek települnek.

Az első megállóhelyünk a Királyhágón volt. Szép időben élénk tárultak a "Nyugati - /Erdélyi/ középhegység" tagjai. Északon a Réz hegység alacsony széleshátú rögei, amelyeknek zömét kirstályos pala alkotja.

A Réz hegységtől keletre a Meszes hegység ösközetekből álló vonulata következik. Nem magas hegyekből áll, a legmagasabb csúcsa a Perjei Maugra is csak 996 m.

Délen a Bihar hegység tömege magasodott élénk. Ezzel a hegyiséggel közelebről is megismerkedtünk az utunk alatt.

A Királyhágóról leereszkedve Csucsá után, az ut jobboldalán a kissebesi dácsitfejtőket, majd belépve az Erdélyi-medence területére az ut baloldalán az uralkodóan vörös agyagból álló, közbetelepülő porhanyós, agyagos homokkőpadokat és laza homokréte-

geket tartalmazó forgácskuti oligocén rétegek feltárásait láttuk.

Bánffyahunyadon megnéztük a református templomot. A templom belső díszítése a kalotaszegi népművészet gyöngyszeme. Írásoshimzésű terítői, fafaragásu csillárja, kazettás - festett mennyezete igazi ritkaság.

A várost elhagyva a Kalota patak mellett vitt az ut. Ez a patak 1350 m magasságban, a Gyalui-havasokban ered és Marótlakánál éri el a Sebes-Köröst. A Kalotaszegi-medence 400-500 m tengerszint feletti magasságon terül el, 34 helység tartozik ide. Nemcsak földrajzilag és földtanilag, hanem néprajzilag is egységes vidék. Igen híres a fafaragása, de igazi nevezetességét elsősorban népviseletének, gyönyörű himzéseinek köszönheti. Ujabban már csak ünnepélyes alkalmakkor lehet népviseletbe öltözött embereket látni, de írásoshimzésű terítőiket, párnáikat mindenütt használják és árusítják is.

A távolban látható volt a Vlegyásza tömege, amely csaknem egyedül dácitok változataiból épült fel, amelyek granodiorit és gránitos magma származékokból keletkeztek. Ezeket a granodiorit fajtákat Bernhardt Cotta javaslatára banatitoknak nevezték el.

Délre a Gyalui-havasok felé fordulva Jósikafalván a Meleg-Szamos és a Belis-patak által táplált Fintinele víztározót és völgyzárógátját néztük meg /Fintinele magyarul kutacskát jelent/.

A létesítmény 1976-1979 között épült. A tározó összes térfogata: 240 Mm³. A völgyzárógát típusa: sulytámfalu gát. Magassága 105 m, hossza 407 m, a gátkorona szélessége 10 m. Környezete nagyon szép, üdülés céljára igyekeznek hasznosítani.

A Fintinele-tározóból - amelybe a Hideg-Szamos forráspatakjainak, sőt az Aranyos /illetve a Maros/ vízgyűjtőjébe tartozó Jára-pataknak a vizét is átvezetik - 8,7 km-es vezetéken és 745 m

hosszu nyomócsövön a 220 MW-os földalatti havasnyagfalui /Mar-selu/ erőműhöz jut a víz, ahol a 470 m-es esés és csucsüzemben $58 \text{ m}^3/\text{s}$ üzemvíz hasznosul. A telep három gépegységének átlagos évi energiatermelése 390 GWh. Az alvizcsatorna a Tarnóc-tározóba torkollik. A Tarnóc tározó térfogata: 30 Mm^3 . Az íves támfalként kialakított 97,5 m magas betongátjának testében helyezkedik el a második, 43 MW-os erőmű. A gátkorona hossza 237 m, szélessége 4 m. A tározó alatt van a vizierőtelep, melynek energiatermelése 80 GWh/év.

Nemcsak ez a két tározó van itt a Gyalui-havasokban, hanem még 6 kisebb tó, amelyek vize gravitációsan jut le ezekbe a nagy tározókban.

Ottjártunkkor a vitzározók készlete közepes volt, tekintettel az esőszegény tavaszra.

Itt emlékeztünk meg dr. Papp Simon születésének 100. évfordulójáról, aki doktori értekezését 1909-ben a Gyalui-havasok területéről készítette.

A Hideg-Szamosmal történt találkozást követően megpillantottuk a 4 Mm^3 vizet befogadó Gyalui-tározót.

A két Szamos itt egyesülve alkotja a Kis-Szamos, amely átfolyva Kolozsváron, Dés felé kanyarogva belefolyik a Nagy-Szamosba.

Mi is Kis-Szamosat követve érkeztünk Kolozsvárra, Erdély legnagyobb ipari, kereskedelmi és művelődési központjába. Az est folyamán és a reggeli órákban megnéztük a város nevezetességeit. Elsőként a Fellegvárat, amely a Kis-Szamos IV.sz. fellegvári teraszán épült. A felfelé vezető uton jó feltárásokban láthatók a dombot felépítő, oligocén kori fellegvári vagy Corbula homokkő rétegek.

Történelmi, művészeti szempontból jelentős épületek /Szt. Mi-

hály templom, Parkas utcai református templom, egyetemi épületek, Házsongárdi temető/ megcsodálását a Mátyás király szoborcsoportnál fejeztük be.

Utunkat ezután Torda felé folytattuk. Tordánál előbb a Felvinc patakkaal, majd a Biharban eredő Aranyos patakkaal találkoztunk, amelyet többször kereszteztünk.

Célunk a Torockói-hegységben lévő Tordai-hasadék megtekintése volt. A Hesdát patak barlangokkal kísért szurdoka ugy keletkezett, hogy a nagy esőzések alkalmával felduzzadt patak, a mészkövet egyre jobban oldotta, nagy barlangok keletkeztek, majd ezek átszakadtak, a víz egyre nagyobb hasadékot mosott köztük.

A Tordai-hasadék keletkezéséhez nagyon sok monda fűződik, legtöbb Szt.László királyunkhoz kötődik, akit a kunok üldöztek, és akkor vált szét a szikla, hogy az üldözők elmaradjanak.

A hasadék 8 km hosszú, 200 m magas, helyenként csak 5-10 m széles. Anyaga felsőjura mészkő, amely elszigetelt foltokat alkot az Erdélyi-érchegységben, a foltokat alsókréta üledékek választják el egymástól. Kiemelkedő mészkőszirtek: Székelykő, Bedellő, Vulkán, Remetekő.

Az 1130 m magasan Torockó fölött emelkedő Szegélykő, hosszan elnyúló mészkőszirt, amelyen teraszos földművelés nyomai láthatók. A község igen érdekes kis sziget mind építészetiileg, mind népviseletileg. Házsorai, amelyek középnémet izlésűek, a német betelepítésről tanuskodnak. Népviseletük viszont az aranyosszéki és a kalotai népviselet keveréke. Lakói nagyrésze magyarul beszél. Szép helytörténeti muzeuma őrzi a mult emlékeit.

Torockó után Nagyenyeden álltunk meg. A várost kerített fal nem védte, csak az "erődtemplomot". Ez még ma is elég jó állapotban van. Megnéztük az 1622-ben épült, híres Bethlen-kollégiumot is, ahol ma is magyarnyelvű tanítás folyik. Többek között Körösi Csoma Sándor is itt tanult. A város a Maros teraszán é-

pült. A Maros Erdély legnagyobb folyója. Teljes hossza: 749 m.

Nagyenyedet elhagyva a történelmileg is nevezetes Kenyérmező területén haladtunk át Szászsebes és Piski között. Alsótárlakától - Tordosig prehisztórikus lelőhelyek sora ismeretes. Ezeket Téglás Gábor, valamint Torma Zsófia az első női egyetemi disz doktor írta le.

A Maros alacsonyabb "városi" teraszán épült Gyulafehérvár is, a várat szintén a "fellegvári" teraszra építették. Az egykori várból gyakorlatilag már csak a román stílusú rk. székesegyház látható, amely az erdélyi fejedelmek temetkezési helye volt. A sírokat azonban többször feldúlták, kirabolták. Az újabb kutatások kétségessé teszik, hogy a Hunyadi János hamvait tartalmazó szarkofág, valóban a nagy hadvezér temetésére készült volna. Stílusjegyei inkább az 1600-as évekre utalnak.

A székesegyház több átalakítást megért, gót majd reneszánsz részeket építettek hozzá, de így is csodálatos együttes. Mellette egy 1921-1923 között épült görögkeleti katedrális van.

Gyulafehérvárról Vajdahunyadra utaztunk. Utközben Piskinél a Sebes-patakon láttuk annak a hídnak a maradványait amelyet Bem csapatai hősiesen védtek 1849-ben.

Minerealógusok és amatőr gyűjtők által egyaránt jól ismert a piskii Aranyi hegy ásványai, melyek létrejöttüket a magmából felszállott gőzöknek és gázoknak köszönhetik. Az itt felfedezett pszeudobrookit és szabóit jól fejlett tridimit, gránát, hematit és augit társaságában fordul elő. A Kazinzy Ferenctől ducos kenyérhez hasonlított augitandezitikus ásványaival a magyar mineralógia megalapítóinak sora foglalkozott. Elég ha Schmidt, Franzenau, Krenner és Primics nevét említjük.

Koch Antalnak nyugalomba vonulásakor bodrogi előnevet és armálist adományoztak és címerének balsarkában az Aranyi hegy szerepel.

Vajdahunyad, a Cserna és a Zalasd vizének egyesülésénél a Ruszka havas keleti szegélyén 270 m tengerszint feletti magasságon fekszik.

Itt megnéztük a nagy törökverő Hunyadi János által épített várat, amely nem is annyira vár, inkább egy megerősített díszes palota. Bánpataki márványból és az Aranyi hegy amfibolandezitjéből épült. Hunyadi János halála után, felesége Szilágyi Erzsébet többször építtetett hozzá.

A várost a hatalmas vasmű uralja, a széljárás a sok szennyeződést a városra sodorja.

A város és a vasmű vizellátását hivatott biztosítani, a Cserna patak által táplált felsőteleki Cincis víztározó.

Második napunkat befejezve Dévára értünk. A helység felé haladva szemünkbe tűnt a sziklás, erdős Várhegyen levő várrom. A hegy oldala igen meredek, a vár építése sok erdélyi népballadának volt megihletője. Legismertebb a "Kömives Kelemen"-é melyszerint a falakat csak egy asszony vére mentheti meg a leomlástól.

Az andezitből álló Várhegy 371 m magas. A vulkánkitörést bádeni-szarmata emelet-belinek tartják. A városban igen nagy építkezés folyik, szinte egy új Déva nő ki a földből.

Harmadik napunkat Déváról az Erdélyi-érchegység legérdekesebb, geológusok számára igen sok ismeretet nyújtó erdélyi "arany négyszög" felé folytattuk. Már a rómaiak előtt Európa egyik legfontosabb nemesfém területe volt.

Földtani, közettani és ércteleptani megismertetése az 1890-as években Szádeczky Kardoss Gy., Inkey E., Pálffy J. nevéhez fűződik. Az első világháború után román geológusok is sokat kutattak ezen a területen. /Giusca, Janovici, Ghitulescu, Savu... stb./

1970-ben jelent meg Székyné Fux V. professzor asszony könyve "Telkibánya ércesedése és kárpáti kapcsolatai" címmel, melyben összehasonlítja a Tokaji-hegységi /Telkibánya/ nemesfemes ércesedését a Selmeci-hegységi, a Gutin hegységi és az Erdélyi-érc-hegységi telepekkel. Mi a verespataki területet tekintettük meg.

Első állomásunk Brád, a nemesfémbányászat központja, 22000 lakosu bányaváros. Az "Ásványmuzeumot" sajnos nem tudtuk megnézni, így hamar elhagytuk a várost.

Abrudbánya felé folytattuk utunkat. Az ut legszebb nevezetessége a "Vulkán" 750 m magas juramészkő szirtje volt, amely igen meredeken emelkedett az országút fölé. Abrudbánya ma is jelentős bányászváros. Nevét a római Abrutusból származtatják.

Az itt található érctelepeket az alpi szubszekvens vulkánosság hozta létre. A banatit és a mezozoos mészkő kontaktusán lejátszódó kontakt metamorfózist és metasomatózist, jelentős hidrotermás tevékenység követte.

A hidrotermás oldatok gazdag szulfidos érctelepeket hoztak létre.

Az alpi hegységképző mozgások során ÉNy-DK-i irányban 4 erupciós vonal mentén 3 fázisban erőteljes vulkáni tevékenység történt.

Az első fázis /ez a tortonai fázis/ riolittal, andezittel összefüggő arany ércműzskéket hozott létre.

A második a /szarmata fázis/ dácittal, kvarcandezittel az arany-érctelepek kialakulásában volt a legfontosabb.

A harmadik fázis a bazaltvulkánosság. Ennek legszebb példája a Detunata két csucsa és a Feketélő.

Kis kitérő után /amelyet Abrudbányáról tettünk/ Bucsum Sásza

határában elénk tűnt a két csucs. A hegyesebb csúcson /Detunata goale/ látható az a vizesésszerű zuhatag, amelyet a 100 m magas, 400 m széles bazaltoszlopok alkotnak. A másik csucs /Detunata flokóza/ nem ilyen látványos, de meredek oldalai sok hegymászót vonzanak. Sajnos egészen közelről időhiány miatt nem tudtuk a csucsokat megnézni.

Visszatérve a főutra Verespatakra mentünk. A község felé közeledve a Várhegy /Catate/ oldalán láthatóvá váltak azok a lyukak, amelyekben még a rómaiak bányászták az aranyat és az ezüstöt.

Itt is folyik ma bányászat, de az érc tartalom egyre kisebb. A Veres patak /vörös színű a vize a kőzetektől amelyen átfolyik/ partján levő meddőhányókon az érctelepek kísérőkőzeteit tanulmányozhattuk.

Az 550 m magasán fekvő Topánfalva az Aranyos völgy mocsor lakosságának központja. A mocsorok /a románok pásztorkodással foglalkozó, hegyi népcsoportja /jellegzetes alul kő, felül fa házaik, szőtteik, falfaragásai igen szépek.

Topánfalvát elhagyva, láttuk az Aranyos völgyében épülő völgyzárógátat. Áthaladtunk a még száraz tározótéren, majd az Aranyos mentén felkapaszkodtunk a Bihar hegység 1400 m magas Aranyos hátságára /2.ábra/. A szép időben jól láttuk az 1849 m magas Nagy-Bihart, melynek északi oldalán még hó volt.

Itt fenn ered az Aranyos, amely végig mossa az érc teléreket, ezért partja mentén régen nagyon sok aranymosó élt, akik a patak homokjából mosták az aranyat.

Leereszkedve a hágón, mindenütt nagy kaszálók, legelők, fenyvesek voltak az alpesi jellegű vidéken.

Továbbhaladva Rézbányára értünk. A középkor óta bányászati központ. Jelenleg az urán-bányászata a legjelentősebb.

Ezután elhagytuk az Aranyos vizgyűjtő területét és a Fekete-Kőrös forrásvidékére érve, elértük Vaskoh városát. Hires márványbányáiból került ki a budapesti Országház és a nagyváradi székesegyház belső márványburkolata. A város már 1342-ben szerepelt az oklevelekben, vaskohászati és aranymosó központ volt.

Dr. Petru Grozáról elnevezett városon áthaladva, a Fekete-Kőrös mentén értük el Belényest.

A pannoniai hegységszerkezeti törések mentén /Belényes, Robogány, Kosgyán, Tasád, Arad, Apatelke....stb./ mindenütt hévizek törnek fel. Belényesen a Somló hegy lábánál bugyognak fel a források.

Az itt levő források vizére már Szt. László idejében fürdőket építettek. Ezek többször tönkrementek, de mindig ujjaépítették őket.

A Pannoniai-medence keleti peremén, Nagyvárad határában egymás közelében található a Félix vagy Viktória /Május 9/ fürdő és a Püspök /Május 1/ fürdő.

Nagyváradon a székesegyházat, Szt. László szobrát, a muzeumot és a kanonoksort már csak kívülről nézhettük meg, majd sok ismerettel gazdagodva Borsnál ismét elértük a határt.

Az ut során szakmai magyarázatot, illetve kiselőadást tartott: Csiky G., Kecskeméti T., Mikó L., Reich L., Székyné Fux V., és a kirándulásvezető Vitális Gy.

A megtett ut hossza Debrecentől Debrecenig: 935 km volt.

Góg I. 1984: Beszámoló a Magyar Hidrológiai Társaság 1983. évi erdélyi tanulmányutjáról. Hidrológiai Tájékoztató, április, 48. - 51.

Ianovici, V. - Borcos, M. - Bleahu, M. - Patrulius, D. - Lupu, M. - Dimitrescu, R. - Savu, H. 1976: Geologia Munților Apuseni. Editura Academiei Republicii Socialiste Română, București

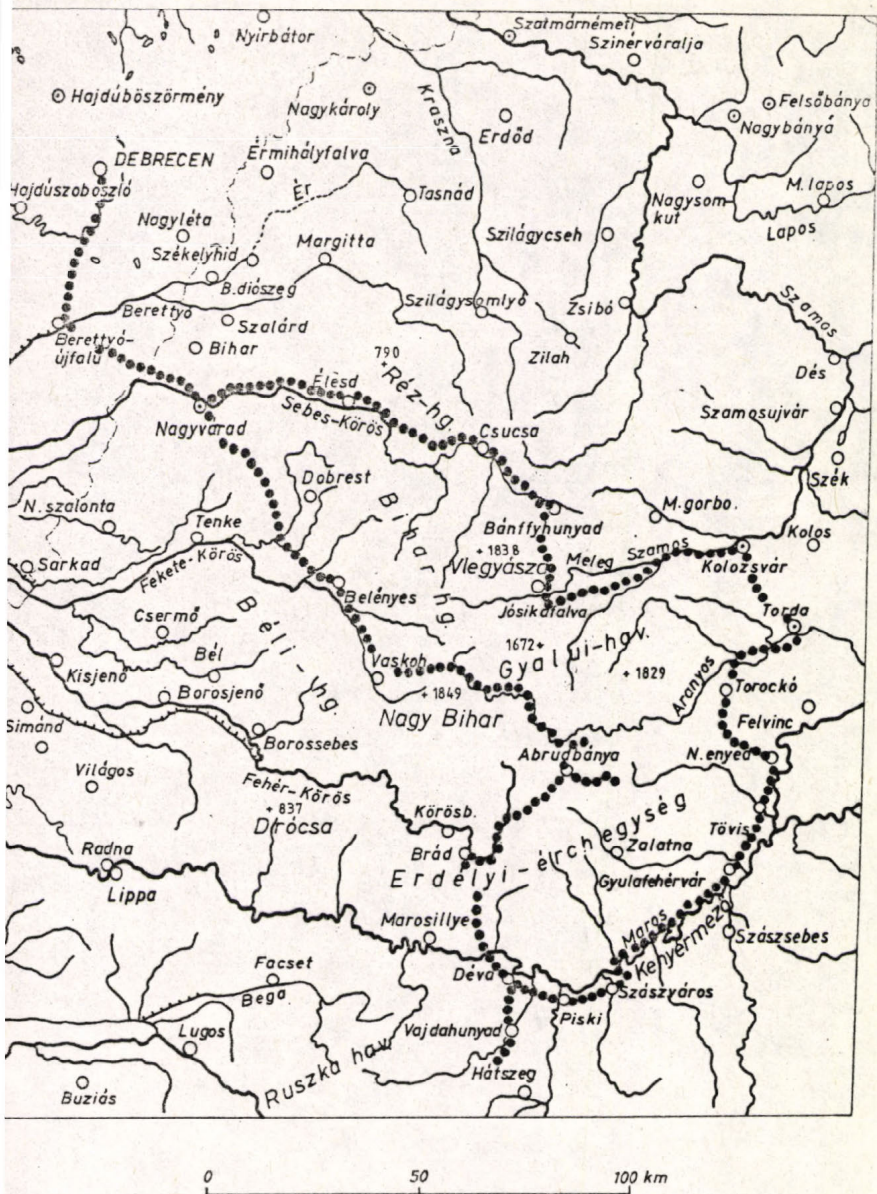
Lászlóffy W. 1982: A Tisza. Vizi munkálatok és vizgazdálkodás a tiszai vízrendszerben. Akadémiai Kiadó, Bp.

Nagy L. 1958: A Román Népköztársaság földtana I. és II. kötet. Bolyai Tudományegyetem Kolozsvár. Tanügyi sokszorosító, Kolozsvár

Reich L. 1986: Tematikai tervezet az erdélyi kiránduláshoz. Kézirat, Bp.

Székyné Fux V. 1970: Telkibánya ércesedése és kárpáti kapcsolatai. Akadémiai Kiadó, Bp.

Vitális Gy. 1962: Földtani és vízföldtani megfigyelések a Magyar Hidrológiai Társaság 1962. évi romániai tanulmányútján. Hidrológiai Tájékoztató december, 68 - 74.



1. ábra. Az 1986. évi erdélyi terepbejárás útvonalja



2. ábra. A résztvevők csoportképe az Aranyos hágóján

. /Dr. Pellérdy L.-né felvétele/

Álló sor balról jobbra: Szabó I. idegenvezető, Góczán F.,
Muntyán I.-né, Muntyán Cs., Oswald Gy., Bognár F.-né,
Fekete I., Vitális Gy., Bidló G., Széky F.-né, Széky F.,
Reich L., Bohn P.-né, Bezzegh P., Kleb B.-né, Kleb B.,
Bánsági L.-né, Iklódy J., Horváth Zs., Bánsági A., Csiky G.,
Zimmermann K., Molnár I.gk. vezető, Kertész P., Lukács Z.-né,
Gálos M., Kovács Z.-né, Kürthy I., Polyák M., Hoós E., Hunyadi L.
és Gruber Gy.

Report about the Transylvanian topographic
field tour of 1986.

Jolán B. Bognárné

The Engineering Geological - Oecological Group of Hungarian Geological Society organized his field tour of Transylvania in the frame of the Debrecen Geological Seminar held in March 23 to 26, 1986.

The field tour aimed at to survey some mountain storage - lakes, in conjunction with the recognition of their engineering geological characteristics, and to survey some mines. The field tour has been completed contributing to the enrichment of geological experiences and knowledge.

