

Magyarhoni Földtani Társulat  
Belföldi  
Kiadás

# MÉRNÖKGEOLÓGIAI

---

# SZEMLE

---

A Magyarhoni Földtani Társulat  
Mérnökgeológia - Környezetföldtani  
Szakosztályának időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével:

GRESCHIK GYULA  
és  
HORVÁTH TIBOR

30. Kézirat

Budapest, 1983. szeptember hó



MÉRNŐKGEOLOGIAI SZEMLE

A MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT

Mérnökgeológiai-Környezetföldtani Szakosztályának  
időszakos kiadványa

Szerkeszti a Szakosztályvezetőség közreműködésével

G r e s c h i k      G y u l a

és

H o r v á t h      T i b o r

30.kézirat

Budapest, 1983. szeptember hó

---

ENGINEERING GEOLOGICAL REVIEW

Issued occasionally by the Section for  
Engineering Geology

of the

Hungarian Geological Society

Issue N° 30 Manuscript

Budapest, 1983. September

Hungary

ISSN-0139-0341



## TARTALOMJEGYZÉK

Jelen számunk a Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológiai-Környezetföldtani Szakosztálya és a Közlekedéstudományi Egyesület közös rendezésében tartott "Autópályák mérnökgeológiai vizsgálata" című vitautülés előadásait tartalmazza:

	oldal
SZILVÁGYI IMRE: Az autópálya tervezés és építés mérnökgeológiai problémái.....	7
HÉJJ HUBA: Információigény a talajviz viszonyok felderítésére..	15
DETRE GYULA: Autópályák mérnökgeológiai vizsgálatának általános problémái.....	25
VIZI ZOLTÁNNÉ: Az M-3-as autópálya tervezésével kapcsolatos mérnökgeológiai tapasztalatok.....	35
KÁRMÁN PÉTERNÉ - TÁRCZY LÁSZLÓ: Az M-1 autópálya tervezésével kapcsolatos mérnökgeológiai tapasztalatok.....	47
LIPTAY ANDRÁS: Geotechnikai eredetű meghibásodások az M-1 autópálya építése során.....	61
SZUTOR LÁSZLÓ: Geotechnikai eredetű tipushibák az M-3 autópálya burkolatain .....	77
KISTELEKI ANTAL: Mérnökgeológiai tapasztalatok az M-3 autópálya földművek építésénél.....	87
VARGA ÁRPÁD - MÓZES GÁBOR: Az M-5 autópálya földművének építése száraz finomszemű homokból.....	107
TÓTH ERNŐ: Az utak téli sózása és ennek hatása a környezetre....	115
FARKAS JÓZSEF: Hazai rétegsuszások néhány sajátossága.....	125

## CONTENTS

Our present issue contains lectures of a debate titled "Engineering Geological Examination of Highways" held in common organization of the Engineering Section of the Hungarian Geological Company and the Association of Transport Sciences.

	Page
Imre Szilvágyi: Engineering Geological Problems of Highway Planning and Construction .....	7
Huba Hj: An Information Demand on Exploration of Subsoil Water Conditions .....	15
Gyula Detre: General Problems of Engineering Geological Examination of Highways .....	25
Mrs. Zoltnn Vizi: Engineering Geological Experiences Concerning Planning of the Highway M-3 .....	35
Mrs. Péterné Kármán-László Tárczy: Engineering Geological Experiences Concerning Planning of the Highway M-1 .....	47
Andrs Liptay: Failures of Geotechnical Origin during Construction of the Highway M-1 .....	61
László Szutor: Standard Errors of Geotechnical Origin on the Pavements of the Highway M-3.....	77
Antal Kisteleki: Engineering Geological Experiences during Construction of Highway M-3 Earthworks	87
rpd Varga+Gábor Mzes: Construction of Highway M-5 Earthwork from Dry, Fine Grain Sand .....	107
Ern Tóth: Winter Salting of Roads and Its Effect on the Environment .....	115
József Farkas: Some Characteristics of Home Layer Slippings .....	125

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

Настоящий номер журнала содержит доклады дискуссии на тему "Инженерно-геологическое исследование автострад", организованной Инженерно-геологической Секцией Геологии Окружающей среды Венгерского Геологического Общества и Научным Обществом по Транспорту

	Стр.
СИЛВАДИ ИМРЕ: Инженерно-геологические проблемы проектирования и строительства автострад	7
ХЕЙИ ХУБА: Потребность в информации для выявления условий грунтовых вод .....	15
ДЕТРЕ ДЮЛА: Общие проблемы инженерно-геологического исследования автострад .....	25
ВИЗИ ЗОЛТАННЕ: Инженерно-геологический опыт по проектированию автострады М-3 .....	35
КАРМАН ПЕТЕРНЕ-ТАРЦИ ЛАСЛО: Инженерно-геологический опыт по проектированию автострады М-1 .....	47
ЛИПТАИ АНДРАШ: Повреждения геотехнического происхождения, обнаруженные в ходе строительства автострады М-3 .....	61
СУТОР ЛАСЛО: Типовые дефекты геотехнического происхождения на настиле автострады М-3 .....	77
КИШТЕЛЕКИ АНТАЛ: Инженерно-геологический опыт строительства земляных сооружений автострады М-3	87
ВАРГА АРПАД - МОЗЕШ ГАБОР: Строительство земляных сооружений автострады М-5 из сухого мелкозернистого песка .....	107

ТОТ ЕРНЁ:	Соление дорог в зимнее время и его влияние на окружающую среду.....	115
ФАРКАШ ИОЖЕФ:	Некоторые особенности оползневых слоев в Венгрии .....	125



## AZ AUTÓPÁLYA TERVEZÉS ÉS ÉPÍTÉS MÉRNÖKGEOLÓGIAI PROBLÉMÁI

Szilvágyi Imre <sup>x</sup>

A mérnöki létesítmények közül a völgyzárógátak mellett az autópályák építése jelenti a legnagyobb beavatkozást a természeti viszonyokba. Érthető ezért, hogy tervezésük előtt igen alapos komplex építésföldtani vizsgálat elvégzése szükséges, mely nemcsak a leggazdaságosabb tervezés és a veszélymentes építés feltételeit vizsgálja, de az üzemeltetés szempontjait, sőt az autópálya megépülte után a környezetben várható változásokat is igyekszik felderíteni.

A tervezéshez a furásos nyomvonal-feltárás helyett ezért mindenképpen komplex építésföldtani vizsgálat indokolt. Különösen a tervezés kezdeti fázisában jelent nagy segítséget a variánsok kiválasztásában, előre eldöntheti a megvalósítás körülményeit, ezért a jó előkészítés költségeit nem szabad megtakarítani.

A geológiai térképek előzetes tájékoztatást adnak a vonalon várható képződményekről. Különösen jól használhatók az általános földtani térképek mellett az építésföldtani atlaszok céltérképei; sajnos, ezek még nem mindenütt állnak rendelkezésre, de több nagyvárosunk területén, a Balaton környékén, az Alföldön már kidolgozták ezeket is.

A geológiai térképek segítenek akkor is, ha anyagnyerőhelyet kell nyitni, mert a nyomvonalon bevágásból kikerülő talajok töltésképzésre alkalmatlanok, vagy, ha a gazdaságos

x

Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

építés érdekében az ut pályaszerkezetének alsó részébe beépíthető helyi anyagot keresünk.

Az előzetes feltérási módszerek közül Hazánkban még nem kaptak helyet a geofizikai feltérási módszerek, pedig ezeket külföldön nagy sikerrel alkalmazzák. Előnyük, hogy gyorsak, a furásokkal ellentétben nem pontszerű, hanem szelvény menti, átfogóbb információt adnak. Nálunk még a furásos feltérás az általános, itt legnagyobb problémát a furások közötti megbízható szelvény megszerkesztése jelenti, ebben is sokat segítenek a geológiai ismeretek, a terület jellegzetes rétegsorának, tektonikájának, vízföldtani viszonyainak ismerete.

A furásos feltérás nagy hátránya, hogy egy sereg anyagból nem tudunk megbízható magmintát venni. Furással nem tudjuk meghatározni a szemcsés anyagok tömörségét. Nem tudunk megbízható magmintát venni sem a túl puha, sem a túlkonzolidált, kemény vagy mozaikos jellegű agyagból. Itt az in situ vizsgálatok segítenek: a statikus és dinamikus szondázás nemcsak a furások közötti interpolálásra, de a legkülönbözőbb fizikai jellemzők, tömörség, konzisztencia állapot, összenyomhatóság meghatározására is alkalmas; a torziós nyírószondával lehet legmegbízhatóbban meghatározni a töréshez tartozó és reziduális nyírószilárdságot, pressziométerrel az alakváltozás törvényszerűségeit, az ágyazási együtthatót.

A labor kísérletek kijelölése során azonban gondolni kell a mérnöki gyakorlatban ritkábban alkalmazott speciális anyagvizsgálatokra /DTA-DTG és röntgendiffraktométeres vizsgálat, stb. is/, mert a talajmechanikai labor vizsgálatok csak az adott állapot fizikai jellemzőit képesek megadni, a felszínre kerülő anyag azonban átalakul és sokszor éppen ezzel az átalakulással kapcsolatos előre nem látott állapotromlás jelent veszélyt.

A különböző geológiai korok képződményeinek jellegzetes tulajdonságai vannak, a tervezés során fontos ezek figyelembevétele. Sokról elég jó ismereteink vannak: ismert a fiatal, szélfujta homok nehéz tömöríthetősége és szélérzékenysége, a lösz lazasága, roskadása, erózió érzékenysége, a pannon homokos összletben a homokkőpadok és rétegvíz jelentkezésének veszélye, ahomoklencsékkel átszótt kövér agyag csúszásveszélyessége, a miocén agyagok mozaikos szerkezete, a felszínre kerülő agyag szétesése, tufaszórásos-kolloid agyagásványokban gazdag képződményeik állapotromlása. Mégis mindezidáig hiányzik a rendszeres adatgyűjtés, korreláció felállítás az egyes geológiai időszakok képződményeit jellemző ásványtani-, fizikai jellemzők között, pedig ez a tervezést nagymértékben segítené. Fontos a vonalon jelentkező képződmények geológiai korának ismerete, mert ezekhez meghatározott keletkezési körülmények tartoznak, sok esetben tapasztalhatjuk, hogy a korhatár lezár vagy éppen megnyit egy veszélyes képződményt.

Jelentős az autópályák hatása környezetükre. A nagy földmunkák miatt megváltoznak a morfológiai-felszínkialakító folyamatok, a felszíni és felszín alatti vizmozgás. Megváltozik az erózióbázis helyzete: ez részben fokozó felszínpusztulással, az eróziós károk megnövekedésével járhat, részben feliszapolódási-feltöltődési jelenségeket indíthat el. De megváltozik a vízháztartás, a talajvíz áramlása, helyzete. Bevágások környezetében a víztükör lesüllyed, szinte törvényszerű a bevágás megnyitást követő kedvező irányú változás; töltések nagy terhelése miatt az alattuk lévő vízvezető réteg komprimálódhat, így vízvezetőképessége csökkenhet.

Ha a talajban keresztirányú vízáramlás volt, visszaduzzadhat a talajvíz. Példa lehet erre a 71. út Szigliget előtti, pannon alapkőzet feletti 4-5 m vtg tőzrege épített töltésszakasza, ahol a talajvíz Balaton-felé történő áramlása

megnehezült és ezért a töltés két oldalán eltérő talajvíz-helyzet alakult ki, mely különösen tavasszal figyelhető meg, még a növényzet eltérő növekedésében is.

Sajnos ezeknek a változásoknak nyomon követése, későbbi figyelembevétele elég nehéz, ezért igen célszerű lenne ismereteink bővítésére és az exponált helyeken a védekezés hatásosságának elősegítésére talajvízszint észlelő kutakat telepíteni és rendszeresen észlelni.

Az autópályák nagy töltései, bevágásai megváltoztatják környezetük mikroklímáját, a széljárási viszonyokat, párolgást. Ismert, hogy a völgyeket keresztben lezáró nagy töltések megakadályozzák a hideg levegő lehúzóását és fagyzugokat alakítanak ki. Erdőn átvezető út mentén szélörvények keletkeznek, melyek különösen fenyőerdőben okozhatnak vihartöréshez hasonló károkat.

Hangsúlyozni kell, hogy még a legspeciálisabb mérnöki számításokban is szükséges a földtani szemlélet, nem szabad mereven bizonyos mechanikai modellekkel számolni. Erre jó példát szolgáltat a részüállékonyság-számítás. Hosszú ideig külföldi példák, hazai elméleti kutatás alapján természetesnek vettük, hogy a leszakadás köríves vezérvonalú pályán következik be. Ez általános is az északi puha, érzékeny tulajdonságú, homogén agyagokban /Svédország, Kanada/. Hazánkban azonban ilyen glaciális keletkezésű agyag, melynek vizartertartalma esetenként a folyási határt is meghaladja, nincsen. Svédországban az íves csúszófelület az általános, nálunk a legritkább. Pedig egy rossz számítási modell felvétele nemcsak elméleti szempontból jelent hibát, de gazdaságilag is hátrányos, gondoljunk csak a fűzfői vonalkorrekcióra, ahol a nagysugarú körcsúszólap felvétele miatt feleslegesen megszervezték át a pályát a Balatonba. Hasonló magaspártállékonysági probléma volt a dunaujvárosi, itt a jól felismert összetett csúszólapos modell segítette a stabilizá-

lás munkáit, a parti, viszonylag nem széles sáv feltöltésével a partot biztosító passzív földnyomás növelhető volt.

Az FTV készítette el a KFH megbízásából a MÁFI területi szolgálatainak segítségével "Magyarország csúszásveszélyes területeinek kataszterét", még 1973-75-ben. Igen érdekes volt látni, hogy éppen a közlekedési létesítményekkel kapcsolatos mozgások majdnem mindig sikcsúszások, ami sok esetben elég egyszerűen magyarázható. Legtöbbször a felszinközeli mállott, oxidált rész csúszik meg a keményebb aljazaton /ilyenek a Nógrád-megyei csúszások, ilyen volt az orfői csúszás/. Réteglap, vagy régi lepusztulási felszín is csúszópályát alkothat /például a márga lepusztulási felszínén jött létre a Logodi utcai csúszás, vagy márga réteglapon a lábatlani bányacsúszás/. Gyakori, hogy a bevágás megnyitása után a felszínre kerülő, eddig takart helyzetű túlkonzolidált, mozaikos, vízérzékeny agyagban - ilyen sok van Magyarországon - megindul egy beázási, szétesési folyamat, melynek következtében egy, a felszínnel közel párhuzamos felület mentén létrejön a leszakadás.

Nyilvánvaló, hogy a csúszópálya helyzetének ismerete döntő a védekezés szempontjából, az is világos, hogy sikcsúszás esetén sokkal kisebb mélységű védőműveket kell építeni, mint íves szakadólap esetén.

A védekezési módszerek tekintetében is fontos az előrelépés: a hagyományos, dúcolt munkagödörben megépítendő szivárokokat felváltja a gépesíthető műszaki textiliával bélelt árokszivárgó, de éppen a sikcsúszások jellegéhez jól alkalmazkodik a talajszögezés, horgonyzás, természetesen vízszintes víztelenítő furatokkal kombinálva. Ilyen megoldásra nemcsak Francia- és Olaszországban találunk példát, de pl. Csehszlovákiában is, így víztelenítették a kassai új lakótelepen a csúszásos idős Hernád-teraszanyagot.

Végül hangsúlyozni szeretném, hogy semmiképpen sem állítom, hogy az építésföldtani ismereteket az autópályák tervezése-építése során nem hasznosították. Hasznosították, mert a tervező mérnökeink régóta megismerték az alapvető elveket, módszereket, és rájöttek ezek fontosságára; speciális kérdések megoldásához pedig szakértőket vontak be. Talán csak a vizsgálatok jóidőben végrehajtott, komplex elvégzése nem volt általános.

Az autópályák építése igen költséges, hangsúlyozni kell azonban, hogy a magyar tervezők és kivitelezők relative igen gazdaságos megoldásokat találtak, ami nem utolsósorban építésföldtani szakismereteiket is dicséri. Bár a hazai autópálya építkezéseknél voltak problémák - nehézségek, -ezekről a következő előadásokban fognak hallani - büszkék lehetünk arra, hogy sohasem alakult ki olyan katasztrófa-helyzet, mely váratlan teljes pályalezárást tett volna szükségessé, pedig ilyenre külföldön bőven volt példa /osztrák - nyugati autópályán csúszások miatt Bécs után, olasz Pó völgyi autópálya lezárása vizelárasztás miatt, vagy Genovánál sziklaomlások miatt/.

A még jobb tervezést, építést szeretnénk elősegíteni az építésföldtani ismeretek szélesebb körű alkalmazásával.

ENGINEERING GEOLOGICAL PROBLEMS OF PROJECTING AND  
CONSTRUCTION OF SPEEDWAYS

Imre SzilvÁgyi

The great earthworks of speedways represent an important interference to the natural conditions, therefore a complex engineering geological investigation is necessary before projecting. Nowadays the performance of geophysical explorations and "in situ" tests are neglected yet. After construction the morphological-surface forming processes, the surface- and underground-waterflow and the microclimate are changed. The geological aspect helps in the selection of the good calculation model. In Hungary e.g. a tearing away of bank along the circular track hardly can be found, the plane slidings are normal. The recognition of the form of damage helps to the economy of the protection measures too.

- . -

## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОСТРАД

СИЛВАДИ ИМРЕ

Большой объем земляных работ при строительстве автострад представляет собой значительное вмешательство в природные условия, поэтому до проектирования имеется необходимость выполнения комплексных инженерно-геологических исследований. В настоящее время еще игнорируют выполнение геофизической разведки и испытаний "ин ситу". После строительства изменятся морфологические формирующие поверхность процессы, поверхностное и подземное движение вод, микроклимат. Геологический подход помогает в выборе хорошей модели расчета; в Венгрии, например, почти нет срыва вдоль круговой траектории, всеобщим является плоское скольжение. Познавание формы деформации оказывает помощь в повышении экономичности методов защиты.



Héjj Huba<sup>x</sup>

A létesítmények telepítési helyét és térbeli elrendezését ma már többnyire annyira lehatárolják a környezet szabta köztöttségek és a szabályzatok, hogy a geotechnikai vizsgálatok eredményének nem a hely kiválasztásában, hanem az adott talajviszonyokhoz alkalmazott leggazdaságosabb megoldás kidolgozásában lesz döntő szerepe.

A létesítmény akkor lesz gazdaságos, ha megvalósításához csak az éppen szükséges, de elegendő munkát, anyagot és műszaki eljárási módszert irányozzuk elő, és sem építés közben, sem a kész létesítményen nem kell számítanunk váratlan káros vagy hátráltató esemény bekövetkezésére. Ebben a tekintetben a geotechnika területén mindig akkor következik be megtorpanás és bizonytalanság ha a talajban valamilyen formában megjelenik a talajviz vagy a talajnedvesség.

Éppen ezért ilyenkor a tervezésnek fokozott gondossággal arra kell törekednie, hogy a vizsgálatok körének kiterjesztésével az egyszerű megállapításon túlmenően kutassák ki a jelenség okát, eredetét és fizikai körülményeit. Ugyanis szükség van a minél pontosabb helyes diagnózisra, mert csak az ad módot valamilyen egyszerűbb vagy olcsóbb, de mindenképpen a megindokolt biztonsággal megvalósítható megoldásra, szemben azzal, hogy a "legrosszabbra" számítva az abszolút biztonságos - és nyilván legdrágább - megoldást választják.

A legtöbb hiba abból a félremagyarozott értelmezésből szokott származni, hogy a furólyukokban megjelenő talajvizről feltételezik, hogy ott egy korlátlan utánpótlással rendelkező zárt talajviz tükör van jelen, amely az egész környezetben és a kialakult vízszint alatt minden mélységben megtalálható. Rendszerint ugyanis akármilyen mély is a furólyuk, abban teljes mélységig észlelni lehet a vizet. Ilyen hibát nem kellene elkövetni ha az idő, költség és felszerelés megengedné, hogy a dupla rakatos, vízkizárásos furási módszert alkalmazzuk és a furatban mérjük a vizutánpótlás időben lezajló változását. Ám tudjuk, hogy erre alig van mód.

Két olyan előfordult esetet szeretnék ismertetni tervezéseink korai időszakából, amelyeknél a kézi furások kevésnek bizonyultak a valódi helyzet felismerésére a tervezés stádiumában, és csak a földmunkák tényleges kivitelezésekor feltáruló kép elemzése után lehetett a helyes és szükséges műszaki megoldást meghatározni.

Az 1. sz. ábra egy különleges altalaj alakzatot mutat be, amivel egy vonalas létesítmény tervezésekor kerültünk szembe. A lapos domboldalat kialakító löszös fedőrétegen az uttól távolabb fekvő helyeken beszivárgott csapadék a térszint alatt 5-8 m mélyen, a lösznél alig kövőbb agyagban kialakult vápák sekély medrében érkezett a megnyitandó bevágási rézsű vonalához. A vápák aljára durvább szemcsés anyag rakodott le, és a késleltetés, illetve tározás befolyása miatt a víz ebben a rétegben szivároghat hol bő, hol apadó vízhozammal érkezett meg a furólyukhoz. Természetesen csak azon furólyukhoz /illetve furólyukakhoz/ amelyik eltalálta a vápát. Az adott furólyuktól alig pár méterre eső /besűrített/ furólyukban a víz meg sem jelent, vagy egészen más szinten jelent meg. A vápára eső furólyukban is jelentős vízszint ingadozást jegyeztek fel. A tervezett 6-8 m magas rézsű kb 200 m hosszú vonalában és a környéken mindenütt hasonló állapotokat érzeltünk. A bevágás kinyitásakor sorozatosan léptek fel a rézsűn a kagylós csuszások, amelyekre előre számítva nagyon sűrű kiosztású

kőbordákat tartalmazott a terv.

Amint a bevágás kinyitása után magyarázatot lehetett kapni a feltárások alapján szinte megmagyarázhatatlannak látszó helyzetre, egy lényegesen olcsóbb rézsűvédelmi megoldást lehetett megtervezni. A 6-8 m mélység miatt - a tetemes költséget és kiviteli nehézséget figyelembe véve - eleve el kellett vetni egy rézsűvel párhuzamos mélyszivárgó megépítésének gondolatát. Helyette, sokkal olcsóbban egy rézsűvel párhuzamosan vezetett és bányászati módszerekkel megépített 2 m magas táróba épített vízelvezető rendszer megépítése oldotta meg a rézsű védelmét.

Ez a példa azt mutatja, hogy néhol még az egymástól 10-15 m távolságra besűrített furások sem nyújtanak mindig kellő felvilágosítást a várható altalajviszonyokról, tehát amint a szokatlan körülmények gyanuja felmerül, geofizikai módszereket is fel kell használni a legolcsóbb megoldás megtalálására. Az adott helyzetben ezt végülis megtaláltuk, de a velejáró késedelmek, a kiadott terv többszöri változtatása és végül az eredeti tervtől eltérő megoldás megválasztása elkerülhető lett volna.

Egy másik példával azt szeretném illusztrálni, hogy a szakszerűen kiépített és több éven át rendszeresen megfigyelt talajvizszint észlelő kut vizállásgörbéjéből levont következtetések is lehetnek félrevezetőek.

Az M1 autópálya tatai csomópontjánál tervezett bevágás minden feltáró furásában jelentkezett a talajviz, amiből közel zárt talajvizszintet kellett feltételezni a térszint alatt 1,5-2 m mélységben. A közel vízszintes lapos terep alá tervezett bevágás mélysége 4-6 m volt. Tehát a pályaszervezet védelmére a bevágás mindkét szélén a folyóka alá, és a depresszió kialakítása érdekében a zöldsáv alá 4 m mély szivárgót terveztek. Mivel kellő idő állt rendelkezésre a kivitelezés megkezdéséig, a bevágás legmélyebb pontjához az 5. sz. talajvizszint észlelő

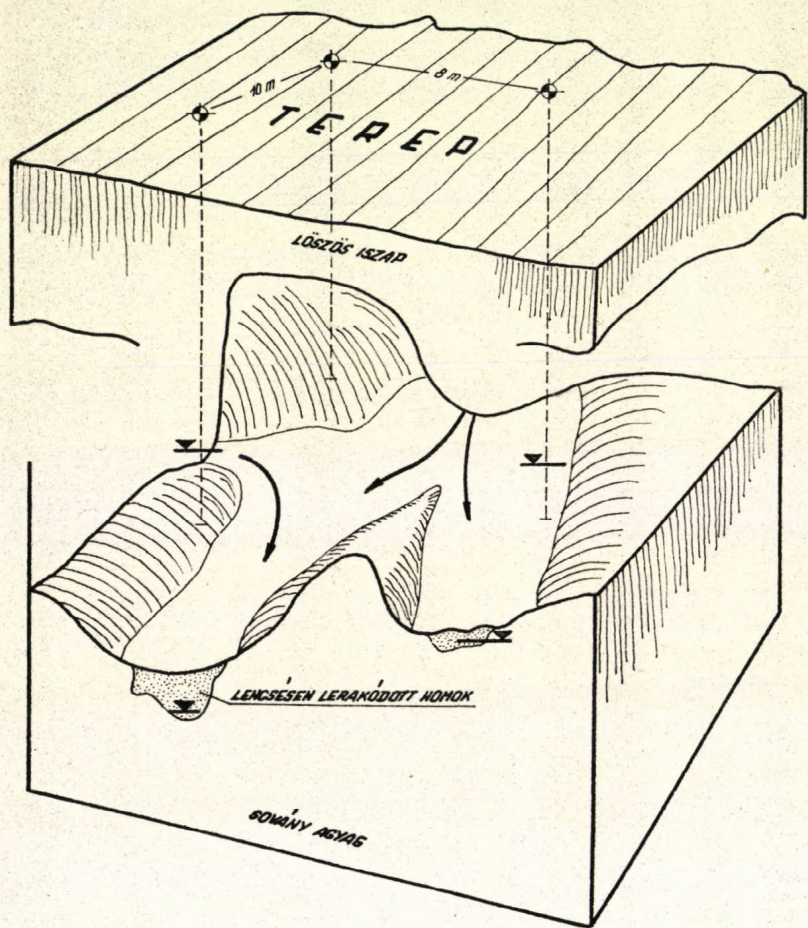
kutat telepítették, hogy a tervezett drága intézkedések indokoltságáról meggyőződjenek. A 15 m mély észlelő kutban a vízszint  $\pm$  1 m-es ingadozását jegyezték fel.

A kivitelezés két évvel a tervezést követően eljutott a tervezett pályaszint mélységéig amikor is a rézsű a 2. sz. ábrán bemutatott képet nyújtotta. A csatornával ellátott szivárgók ducolt munkagödreit kb átlag 5 m mélyre ásták ki a padka szintje alá, de egész kicsi nedves foltoktól eltekintve az árok fala száraznak bizonyult. Amikor a pályaszint alatti 5 m mély árok a rézsű koronaálsótól 10 m-re lévő talajvízszint észlelő kuttal azonos szelvényhez érkezett, az árok száraz feneke felett 7 m-rel magasabban állt a talajvízszint az észlelő kutban, és áll még ma is.

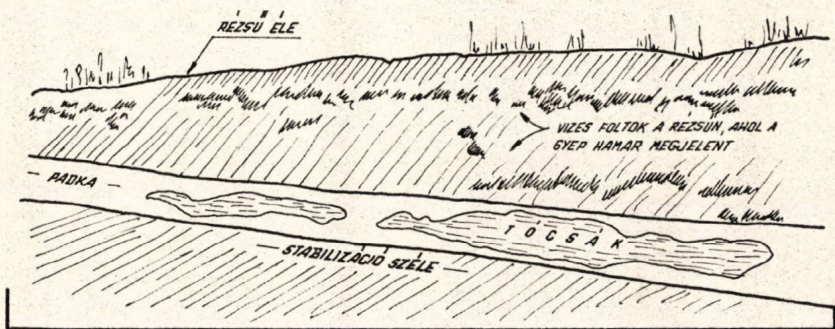
Következésképpen, a kb 7 m-es szint és nyomáskülönbség sem volt elég, hogy a talajvíz az árokban megjelenjen. Felismerhetővé vált tehát, hogy az agyagos talajba furt észlelő kutba annyi víz mindig beszivárgott a környező lapos területről ami a kis térfogatu kutban a vízállást állandó szinten tartotta, de annyi víz már sohasem érkezett a rézsűhöz, ami a képen látható nedves foltoknál nagyobb vízhozamot jelentett volna, tehát sem a rézsűkre, sem a pályaszerkezetre nézve egyáltalán nem volt káros hatással. A szivárgók megépítését el lehetett hagyni és mélyített folyókával az utszakaszt sokkal olcsóbban meg lehetett építeni, mint ahogyan az a tervbe be volt állítva. A rézsűk egyszerű füvesítés és növénytelepítés után állékonyak maradtak. A késedelmet és az árokásással járó többlet kiadást esetleg már a tervezés során el lehetett volna kerülni a kut /és furások/ előzetes próbaszivattyúzása és a visszatöltődésének megfigyelése révén, amire a Kirkham féle eljárás /Ground Eng. 1974. 1. sz. pp. 38-41/ nyújt módot.

Az autópályaépítések során számos bevágásban jelent még meg a talajvíz, sokszor a tervezett pályaszint felett. A tapasztá-

lat hozta magával azt a szemlélet módosulást, hogy a víz eredetének, bőségének, megjelenési helyének alapos elemzésére van szükség, hogy viszonylag helyes és alkalmas műszaki megoldást már a tervezés első stádiumában megtaláljuk.



1. ÁBRA



2. ÁBRA

DEMAND ON ADDITIONAL INFORMATION WHEN GROUNDWATER IS MET  
IN THE INVESTIGATION HOLES. by H.HÉJJ

Summary

It often led to include unjustified and costly underground drainage structures in the plan of a project when an indefinite water table with unlimited water supply was wrongly assumed on the basis that ground water had been encountered in the investigative bore holes. Two examples demonstrate how economies could have been made already in the early design stage if the rate of water flow had had been better explored by means of geophysical or additional mechanical methods.

The first example describes a loess covered undulating impervious layer in 5 to 6 m depth below ground surface where water was flowing against a proposed cut slope in the depressions only. /Fig.1/. The second example warns against bold assumptions based only on the water level recorded consequently between 1 to 2 m depth in a surveillance well. /Fig.2/.



## ПОТРЕБНОСТЬ В ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ГРУНТОВЫХ ВОД

ХЕЙИ ХУБА

К принятию в проектах необоснованных и дорогих сбезвоживающих сооружений может приводить то обстоятельство, если из уровня грунтовых вод, наблюдаемого в скважинах, приходят к такому выводу, что гладь грунтовых вод бесконечного пространства и неограничено ее пополнение. Два примера подтверждают, как можно было бы разработать более экономичный проект, если бы уже в ходе предпроектирования правильно определили бы дебит воды геофизическим или другим механическим способом.

Первый пример приводит случай движения воды, которая течет в сторону проектного откоса, в густо расположенной долине волны водонепроницаемого слоя, простилающегося на глубине 5-6 м под покрытой лёссом местности. Второй пример приводит последствия смелого решения, опирающегося на горизонт воды, систематически наблюдаемого на глубине 1-2 м в скважине для наблюдения за уровнем грунтовых вод.



## AUTÓPÁLYÁK MÉRNÜKGEOLÓGIAI VIZSGÁLATÁNAK ÁLTALÁNOS PROBLÉMÁI

Detre Gyula<sup>x</sup>

Az UVATERV Talajmechanikai osztálya illetve Geotechnikai Szakegysége több mint 20 éve foglalkozik az autópályák mérnökgeológiai, geotechnikai ill. talajmechanikai vizsgálatával.

Tegyünk rövid áttekintést Magyarország tervezett autópálya hálózatára /1. sz. ábra/.

Az autópályák tervezése általában három lépésben történik:

- 1./ Műszaki tanulmány /vagy tanulmányterv/
- 2./ Bejárási terv /vagy általános terv/
- 3./ Építési terv /vagy kiviteli terv/

Az autópálya tervezés folyamata abban áll, hogy az útvonalat többször tervezik meg, fokozatosan egymás után. Először kevésbé részletesen, általánosságban a főbb adottságok és nehézségek felméréseivel, tanulmány szinten több variáns kidolgozásával.

Ennek alapján kerül eldöntésre a végleges nyomvonal. A bejárási tervben már további részletek kerülnek kidolgozásra /pl. a pályaszint kialakítása, mely tervművelet, azonban már a legtöbb kérdésben tartalmazza a tervező javaslatát és állásfoglalását. Az építési terv már a beruházó döntése alapján mint végső egyetlen variáns készül, ebben a tervfázisban már minden részletkérdés kidolgozásra kerül.

x/ UVATERV

Az előbbieken felsorolt tervfázisokhoz csatlakozik a mérnökgeológiai, geotechnikai és talajmechanikai szakvélemények elkészítése. A mérnökgeológia /építésföldtan/ a geológia és geotechnika határtudománya. A geológia, geotechnika és talajmechanika között nem húzhatók éles határvonalak, ezek kiegészítik egymást. Az autópályák mérnökgeológiája mind a geológiai, mind a geotechnikai ismereteket mindenekelőtt az autópálya építés szempontjából tárgyalja, a talajmechanikánál ill. geotechnikánál átfogóbban, a geológiánál viszont konkrétan, a gyakorlati kérdések ill. mérnöki megfontolások fokozott szem előtt tartásával. Gyakran felmerül a kérdés mi tartozik bele a mérnökgeológia fogalomkörébe. A külföldi szakirodalom jelentős része és a hazai szakirodalom is az autópálya építés, útépités mérnökgeológiáját átfogóan tárgyalja, és jelentős részben felöleli a geotechnikai, talajmechanikai témakört is.

#### 1. / Műszaki tanulmány /vagy tanulmányterv/

A mérnökgeológia szerepe elsősorban az előtervezés során a tanulmánytervben érvényesül. A tanulmányterv készítése során általában több variáns került kidolgozásra, gyakran 4-5 variáns is. Ilyenkor területsávokat vizsgálunk, elsősorban a legkedvezőbb helyszínrajzi vonalvezetés kiválasztására.

A variáns vonal és általában a vizsgált terület részletes helyszíni bejárása alapvetően fontos a variánsok összehasonlító vizsgálatánál. A helyszíni bejárást megelőzően feltétlenül szükséges a mérnökgeológiai térképek és magyarázatok beszerzése és részletes tanulmányozása, ugyanezek már a szóba-jöhető variánsok kiválasztásánál nagy segítségre vannak a tervezőknek. A mérnökgeológiai térképek, térképsorozatok a terület általános geológiai felépítésére vonatkozólag adnak hasznos útmutatást. Tájékoztatót adnak a várható talajvi-

szonyokról, valamint a becsült, átlagos és maximális talajvizszintekről.

Itt szeretném megemlíteni, hogy tapasztalataink szerint rendkívül hasznosnak bizonyultak azok az autópályák mentén telepített talajvizszintészlelő kutak, melyek a tervezés megkezdésétől a kivitelezés befejezéséig tájékoztatást nyújtanak a talajvizszint változásról, esetleg a különböző rétegvizek megjelenéséről is.

A terület geológiai felépítéséből és a felszíni formákból következtetni lehet a várható felszíni mozgások esetleges csúszások helyére is. Dombvidéki és hegyvidéki autópálya szakaszokon részletesen foglalkozni kell a csúszásveszély kérdésével.

A tanulmányterv során arra kell törekedni, hogy ezeket a csúszás-veszélyes területeket lehetőség szerint elkerüljük. Dombvidéken és hegyvidéken elsősorban a bevágások kialakításával, másodsorban töltések építésével a geológiai egyensúlyt megbontjuk. Az autópálya vonalvezetése szempontjából kedvezőtlen ha a völgyoldal, domboldal, hegyoldal rétegei kifelé a lejtő irányában dőlnek ill. a bevágások rézsűiben fekvő talajok réteghatárai az autópálya tengelye irányában dőlnek. Még kedvezőtlenebb a helyzet, ahol talajviz, vagy időszakos rétegviz jelenlétével kell számolni. Az ilyen geológiai felépítési területeket lehetőség szerint azért is el kell kerülni, mivel az esetleges mozgások megelőzésére szolgáló víztelenítő védőművek rendkívül nagy költségkihatással vannak /övszivárgók, talpszivárgók, szűrítő-és támbordák/.

A tanulmány során ugyancsak különös gondot kell fordítani a mélyfekvésű mocsaras, tőzeges, puha szerves altalajú terü-

letek elkerülésére, vagy amennyiben az áthaladás ezeken a területeken elkerülhetetlen számítani kell az azokból levonandó konzekvenciákra.

Szeretném hangsúlyozni, hogy már a tanulmány szintjén feltétlenül szükségesnek tartom a kritikus pontokon /a számottevő bevágásokban, mocsaras, tőzeges, puha szerves altalajú területeken/ kellő mélységű, tájékoztató jellegű talajmechanikai fúrások készítését.

## 2. / Bejárási terv /vagy általános terv/

Itt szeretnék rámutatni arra, hogy valamennyi tervfázisban rendkívül fontosnak tartom az autópálya tervezőjének, az úttervezőnek és a mérnökgeológusnak, geotechnikusnak, talajmechanikusnak a fokozott együttműködését, gyakorlatilag az együtt-tervezés tényét. Ugy a helyszinrajzi, mind a magassági vonalvezetést illetően korszerű és gazdaságos autópálya-terv csak az előbbi elvnek a betartásával készíthető.

Miután a megbízó és a hatóság döntést hozott a variánsok közötti vonal kiválasztását illetően sor kerül a bejárási terv elkészítésére.

Az első lépés a részletes helyszini bejárás alapján feltárási terv készítése, mely figyelembe veszi a mérnökgeológiai adatokat, valamint a korábbi feltárási eredményeket. A feltárások telepítését sohasem szabad mechanikusan végezni. Autópályák esetében a feltárások mértékét keresztirányba is ki kell terjeszteni, hogy a talajrétegek és a talajvíz helyzete legalább három ponton megállapítható legyen.

A pályaszint kialakítása döntő kihatással lehet a későbbiekben egyrészt a rézsük állékonyságára, másrészt a földmunkára vonatkozólag Rendkívül fontos a töltésépítésre alkal-

mas talajok kiválasztása illetve a töltés építésre alkalmatlan talajok lehatárolása. A pályaszint kialakítását is nagymértékben befolyásolhatja a beépíthetőség kérdése, lehetőség szerint a pályaszintet úgy kell kialakítani, hogy a fölötte fekvő rétegek, túlnyomórészen beépíthetők legyenek.

Ezúton szeretném megemlíteni, hogy az érvényben lévő Földmunka Szabvány a talajok töltésépítésre való alkalmasságát csak nagy vonalakban érinti. A szabvány szerint terhelésnek kitett töltések céljára nem használhatók fel a lágy agyag és iszap talajok, ez a fogalmazás azonban nem konkrét, tetszőlegesen értelmezhető. A Földmunka Szabvány kizárja a töltésépítésből a szerves talajokat és a szikes talajokat, azonban ezzel kapcsolatban nem tartalmaz határértékeket, sőt a szikes talajok esetében még vizsgálati módszereket ill. minősítési módokat sem. A szabvány kizárja a máló kőzetek, valamint az olyan anyagokat, amelyeknek legnagyobb száraz térfogatsűrűsége nem éri el az  $1,55 \text{ g/cm}^3$ -t.

Nem foglalkozik a Földmunka Szabvány pl. a kövér agyagok  $I_p > 30 \%$  kérdésével, pedig az autópálya tervezés során nagy mennyiségben találkozunk vele. A kialakult gyakorlat szerint - külföldi tapasztalatokból átvéve - általában töltésépítésre alkalmatlannak minősítjük az  $I_p > 40 \%$  ill.  $w_F > 65 \%$  feletti folyási határú talajokat. Ennek a helyes indoka abban rejlik, hogy a nagyon kövér agyagok csak tömbökben fejthetők rendkívül nehezen apríthatók és így megfelelően nem tömöríthetők. Természetesen ezen kívül még számos probléma merült fel. Véleményem szerint a közel 20 évvel ezelőtt készült Földmunka Szabvány átdolgozása ill. részletesebb kidolgozása, korszerűsítése válik hamarosan szükségessé, mikor is fel kell használni az autópálya építés közel két évtizedes tapasztalatait is.

A beépíthetőségnek egy másik rendkívül fontos kritériuma a talajok víztartalma, így elsősorban a víztartalomnak az optimális víztartalomtól való eltérése különösen abban az esetben, ha a talaj az optimális víztartalomnál nedvesebb. Ez az érték talajfajtánként változik, a talaj vízérzékenységének függvényében. Vannak talajok, melyeknek a teherbírása - néhány százalékos víztartalom növekedés hatására - rendkívül nagy mértékben lecsökken.

A tömöríthetőségi előírások is tartalmaznak megkötéseket az optimális víztartalomtól való eltérésre vonatkozólag, azonban agyag talajok esetében +5,5 %-ig is elmennek. Ez véleményem szerint ma már nem tartható, erősen vitatható. Az erősen vízérzékeny átmeneti talajok /homokliszt, iszapos homokliszt/ és az iszaptalajok víztartalma legfeljebb 1-2 %-kal, az agyagtalajok víztartalma legfeljebb 2-3 %-kal haladhatja meg az optimális víztartalmat. A tömöríthetőségi előírások is átdolgozásra szorulnak, közel 20 év után.

Gyakran okozott problémát a nehezen tömöríthető egyenletes szemnagyságú finom homok talajok beépítése, tömörítése, a különböző előírások, ennek határértékét eltérően adják meg az egyenlőtlenégi együttható értékével  $U = 2-2,5-3,0$  között.

Külön figyelmet érdemelnek még a lösz talajok is.

A tervezés során a töltések előírt tömörségének biztosítására célszerű a töltéseket szélesebbre építeni, majd utána ezt a szélső réteget lenyesni és azonnal füvesíteni, rézsű védelemmel ellátni. Helytelen az a gyakorlat, hogy a töltés rézsű szélén lévő laza réteget ideiglenesen vagy esetleg véglegesen otthagyják, mivel ez a szélső laza talajréteg szivacszerűen magábaszívja a vizet és töltésrézsű romlások megindítója lehet. Az útépítési fagy-és olvadási károkra vonatkozó KPM Szakmai Szabvány osztályozza a fagyve-



szélyes és elnedvesedésre veszélyes talajokat és méretezési eljárást ad a védőréteg vastagságának megállapítására.

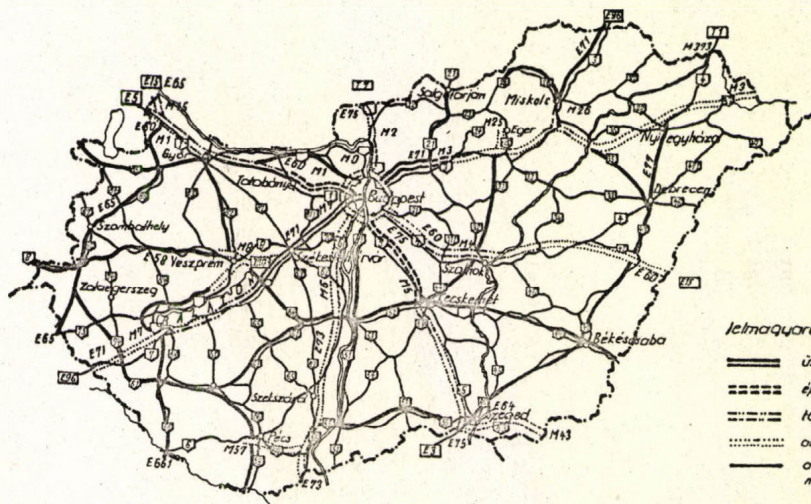
A korábban már említett víztelenítő védőműveket illetően az a helyes gyakorlat, ha két ütemre van bontva. Az első ütemben már az építés kezdetén azonnal elkészítendő víztelenítő műveket tartalmazza, míg a második ütemre keretösszeget biztosítanak, azzal a meggondolással, hogy bizonyos esetekben optimálisan a bevágások kinyitása után építés közben lehet véglegesen helyesen, gazdaságosan dönteni.

### 3./ Építési terv /vagy kiviteli terv/

Az építési terv, vagy kiviteli terv során már elsősorban talajmechanikai jellegű vizsgálatok történnek. Ekkor kerül sor a nagyobb bevágások rézsűállékonyságának vizsgálatára. Az építési terv során lehetőség van, szükség esetén a fúrások további sűrítésére, ekkor történik a talajstabilizációval kapcsolatos esetleges részletesebb vizsgálatok végrehajtása. Ugyancsak ebben a tervfázisban kerül megtervezésre részletesen a víztelenítő védőművek kialakítása. Még lehetőség van a rézsűhajlás esetleges módosítására a bejárási tervhez képest. A tervművelet tartalmazza a tömörségi előírásokat, süllyedés-számítást, valamint javaslatot a puha szerves altalajú, illetve a magas töltések alatti süllyedésmérésre. Ugyancsak ekkor történik javaslat a puha szerves altalajú szakaszokon, talajcsere nélküli töltésépítés esetén, a szakaszos töltésépítésre vonatkozólag, a részletes konszolidáció kiváráásával.

A víztelenítő védőművek tervezésénél figyelemmel kell lenni arra a tapasztalatra is, hogy az időszakos rétegvizek esetleg kedvező időszakban több éven át nem jelentkeznek, csak egy esetleges későbbi kritikus csapadékos kedvezőtlen időszakban.

Magyarország tervezett autópályá-hálózata



GENERAL PROBLEMS OF ENGINEERING  
GEOLOGICAL EXAMINATION OF HIGHWAYS

Gyula Detre

The author gives an account of the several decades experience of home highway planning with special regard to engineering geological discoveries and plans.

In the course of investments different degrees of geotechnical works are realized and are in close connection with the technical plan variants.

1. During planning of study plan level, line variants are given with the use of already prepared engineering geological maps and discoveries. A special care is to be expended on observation of subsoil water level, on delimiting of slipping-dangerous territories and stability of cuts.
2. During general planning drillings are deepened and examinations on the spot are prepared on the basis of appropriate discovery plan. The author criticizes the defects of Earthwork Standard and makes a proposal to its revision.
3. Soil mechanical examinations necessary to construction are made on execution planning level. Execution work is promoted by thickening of drillings and special examinations.

## ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОСТРАД ДЕТРЕ ДЮЛА

Автор излагает опыт нескольких десятилетий по проектированию венгерских автострад, с особым вниманием на инженерно-геологические разведки, проектирование.

В ходе реализации капиталовложений выполняются различные геотехнические работы, которые тесно связаны с вариантами технических проектов.

1. В ходе предварительного проектирования варианты трассы приводятся с использованием разработанных уже инженерно-геологических карт и разведок. Особое внимание следует уделять наблюдению за уровнем грунтовых вод, ограничению оползневых территорий и стабилизации выемок.
2. На стадии разработки генеральных проектов бурение скважин и выполнение полевых испытаний осуществляются уже на основании целевых планов разведки.
3. На стадии разработки рабочих чертежей выполняются инженерно-геологические изыскания, необходимые для строительства. Сгущение скважин, а также специальные испытания способствуют осуществлению строительных работ.

AZ M-3 AUTÓPÁLYA TERVEZÉSÉVEL KAPCSOLATOS MÉRNÜKGEOLÓGIAI  
TAPASZTALATOK

x  
Vizi Zoltánné

FÖLDTANI FELÉPÍTÉS AZ M-3 AUTÓPÁLYA 10-70 KM.SZ. KÖZÖTT

Az M-3 autópálya nyomvonala a pesti síkságról indul, Fót-Mogyoród községeket D-ről, Gödöllő várost É-ről kerüli meg, átszeli a Duna-Tisza vízválasztó gödöllői dombvidéket, keresztezve a Besnyőpatak völgyét. Kb. 4 km hosszón a gödöllői domb-ságot vegyes szelvényben érinti. A Galga-völgy keresztezése után Aszód községet D-ről, Hatvan várost É-ről kerüli meg, majd párhuzamosan halad a jelenlegi 3 sz. úttal és Gyöngyös város előtt a Gyöngyös Ny-i csomóponttal csatlakozik a jelenlegi 3 sz. fkl. útra.

A nyomvonal környékének földtani felépítése rendkívül változó. A pesti síkságról kiindulva negyedkori üledékeket érint - futó homok, lösz - majd Fót-Mogyoród környékén az alsó-torton alemeletbe tartozó tufaszórás területét bevágással szeli át. Ez a tufaszórás részben szárazföldi, részben sekély-tengeri, mely törmelékes üledékképződéssel volt kapcsolatos. Így olyan kőzet jött létre, melyben a vulkáni tufa, a törmelék szemcsék és a mésztartalom viszonya gyakran változik. Ezt a kőzettípust a bevágásokban tufitnak neveztük és összetételének változatossága ellenére fizikai sajátosságát tekintve egyenletes volt. Térfogatsűrűsége 1,3-1,5 g/cm<sup>3</sup> CaCO<sub>3</sub> 20 %, vízerzékenysége 60 %. A nyomvonal további szakaszai négy jellegzetes földtani kifejlődést érintenek:

- 1./ felsőpannon homokos-homokkőves rétegsor
- 2./ felsőpannon agyagos, márgás un. agyagmárgás rétegsor
- 3./ felsőpannon agyagos rétegsor

#### 4./ pleisztocén agyag, vörösagyag, lösz

A pliocén agyag, agymárgás rétegsorát az ásványtani vizsgálatok szerint montmorillonit tartalom, közetliszt és illit tartalom jellemzi. A homokos, homokköves rétegsor cementáló anyaga kalciumcarbonát, melynek mennyisége széles határok között változik, a cementálódási foka pontról-pontra mind vízszintes, mind függőleges értelemben eltérő. A pleisztocén lösz a talajmechanikai vizsgálatok szerint agyag, iszap néhol homok jellegű. Ásványi összetétele montmorillonit tartalmu agyagos aleurit.

A pliocén és pleisztocén rétegösszletekre általában negyedidőszaki futóhomok, öntésagyag, iszap települt.

A patakok és folyóvölgyek felső 2-3 m vastag öntés-iszap agyag talaja alatt általában szemcsés, homokos kavics lerakódás a jellemző.

#### Hidrológiai jellemzők

A patak és folyó völgyekben a talajvízszintek egyértelműen megállapíthatók voltak. Problémát a bevágásokkal átszelt dombvidék jelentette. Mogyoród, Gödöllő és Hatvan térségében olyan területen vezet a nyomvonal ahol semmi féle hidrológiai adat nem állt rendelkezésre. A gödöllői dombságon egy-két forrás ismertén kívül még ásott kutakat is alig találtunk. Tanulmányterv szinten telepített fúrásokban helyenként vízszivárgás ill. az agyag, agyagmárga rétegek közé bezárt telített iszap, iszapos homokliszt rétegeket találtunk, melyek időszakos rétegvíz jelenlétére utalnak. Beruházó hozzájárult, hogy a körülmények ismeretében e 70 km-es szakaszon 20 db talajvízszintészlelő kutat telepítsünk. Ezek megfigyelésével VITUKI-t bíztuk meg, akinek akkor még megfelelő, kiépített hálózata volt a talajvízszint észlelő kutak 4 naponkénti megfigyeléséhez. Az észlelés időtartama 8 év volt, és e viszonylag csekély időszak is rengeteg információval szolgált. Jól megfigyelhető volt a talajvízszint ingadozás és nem utolsó sorban jó szolgálatot tett a kivitelezés során felmerült környezeti vízháztartás igazolása szempontjából is.

## Tervezési problémák bevágásokban

A Fót környéki tufit rétegsorral két alapvető probléma merült fel, egyrészt a bevágási rézsűhajlás megválasztása, másrészt a bevágásból kikerülő anyag beépíthetősége. Ez utóbbi probléma a Magyar Szabvány előírásai szerint egyértelművé vált, mivel a tufit alacsony térfogatsűrűsége miatt tömörítésre nem alkalmas. Így természetesen deponiába került és szállítóútakat építettek belőle. Az eredeti tervek szerint 15 m-es bevágást 6 m-re csökkentettük, így a deponálandó tufit tömege lényegesen kisebb mennyiségben került deponiába. A tufitban történő rézsűkialakítás szempontjából felmerült, hogy a szállbanálló tufitban függőleges fallal alakítsuk ki a rézsűket, mivel a környező tufitbányákban évtizedek óta a bányafal kisebb hámlásokkal függőleges falban áll, így kisebb lett volna a deponálandó tömeg. A kiviteli tervek egyéb úttervezési szempontokat figyelembevéve 3/4-es rézsűhajlással készültek, azonnali rézsűvédelemmel. A tufitrézsűkben a fűvetésítés jelentett jelentős problémát,

A nyomvonalon feltárt agyag, agyagmárgás rétegsorokban az agyagok állapotváltozásában találtak a legnagyobb veszélyt. A bevágási rézsűk állékonysága szempontjából az állapotváltozással járó szilárdságcsökkenés problémájával álltunk szemben. A kemény agyagok finom kolloid szemcséjük és ásványi szempontból is nagyon kedvezőtlenek, így erősen zsugorodnak és duzzadnak vagyis jelentős szilárdság csökkenést szenvednek. Ennek elkerülésére felszíni vízelvezetési rendszert terveztünk és előírtuk a rézsűk azonnali fűvetését. Ahol ezt nem hajtották végre, azokon a helyeken rétegvíz jelenléte nélkül is bekövetkeztek kisebb rézsűhámlások, karéjosodások.

A rétegvizes bevágásokban gazdaságossági szempontokat figyelembe véve a víztelenítési rendszereket kétütembe irányoztuk elő. Azokon a helyeken, ahol egyértelmű, összefüggő talajvizek voltak a víztelenítést első ütemben kellett megépíteni, a vizesbevágá-

sok rézsű biztosítását II. ütembe állítottuk be azzal, hogy a kivitelezés során fokozott művezetéssel a szárítóbordák helyét és mértékét a kinyitott bevágás megfigyelése során döntjük el. Ezzel a kivitelezés idején lényeges megtakarításokat értünk el. Pl. a Knézics utcai bevágásban baloldalon 1 db borda épült az előírányzott 13 db helyett.

Azokban a bevágásokban, melyekben a rétegződést az agyag, agyagmárga rétegösszletre települt homok, homokliszt rétegek jellemezték, padkás rézsűkialakítást javasoltunk, az agyag-homok határán kialakított padkával, mely egyuttal a legtöbb esetben párhuzamos földútként is szolgál. Ez a megoldás igen jónak bizonyult.//1. ábra /

A megépült és épülő M-3 autópálya szakaszán legveszélyesebbnek tartott bevágás volt a 38-39 km szelvények közötti szakasz Bag térségében. Éppen ezért, már az engedélyezési terv során, a tanulmány tervhez képest kb. 100 m-re a völgyfelé változott a nyomvonal a tanulmányterv szinten készült mérnökgeológiai és talajmechanikai szakvélemény alapján. A terület rendkívül heterogén felépítésű vizérzékeny pliocén korban keletkezett rétegösszletekből áll, de megtalálhatók a pleisztocén lösz, homok, vörösgyag rétegösszletek is. A rétegek a völgyfelé dőlnek. Ezeket szemelőtt tartva az autópálya nyomvonala melletti terület biztosítása érdekében javasoltuk és el is fogadták a domboldal anyagnyerőhelykénti felhasználását és így 1 millió m<sup>3</sup> földmennyiség kihordására került sor. Az építésközbeni viztelenítés elmaradása, az anyagnyerőhely csak részbeni kinyitása és egyéb körülmények közrejátszása miatt egyik legnagyobb rézsűcsúszás következett be, mely a megépült pálya leállósávját kb. 20 m hosszban megemelte. A kiinduló karély kb. 250-300 m hosszú volt.

### Töltésépítések problémái

A töltésépítésekkel kapcsolatban két alapvető problémával álltunk szemben. Egyrészt a töltésalapozás kérdése puha szerves



kövért agyag altalajon, másrészt a bevágásokból kikerülő talajok beépítése ill. beépíthetősége.

Puha szerves agyagok miatt talajcserére két helyen került sor, a Szilas patak mentén, kb. 50 m hosszban és a Babati tó kb. 4 m vastag szerves agyag rétegének eltávolítása volt szükséges. A talajcsere helyi anyagból a csomádi kavicsbánya homokos kavics talajából készült.

A Galga és Zagya folyó völgyekben, valamint az Ágói pataknál mely területek időszakosan vizalatt állnak, lefolyástalan területek, talajcserét nem tartottunk szükségesnek. A töltések alsó, kb. 1,0-1,5 m magasságig szemcsés anyagból épültek, nyári száraz időben /augusztus-szeptember hónapokban/, kiszélesedő töltéslábbal. Ezekben a helyeken az altalaj konszolidációjának megfigyelése céljából 1 m széles 10 mm vastag vaslemezeket helyeztünk el teljes rézsútalpi szélességben és havonta mértük az altalaj összenyomódását. A szallagos süllyedésmérési módszert az M-7 autópályánál Vidacs László vezette be először eredményesen. Az ott szerzett kedvező tapasztalatokat vettük át. A töltés építés ideje alatt a terhelés hatására bekövetkező süllyedést figyelemmel kísértük. Jelentős probléma volt a meredek domboldalon kialakítandó vegyesszelvény kb. 15 m-es töltés és bevágással. Az eredeti terepen számtalan horhos, vizmosás volt, melyen a nyomvonalat át kellett vezetni. A megtervezett és beépített vízelenítési rendszerek, a töltéslábnál épült 1,5 m magas kőlábazat jól betölti funkcióját és biztosítja a vegyesszelvény állékonyságát.

#### Az M-3 autópálya tervezésénél és kivitelezésénél felmerült geotechnikai problémák

A töltések építése egyrészt a bevágásokból kikerülő talajokból, másrészt agyaggyerőhelyről történt. Nagyobb bevágásokból szükségessé vált egyes rétegek deponálása. Hazai viszonylatban csak bizonyos mértékű, kialakult gyakorlat van a beépíthetőség kérdésére vonatkozólag. Általában kizárjuk a földmunka építésből az  $I_p > 40\%$  és a  $w_f > 65\%$  kövér agyag

talajokat. Erre írásban lefektett irányelv, szabvány nincs. A beépíthetőség egyik feltétele a víztartalom értéke, melyet a Proctor vizsgálat szerinti optimális víztartalomhoz viszonyítunk. A tervezés és kivitelezés során elvégzett számtalan laboratóriumi és helyszíni tömörségi vizsgálat rámutat arra, hogy a szemcsés és átmeneti talajokban a szemeloszlás és tömöríthetőség között lényeges kapcsolat van. Az egyenletes szemnagyságu finom homok /  $U < 2$  / nagyon rosszul tömöríthető  $\rho_d^{\max} = 1,7-1,8 \text{ Mg/m}^3$ , a homokliszt és iszap frakció növekedésével - amivel az  $U$  növekedése is együttjár, a tömöríthetőség is sokszorosán javul. A finom frakció növekedésével valamelyest csökken a legkedvezőbb tömörítési víztartalom értéke. A vegyes szemeloszlású talajok sokkal jobban megközelítik a telített állapotot / $S=1$ /, mint az egyenletes szemnagyságu homokok /2. ábra/. Az átmeneti talajok rendkívül érzékenyek a víztartalom változására. A száraz térfogatsűrűség növekedésével egyre érzékenyebben reagál a talaj a tömörítési víztartalom változására. A tömörítési görbe "nedeves" ágán sokkal kisebb eltérés engedhető meg, mint a "száraz" ágon./3. ábra/ A beépíthető agyag talajoknál a tömörítési vizsgálatok azt mutatják, hogy a beépítési víztartalom közel az optimális víztartalomhoz a legkedvezőbb.

A töltéstestben megkívánt tömörségi értéket a földmunka építése megkezdésekor helyszínen próbatömörítéssel kell meghatározni. Az ekkor megállapított tömörségi munka ismeretében kell a szállítógéppark kapacitásának megfelelően a tömörítő gépparkot biztosítani. A koronaélek ill. padka megkívánt tömörségének biztosítása a mindkétoldali 1-1 m-es töltés szélesítéssel lenne biztosítható. Ezzel elérhető lenne a töltésszéle megfelelő tömörsége és az építésközben bekövetkező eróziók a túltöltésben alakulnának ki. A földmunka építésközbeni víztelenítését a megfelelő tömörséggel és 4-5 %-os oldalesés állandó biztosításával érhetjük el.

Az elmúlt 14 év tervezési és tervezői művezetői gyakorlat az eddig elmondottak alapján igazolta, gazdaságossági szempontból a tervezés során nyert információk alapján a talajok beépíthetőségét és a víztelenítési rendszereket a legkedvezőtlenebb körülményekre kell tervezni. A részlettervek a legszükségesebb víztelenítési terveket kell tartalmazták ezt hívjuk I. ütemnek. A II. ütemű víztelenítés a kivitelezés során, fokozott művezetéssel készül. Így biztosíthatók a bevágások állékonysága a legmegfelelőbb módszerekkel és a leggazdaságosabb módon.

A heterogén bevágásokból kikerülő talajok beépíthetősége fokozott művezetéssel a helyszínen jól szelektálhatók és így többszázezer m<sup>3</sup> deponiába előírányzott talaj beépítése válik lehetővé, ami népgazdasági szinten jelentős megtakarítást eredményez.

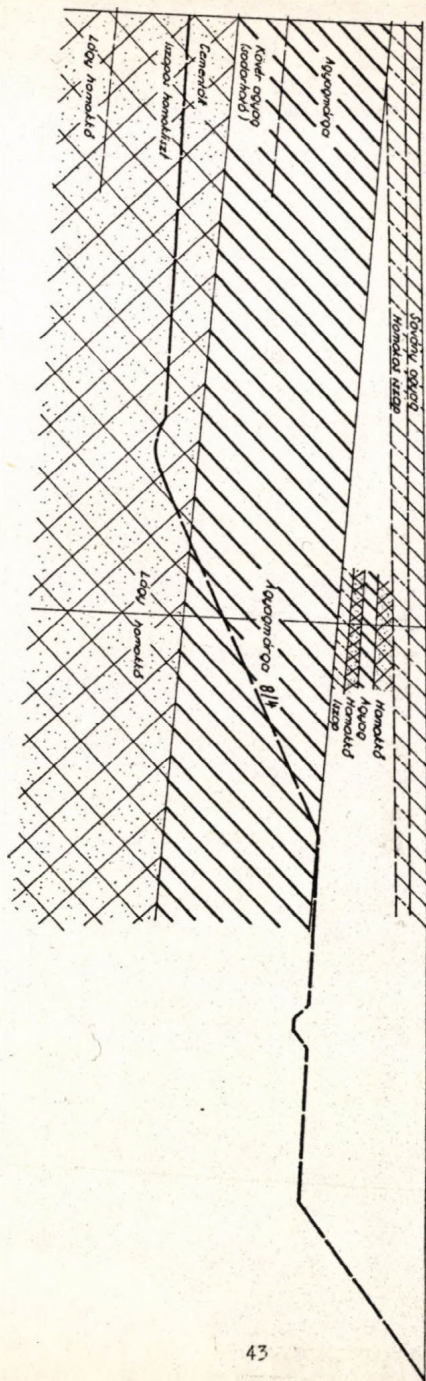
Золтаннэ ВИЗИ: Инженерно-геологический опыт в связи с проектированием автомагистрали М-3

Проектная работа начинается изысканием геологических и гидрогеологических условий, которые могут повлиять на проектирование автомагистрали. Используя результаты изысканий, следует определить устойчивость откосов выемок и насыпей, возможность использования местных материалов для возведения земляного полотна, а также несущую способность естественного грунта. Проектирование водоотвода земляного полотна.

**Mrs. B. Vizi: Experiences gained in the field of engineering geology in connection with design of the M3 motorway**

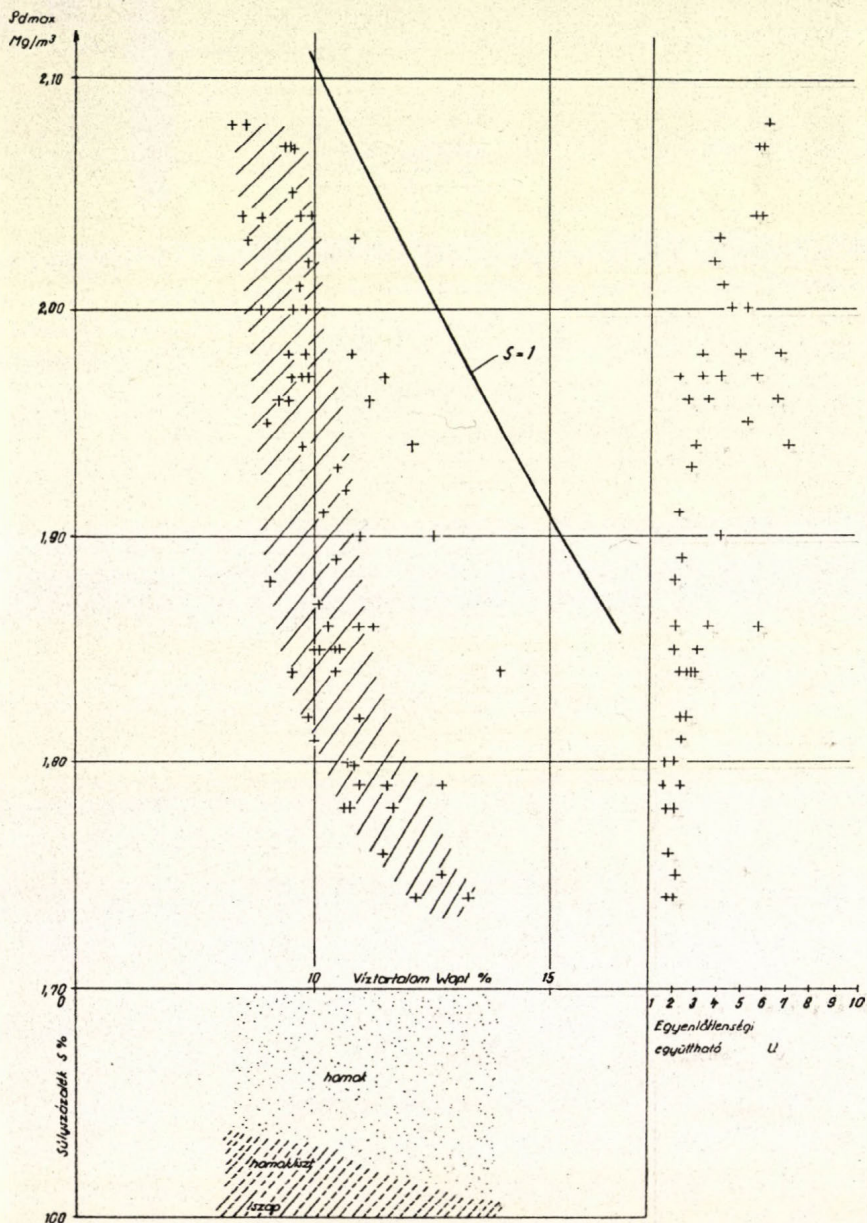
The design work begins with investigation of geological and hydrogeological characteristics having effect on the motorway design. Making use of the tests results slope stability of cuts and fills, useability of local material for construction of the embankment as well as the bearing capacity of the subsoil are to be determined. Design of drainage of embankment.

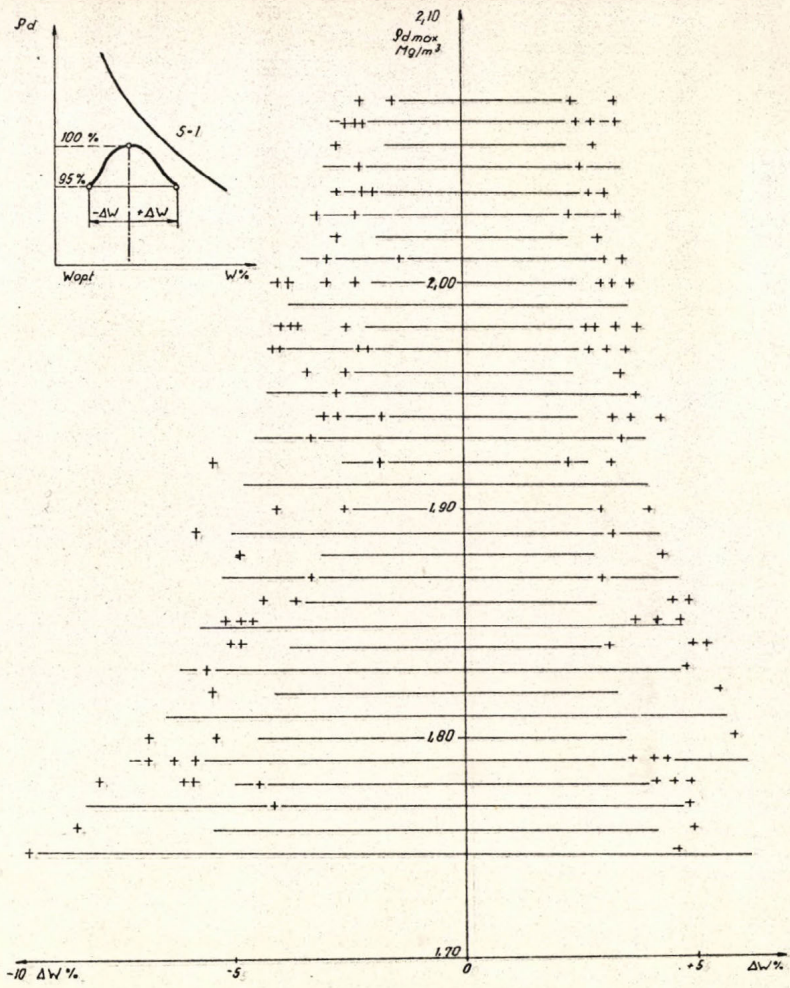
1. ábra



lelmező keresztmetszény

*Összefüggés a szemeloszlás és a tömörítési kísérletek eredményei között*





A  $W_{opt}$ -hoz képest megengedhető eltérés ( $\Delta W\%$ ) a  $P_d \max$  függvényben,  
 ha az előírt tömörségi fok  $TrP = 95\%$ .  
 (Szabványos laboratóriumi tömörítési kísérletek alapján)

3. ábra





Az M1 autópálya tervezésével kapcsolatos mérnök-  
geológiai tapasztalatok

Kármán Péterné<sup>X</sup>-Tárczy László<sup>X</sup>

Átadták 1982. november 10.-én a Bicske-Tatabánya közötti 21 km-es autópálya szakaszt, melynek építése 1977-ben kezdődött el és a hazai autópálya építés történetében ezideig tapasztalt legnehezebb terepviszonyok között épült meg. A domb ill. hegyvidéki pálya építésének méreteit jól jellemzi, hogy a földmunka során 4,5 millió m<sup>3</sup> földet kellett megmozgatni, 26 hid épült és az aszfalttal burkolt felület 630 ezer m<sup>2</sup>. A beruházási költség 1,46 milliárd forint, fajlagos költség 71,5 millió Ft/km.

Az építettő a KPM Közúti Igazgatóság, a beruházás lebonyolítását a Közúti Beruházó Vállalat végzi, generáltervező UVATERV, generálkivitelező a Betonútépítő Vállalat. Az autópálya az 1. sz. főúttól Bicske térségében ágazik le, és beköt Tatabánya óvárosi, már korábban megépült csomópontnál az 1. sz. autópályára. A szakasz első 10 km-re Bicske Mesterberek között a Nagygyeházi szénmedence határán keskeny és magas gerinceken, széles völgyeken keresztül vezet. Ezen a szakaszon épült a legnagyobb 4 %-os emelkedő és itt épült a leghosszabb 70 m-es hid is. Mesterberek Tatabánya közötti további 11 km-es szakasznak harmonikus vonalvezetése nemzetközi összehasonlításban is megállja a helyét. A hosszú nyújtott ívek jól illeszkednek a Gerecse domborzatához, itt épültek a Tarján és Malompatak völgyében a 14-18 m magas töltések, és itt nyitottak 20-24 m mély bevágásokat, tengelybe mérve, amelyek a körömpontnál elérték a 30-35 m-es mélységet is. Tatabánya város közelsége miatt az autópálya Tatabánya Szőlő-hegyre kényszerült. A Szőlőhegy-i üdülő övezetű szakaszra hazánkban először környezetvédelmi terv készült és az egész szakaszra a termőföld megóvása érdekében humuszgazdálkodási terv is. A talajfeltárások során robbanóanyagra bukkantunk, és lehatároltuk a második világháború emlékét őrző ilyen területeket. A földmunka építése előtt ezért speciális katonai alakulatok fésülték át a terepet 30 kN igen veszélyes harci anyagot gyűjtöt-

x/ UVATERV

tek össze.

A nyomvonal környezetének területén a felszíni formák a pleisztocén végi hegyszerkezeti törések következtében alakultak ki. Ekkor keletkezett a Váli völgy ÉNy-DK irányu árkos beszakadása. A triász földolomit a Váli völgy felé eső oldalon törésvonal mentén mélyre zökkent.

Az Óbarokifennsíkron ugyanekkor emelkedett fel a felszínen vagy közvetlen közelében jelentkező szarmata koru, főleg kagyló és csiga héjakból felépülő porózus mészkő. Szétmállott állapota miatt mészkőtörmelékként, vagy mészszipaként jelentkezik. Összefüggő képződményként változó vastagságu kőtömbös, kőpados rétegsor alatt jelentkezik.

Az autópálya az 1. sz út kapcsolatát biztosító csomópont és a pálya jobboldali bevágásai a Váli völgyig mészszipos kőtörmelékebe, ami időszakosan rétegvizet is hoz, és kőtömbös mészszipába kerültek. A Váli viz és Mesterberek között az autópálya négy törésvonalat vág át. A vetősíkok mentén többlépcsős felemelkedések, süllyedések, torlódások figyelhetők meg. Vetők helyét a tervezéskor megadtuk. A triász képződményt felszinközelen ezen a szakaszon Nagyegyháza előtt találtuk meg a dolomit murvás változataként. Korban fiatalabbak az eocénből származó képződmények ide soroltuk a feltárásokban jelentkező szürke színű, tömött agyagmárgát és felszinközelen vagy felszínen jelentkező vörös bauxitos agyagot, valamint Nagyegyháza környékén feltárt sósvízű agyaglerakódásokat, melyek vékony kőszén telepekkel, parti kifejlődésben csigás mészkőlecsével rétegezve fordul elő. Helyenként durva szemcséjű meszes homokkő betelepüléseket is elértünk.

A furásokban a miocénhoz tartozó tarka agyagot is feltártunk. A tarka agyag a miocénban lezajlott hamu és tufa szorás anyagával való keveredés miatt montmorillonit agyagásványban gazdag talaj. Mind az eocén, mind a miocén korú agyagokban vízvezető homokerek is települtek. Az autópálya 2,5 km hosszon Nagyegyház-i szénmedence határán épült. A dombok és völgyek pliocén végi helyi jellegű kis mozgások törésvonalak mentén keletkeztek. Dr. Bendeffy László vizsgálatai szerint kéregmozgások ma is tapasztalhatók. A mikromozgások miatt ezen a 2,5 km-es

szakaszon épült műtárgyak határozott szerkezetűek.

A tervezés során megadtuk azt a helyet, ahol a terepen látható korábbi mozgások és kedvezőtlen talajrétegződés miatt a bevágás kinyitását követően rézsúmozgás lép fel. Ezen a szakaszon még két kisebb kiterjedésű rézsúcsuszás is előfordult. Mindhárom mozgás a bevágás felé erősen dőlő márgán, vagy szénréteges agyagon alakult ki. Mesterberek-Tatabánya között a hegyvidék jellegű felszint ÉNy-DK irányu és erre merőleges vetőrendszer formálta, ahol a dombokban 10-15 m mélységtől völgyekben 5 m mélységtől a szürke színű eocén márgát elérték a furások. Tatabányát elérve a Tarjánpatak völgye után a felszint É-D, K-Ny irányu mozgás hozta létre. A vetődés során a felszínen lévő triász kora dachstein mészkő É-D irány mentén zuhant. A vető közel párhuzamos a pálya tengelyével, és ezért a Tatabánya pihenő /ami az 1. sz. út 68 km szelvénye fölött hegyoldalba nyitott és felhagyott kőbányánál helyezkedik el/, részben mészkőtörmelékes fedőrétegbe is került. Ezen a szakaszon a 20-30 m mély furások a korban fiatalabb eocén, oligocén rétegsort érték el. Az eocént agyagmárga az oligocént homokkő képviseli. A helyenként előforduló cementálódott homok fiatalabb, pliocén végi folyami homokhoz tartozik. Mesterberek és Tatabánya között két jelentősebb rézsúcsuszás következett be. Mindkettő rétegvíz hatására agyagmárga felszínén az első a tarjáni völgy előtti 24 m mély bevágásban a másik Tatabánya Szőlőhegyen a Turul alatt.

A különböző kora fekvő mindenütt pleisztocén fedő borítja. Jelentős 10-20 m-es rétegvastagságban. A hegyvidéki szakaszon ahol a csapadékvíz meredek oldalról lehordta, ott elvékonyodott. A fedőréteg löszből áll. A lösz általánosságban 3 emeletre választható szét. A térszint alatt fekvő első réteg sárga színű, meszes, kis képlékenységgű homoklisztnak, iszapnak minősülő talaj. A középső rétegben lejtő törmelék van, ami tulnyomó többségben csapadékvizből táplált rétegvizet hozott.

A fedőréteg alsó szintjén a harmadik rétegben vörös színű vályog zónákat tártunk fel, ami vagy lencséiben települve, vagy összefüggő rétegeként fordul elő. Holocén képződményként felt-

szerűen futóhomok jelentkezett. A völgyekben szerves szennyeződéssel, puha, finomszemcsés talaj, iszap és agyag fekszik. A mocsári képződmények vékony rétegűek. Tőzeget nem tártunk fel. A geológiai adottságok miatt különleges feladatot jelentett inhomogén talajból tartós homogén földműveket építeni. A földmű építések során a töltésszakaszokon három helyen /Váli víz, Tarján patak völgye, Tatabányai városi csomópont/ puha altalajra épülő 12-16 m magas töltéseknél a talajtörés az UVATERV-nél kidolgozott ugynevezett lépcsőzetes teherfelhordással akadályoztuk meg. Az eljárás lényege, hogy különleges, költséges, töltésalapozási módszerek helyett fokozatos, meghatározott sebességű, teherfelhordással a talajszerkezetben a konszolidációs folyamat alatt létrejövő változást, teherbíróképesség javulást kihasználva építjük meg, műszakilag szükséges magasságig a töltéseket. A konszolidáció folyamatát süllyedésméréssel ellenőriztük. A mérési eredmények alapján a mért görbesorozatokat értékelve és a tervezettel összehasonlítva lehetett a továbbépítést ill. a süllyedések lecsengésének kivárása után tudtuk a burkolat elhelyezésének időpontját megadni. A bevágásokból kikerülő uralkodó talajtípus a lösz származékú rendkívül vízerzékeny, homokliszt és homoklisztes iszap. A szakaszon jó töltésképző anyag sem a vonalból, sem az anyagnyerőhelyről nem nyerhető, ezért a töltésrészük stabilitásának biztosítása okozott a megszokottnál több nehézséget. A töltésrészük megerősítése, ahol ez szükséges volt kőves talajból készült, és füvesítési eljárások alkalmazására is sor került. /Verdyol, Fütex, Derosion/. A bevágás szakaszokon az előrehaladást lassította a változó formában megjelenő kőrétegeknek a kitermelése. Ezen kívül talajmozgások, csuszások is lassították az építést. Minden tervezési fázisban készített geotechnikai szakvélemény jelezte, hogy a bevágások kiemelésekor ill. ezt követően a nyugtalan geológiai zónákban, vetők helyén talajmozgások létrejönnek, ill. várható a csuszások kialakulása. A szakvélemény a talajfeltárások adatai alapján pontosította a csuszásveszélyes körzeteket. A csuszások helyeinek döntő többségét, tehát a tervek tartalmazták. A csuszásokat kiváltó okok, és a megmozdult tömegek eltérések voltak. A Nagycsuhás-i szén-

medence peremén egy helyen a bevágás felé erősen dőltekfevésű agyagcsikos szénpadokon csuszott meg a rézsű, addig amíg 500 m-re ettől a csuszástól ugyancsak kedvezőtlen dőlésű magas plaszticitású agyagkúp felszínén alakult ki kisebb rézsűszakadás. Ezen kívül a cserjék téli veremlése, a rézsű alávágása miatt idézett elő rézsűcsuszást. A legnagyobb földmozgást Tatabánya körzetében az 54-es km-nél volt. Az itt nyitott tengelyben 20-24 m körömpontnál 30-34 m mély bevágástvető szeli át. A csuszás a bal oldalon a kinyitást követően jelentkezett, míg a jobb oldalon a második évben 80.000 m<sup>3</sup> föld mozdult meg, amikor a bevágás utolsó 2-3 m-es rétegét elhordták. A bevágásban 17-20 m vastag lösz fedőréteg szürke márgára és vörös agyagra rakodott le. A mozgás rétegvíz hatására a bevágás felé erősen dőlt fekvésű /30°/ szürke márga felszínén kezdődött. A helyreállítási terv, tehermentesítés víztelenítő műveket és a biológiai védelem együttes alkalmazását javasolta. A tehermentesítés profilja követte a mozgás előtti állapotot, ami még a rézsű stabilitását biztosította. A mély bevágást 10-15 m széles osztópadka segítségével három rézsű felületre bontottuk fel. A pályaszintnél a márgában 1:1,5 rézsűhajlás a továbbiakban 1:2,5 rézsűhajlást alakítottak ki. A pályaszintnél 5,0 m-es védőpadka maradt, a pályaszintről induló első rézsű magassága 4,0; a másodiké 8,0 m a harmadiké 12-14 m volt. A rézsűkbe a vízkilépések helyein mindkét oldalon gépesített technológiával szárító bordák és összefüggő kőtámaszok épültek, melyekből kilépő vizet talpszivárgók viszik el. A szivárgó vizektől átnedvesedett járhatatlan bevágástükörben a magas víztartalmu agyagra geotextília került, melyre 35 cm vastag homokos kavicsot és erre 15 cm vastag előkevert cementes talajstabilizációt hordtak fel. A homokos kavics paplant a tengellyel párhuzamos hossz-szivárgókba bekötötték. Az eddig járhatatlan földmunkán ezzel a megoldással jó teherbíró réteg alakult ki, és építőgépekkel a helyreállítás elkezdődhetett. A bevágási rézsűk állékonnyá tételét tehát változatos műszaki megoldások segítették elő. Készültek tehermentesítések, rézsűlaposítások, megtámasztó kőszórások, szivárgó hálózatok és egy helyen bányászati módszerekkel készült csápos ejtőkútás víztelenítő művek is. A kritikus szakaszokon

intenzív növénytelepítés is fokozta a mérnöki megoldások hatékonyságát. A beépített részsüvédelem mindenkor a gazdaságosság és forgalom biztonság figyelembevételével készült, de nem túlbiztosítással, ezért szélsőséges költségráfordítások nem terhelik a pályát. A földmű teherbirásának növelésére talajfajtajától és annak állapotától függően helyi anyagból alábbi védőrétegek épültek, túlsúlyban tükörben kevert cementes talajstabilizáció, ezen kívül mechanikai talajstabilizáció, geotextiliára helyezett homokos kavics, lezárva gépben kevert cementes talajstabilizációval. Erre helyezték a pályaszerkezetet a főpályán a gyorsító, ill. kapaszkodó sávokon. A pályaszerkezet a következő: 4 cm érdesített homokaszfalt, 6 cm K-20 kötőréteg, 12 cm JU 35 meleg bitumenes útalap, 20 cm előkevert cementes stabilizáció. A leállósáv pályaszerkezete kopóréteg kivételével azonos a főpályáéval, itt AB 12 aszfaltbeton a legfelső pályaszerkezeti réteg. A burkolat építést nagy teljesítményű korszerű gépekkel végezték. A Rex-Nord talajstabilizáció gépekkel, az O § KG-12 szintvezérelhető gréderrel a CMI TS Szuper 500 egyenetlő és terítőgéppel a Vögele Szuper 2000 finiser vezérgépekkel. A pályaszerkezeti rétegeket első osztályú minőségben építették meg. A terep jellegénél fogva a szakaszon 20 autópálya felüljáró épült, három autópálya aluljáró, és három gyalogos aluljáró. A hidépítéseket az előregyártás, szerelő jellegű munkavégzés jellemezte. Csúpan a két gyalogos aluljáró épült csőhídként Tubosider elemekből. A hidak döntő többsége sikalapozású /alapak előregyártottak/ csúpan egy helyen a Váli völgyben készült Soil-Mech cölöpalapozás. Egy furt cölöp számított és ellenőrzött teherbirása 12 m-es cölöphossz mellett 22 00 kN. A szakasz eleje a Törökbálint-Bicske közötti szakasz megépítéséig a bicskei csomóponton keresztül csatlakozik az 1 sz. főúthoz. Rávezető csomópont épült még az 55 hm szelvényben, amely Tatabánya-Ujváros és a 8101 jelű út, 1 sz. főút kapcsolatát teremti meg. Három pihenőhely várja az autósokat, a pihenőhelyek egyszerű típusúak, de úgy készültek, hogy fejlesztésükre bármikor sor kerülhet. A közúti jelzőtáblák, útbaigazító táblák, útburkolati jelek, fényvisszaverő kivitelben készültek. A megszokott úttartozékok mellett /vezetőoszlop, vezetőkorlát,

szélzsák/ fényvédőhálókat, burkolatra ragasztott fényvisszaverő testeket, a sziklabevágásokban védőhálókat építettek be. A hófúvás veszélyesszakaszokon télen műanyagból készült hófogókat helyeznek el. Az emberek és vadak átjárását 10 km összhosszúságú védőkerítés akadályozza meg.

Az autópálya technológiai telepét a súlypontban Bicskén helyezték el, a Szt. László vízfolyás szerves völgyében, a keverőtelepet ezért feltöltésre helyezték. Az előkevert cementes stabilizáció 3500 kN/óra teljesítményű automatikus üzemi Marini folytonkeverőben készült, az aszfalt keverékeket két M 70 típusú keverőgépekkel gyártották.

A Bicske-Tatabánya között üzembehelyezett új autópályaszakasz tehermentesíti Tatabánya zsúfolt átkelési szakaszát a szép környezetben vezetett, nagy kapacitású, tájba jól illeszkedő autópálya gazdagítja az úthálózatunkat és ezzel a 21 km-rel most már Bicskétől Győrig 78 km hosszra bővült a biztonságos, kultúrált közlekedési útvonal hossza, mely energiaszegény világunkban jelentős benzinmegtakarítást jelent a népgazdaságnak. Az autópálya része az európai közúthálózatnak, a legfontosabb K-Ny irányú nemzetközi út. Hazánk tehát döntően az M1 autópályával kapcsolódik Ny és É Európa közúti forgalmához. A külföldről érkező ill. hazánkon áthaladó járművek többmint 50 %-a igénybe veszi az M1 autópályát. A nagyobb utazási sebesség mellett a 78 km-es szakaszon jelentősen megnőtt a közlekedés biztonsága, ezáltal a hazai útépités jól vizsgálják, és messzeemenően kielégíti a nemzetközi normákat.

ENGINEERING GEOLOGICAL EXPERIENCES  
CONCERNING PLANNING OF HIGHWAY M-1

Mrs. Péterné Kármán  
László Tárczy

Highway M-1 is of outstanding importance both in international and national traffic. The author writes about geotechnical experience obtained during planning of the section Bicske-Tatabánya.

The constructed 21,9 km long new section became realized on the basis of the execution plan, international experiences and national conceptions. Planning of earthworks contained special technical solution and thus the line was divided into 3 parts.

A special grassing procedure /Verydol, Fütex, Devozion/ was employed to the protection of earth cuts and slopes.

In the course of earthworks 4,5 million m<sup>3</sup> soil was moved.

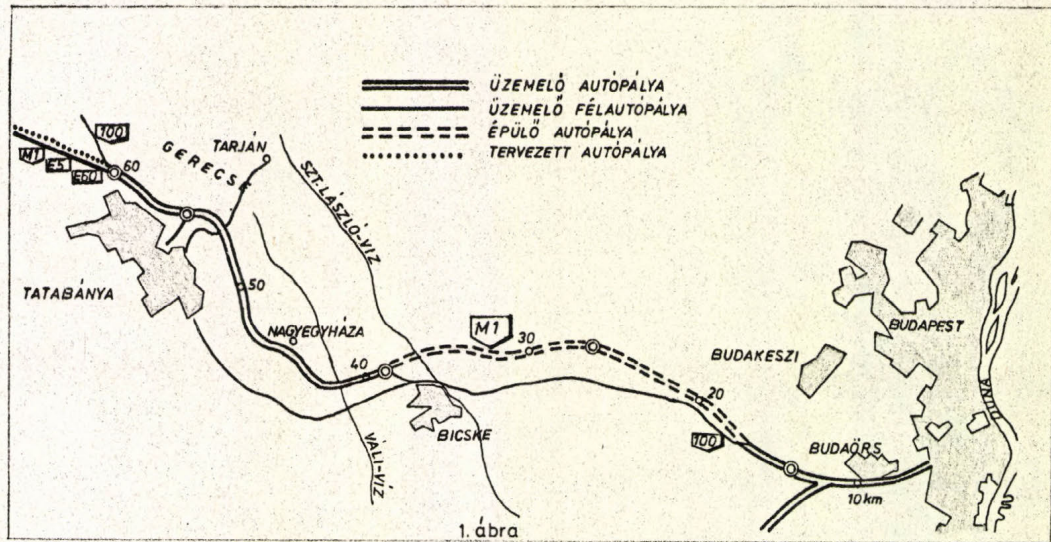


## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ АВТОСТРАДЫ М-1

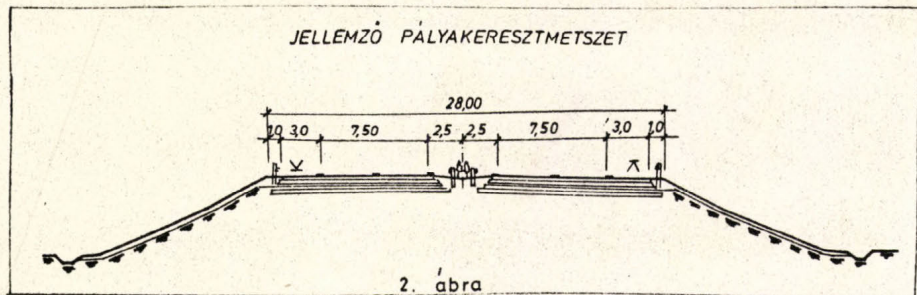
КАРМАН ПЕГЕРНЕ - ТАРЦИ ЛАСЛО

Автострада М-1 в равной мере значительна с точки зрения международного и отечественного сообщения. Автор излагает геотехнический опыт, приобретенный в ходе проектирования участка автострады между Бичке и Татабаны. Новый участок автострады, длиной 21,9 км был построен на основе соображений, зафиксированных в рабочих чертежах и на основе международного и отечественного опыта. Проектирование земляных работ потребовало принятия специальных технических решений и поэтому данная трасса была разбита на 3 части.

Для защиты выемок и откосов были применены специальные способы озеленения /Вердиол, Фютекс, Дерозин/, в ходе земляных работ было выработано 4,5 миллиона м<sup>3</sup> грунта.



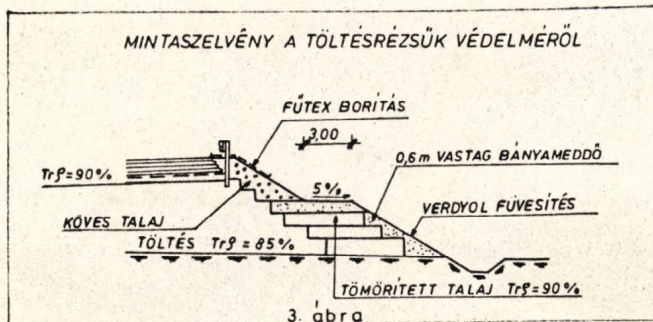
JELLEMZŐ PÁLYAKERESZTMETSZET



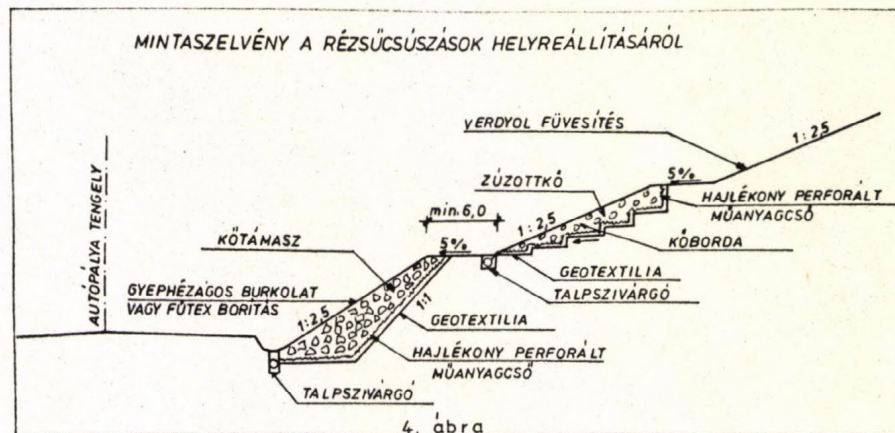
2. ábra

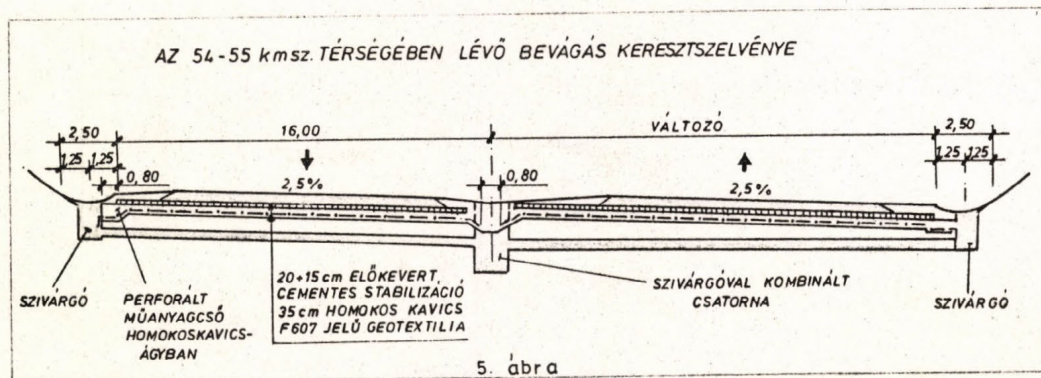
57

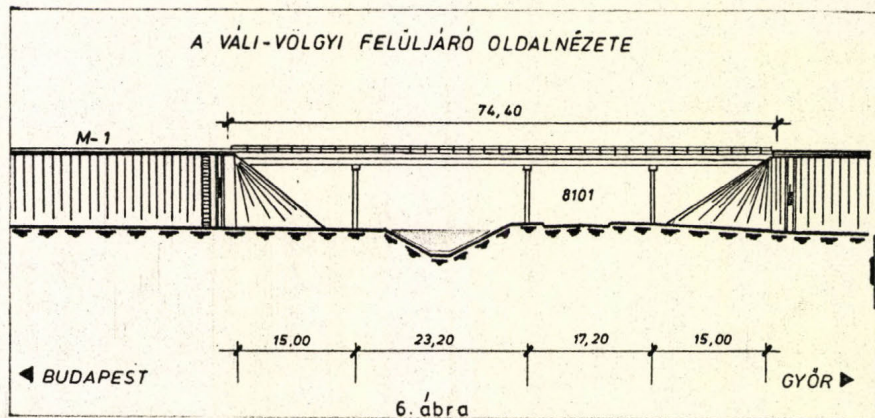
MINTASZELVÉNY A TÖLTÉSREZSŰK VÉDELMERŐL



3. ábra







# GEOTECHNIKAI EREDETI MEGHIBÁSODÁSOK AZ M-1 AUTÓPÁLYA ÉPÍTÉSE

SORÁN

Liptay András<sup>x</sup>

## 1. BEVEZETÉS

Az M-1 autópálya Bicske-Tatabánya /38,6-60 km szelvények/ közötti szakaszát 1982 év végéig forgalomba kell helyezni. A szakasz építését a Betonútépítő Vállalat 1977 évben kezdte meg a földmunkák kivitelezésével.

Az autópálya ezen szakasza új nyomvonalon az óbaroki fensíkon halad, majd a Nagyegyháza melletti dombvidéken keresztül a Tatabánya felé hegyvidéki jellegű felszínen éri el a tatabányai szőlőhegyet és ennek nyugati lábánál csatlakozik a korábban megépített autópályaszakaszhoz.

A tervező a talajmechanikai szakvéleményben elég részletesen leírta a geológiai és hidrológiai viszonyokat.

Az óbaroki fensíkon a feltáró fúrások a szarmata korú mészkő felső törmelékes rétegét érték el. A pleisztocén korban az alsó rétegekre lösz fedőréteg rakódott. A nagyegyházi szakaszon az eocén korból származó szürke tömör agyag márgára, sósvízű agyaglerakódásokra, helyenként meszes homokkő betelepülésekre jelentős rétegvastagságú lösz települt. A Váli-völgy és Nagyegyháza között dolomit törmelék halmozódott fel. A további szakaszon az eocén márgára és agyagrétegekre ugyancsak vastag rétegű lösz rakódott.

A tatabányai szőlőhegyen az autópálya nyomvonalában a felső löszréteg és középen a görgeteges mészkő alatt eocén és oligocén agyag márga, homokkő, helyenként cementálódott homok található.

Az épülő földmunkákon többször is keletkeztek rézsűkárok. Az első komolyabb károk 1980-81 telén jelentkeztek. A felszíni vizek levezetése ekkor még nem volt teljesen rendezett és

ezért a legtöbben eróziós kárnak tekintették azokat. 1981-82 telén a korábbi károknál lényegesen nagyobbak keletkeztek. A felszíni vizek levezetése nagyrészt a végleges vizelvezető rendszeren, illetve ahol ezek még nem épültek meg, ideiglenesen kiépített vizelvezető rendszeren keresztül teljesen rendezett volt. A károk részletesebb elemzése és az okok feltárása feltétlenül indokoltta vált, hogy a helyreállítási mód megfelelő megválasztásával a későbbi károk keletkezése elkerülhető, vagy legalább a mértéke csökkenthető legyen.

## 2. A KÁROK LEÍRÁSA

Az autópálya ezen a szakaszon hegyvidéki jellegű felszínen halad keresztül, így mély bevágások és magas töltések váltakoznak. A rézsűk tervezett hajlása általában 1:1,5. A rézsűkárok megjelenési formája hasonlított a felszíni víz által okozott eróziós kárhoz. Ezért az 1980-81 évek telén keletkezett károkat sokan a felszíni vizek által okozott eróziós kárnak gondolták. 1981 év őszén azonban a csapadékvizek tervszerű levezetésére a végleges és részben az ideiglenes vizelvezető létesítmények teljesen kiépültek, így a felszínen összegyűlő és koncentráltan lezúduló vizek eróziójáról nem lehetett szó. 1981-82 telén a korábbi rézsűkároknál sokkal súlyosabbak keletkeztek. A károsodott rézsűket vizsgálva azt lehetett megállapítani, hogy a felső 20-50 cm-es földréteg megcsúszott néhol a rézsű teljes hosszában, de többnyire csak egy részén, alul az alsó harmadban, vagy felül a rézsűvállnál. A rézsűkárok közül néhány keletkezett csak a bevágásokban, a károk többsége a töltéseken jelentkezett. A bevágási rézsűknél a talajmozgás többsége suvadás jellegű, a töltésrézsűknél azonban inkább talajfolyásra emlékeztetett.

A rézsűkárok 1981. december elején már mutatkoztak és 1982. január elején a második fagyperiódus után újabb csúszások jelentkeztek. 1982. április hónapban a fagy felengedése során a talajból víz szivárgását és a szivárgó vízzel együtt a talajszemcsék elmozdulását lehetett megfigyelni.



A talaj folyási határállapotba jutott és ahogy a fagy felengedése mélyebbre terjedt, vastagabb talajrétegek mozdultak meg.

A rézsűk nagy része már fűvesítve volt. A talaj megfolyását a négy év alatt kifejlődött vastag gyp gyökérzete sem akadályozta meg, ilyen helyen a talaj a gyökérzettel együtt mozdult el, a folyás a gyökérvonal alatt következett be.

### 3. A RÉZSŰCSUSZÁSOK OKAI

A bevágási rézsűk suvadásának okait most nem kívánom vizsgálni, mivel azok eléggé egyértelműen megállapíthatók voltak és a talaj mozgását előidéző okokat részben a talajrétegződéssel, részben a talajvíz szivárgásával lehetett összefüggésbe hozni. Az okok ismeretében a károk helyreállítására is könnyű volt jó megoldást találni.

Sokkal nagyobb gondot jelentett a töltésrézsűk talajának megfolyását előidéző okokat megtalálni. A helyreállítás módjának megfelelő megválasztása hasonlóan nehéz feladatot jelentett, hiszen mindaddig, amíg az okok nem tisztáztak, a választott javítás hatásossága is kérdéses.

Nyilvánvaló volt, hogy az okok között döntő szerepet játszott a talaj, melynek különlegesen kedvezőtlen tulajdonságai lehetnek és a víz, mely végül is a talaj nyírószilárdságának csökkenését, illetve folyását idézte elő.

A víz, mint ahogy azt az előzőekben említettem, nem a felszínen összefolyt csapadék, mely koncentrált hatásával nagy eróziós károkat okozna, hanem a felületre jutó csapadék, mely a talajba szivároghatva annak szerkezetét fellazíthatta. 1981-82 telén a folyamatos esőzés hosszú időn keresztül lehetővé tette a víz beszivárgását a lehullott hó több fagyperiódus olvadási szakaszában ugyancsak hosszú időn keresztül áztatta a talajt.

A tartós hideghullám a felső talajréteg átfagyásával és ennek következményeként a lehülés irányába elinduló páramozgással jelentősen hozzájárult a talaj felső és szélső rétegeinek elnedvesedéséhez.

Az autópálya pályaszerkezetében az alsó alapréteg telepen kevert cementes stabilizáció. Ezt a réteget a gánti dolomit zúzottkő cementes keverékéből készítettük. A réteg pórustartalma nagy, így vizáteresztő képessége is elég nagy.

Az alapréteg a pályaszerkezet alatt felgyűlő vizek kivezetésére - sőt a középső zöldsav talajában felgyűlő vizek kivezetésére is - alkalmas ugyan, de ez a vízvezető tulajdonsága a rézsű állékonysága szempontjából nem volt előnyös.

Helyenként, ahol a töltés válla szakadt le, az alapréteg talajt áztató tulajdonsága feltehetően hozzájárult a talajvízzel történő telítéséhez.

A talaj különleges tulajdonságait sajnos csak a károk bekövetkezése után kezdtük megismerni.

A talajmechanikai szakvélemény ugyan leírta, hogy az autópálya nyomvonalában a fedőréteget vastag lösz alkotja és a lösztalaj építőmérnöki szempontból kedvezőtlen tulajdonságairól sok szakcikk számolt már be, de hasonló a lösztalajban az elnedvesedés hatására keletkezett folyás jellegű károk leírásával még nem találkoztam.

Vizgáltuk a töltés elnedvesedését és megállapítottuk, hogy a felső 50 cm-es réteg víztartalma lényegesen nagyobb, mint az ez alatti részeké, de a 0,5-3,0 m közötti mélységben is a sodrás határ fölötti víztartalmakat találtunk. A víztartalom a töltés mag felé haladva csökken ugyan, de csak kismértékben, 3,0 m mélyen a víztartalmát átlagosan 1,5 %-al találtuk kisebbnek, mint 0,5 m mélyen. A mélyebb rétegekben a megfolyt és a mellette épen maradt talaj víztartalmában eltérést nem találtunk.

A felső 50 cm-es rétegben azonban a megfolyt részen a víztartalom mindig nagyobb volt - és a talaj folyási határát is meghaladta - mint a mellette épen maradt részü talajának víztartalma. A talaj mechanikai tulajdonságait vizsgálva azt állapítottuk meg, hogy a beépített talajok sodrási és folyási határállapotához tartozó víztartalom különbség nagyon kicsi. A beépített talajok plasztikus indexének eloszlását az 1. táblázatban adom meg.

Plasztikus index	Előfordulási valószínűség %
$\leq 5$	19
$\leq 10$	64
$\leq 15$	84
$\leq 20$	92
$\leq 25$	96

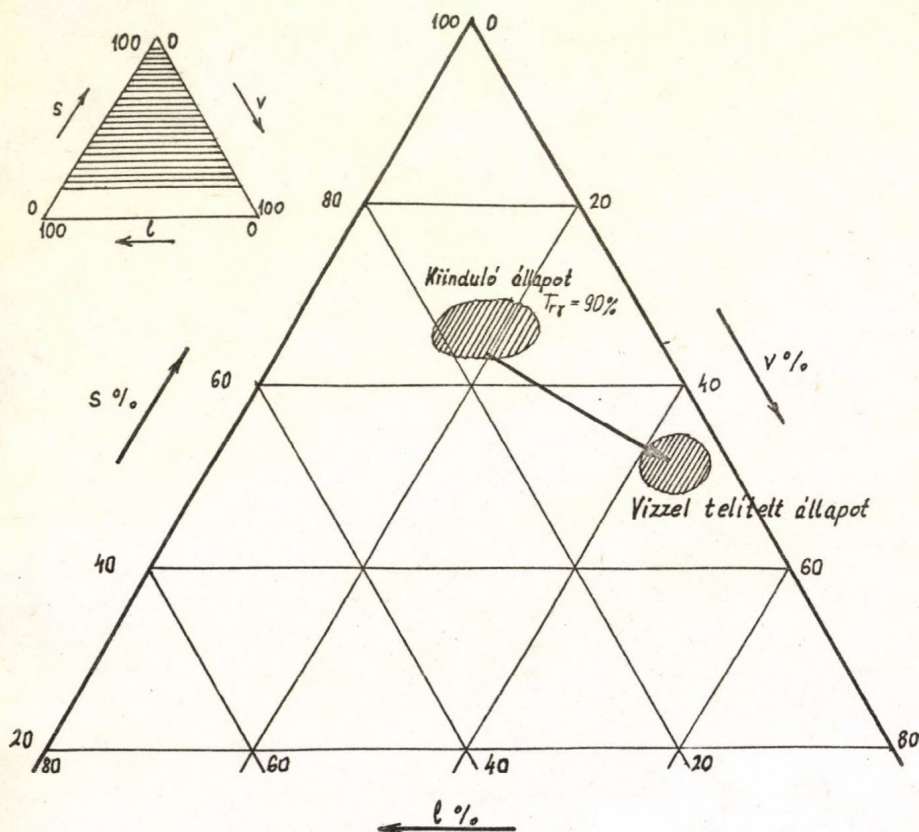
1. táblázat Az M-1 autópálya 38,6 - 60 km szelvények közötti szakaszába beépített talajok plasztikus indexének eloszlása.

A plasztikus index kis értéke azt jelenti, hogy viszonylag kevés víztöbblettel a talaj folyós állapotba juthat.

A talaj vízerzékenységére a Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnikai Tanszéke végzett kísérleteket /1/ /2/.

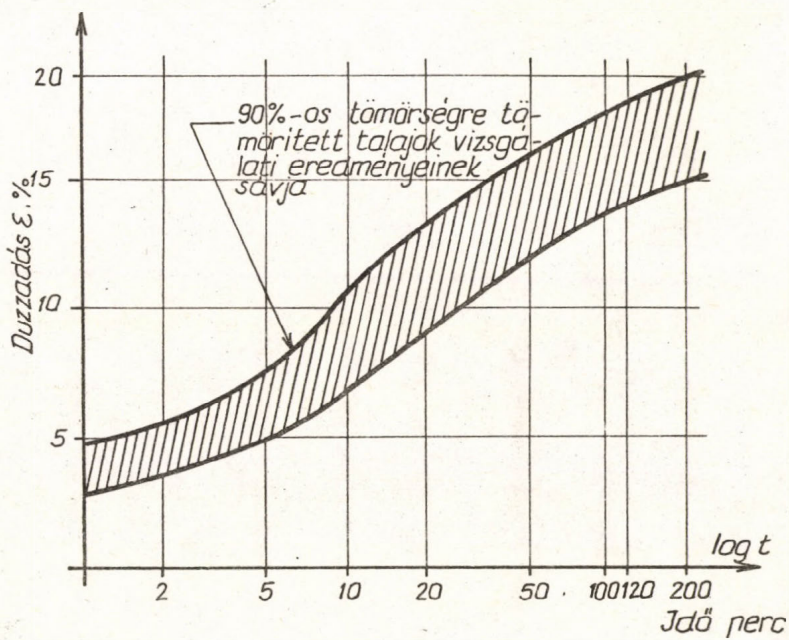
50 cm magas és  $Tr_{\gamma} = 90$  %-os tömörségű az M-1 talajából készített talajoszlopba a víz függőleges beszivárgása a talaj telítődéséig 3-4 napot vett igénybe.

A telítődés közben a talaj szerkezete fellazult. Az 1. ábrán mutatom be háromszög diagrammban, hogy eredeti állapotú mintában a három fázis /anyag - víz - levegő/ határai eltolódtak a talaj megduzzadt.

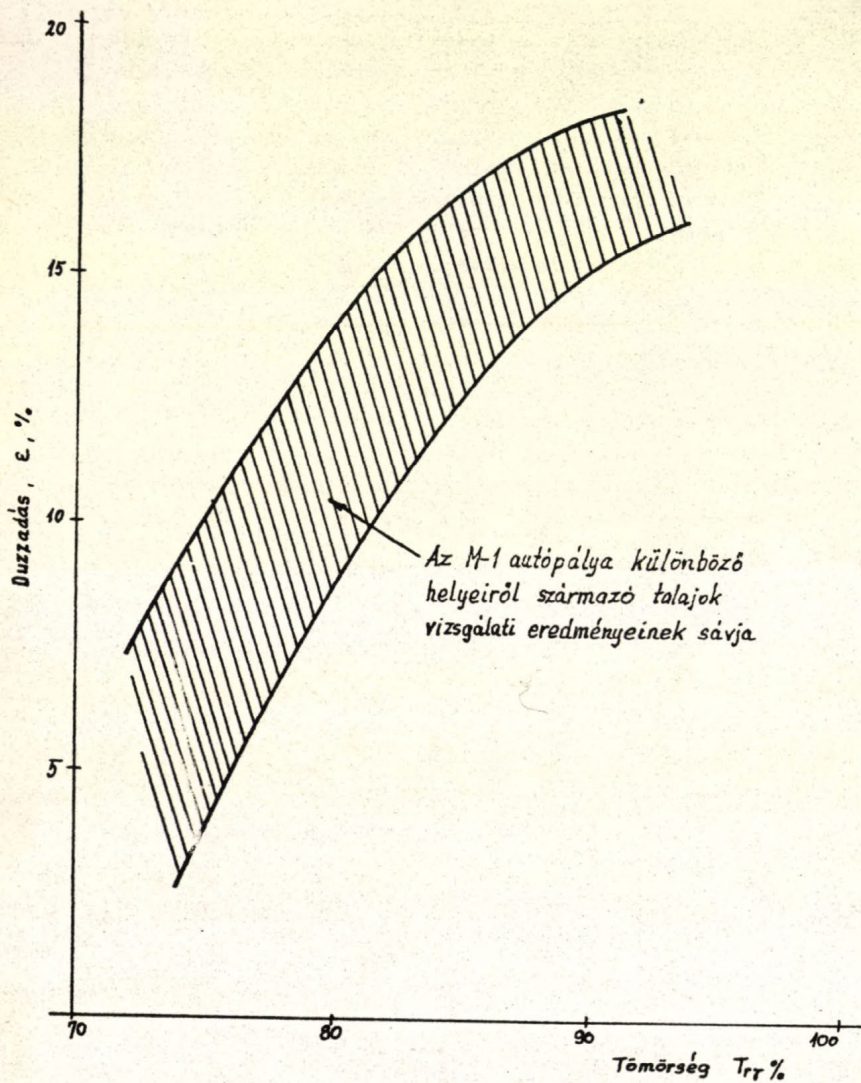


1. ábra A talajok fázisos összetételének változása függőleges vízbeszívárgás, telítődés hatására.

A duzzadás időbeni lefolyását mutatja a 2. ábra. A 3. ábra a duzzadást a tömörség függvényében ábrázolja.



2. ábra A duzzadás változása az idő függvényében.



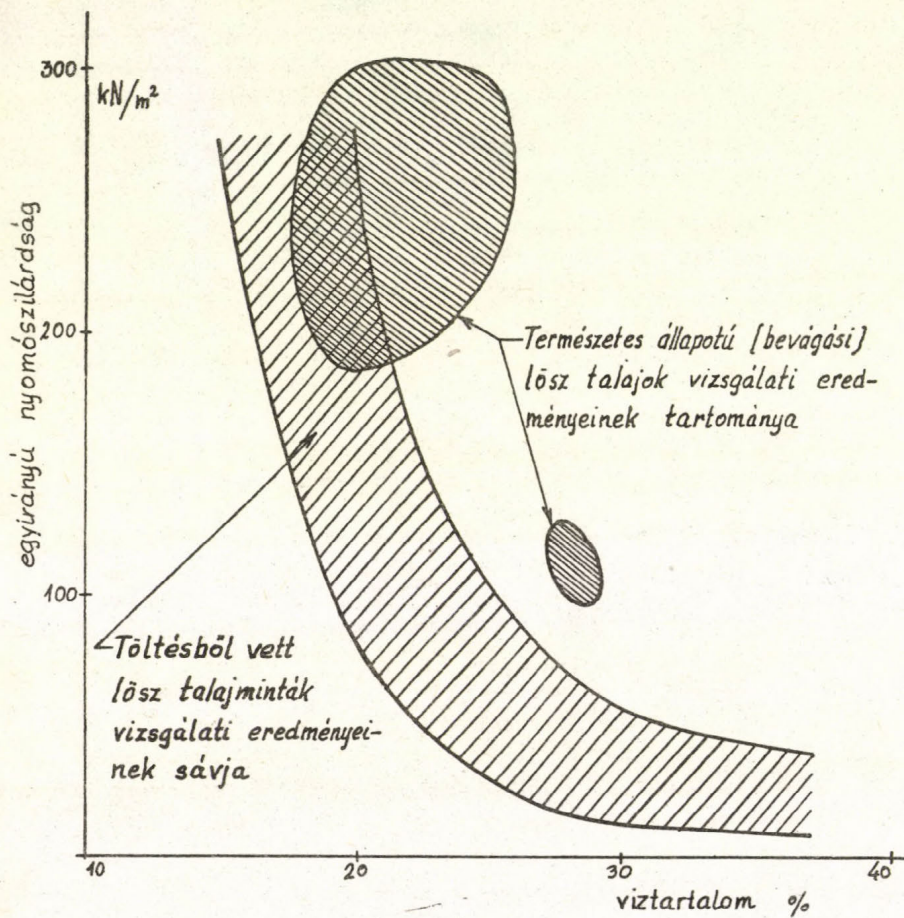
3. ábra A duzzadás mértéke a tömörség függvényében.

A tömörebb talajoknál a duzzadás időben lassabban fejlődik ki, ugyanakkor azonban a mértéke nagyobb. A talaj fellazult állapota tehát végeredményben független a beépített tömörségtől. A folyamat sajnos irreverzibilis, vagyis az eredeti tömörségét és szerkezetét a talaj már nem nyeri vissza.

A Geotechnikai Tanszék kutatóinak véleménye szerint /1/ a duzzadási talajnyomást és a talaj leterhelő tömegsúlyát figyelembe véve a talaj fellazulása 1-2 m-ig egyes helyeken pedig 3 m mélységig terjedhet.

A Geotechnikai Tanszék kutatói állapították azt is meg /2/, hogy a talaj nyomószilárdsága átgúrt állapotban jellegzetesen kisebb mint eredeti termett állapotában. A nyomószilárdságok és víztartalmak összefüggését a 4. ábra mutatja.

Ez lehet a magyarázata annak, hogy a bevágási részüknön a töltésrészüknél tapasztaltakhoz hasonló csúszások lényegesen ritkábban fordultak elő.



4. ábra A lösztalajok nyomószilárdsága és a viztartalma közötti összefüggés.



#### 4. A KÁROK HELYREÁLLÍTÁSA

A csúszásokat előidéző okokat megismerve, viszonylag egyszerű meghatározni azokat az intézkedéseket, melyekkel a további károk bekövetkezése megelőzhető lenne, vagyis:

- kizárni a víz talajba jutásának lehetőségét, illetve elkerülni a talaj elnedvesedésének lehetőségét;
- a rézsűk hajlását annyival laposabbra kiképezni, hogy a talaj megfolyása már ne következhesen be;
- a talaj kicserélésével vízre kevésbé érzékenyre, stabilabbra, az ilyen csúszásokat el lehetne kerülni.

A vízbejutást a talajba természetesen nem lehet kizárni, nem tarthatunk esernyőt a teljes autópályaszakasz fölé, de ha ezt sikerülne is megtenni, a talaj felső, szélső rétegének átnedvesedése a lehülés hatására is bekövetkezik.

A rézsűhajlások meredekségét sem lehet annyira csökkenteni, hogy a talaj megfolyása már ne következhesen be, mert ehhez a völgyeket majdnem teljesen fel kellene tölteni.

A korábbi vizsgálatainkból már megállapítottuk, hogy a pályaszervezet alatti talaj mintegy 3 m-es rétege olyan aktív zóna ahol nagyobb elnedvesedés következik be a csapadék és a téli lehülés hatására. Ezt az aktív zónát vízre érzéketlenebb talajból kellene építeni. Az M-1-es autópályán keletkezett rézsűkárok azt bizonyítják, hogy ugyanilyen aktív zóna a rézsű felső rétege is. Az M-1 autópálya környékén vízre kevésbé érzékeny talajok nem találhatók.

A helyreállítás során éppen ezért csak a komolyabb károk helyén került sor a megcsúszott talajréteg eltávolítása és a töltés lépcsőzése után szemcsés kőzetanyag beépítésére.

A kőzet a talaj elnedvesedését nem akadályozza meg, de ha a talajnak a kőzethalmaz pórusaiba történő kifolyását műszaki textiliával /vagy megfelelő szemeloszlással/ megakadályozzuk és a kőzet leterelő súlya elegendő, a rézsű állapota stabil marad.

A kisebb károknál, ahol a csúszás mélysége sem nagy, az eredeti talajt építették vissza és fűmagot tartalmazó műszaki textiliával borították a rézsüt.

A helyreállításnál gazdasági okokból nem lehetett a teljes biztonságra törekedni, éppen ezért továbbra is számolni kell hasonló károk bekövetkezésére.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az M-1 autópálya Bicske-Tatabánya közötti szakaszán először 1980-81 év telén, majd ezt követően 1981-82 év telén komoly rézsűcsúszások keletkeztek. A rézsűkárok nagyobb része a töltéseknél keletkezett, a talaj felső rétegének folyásszerű elmozdulásával.

A töltésbe épített lösz talajok plasztikus indexe nagyon kicsi, így a víztartalom kismértékű változása már a talaj folyásához vezethet. A talaj felső rétege vízzel gyorsan, 2-3 nap alatt telíthető, a víz felülről történő beszívárogatásával. A víztelítés hatására ezek a lösztalajok jelentősen megduzzadnak és egyúttal az eredetileg beépített talajszerkezet fellazul. A folyamat irreverzibilis ezért az eredeti tömörségtől függetlenül alakul ki a végső fellazult állapot. Az utak földműveinél nemcsak a pályaszerkezet alatti talajrétegeket kell aktív zónának tekinteni, hanem a rézsűk felső rétegét is. Az aktív zónába vízre nem érzékeny térfogatukat nem változtató talajokat kellene beépíteni.

Az M-1 autópályán a károsodott rézsűk helyreállításánál gazdasági okokból teljes biztonságra törekedni nem lehetett, továbbra is számítani lehet hasonló károk bekövetkezésére.

IRODALOM

1./ Budapesti Műszaki Egyetem

Geotechnikai Tanszék

Dr. Kézdi Árpád,

Dr. Horváth György : Értékelő tanulmány az M-1 autópálya kárainak geotechnikai kérdéseiről /1982./

2./ Budapesti Műszaki Egyetem

Geotechnikai Tanszéke

Dr. Kézdi Árpád,

Jancsecz Sándor : Szakvélemény a MÁV Budapest-hegyeshalmi vonal vasúti korrekciójának építése során a 306-328 hm. szelvények közötti szakaszon keletkezett töltésromlások okairól /1977./

ERRORS OF GEOTECHNICAL ORIGIN DURING  
CONSTRUCTION OF HIGHWAY M-1

András Liptay

Summary

Embankments on section Bicske-Tatabánya of highway M-1 have been built from pleistocen loess soils.

Slope failures took place during the construction several times. In winter of 1981-82 these failures were bigger than in the preceding years. There were slippings mostly in the upper layer of slopes.

The effect of surface waters was of no importance as drain-pipe systems were developed.

Laboratory examinations testified to an extensive water sensitiveness and swelling ability.

During water absorption of soil the original structure is changing, a loosening takes place and as a matter of fact the density itself is not the same as the beginning state. Layers under the pavement and in the upper layer of slopes are to be considered as active zone where only those soils must be built in which are not of water sensitive and volume change. To the repairs of failed slopes of highway M-1 a full security could not be aimed at from economic reasons, in this way similar failures are to be expected further on.

ДЕФЕКТЫ, ИСХОДЯЩИЕ ИЗ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ, ПРИ  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМАГИСТРАЛИ М-1

Липтаи Андраш

Резюме:

Земляные работы автомагистрали М-1 на участке между Бичке-Татабанья строились из лессовидного грунта, отложившегося при илей-стоцене.

При выполнении работ неоднократно появлялись дефекты на откосах насыпи. В зиму 1981-1982 года эти дефекты были более значительны, чем в прежние годы, и большая часть наблюдалась как сдвиги верхних слоев откосов в виде течения.

Действие поверхностных вод, в связи с постройкой водоотводящих систем, было ограничено.

Чрезвычайная водочувствительность и набухающие свойства лессовидного грунта были доказаны лабораторными исследованиями. При промокании грунта его исходная структура изменяется, разрыхляется и в конечном состоянии его плотность не соответствует исходной. Слой грунта под дорожной одеждой и верхний слой откосов необходимо считать активной зоной, куда допускается укладывать только такие грунты, которые не водочувствительны и не изменяют свой объем.

При исправлении поврежденных откосов на автомагистрали М-1, из экономических соображений невозможно стремиться к полной безопасности, и в дальнейшем можно рассчитывать на появление подобных дефектов.



Szutor László<sup>x</sup>

## 1. BEVEZETÉS

Az M-3 autópálya nyomvonalán többek között nagy mennyiségben fordultak elő nagyon kövér anyagok  $I_p = 40-80\%$ . Ezeknek az agyagos talajoknak az ásványi összetételét a BME Ásvány- és Földtani Tanszéke határozta meg. A részletes mérnök geológiai szakvélemény illit, montmorillonit, kaolinit, aleurit és paligorszkit jelenlétét mutatta ki. Ezek főleg a felső pannon anyagos, márgás, úgynevezett agyagmárgás réteg sorából, vagy a pleisztocén korból származtak. Az UVATERV talajmechanikai szakvéleménye felhívta a figyelmet a nagyfokú vízerzékenységre, a víz hatására bekövetkező szilárdság csökkenés lehetőségére.

Az M-3 autópályán a földmunkát lezáró pályaszerkezeti alsó rétegeken a tél utáni koratavaszi időszakban több helyen találtkéntünk jellegzetes, hosszirányú repedésekkel, melyek a burkolat szélével párhuzamosan és attól 1-3 m távolságra keletkeztek.

1981 tavaszán hasonló jellegű repedéseket az M-1 autópálya építése során is észleltünk.

Az UVATERV vizsgálataival párhuzamosan a Betonútépítő Vállalat is egyre részletesebb feltárásokat végzett és mélyrehatóan elemezte a kivitelezési körülményeket, valamint a feltárt talaj tulajdonságait.

A kapott eredményekből a tervezőkétől részben eltérő következtetésekre jutottunk.

A továbbiakban ezekről a következtetésekről és tapasztalatokról szeretnék beszámolni.

x/ Ut-Vasutépítő Vállalat

## 2. A BURKOLATHIBÁK ELŐFORDULÁSAI ÉS AZOK ISMERTETÉSE

2.1. Az M-3 autópálya 29+630 - 30+000 km szelvényei között a jobb és a bal oldalon 1977 tavaszán a burkolatszéléktől 1,0 - 2,5 m távolságban, a tengellyel párhuzamos repedések keletkeztek. A földmű talaja a bevágásból kitermelt kövér agyag volt. A védőréteg itt 15 cm vastag homokos kavics. A jelzett szakasz töltésben van, hosszirányú eséssel. A tervező azt állapította meg, hogy a kavicságyban létrejövő hosszirányú vízmozgás miatti elnedvesedés folytán következett be a kár. Az előírt helyreállítás szerint "jobb minőségű" talajból, a 27-28 km közötti anyagnyerőhelyről származó közepes és kövér agyagból talajcserét végeztünk, kb. 2,6 m mélységben, 1977 augusztusában. A homokos kavics védőréteg helyett teljes szélességben elterített, gépben kevert, 15 cm vastagságú cementes stabilizációs lezárás történt. Itt újabb repedések keletkeztek 1980 őszén, a jobb oldalon a 29+720 - 29+800 km sz. között az előző sávban, a 30+080 - 30+150 km sz. között a kapaszkodó sávban és a bal oldalon a 30+050 - 30+100 km sz. között a bal pálya kapaszkodó sávjának a becsatlakozása előtt. Javítás: a repedéseket kiöntötték.

UVATERV feltárása szerint elnedvesedett, közepes és kövér agyagokat találtak. UVATERV a 29+650 - 30+200 km sz. között az elválasztósávban hossz-szivárgó építését javasolta.

2.2. A 31+260 - 31+350 km sz. között /vegyes szelvény/ a bal oldalon, a burkolatszélétől 1,0 - 1,5 m-re, a tengellyel párhuzamos repedések keletkeztek 1977 tavaszán. Az UVATERV feltárása szerint itt elázott, kövér agyagtalajok voltak, homokos talajrétegek között. A helyreállítás során a félpálya földmunkáját kb. 3,0 m mélyen, 1977 tavaszán átépítették, a Babati-tó után következő bevágás iszapos homok talajából. Újabb repedéseket azóta nem találtunk. A homokos kavics védőréteg helyett 15 cm vastag,



gépben kevert cementes stabilizációs keveréket terítették el.

2.3. A 42+570 km szelvényben a töltésben lévő szakaszon, a csőáteresz mintegy 60 m hosszban a bal pályán a burkolatszélről kb. 2,0 m-re a tengellyel párhuzamos repedéseket találtak 1980 tavaszán. A tervező megállapítása szerint a stabilizáció alatti homokrétegben a pálya hosszirányú esése folytán vízmozgás keletkezett. A földmű felső kövér agyagrétege felpuhult. A csőáteresz fölött a vízkilépés eróziós kárt is okozott. A helyreállítás a bal pálya talajának 60 m hosszban, 2-3 m mélységben történő kicserélésével végezték. Keresztzivárgók is készültek és az elválasztósávban szekrényzivárgó építése történt.

2.4. A 49+350 - 49+480 km sz. közötti töltésszakaszon/Kartal patakhíd körzete/ a bal-, ill. a jobboldali leállósávban 1979-ben a tengellyel párhuzamos irányú repedéseket fedeztek fel. UVATERV a padkában, az elválasztósávban és a repedések vonalában végzett feltáró vizsgálatokat. A vizsgálatok alapján a talaj elázását és a tömörségi jellemzők elégtelenségét állapította meg. Javaslatuk: a töltést a bal oldalon félpályaszélességben, 2-3 m mélységben el kell bontani, majd újra meg kell építeni. A jobb oldalon csak a leállósávot kell elbontani.

Itt vállalatunk is végzett feltárásokat, 49 db szondázás alapján megállapítottuk, hogy a bal oldalon, ahol az építés folyamán lejáró rámpa volt, a rámpának az utólagos konszolidációja miatt keletkezett a repedés. A rámpa alatt elázott és fellazult talajt találtunk. Ezt a részt teljes mélységben elbontottuk. A jobb oldalon mérőhelyeket alakítottunk ki és 1979. decemberétől 1980 tavaszáig folyamatosan mértük a repedések mentén a vízszintes, függőleges elmozdulásokat, valamint a tábla billenési szögét.

A mérések azt mutatták, hogy a burkolatrepedés mentén további mozgások nincsenek. Az A-16 anyagnyerőhelyről származó talaj kedvezőtlen tulajdonságú. A földmű részletes vizsgálata során 4 db keresztvágot készült. A vágatokból vett minták víztartalmát konzisztenciaindexben fejeztük ki /l. ábra/, melyek azt mutatták, hogy a töltésszélek közelében a talaj nedvesebb, mint a töltéstest belsejében.

- 2.5. Az 55+260 - 55+630 km sz. közötti töltésszakaszon /ún. Zagyva töltés/ 1979 őszén a kétrétegű stabilizációval lezárt földmunkán, 1980 tavaszán a leállósáv és a haladósáv vonalában, a tengellyel párhuzamos irányú, repedések keletkeztek. A beépített talaj Az A-20 anyagnyerőhely sovány és közepes agyagtalaja volt.

A tervező azt állapította meg, hogy a meghibásodást a térfogatváltozás és a nem megfelelő tömörítésből adódó heterogenitás miatti egyenlőtlen burkolat alátámasztása okozza.

A felsorolt példák azt mutatják, hogy a különböző helyeken előforduló meghibásodásokat mindenütt hasonló jelenségek kísérték.

A fizikai törvények hatására a földműben a víztartalom átrendeződik /l/. Termodinamikai hatásokra a talaj víztartalmának egyenletes eloszlása egyenlőtlené válhat. A víztartalom növekedésével a kezdeti teherbirás és a tömörség csökken. Az MSZ 15105 sz. földmunka szabvány 1965 előtti kiadványában szerepelt a lineáris zsgugorodás kritériuma. A felső 0,5 m-be beépíthető talajok lineáris alakváltozását 5 %-ban határozták meg.

A szakirodalomban /2, 3/ a talajok térfogatváltozásáról tájékoztatás található. Az agyagásványok rácstípusok szerint rétegszilikátok, tehát sokrácscsokból épülnek fel és a szerkezetük igen változatos. Az egyes agyagásványoknál a rácscsokból álló kötegek vastagsága

kaolinitnél  $0,72 \text{ nm} / 7,2 \text{ \AA} /$ , az illit és montmorillonit esetében  $1 \text{ nm} / 10 \text{ \AA} /$ , a kloritoknál  $1,4 \text{ nm} / 14 \text{ \AA} /$ . A rácscok közé ékelődő vízmolekulák hatására az agyagásvány megduzzad, vagyis a rácscsok kötegének vastagsága megnő, például a montmorillonitnál  $1 \text{ nm}$ -ről  $10 \text{ \AA}$ -ról  $2 \text{ nm}$ -re  $20 \text{ \AA}$ -re/. A víz elpárolgása, vagy eltávozása következtében pedig zsugorodás következik be. A szakirodalom szerint /3/ egyes agyagok vízfelvevő képessége igen jelentős  $40\text{-}50 \%$ , a kolloidokban gazdag agyagok esetében  $60\text{-}150 \%$  is lehet.

Igy például a kaolinit	50-100 tf%
halloysit	150-200 tf%
illit	50-100 tf%
montmorillonit	200-300 tf% /Ca-bentonit/
	300-400 tf% /Na-bentonit/
vermiculit	150-200 tf%

duzzadásra képes.

A földművek építése során ezekkel a mérnökgeológiai megállapításokkal nem számoltunk. A jelentkezett sorozatos burkolatrepedések, azoknak tipikus megjelenési formája vezetett el bennünket ahhoz, hogy a jelenségek magyarázatát ne csak a szubjektív tényezőkben, hanem a beépített talajok anyagi tulajdonságaiban keressük.

Mint utólag megállapítottuk, a kijelölt anyagnyerőhelyekről beépített talajok térfogatváltozók voltak. A földmű felső részébe beépített térfogatváltozó talajok a víztartalom növekedésével duzzadási nyomást fejtenek ki. A duzzadási nyomás a burkolat alatt nem egyenletes /1. ábra/, ugyanis a töltésrészük közelében a víztartalom nagyobb, ezért itt a térfogatnövekedés is nagyobb. A burkolat alatti egyenlőtlen alátámasztás hosszirányú repedéseket okozott.

Megjegyzendő, hogy tartósan száraz és meleg idő esetén előfordulhat a töltésszélek kiszáradása is.

Ekkor a fent említett hatás fordított, a zsugorodás a töltésszéleken lesz a legnagyobb. A pályaszerkezet alatti talajrétegek kora tavaszi elnedvesedését a hőmérsékletváltozás hatására bekövetkező vízmozgás okozza.

A talajban mindig jelenlévő nedvesség a meleg oldalról a hidegebb felé vándorol. Ez a hideg részem víztartalomnövekedést okoz. A víz a burkolat jelenléte miatt fölfelé párologni nem tud, így a száradási folyamat lassú lesz. Ha a lehűlés tartós, a víztartalom növekedés is jelentős. A fentiek ismeretében világossá válik, hogy a repedések miért a magas töltéseken, és ott is a leállósávban fordulnak elő. Abban az esetben, ha a magas töltéseknél az elválasztósáv nem, vagy hiányosan lenne lezárva, a hosszanti repedések a gyorsítósávok vonalában is megjelenének. Ezt igazolni látszik az a tény, hogy a 29+600 - 30+140 km szelvények között ismételt jelentek meg repedések.

### 3. A HIBÁK ELEMZÉSÉBŐL LEVONT TANULSÁGOK

Az M-3 autópálya 55+250 - 55+630 km szelvények közötti szakaszának átépítése során a töltés felső, ún. aktív zónájába már jó minőségű, nem térfogatváltozó, szemcsés anyagot építettünk be. Természetesen ez a megoldás többletköltséggel járt, hiszen jó minőségű szemcsés anyagot nem találtunk a közelben, ezért nagyobb távolságról kellett szállítani. 1981-ben kezdtük meg az M-3 autópálya újabb, a 76 és a 86 km szelvények közötti szakaszának a földmunkáját. Ezen a szakaszon igen magas töltésszakaszok is előfordulnak. Fokozottan ügyelni fogunk arra, hogy a földmű aktív zónájába térfogatváltozó talajok ne épüljenek be.

Véleményem szerint a földművek talajának víz-hő egyensúlyi feltételeivel többet kell foglalkozni. Az MSZ 15105 sz. földmunka szabvány átdolgozását rendkívül szükségesnek tartom. Helyette részletesebb szabványt kellene kidolgozni,

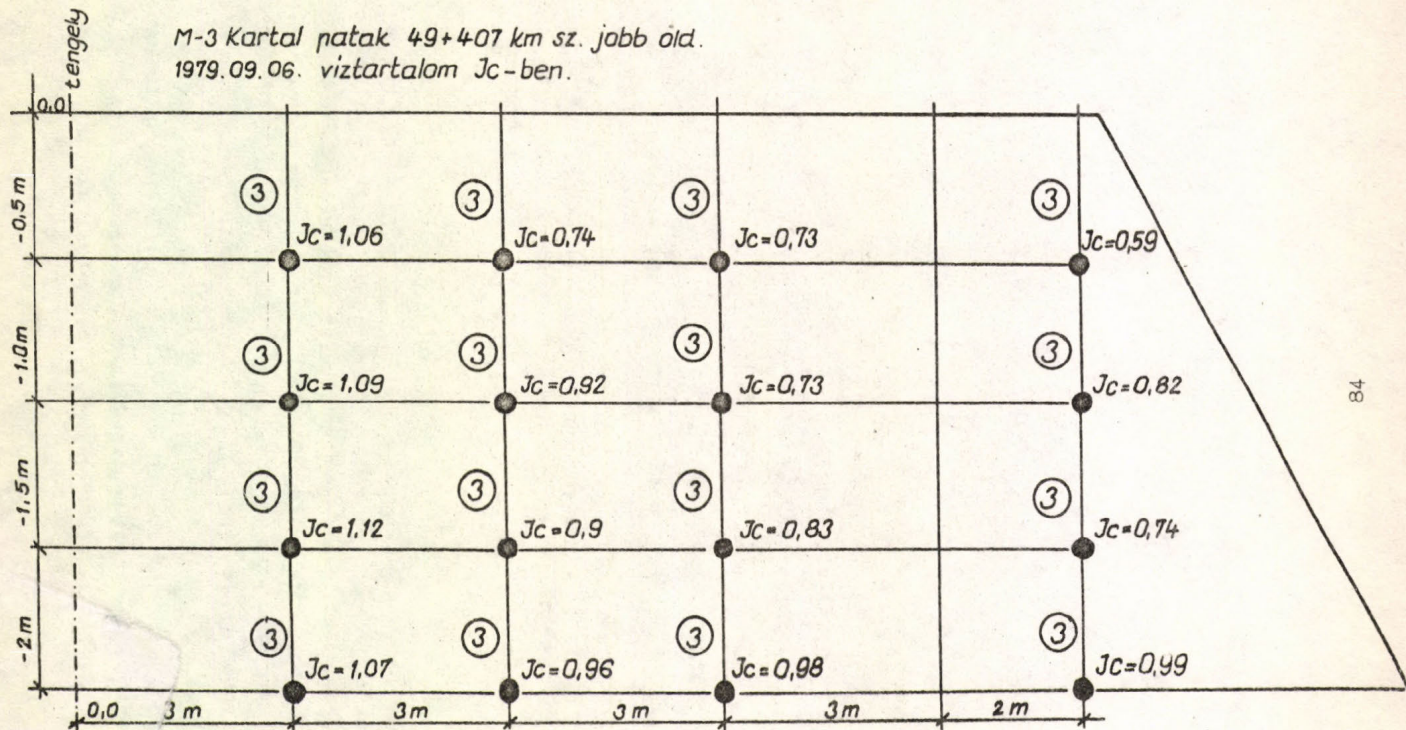
mely a talajok földmübe történő beépíthetőségének elbírálásánál a zsugorodást is figyelembe veszi. Jelenleg, ha a talaj plasztikus indexe 40 % alatt van, beépíthetőnek tartjuk, még a felső 50 cm-be is.

A fent említettek következetes alkalmazásával lehetőség nyílik a kivitelezési kockázat csökkentésére és a tartós, jó minőségű földművek építésére, melyek az út teljes élettartama alatt a változó hatások és körülmények mellett is megfelelő biztonsággal teszik lehetővé a forgalom zavartalan lebonyolítását.

Irodalom:

1. Kézdi Á.: Talajmechanika I.  
310. old. /Tankönyvkiadó 1972./
2. Stefanovits P.: Talajtan  
/Mezőgazd. Kiadó 1975./
3. Mosonyi - Papp : Műszaki földtan  
/mérnökgeológia/  
/Műszaki Könyvkiadó 1959./

M-3 Kartal patak 49+407 km sz. jobb old.  
 1979.09.06. viztartalom Jc-ben.



1. ábra

STANDARD ERRORS OF GEOTECHNICAL  
ORIGIN ON PAVEMENTS OF HIGHWAY M-3

László Szutor

Summary

During construction of highway M-3 typical longitudinal cracks appeared several times on the pavement base or on the asphalt layer.

On the basis of mansided examinations the following conclusions can be drawn:

- cracks appeared on embankment sections only;
- the reason of cracks was swelling or shrinkage of volume changing soils built in the active zone of embankment;
- the standard 15/05 of the Hungarian Standard doesn't exclude the use of swelling soils for construction of the upper layer of embankment;
- to prevent similar failures the Construction Entreprise of Concrete Roads denies the build of volume changing soils in the active zone of embankment further on.

ДЕФЕКТЫ, ИСХОДЯЩИЕ ИЗ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ, ПРИ  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМАГИСТРАЛИ М-3

Сутор Ласло

Резюме:

При строительстве автомагистрали М-3 часто появлялись характерные продольные трещины на основании или на асфальтированных участках.

На основании проведенных всесторонних анализов можно суммировать нижеследующее:

- трещины обнаруживались только на участках, где были насыпи;
- причиной образования трещин являлась укладка в активной зоне земляного полотна пучинистых грунтов, которые при изменении влажности набухали или же имели усадку;
- стандартом МС 15105 не запрещается укладка пучинистых грунтов в верхний слой земляного полотна;
- на основании опытов требуется пересмотр стандарта МС 15105;
- для опережения появления таких типичных продольных трещин Предприятие Бетондорстрой в дальнейшем отказывается укладывать пучинистые грунты в активной зоне земляного полотна.



## MÉRNÖKGEOLÓGIAI TAPASZTALATOK AZ M3 AUTÓPÁLYA FÜLDMŰVEK ÉPÍTÉSÉNÉL.

Kisteleki Antal<sup>x</sup>

Az M3 autópálya Miskolcig nagyjából a régi 3.sz. főközlekedési utat fogja követni, tehát fővárosunktól határozottan keleti irányban haladva ipari, mezőgazdasági és turisztikai szempontból egyaránt jelentős területeket érint, és egyúttal mint nemzetközi /európai/ főútvonal is /E-71/ gyorsforgalmi kapcsolatot fog biztosítani határainkon túl észak /Cseh-szlovákia / és északkelet/Szovjetunió/felé.

Mint ismeretes, az új autópálya már Budapest-Hatvan között üzemel és a következő szakasz Hatvantól Gyöngyös nyugati csomópontig 1983. év első felében kerül forgalomba. Innen - a beruházási hitel hiány miatt - a továbbépítés várhatóan a következő években szünetelni fog. Így tehát kerekén 60 km hosszú megvalósult városközi autópálya kivitelezésének tapasztalatait tárgyalhatjuk. /Bp.XV. ker Felszabadulás út= 10 km szelvénytől/.

A Budapest-Gödöllő-i szakasz már negyedik éve zavartalanul üzemel, - néhány téli nap hóeltakarítási akadályaitól eltekintve - lezárásra nem került. /A 32/33 km sz. a babati töltérszűkítések javítása egy forgalmi sáv lezárása mellett jelenleg folyamatban van./

### AZ M3 AUTÓPÁLYA MEGVALÓSULT SZAKASZ JELLEGZETESSÉGEI.

A hazai autópálya tervezési irányelvek lényegében az M3. kivitelezésével párhuzamosan fogalmazódtak meg, és a korábban kivitelezett M7 balatoni autópályához viszonyítva általában magasabb forgalomtechnikai követelmények figyelembevételével történt az M3 autópálya eddigi kivitelezése is.

x/ Ut-Vasutépítő Vállalat

Ezek közül kiemelhetjük:

- /a./ A 2x2 forgalmi sávós autópálya teljes szélességben került kivitelezésre / 28,00 m koronaszélességgel/;
- /b./ A 3,5 %-nál nagyobb emelkedőjű szakaszon harmadik forgalmi sáv, az ú.n. kapaszkodó sávok is készültek;
- /c./ Végig azonos pályaszerkezettel épült, hajlékony útpályaburkolattal, az utazásbiztonságot növelő érdesített homokaszfalt kopóréteggel /ÉHA/;
- /d./ Forgalmi csomópontok, parkoló-pihenőhelyek, speciális úttartozékok elhelyezése stb. fokozott utazáskényelmi igényeket is kielégítenek.

A Budapest-Gyöngyös közötti szakasz nyomvonala - a térképre tekintve - határozott keleti irányt mutat, az elméleti leg-rövidebb egyenestől - a minimális  $R=750$  m ívsugárt alkalmazva csak két helyen kellett eltérni:

- a 20/22 km között Mogyoród községet délről elkerülni;
- 32/34 km között a kisbagi völgyet átszelni  $R=800$  m/;

Egyébként mindkét szakasz jelentős tervezési és kivitelezési feladatokat jelentett geológiai és geotechnikai szempontból egyaránt.

- Az M3 autópálya tervezett geometriai jellemzői, a fentebb felsorolt magasabb műszaki, forgalomtechnikai szempontok kielégítéséből következően az új autópálya-szakasz nyomvonalán viszonylag széles 50-100 m széles terepsávot kellett igénybevenni, ezenkívül az anyagnyerőhelyek, depóniák, parkoló-pihenőhelyek és a forgalmi csomópontok további jelentős területeket igényeltek.

A 60 km hosszú megvalósuló autópálya-szakasz nyomvonala az átszelt terep domborzati viszonyait tekintve az alábbi /sik, domvidéki és hegyvidéki/ jellegű szakaszokra bontható:

Autópálya szakaszok:	Szakasz hosszak km-ben		
	sikvidéki	dombvidéki	hegyvidéki
10.-17 km sz. között	7,0	-	-
17.-29 km sz. között	-	12,0	-
29.-36 km sz. között	-	-	7,0
36.-39 km sz. között	-	3,0	-
39.-42 km sz. között	3,0	-	-
42.-45 km sz. között	-	3,0	-
45.-54 km sz. között	9,0	-	-
54.-60 km sz. között	-	6,0	-
60.-70 km sz. között	10,0	-	-
össz-hossz: 60 km =	29,0	24,0	7,0
	48 %	40 %	12 %

Megjegyzés: A sikvidékinek minősített szakaszokon is - a sik terepadottságok ellenére - általában több méter magas töltéseket kellett építeni, /Pl. 39 -42 km sz.között: Galga völgyében/.

Ezért a 60 km hosszú megvalósuló autópálya-szakasz összességében dombvidéki jellegűnek tekinthető. Az M3 autópálya nyomvonala változatos domborzatu terepen földtanilag fiatalokú talajrétegeket érintett.

A nyomvonalba eső bevágásokból, illetve a nyomvonal közelében kijelölt anyagnyerőhelyekről zömében a felszínen lész és futóhomok, mélyebben felsőpannon homokos, homokkőves rétegek, valamint agyagmárgás és agyagos rétegsorok kerültek elő.

Megemlítendők még a főtí szakaszon az alsótorton tufit, valamint molluszkás homokos kavics települések, valamint a patak és folyó-völgyekben talált vegyes fiatal üledékes talajok.

Az autópálya földművek kivitelezése szempontjából az alábbi jellegzetességeket lehet kiemelni:

- /-/ a nyomvonalai bevágásokból kitermelt talajok közel egyharmadát nem lehetett töltésbe építeni, ezeket a kijelölt depóniákba kellett szállítani;
- /-/ a töltések építéséhez - miután a bevágásokból a szükséges földmennyiség nem volt biztosítható - nagy volumenű anyagnyerőhelyeket kellett biztosítani, részben a bevágások kiszélesítésével /"kinyitásával"/, másrészt a nyomvonal közelében kijelölt területen, azonban az itt feltárt talajok is gyakran magas víztartalommal bírtak, beépítésük gyakran korlátozott és akadályozott volt;
- /-/ a kiviteli tervek az előzetes talajfeltárások alapján készített talajmechanikai szakvélemények és az erre alapozott geológiai szakvélemények alapján készültek, amelyet az aktív tervezői művezetés egészített ki; [1][7]
- /-/ a kivitelezés váltakozó sikerrel birkózott az előírt minőségi követelmények mellett az általánosságban kedvezőtlen talajadottságokkal, különösen csapadékos időszakokban /viztelenítés építésközben, elázott töltésrétegek újraépítése stb./
- /-/ A földművek felső 50 cm vastag zárórétegébe nem mindig lehetett jól tömöríthető és tartósan teherbíró talajokat beépíteni. A földművet lezáró védőréteg Gödöllői bányakavicsból, /34 km sz-ig Csomád-i Tsz-bánya, / majd helyszínen talált, illetve anyagnyerőhelyekről szállított homoktalajok helyszíni /tűkörben kevert/ cementes stabilizálásával készült.

Mindenképpen kedvezőtlen körülmény volt, de tény, hogy az M3 autópálya első 60 km-ben nem találtunk vastag homokos kavics-rétegeket a keresztező vízfolyások medrében, illetve környékén sem, továbbá nem leltünk könnyen kitermelhető és utalapként beépíthető kőzettalajokat sem.

#### JELENTŐSEBB TERMÉSZETES AKADÁLYOK A FÖLDMŰVEK ÉPÍTÉSÉNÉL.

Az autópálya, tehát viszonylag széles terepsávot igényelt és kivitelezése gyakran drasztikus beavatkozást jelentett az évmilliók során kialakult természetes felszíni domborzati és talajrétegződési viszonyokba. A nagy bevágások durván tátongó sebhelyeket, a magas töltések az eredeti altalajrétegek számára esetleg "nem várt" többletterheléseket jelentettek. Mindezt itt azért kell megemlítenünk, mert a hazai eddigi útépítési gyakorlatban - néhány kivételes helytől eltekintve-ilyen volumenű földmunka még nem készült "egy menetben" /mint ismeretes a balatoni M7 autópálya két, illetve három fázisban készült/. Ezt egyébként a Budapest-Gyöngyös-i szakaszra vonatkozó 145.000 m<sup>3</sup>/km fajlagos földmunkaigény is jól jellemzi.

A megvalósult M3 autópálya mérnökgeológiai vonatkozású említésre méltó sajátosságait - a teljesség igénye nélkül - az alábbi négy fő csoportban tárgyalhatjuk:

- /I/ Nyomvonalai nagy bevágások.
- /II/ Magas töltés-szakaszok.
- /III/ Egyéb szakaszok.
- /IV/ Autópálya-hidak alapozása.

## I./ NYOMVONALI NAGY BEVÁGÁSOK

- /1/ Fóti szakaszon /17-19 km sz. között/ két bevágás alján találtuk a "tufit" elnevezésű alsótorton földtani képződményt /vulkáni tufa szóródás mésszel/, amelyet általában töltésépítésre alkalmatlan anyagként kezeltük. Így ebből jelentős, mintegy 48.000 m<sup>3</sup> került deponálásra, illetve szállítótvonalak "megerősítésére" szolgált. Esetleg részben felhasználható lett volna, amennyiben az építésközbeni vízvédelem vagy beépítéskori kezelése biztosítható lett volna.
- /2/ Moqyoródi szakaszon /20-21 km/ 290.000 m<sup>3</sup> volumenű 14 m mély nagy bevágás alján /kb. 30-40 %-ban/ kemény agyagmárgás rétegek húzódtak, amelyek fejtése talajszagatós dózerrel volt végezhető. Töltésbeépítés ú.n. "szendvics" rétegekkel /20-30 cm/ történt./Egy réteg agyagmarga nehéz juhláb és vibrohengerekkel aprózva, egy réteg homoktalaj./
- /3/ Jakabpusztánál /25-26 km/ a 9 m mély bevágásban /volumene: 120.000 m<sup>3</sup>/ alul agyagmárgás kövér agyagtalajokat találtunk, - amelyeket deponáltunk - a felette lévő sovány agyagtalajokat, valamint a felszíni futóhomokot töltésbe építettük, a környező töltésekhez szükséges további talajt, itt a közelben megnyitott anyagnyerőhelyről biztosítottuk. Ez is a felszint takaró finomhomok-réteg volt /U=2/, amelyet nehéz volt tömöríteni.
- /4/ A gödöllői nagy bevágás /29-30 km/ szeli át a Duna-Tisza vízválasztó hegyvonulatát. /Szélessége: 100 m, mélysége: 20 m/. A talajrétegek fölülről lefelé felsőpannon agyagos, márgás rétegek, márgás kövér agyag, agyagmarga / I<sub>p</sub> = 45-47 %! / lágú homokkő beagyazásokkal.

Innen 470.000 m<sup>3</sup> földet kellett kitermelni, amelyből 170.000 m<sup>3</sup> került deponálásra. A földfejtést előbb vontatott, majd önjáró földnyesőkkel végeztük. Előbb a bevágás jobboldalán nyitóárkot mélyítettünk és 6-7 m-es szintkülönbség után baloldalon folytattuk a földfejtést. A töltésepítésre alkalmatlan anyagok - sok esetben "gép-  
penkénti" - szétválogatása nehezítette a kivitelezést. A viszonylag hatalmas bevágási rézsűfelületek építés közben /két évig tartott/ védelemre szorultak. Márgás kövér agyagok nyáron kiszáradtak /"mozaikos" repedések/, majd csapadékos időszakban megduzzadtak, és felületi hámlások keletkeztek. A stabilitást a sikeres vizágyús fűvesítés /NDK/ biztosította. A rézsűfelületek végső felületrendezésénél nagy teljesítményű földtolót /CAT D8H/ vetettünk be.

/5/ Kisbágyi szakaszon /38-39 km/ az autópálya jobboldalán húzódó dombvonulat /1979. telét követően/ produkálta a klasszikus rézsűcsúszások minta példáját. Mintegy 30.000 m<sup>2</sup> területen folytatólagosan közel 100.000 m<sup>3</sup> felszíni talajtömeg mozdult meg és veszélyesen megközelítette a már majdnem kész pályaszerkezetet. Szerencsénkre végül is egy ponton kissé a leállósávba belemetszve megállapodott. Rendelkezésünkre állnak a BME Geotechnikai Tanszék részletes vizsgálati eredményei, és azok a szakirodalomban megtalálhatók. / [3] /  
Itt most csak a rézsűcsúszást kiváltó főbb okokat soroljuk fel bővebb kommentár nélkül:

- a domboldal talajrétegeinek lejtőirányú dőlése az autópálya felé;
- csúszólapok kialakulását elősegítő magas víztartalmú, főleg kövér agyagrétegek;
- a domboldalban kijelölt anyagnyerőhelyeken végzett földkitermelések, azok időbeni elhúzóása;

- domboldali vízvezetések megoldatlansága.

A domboldal stabilitásának helyreállítása a kivitelezés során két fontos műveletben történt:

- Kotrós és dózeres földmunkával a domboldal tehermentesítése; majd
- az autópálya mellett párhuzamosan a domboldal alján bontott makadamszerű törmelék anyagból nyomópadka készült laza, tömörítés nélküli beépítéssel a leszivárgó vizek áteresztése érdekében.

Bár a domboldal felszine még egy évvel később is csökkent mértékű mozgásokat mutatott, de ez nem haladta meg az autópályát is biztosító nyomópadkát.

/6/ Hatvan város térségében /56-57 km/ az ú.n. Strázsa-hegyi bevágásban az autópálya jobboldalán a domboldali lejtőben 60 m hosszban mintegy 1.500 m<sup>3</sup> felszíni talajmozgás következett be. A vonatkozó BME Geotechnikai Tanszék szakvéleménye szerint /szakirodalom: /[4] / itt a domboldalban lévő lős és homokrétegekben húzódó pannonkori csúszásveszélyes lejtőmenti agyagrétegek /montmorillonit és illites agyagásványok!/, amelyeket a talajvizmozgás még elősegített, voltak a rézsűcsúszás okozói. A kivitelezés mintegy 7.000 m<sup>3</sup> föld kitermelése után véglegesen megépített mélyszivárgó-rendszerrel megtörtént.

## II. MAGAS TÖLTÉS-SZAKASZOK ALAPOZÁSA.

/7/ Szilas patak keresztezésénél /10-11 km/ az árterület szélességében /kb. 140 m hosszban/ 3,0-3,5 m mélységben talált tőzeges, szerves hordaléktalajt el kellett távolítani és helyébe mintegy 20.000 m<sup>3</sup> csomádi bányakavics alapozást kellett készíteni, amely már alsóbb teherbíró kavicsrétegre került.



Tehát itt az alapozás kotrós földfejtéses talajcserével történt.

- /8/ Mogyoródi szakaszon /23-24 km/ közötti magas töltés "szendvics eljárással" készült.  
/lásd a 2. pontnál/.
- /9/ Babati töltés építése /32-33 km/. A töltést az Aranyos-patak tóvá szélesedő medrén keresztül kellett vezetni. Töltés hossza: 400 m, szélessége: 80-90 m, magassága: 18 m. Itt az altalaj finomlisztes homok, majd vastag Mo-s iszap-réteg volt a tó medrében. Várható volt a nagyobb mértékű altalaj-összenyomódás. Itt a töltésszakasz tó feletti hosszában 2-3 m mélységig talajcserét végeztünk csomádi bányakavics beépítésével kb 20.000 m<sup>3</sup> mennyiségben. A töltés maga a közeli anyagyerőhely szárazabb Mo-s iszapos anyagából készült. Sok gondot okozott az anyagyerőhelyen található talajok magas víztartalma /12-15 %  $w_{opt} = 9,3-11,5$  %/. A kivitelezés során az előírt tömörséget biztosítottuk, de a teherbírás biztosítása sok nehézséggel járt.
- /10/ Hévizgyörktől északra a Galqa patak völgyében /41-42 km/ található változatos szerves hordaléktalajon az átlagban 5 m magas töltés alapozása talajcsere nélkül történt. A vizes terepre a bagi A-13 anyagyerőhelyen elkülönített homoktalajokból vastag kavicsos homokpaplán készült, majd a töltéstest a bagi anyagyerőhely vegyes, agyagos iszaptalajból épült. Ez a válogatás gépi eszközökkel nem mindig volt biztosítható, a 160.000 m<sup>3</sup> volumenű töltésben - két év múlva - mintegy 20.000 m<sup>3</sup> talajcserét kellett végezni, az elázott és így nem teherbíró töltésrészek átépítésével. A töltéstest két éves üzemelése óta stabil, ami a tervezett altalaj-összenyomódás építésközbeni bekövetkeztére utal.

/11/ Zagyva folyó völgyében /54-57 km/ 2500 m hosszú 10 m magas töltést kellett építeni a Heréd-Bér patak és Zagyva folyó pleisztocéntól a jelenkorig lerakódott üledéktalaj rétegeire /alul: homokos kavics, felül agyag, iszaptalajok/. A töltésalapozás talajcsere nélkül, a konszolidációs idő kivárását tervezve készült. Az altalaj-összenyomódás a tervezett 5-15 cm helyett 10-15 cm volt, sőt egy beépített süllyedés-mérőnél lokálisan 30-35 cm rendű süllyedést mértünk. A mintegy 700.000 m<sup>3</sup> töltéstest a hatvani Strázsa-hegyi anyaggyerőhelyek homokos, homoklisztes meglehetősen vízerzékeny anyagából épült, a megfelelő tömörséggel beépített talajok felszíni vízvédelmét és terherbirását nem sikerült biztosítani, ezért a közel 3 éves konszolidációs időszak végén a töltés felső részét átlagban 2,0 m vastagságban át kellett építeni, és a teljes koronafelületen fokozott vízvédelmet kellett biztosítani.

### III. EGYÉB SZAKASZOK.

A gödöllői hegyvidéki szakaszon még két megemlítendő helyet ismertetünk:

/12/ A 30,5-32 km sz. között a nyomvonal hegyoldalon vezet. Itt 2 km hosszban ú.n. "vegyes szelvényt" kellett kivitelezni. Jellemző geometriai méretei: baloldalon völgy felől 10 m magas töltés, jobboldalon közel 20 m mély bevágás. Így a rézsűkőrmök szélessége elérte a 120 m-t. A meredek hegyoldalon 6-10 éves telepített erdő vastag aljnövényzettel, közöttük régi irtásból származó  $\varnothing$  80-150 cm gyökfő vastagságú tuskókkal kellett megbirkózni. Ezt a tuskóirtást nagyteljesítményű földtológéppel és talajszagatóval végeztük. Az előzetes talajfeltárás adatai szerint, mintegy 1200 m hosszban időszakos vízátzivárgásokkal kellett számolni.

Ezért kőrakatos szivárgórendszert terveztek és itt ez került kivitelezésre. A töltéstest stabilitását a töltéslábhhoz készített 200 fm hosszú 2 m magas megtámasztó kőrakat is biztosítja. Meg kell említeni, hogy a vegyes szelvény földmunkájára a kivitelező részletes technológiai tervet készített és a kivitelezés ennek megfelelően mintaszerűen lett végrehajtva.

/13/ A 31,3-31,6 km sz. között jobboldalon kb 10 m. mély bevágás készült. Ennek a felszínén - mint az előző nagy bevágásban /lásd 4.pontot!/ - a vegyes vízerzékeny agyag-iszaptalajok a tervezett rézsűhajlás mellett nem bizonyultak állékonyak, és az mintegy 400 m<sup>2</sup> felületen megcsúszott. A lecsúszott talajok letermelése után 20-25 cm vastag homokos kavicsgyázatba rakott ún, "gyephézagos burkolás"-t készítettünk termőföld borítással és füvesítéssel. Már 4 éves üzemidő igazolja ezen megoldás hatásosságát.

#### IV. AUTÓPÁLYA-HIDAK ALAPOZÁSA.

A 60 km hosszú autópálya-szakaszon 55 db hid épült. Ebből 32 db az autópálya-testbe beépült hid, az ú.n. "felüljárók" és 23 db az autópálya felett keresztező hid, az ú.n. "aluljárók". Az autópálya zavartalan üzemeltetése szempontjából nyilvánvalóan az előbbieket, a felüljárók stabilitása bir nagyobb jelentőséggel.

Ezek közül is a három legnagyobbat, leghosszabbat említjük meg alapozási szempontból.

/14/ A legnagyobb a kisbahi völgyhid /33-34 km sz. között/, amely 11 nyílással, 256 m hidpálya-hosszal nagy ferdeséggel keresztezi a régi 3.sz. /most 30.sz./ főközlekedési utat a Besnyő-patakot és a MÁV Budapest-Miskolc kettős vágányú vasuti fővonalát.

Az előzetes talajfeltárások, amelyeket a kivitelezés megkezdése után még kiegészítettek, a vasutvonalhoz képest a völgyhid két oldalán lényegesen eltérő talajrétegeket találtak. Így az áthidalt völgy földtani szempontból egy törésvonalnak volt tekinthető és ezt a hid alapozásának tervezésénél figyelembe kellett venni. A gödöllői oldalon az egyenletes finomszemcsés talajrétegekben Franki-rendszerű álló, míg a hatvani oldalon a meglehetősen változatos kötött iszap-agyagtalajokban hosszú lebegő cölöpalapozást terveztek. Ez utóbbi először SOIL-MEC rendszerű próbacölöpök készítésével indult, majd az időközben elrendelt újabb talajvizsgálatokat követő szakvélemények alapján végül itt is Franki-rendszerű cölöpalapozás készült speciális vb. cölöprácsokkal. A völgyhid alapozása közel 3 évig tartott, míg ezt követően az alépitmény és felszerkezet két év alatt készült el, /1976/80./ [6]

/15/ A hévizgyörki vasuti felüljáró / 42 km sz-ben/ 5 nyílással 150 m pályahosszal ferdén  $63^{\circ}$  keresztezi a miskolci vasuti fővonalat. A talajfeltárások során iszapos homokliszt és különböző pasztikus agyagtalajokat találtak. Az alapozás tervezésénél itt 10-20 cm rendű alapsüllyedésekkel számoltak, amelyeknek már a hidfők kivitelezésekor kellett bekövetkezniük. A javasolt nagy átmérőjű cölöpalapok helyett - amelyek teherbírását nem lehetett volna kihasználni - végül síkalapok készültek. A várt hidfő-süllyedések a kivitelezés folyamán "bejöttek" azzal a kellemetlenséggel, hogy a hatvani oldalon azok a jobboldal felé nagyobb mértékben, tehát egyenlőtlenül jelentkeztek és emiatt a csatlakozó útpályaszerkezetet kellett módosítani /vastagítani/.

/16/ Az 54,5 km sz-ben a hatvani autópálya-csomópontban egy 5 nyílású felüljáró hid épült a 21.sz. főközlekedési út felett. A Heréd-Bér patakot is áthidaló 115 m hosszú műtárgy alapja Franki-rendszerű cölöpalapokkal készültek, a cölöpöket sikerült a mélyebben fekvő teherbíró homokos kavics-rétegekbe "beállítani".

#### KIVITELEZÉSI TAPASZTALATOK ÖSSZEFOGLALÁSA. KÖVETKEZTETÉSEK.

Az előzőekben az M3 autópálya első 60 km hosszú városközi szakaszának jellegzetességeit ismertettük, majd az egészből 16 helyet /szakaszt/ kiragadva törekedtünk a sajátos, első-sorban mérnökgeológiai /részben geotechnikai/ eseteket bemutatni. A megvalósult szakasz megközelítőleg fele hosszában a korábbi útépítésekhez viszonyítva lényegesen nehezebb körülmények között került kivitelezésre.

Építés közben szerzett tapasztalatainkat összefoglaló következtetéseinket megkíséreljük közreadni.

- A legutóbb megjelent, autópályák tervezésével is foglalkozó szakkönyvünk<sup>[5]</sup> az egy autópálya-szakasz legmegfelelőbb nyomvonalának kiválasztáshoz hat fő szempontot sorol fel fontossági sorrend nélkül. Ezeket két fő csoportba lehetne sorolni:

/I/ egy autópálya-szakaszt meghatározott /előírt/ műszaki irányelvek szerinti geometriai jellemzőkkel kell tervezni a megadott forgalomtechnikai, utazáskényelmi és közlekedésbiztonsági feltételek lehető legjobb kielégítésével;

/II/ csak az előbbek figyelembevételével mellett lehet mérlegelni a lehetséges nyomvonal-variánsokat

- a terepadottságok,
- általaj-viszonyok,
- természetes és mesterséges akadályok leküzdhetősége,

- nem utolsósorban az érintett területek igénybevételi lehetőségeinek figyelembevételével.

Következésképpen a tervező számára gyakran nem marad választási lehetőség, hogy pl. a geológiai, illetve geotechnikai szempontból "problémás helyeket" elkerülje. Oda lehet tervezni, ahol a hely biztosítható.

- Így az M3 autópálya megvalósult szakaszán sem lehetett minden szempontból "ideális" nyomvonalat kijelölni.

- Sem a nyomvonalai bevágásokból, sem a kijelölt anyaggyűjtőhelyekről nem lehetett egész építési időben folyamatosan anyagot szállítani, csapadékos időszakokban a vízerzékeny talajok töltésbe építése gyakran meghiusult, vagy építésközbeni talajcseréssel volt folytatható. Az egyébként előírányzott mésszel való kezelés sajnos hiányzott a kivitelezés fegyvertárából. /Gépek rendelkezésre álltak, de az ömlesztett mésszpor-szállítás nem volt biztosítható./ A vegyes összetételű talajok "gépesített kiválogatása" nem volt kockázatok nélkül végrehajtható.

- A kiviteli tervek a nyomvonal talajfelderítése alapján készített talajmechanikai szakvéleményre támaszkodva készültek. Az előzetes talajfeltárások alapján a BME Ásványtan- és földtani Tanszéke mérnökgeológiai szakvéleményt is készített. A tervezői művezetés általában biztosította az építés közben előforduló váratlan nehézségek megoldását, az előírányzott - és meglehetősen magas költségigényű - vízépítési munkáknak a tényleges szükségletek szerinti elrendelését. Megjegyzendő, hogy a tervezési költségkeret terhére egyes szakaszokon a talajfeltárások még sűrithetők lettek volna. [1] [2] [7]

- Egyes kritikus szakaszokon a földművek építését célszerű lett volna a nyári szárazabb időszakban végrehajtani. Nagyvolumenű földmunkák gyorsabb kivitelezéséhez a meglévőknél nagyobb teljesítményű földmunkagépparkra lett volna szükség / 9 m<sup>3</sup>-nél nagyobb nagyobb földnyesőkre, 1 m<sup>3</sup>-nél nagyobb kanalu kotrógépekre, nagyobb súlyú tömörítő eszközre stb./ A kivitelező a korszerű autópálya pályaszerkezet-építéséhez szükséges gépparkot tudta biztosítani.

/Megjegyzés: ma már ezek sem használhatók ki/.

A kivitelező vállalat abban érdekelt, hogy meglévő kisebb teljesítményű munkagépeit egész évben tudja foglalkoztatni. 1980. év végéig nagyjából még lehetett biztosítani a különböző építéstechnológiai fázisok folyamatos működtetését.

- Nem kis gondot jelentett a kivitelezés számára az elkészült földművek ú.n. "bevédése". A pályaviztelenítési munkák, de különösen az építésközbeni viztelenítés kézi munkaerőigénye általában nem volt kielégíthető. A csatorna-és szivárgó - építési munkák célgépesítését és egységesített anyagellátását még nem sikerült megoldani.

A nagy rézsűfelületek gépesített fűvesítése javított a korábbi helyzeten, de teljes megoldást nem adott. Megfontolandó a külföldön bevált nagyobb felületű bokor és cserje telepítés, különösen olyan helyeken, ahol gépi fűkaszás nem biztosítható.

- A viszonylag hosszú kivitelezési időtartam lényegében minden esetben biztosította a tervezett altalaj-összenyomódások időbeli - burkolatépítés előtti - lefolyását. Ismét csak bebizonyosodott, hogy a legtöbb esetben a nagy volumenű altalajcseréket így el lehet kerülni.

- Az autópálya-burkolat, pályaszerkezet élettartamát kétéves kivétel a földművek stabilitása, teherbírása alapvetően befolyásolja.

Itt kell ismételtlen sajnálattal lerögzíteni, hogy földmű-  
veink felső részét /felső 50 cm-re magasabb tömörséget kell  
biztosítani/ helyszínen feltárható kő és kavicsfélések  
hiányában nem mindig lehetett a töltéstartóba épített tala-  
joknál jobb minőségű anyagokból elkészíteni.

- Az M3 autópálya Budapest-Gödöllő közötti szakasz 1978.  
év végén került üzembehelyezésre, 1980. év végén készült el  
Hatvanig és 1983. év első felében várható a következő sza-  
kasz átadása Gyöngyös nyugati csomópontjáig. Az első négy-  
éves üzemeltetés tapasztalatai biztatóak, és a további ha-  
zai autópályaépítésekénél reméljük ezek hasznosítását. -

#### SZAKIRODALOM.

- /1/ BME Ásvány- és Földtani Tanszék M3 szakvéleménye.
- /2/ BME Geotechnikai Tanszék:  
Az M3 autópálya egyes szakaszainak geotechnikai kér-  
déseiről.  
/ 1.sz. jelentés/.
- /3/ Dr. Farkas J. - Nagy L.: Az M3 autópályán bekövetkezett  
egyik rézsűcsúszás vizsgálata. /Mélyépitéstudományi  
Szemle 1980. okt./
- /4/ Dr. Farkas J. - Bardóczy Á.: Az M3 autópálya hatvani  
bevágásának csúszásvizsgálata. /Mélyépitéstudományi  
Szemle, 1982. május/.
- /5/ Dr. Nemesy E.: Utak és autópályák tervezési alapjai.  
/380-389 old./
- /6/ Papp Béla: A kisbagi völgyhid tervezése.  
/Mélyépitéstudományi Szemle, 1980. március/.



/7/ Ut- és Vasúttervező Vállalat

- M3 autópálya építési terveiből.

Talajmechanikai szakvélemények:

- 13+060 - 26+000 km sz. szakasz

- 26+000 - 33+700 km sz. - " -

- 33+700 - 45+300 km sz. - " -

- 45+300 - 55+100 km sz. - " -

- 55+100 - 69+600 km sz. - " -

ENGINEERING GEOLOGICAL EXPERIENCES DURING  
CONSTRUCTION OF HIGHWAY M-3 EARTH-  
WORKS

Antal Kisteleki

The author directed the execution of the first realized 60 km long intercity section of highway M-3 "on the spot". In his study he writes about the engineering geological /partly geotechnical/ characteristics of the execution experiences of the earthworks built on the highway.

Section of highway M-3 between Budapest-Gyöngyös can be considered in its totality as a hilly country, its trace touched geologically youthful soil layers on an area of varied relief.

At the construction of earthworks 16 places /sections/ divided into four main groups are concisely expounded by the author, amongst which there are two important slope slipping cases as well.

In the end he tries to sum up his execution experiences, the utilization of which he expects from the participants of the future highway constructions.

## ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМАГИСТРАЛИ

М-3

Киштелеки Антал

### Резюме:

Автор лично руководил на месте постройкой автомагистрали М-3 межгородского участка протяженностью 60 км. В своем докладе он излагает инженерно-геологические /частично геотехнические/ особенности, возникающие при строительстве автомагистрали.

Автомагистраль М-3 на участке Будапешт-Дьендьеш проходит по холмистой местности, трассировка ведется через разнообразные возвышенности, геологически - через молодые отложения слоев грунта.

Автор коротко знакомит нас с 15 участками земляных работ, зачисляя их в четыре основные группы, среди них два случая значительных оползней.

Наконец, дает попытку коротко суммировать производственные опыты, использование которых ожидает в дальнейшем от участников строительства автомагистралей.



# AZ M5 AUTÓPÁLYA FÖLDMŰVÉNEK ÉPÍTÉSE SZÁRAZ FINOMSZEMŰ HOMOKBÓL

x  
Varga Árpád - Mózes Gábor  
x

## Általános ismertetés

Az M5 autópálya jelenleg építés alatt álló szakasza Budapest sűrűn beépített területén kívül a Soroksárt Pestlőrincsel összekötő Lőrinci uttal kezdődik és a lakott településeket elkerülve Lajosmizse közelében éri el az 5. számú főközlekedési utat. Ezt a 14+000-74+300 km szelvények által határolt autópálya szakaszt további 4 tervezési és kivitelezési szakaszra osztották. Jelenleg földmű és burkolatalap szintig elkészült az egyes és kettes szakasz, és szilárd burkolatalapon lehet végigjárni a 14+000-45+000 km szelvények közötti 31 km hosszú autópályát.

A 45+000-60+000 km közötti hármas szakaszon a földmunka építése folyik.

A vázolt nyomvonal által érintett autópálya szakasz földműépítés szempontjából látványosan könnyű feladatnak tűnik, mivel a terület alföldi jellegű, nincsenek nagy szintkülönbségek, nem kell magas töltéseket, mély bevágásokat építeni.

A felszint, a területre jellemző futóhomokból álló homokbuckák szabdalják kissé változatosabbá. A földmunka során pár méter magasságu szintkülönbségeket kell kiegyenésíteni, mely általában 2-4 m magas töltések építését teszi szükségessé. Ennél magasabb töltések építését csak a vasuti felüljárók földmunkája, illetve az autópályát keresztező mellékutak műtárgyainak felhajtó rámpái jelentenek. A magassági vonalvezetés tervezésénél tekintettel voltak a futóhomok jelenlétére, ezért csak a legszükségesebb helyeken került a pálya bevágásba, ezzel kiküszöbölték a kis mélységű bevágási részüket, melyek megkötését csak nehezen lehetne megoldani. A megkötetlen részükből erősebb szél esetén homok ráfúvások keletkezhetnek, veszélyeztetve a pálya használhatóságát.

x/ Aszfaltutépítő Vállalat

A földmunka építése során az eddig elkészült 31 km szakaszból 20 km-en futóhomok alkotta a földmű anyagát. A nyomsáv bevágásaiból kikerült anyag teljesen, az anyaggyűjtő helyek felső 2-5 m-es rétege szintén futóhomok volt. A változó vastagságú futóhomok alatt jobban gradulált, iszaposabb homok, iszaprétegek húzódnak, ezek fejtése és nagymértékű beépítése a vastag takaróréteg miatt gazdaságtalan lett volna.

A futóhomok jelenléte mint töltést, illetve bevágási tükröt alkotó anyag az építés során sok problémát okozott, hiszen az M5 autópálya építése jelentette és jelenti az első nagytömegű földműépítést, ebből a hazánkban geotechnikai szempontból kevésbé ismert homokfajtából.

#### A futóhomok talajfizikai jellemzői:

A futóhomokról korábbi ismereteink, a tervezés illetve kivitelezés alatt elvégzett laborvizsgálatok alapján megállapítható, hogy többnyire kvarc anyagu, a szél szállító hatása során legömbölyödött, 1,00-0,05 mm közötti csaknem azonos szemnagyságú szemcsékből áll, legjelentősebb része (50-75 %-a) a 0,25-0,10 mm közötti frakcióba esik.

Egyenlőtlenlégi együtthatója (U) 1,8-3,0 közötti.

Jellemző ismertetője, hogy vegyes eljárással (átmosás, szitálás, hidrometrálás) végzett szemeloszlási vizsgálattal sem lehet iszaptartalmat kimutatni. Ezért, ha elveszti nedvességtartalmát szétpergővé, a meteorológiai hatások, a felszíni terhelések és a járműforgalom számára labilissá válik.

A mélyépítésben budapesti talajviszonyok között megtalálható és komoly kivitelezési problémákat okozó, csak éppen vízzel telített formája fordul elő. A felszínen található, kiszáradása miatt szétpergővé váló homokra is - véleményünk szerint helytelenül - használatos a folyós homok megnevezés az utépítési talajmechanikában. A folyós homok kifejezést a tényleg víz hatására mozgásba jövő előfordulására kelle-ne használni.

Használható lehetne a folyós homok helyett a futóhomok vagy a szárazon szétpergő finomszemű homok kifejezés is.

Elterjedt a köztudatban, hogy a szóbanforgó homok nehezen tömöríthető, ezt azonban nem igazolják sem a tervezés, sem a kivitelezés során elvégzett módosított Proctor és a földműépítésnél elvégzett izotópos abszorpciós szondás tömörségméréseink. A tömörítési vizsgálatokkal és a helyszíni tömörségmérésekkel is megállapítható, hogy az előírásokban szereplő tömörségi fok ( $T_{rg}$ ) alacsony nedvességtartalmu, sőt száraz homokban is könnyen elérhető.

A módosított Proctor görbe ezen homokok esetében a száraz oldalon egy kis hajlásszögben hajló gyakran vízszintes egyenes, optimális víztartalma - magas - ( $w_{opt} = 11-13\%$ ). Elérhető legnagyobb száraz testsűrűség ( $\rho_{dmax} = 1,68-1,76 \text{ g/m}^3$ )

Az optimális víztartalomnál kissé magasabb víztartalmu mintával végzett tömörítési kísérletnél a fölösleges víz a tömörítő henger alján, majd még magasabb víztartalom esetén a tetején is megjelenik, a tömörítő henger belsejében a megmaradó rész víztartalma az optimálisnál nem magasabb. Az optimálisnál vízebb futóhomok tömörítésénél nem lép fel a kötöttebb talajoknál tapasztalható gumizás jelensége.

Afutóhomok jó tömörödése, azzal magyarázható, hogy a homogén szemnagyság és a legömbölyöttség miatt kis tömörítőmunka hatására a szemcsék elfoglalják végső, nagy hézagterefogatot magukba foglaló vázszerkezetüket. A szemcsék között hézagok kitöltését a hozzájutó víz mennyisége szabja meg. Az optimális víztartalomnál a hézagok telítődve vannak, ennél magasabb víztartalom esetén a szemcsék usznak a fölösleges vízben. A fölösleges víz a talajból a legkisebb ellenállás irányában eltávozik.

## FÖLDMŰÉPÍTÉS

### Helyszíni előkísérletek

A futóhomokból történő földműépítés kezdeti szakaszán a talajmechanikai szakvélemény ajánlása és a beépítésnél jelentkező problémák miatt próbatömörítést és járhatósági vizsgálatokat végeztünk.

A próbatömörítések során SW 16 típusu gumihengert és Vibromax 1601 típusu önjáró vibrohengert használtunk tömörítőeszközkül. A terítési vastagság - víztartalom - tömörség - tömörítőeszköz összefüggést vizsgálva megállapítható volt, hogy az 50 cm terítési vastagságig a bányanedves (kísérlet idején 6 %-os víztartalmu), valamint a nedvesített (9 és 12 %-os víztartalmu) talajok teljes vastagságában már

3-4 hengerjárat után elérhető volt a 95 %-os tömörségi fok. - 80 cm-es terítési vastagságnál az alsó 40 cm-es részben 90-92 %-os tömörségek, míg a felső 40 cm-ben 95-99 %-os tömörségek adódtak mindkét típusu hengernél.

Az érvényes tömörségi előírások szerint az elérendő tömörségi fok ( $T_{rg}$ ) töltéstartásban 85 %, töltés ill. bevágás tükörszintjét 90 %.

A próbatömörítés során is tehát a tömörségi viszonyok kedvezőnek adódnak.

A járhatósági vizsgálatokat az egyik futóhomokot feltáró anyaggyerőhely 15-20 cm mélységig kiszáradt (szétpergő) talaján végeztük. Tartálykocsiból vizet locsoltunk a száraz homokra, különböző mennyiségben, különböző víztartalmu szakaszokat állítva elő. Amikor a víz beszívargás teljesen befejeződött egy földdel megrakott gumikerekes Kraz teherautót járattunk végig a kísérleti földművön, figyeltük a kerékfordulatok egyenletességét - illetve változását, valamint a végighaladás után keletkezett keréknyomok mélységét.

Megállapítható volt a jármű végighaladásából, hogy közel azonos tömörségi és tárcsás teherbírási értékeket adó különböző víztartalmu szakaszokon a járhatósági viszonyok a víztartalom csökkenésének megfelelően romlottak, az egyenletes kerékfordulat növekedett, a keréknyomok mélyebbé váltak az oldalra kigyűrűzés intenzívebb lett. 6 %-os víztartalmu szakaszon a teherautó márcsak nagyon nehéz haladt a 3 %-os víztartalmu szakaszra érve kereke kipörgött, a jármű elakadt. A teherautót ezután vissza kellett vontatni a nedvesebb szakaszokra, hogy saját erejéből újra el tudjon indulni. A kísérletekből levonhatók a következő tanulságok:

- 1./ Nem elegendő száraz, szétpergő homoktalajok beépíthetőségéhez a kedvezőbb tulajdonságú földmű anyagok megfelelőségét bizonyító tömörség és teherbírási értékek biztosítása.
- 2./ Szükség van a járhatóság biztosítását meghatározó látszólagos kohézió megjelenéséhez tartozó víztartalom érték meghatározására ( ez nem egyenlő az optimális víztartalommal, meghatározására helyszíni kísérletekkel nyílik mód.)
- 3./ Számolni kell a földmű építés közben és befejezése után is - ha munkahelyi forgalmat kell fenntartani az elkészült szakaszon - hogy állandó nagymennyiségű víztöltés szükséges az állékonyság és járhatóság biztosításához.



## M5 autópálya földművének építése

A tényleges földmű építésénél is nagy problémát jelent a finom szemcséjű homok kiszáradása, mivel a járhatósági kísérleteknél leirt jelenségek játszódnak le.

Nagy felületű töltéseken, bevágási felületeken a napsugárzás és szél hatására gyorsan bekövetkezik az amugy sem magas természetes víztartalmú homok víztartalmának járhatóság szempontjából kritikus érték alá csökkenése, ami a hagyományos gumikerekekű szállítójárművek és tömörítő eszközök járatását lehetetlenné teszi.

Az M5 autópálya főpályájának építését azonkon a helyeken, ahol futóhomok állt kizárólag rendelkezésre építési talajként, csak lánctalpas (kis felületi nyomású) vonógéppel vontatott földnyeső gépekkel lehetett eredményes földmunkát végezni. A tömörítést a váltakozó nyomokon járatott földnyeső gépek és a lánctalpas erőgéppel vontatott vibrohengerek biztosították.

A földnyeső gépek űrtartalmának kedvező mértékben történő kitöltése is problémát jelent, mert mérések szerint csak űrtartalmának 60 %-át tudja önerejéből megtölteni, mivel a finomszemű homok öntömörödése során akkora belső surlódást eredményez, a tömörítőnyílásra, hogy kimeríti saját erejét és egy rásegítő tologép erejével lehet csak tovább tölteni. A hagyományos gumikerekekű önjáró és kotrók - közúti járműves szállítás esetén a beépítés és a szállítási utvonal biztosítása csak nagy mennyiségű viz kilocsolásával, vagy ha lehetőség van, iszaposabb talaj beszerzésére, azzal összekeverve oldható meg. Mint a vázolt építési lehetőségekből következik, a futóhomokból mint töltésképző anyagból csak speciális géplánccal, vagy hagyományos eszközökkel, de jelentős mennyiségű viz kilocsolásával (60-120 liter/m<sup>3</sup>) járó többletköltségek figyelembevételével lehet a földművet megépíteni.

A futóhomokból elkészült földmű legfelső szintjét a nemesebb anyagból épülő pálya szerkezeti rétegek építhetősége és a kavicsos homokból épülő telepen kevert stabilizáció megépítéséig a munkahelyi forgalom részére helyszínen készült cementes stabilizációval teszik járhatóvá. A stabilizáció egyben megvédi az elkészült földmunkát is. A tükörben kevert stabilizáció készítése is kapcsolatos a víztartalommal, ha a stabilizálás nem követi közvetlenül a földmű építését, a géplánc mozgásának biztosításához és a cement kötéséhez szükséges vízmennyiség miatt újra biztosítani kell a 10-12 százalékos víztartalmat, ami ismét viz adagolási többletköltséget igényel.

Az M-5 autópálya eddigi építése során nem volt lehetőség optimális víznyerésre, bár az építési tervhez készült talajmechanikai szakvélemény utalt a szükséges többletvi z igényre. A víz utánpótlást gumikerekű locsolóautókkal, illetve mezőgazdasági lajtkocsikkal tudták megoldani, jelentős szállítási távolságokat legyőzve, nagy többletköltséggel.

Hasonló talajból épülő földmunkák esetén már a tervezés és kivitelezés előkészítő szakaszában nagyobb súllyal gondolni kell a vízszükséglet gazdaságos biztosítására. A talajmechanikai furások során vizsgálat tárgyát képezi a talajvíz helyzetének, ingadozásának meghatározása. A talajmechanikai furásokból a víznyerésre optimálisnak alkalmasakat már furásuk alkalmával le lehetne béléscsővezetni és lezárni, majd az építés során kútnak kiképezni.

Ha a kivitelezés kezdetére rendelkezésre állnának a víznyerési lehetőségek, nem lenne szükség speciális géplánc üzemeltetésére, mivel a hagyományos, minden utépitő vállalat rendelkezésére álló egyéb földmunka végzésére alkalmas gépekkel jó minőségben el lehetne végezni a földmű építést.

Varga Árpád-Mózes Gábor: Building of earthwork of M-5 Motorway of dry  
fine-grained sand.

The lecture treats of bedding conditions of dry fine-grained sand (quicksand) on the M-5 Motorway between 14 + 000 and 45 + 000 km sections and of volume of earthwork building. Then soil physical characteristics of quick sand are analysed and it is established that compactness required in regulations is possible according to traditional compactness measuring method by small water content. But the building-in technology and stability of earthwork claim increasing of water content in considerable volume which results substantially higher expense by earthwork building of quicksand.

Likewise the other technology employs an equipment moved by caterpillar tractors claims a considerable investment too. The building would economically complete with equipment assembled machines are suitable traditional earthwork building also if the optimum water quantity guaranteed from start to finish of work.

## ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ АВТОСТРАДЫ М-5, СДЕЛАННЫЕ ИЗ СУХОГО МЕЛКО- ЗЕРНИСТОГО ПЕСКА

ВАРГА АРПАД - МОЗЕШ ГАБОР

Доклад ознакомит нас с залеганием сухих мелкозернистых песков между участками 14+000 - 45+000 км, автострaды М-5 и величиной земляных работ. Описывает физические данные мелкозернистых песков и устанавливает, что заданную плотность песка по стандарту можно достичь и в состоянии небольшой влажности. В тоже время технология строительства и стабильность откосов земляных работ требует увеличение начальной влажности мелкозернистого песка, что сильно увеличивает расходы. При маленькой влажности песка необходимы также специальные машины, перемещаемые буксирами на гусеничном ходу, что требует также больших капиталовложений. Машинами для традиционных земляных работ можно экономично работать тогда, если возможность водоснабжения оптимальна от начала до конца работы.

## AZ UTAK TÉLI SÓZÁSA ÉS ENNEK HATÁSA A KÖRNYEZETRE

Tóth Ernő<sup>x</sup>

### Bevezetés

Az autópályák mérnök geológiai vizsgálata című előadás.-  
sorozatban az autópályák és a vegyesforgalmu utak üzemel-  
tetéséről csak jelen előadás szól. Átfogó ismertetés helyett  
mégis csak egy részterület rövid ismertetését kísérelm meg,  
annak érdekében, hogy előadásom jobban illeszkedjen a többi  
témához.

### A téli utüzemeltetés főbb feladatai, a sikosság elleni védekezés.

Az utak üzemeltetői a hó ellen megelőző - elnáritó védekezést  
folytatnak, forgalomszervezési feladatot látnak el, sikosság  
ellen védekeznek, információkat gyűjtenek és adnak s ezen-  
kívül egyéb, részben fenntartás jellegű munkát végeznek.

A talajt, a környezetet leginkább a téli sózás érinti,  
bizonyos fokig károsítja, ezért erről a kérdéstről érdemes  
szólni.

A 30 000 km országos közúthálózaton a forgalomtól függő sikos-  
ság elleni védekezés folyik. A főutakon és a 3-4 ezer E/nap  
forgalmu utakon őrjáratos rendszerű - tehát az ut teljes hosz-  
szán végzett - gépesített homok-, salak-, sószórás történik.  
A többi uton csak a különösen veszélyes helyeken szórnak  
általában érdesítő anyagot az utak üzemeltetői.

### A sózás szükségessége, hátrányai

A sózás világszerte azért terjedt el, mert tartósan és érdem-  
legesen csak ezzel a módszerrel lehet javítani a jármű kerekei  
és az ut között fellépő surlódási tényezőt.

x/ Közlekedés és Postaügyi Minisztérium

A csúszósurlódási tényező elfogadható 0,4-0,5-ös értékével szemben jeges felületen 0,1 körüli tényező mérhető, ami forgalombiztonsági szempontból rendkívül kedvezőtlen. Salakkal, homokkal ezt az értéket csak időlegesen lehet mintegy 30 %-40 %-al növelni, ami még mindig nagyon alacsony érték. Az érdesítő anyagok hatására nem szűnik meg a "síkosság" oka: nem olvad el a jég, hó, sőt a járművek okozta légmozgás vagy szél rövid idő alatt a jeges felületről a salakot, homokot lesodorja. A többszöri szórásigény miatt nagyobb forgalomnál érdesítő anyaggal történő védekezés költsége többszöröse a sózásénak, az eredménye pedig össze sem hasonlítható. Előnyös, hogy a hóesés kezdetekor elvégzett sózás megakadályozza, hogy a forgalom a havat jéggé tömörítse össze az úton. Kedvező az is, hogy igen kis mennyiséggel /5-lo g/m<sup>2</sup>/ megelőzhető a síkosság keletkezése. Csapadék egy téli idényben 20-25 nap esik, a jegesedés azonban alacsony hőmérsékleten, magas páratartam esetén igen gyakran keletkezhet. A "legenyhébb" teleken is 60-65 alkalommal kell a síkosság ellen védekezni. A hajnali páralecsapódásból keletkező jegesedés ellen a megelőző sószórás vagy az úton az előző szórás óta ottmaradt só véd meg. A remanencia jelensége a kősnál általában 48 óráig biztosít védelmet.

#### A sószórás hátrányai

A sózásnak az elmondott kedvező tulajdonságai mellett kétségtelenül vannak hátrányai is:

- A nátriumklorid nem alkalmazható csak kb. -8°C-ig és .. hatását 70 %-os relatív páratartalom felett fejt ki.
- Az utat rongáló hatása nem túl jelentős, csak a légpórusképző nélkül készült friss betonok károsodnak. A nem megfelelő szilárdságú betonfelületek, a nem jól szigetelt vasbeton műtárgyak jobban szenvednek a sózástól. Ezen szerkezetek felületvédelméről és szigeteléséről gondoskodni kell.

- A járművek korróziója kétségtelenül jelentős, de ez nemcsak a só miatt lép fel. A károsodás 50 %-a a nyári hónapokban jelentkezik. - A sóba kevert inhibitorokkal még nem sikerült komoly eredményt elérni, ezért a járművek korrózióvédelmét kell javítani.
- A növények kontakt és felszívódás útján jelentkező károsodásáról rentgeteg cikk, tanulmány szól. Károsodás elsősorban városokban tapasztalható, ahol a növényeket a füstgáz, a gyökerek rossz vizellátása, olajszennyezés, gázszivárgás, mechanikai sérülés is károsítja. Hazánkban külső utszakaszokon - még az autópályákon sem tapasztalható olyan növényzet-károsodás, amelynek egyedüli oka a sózás lenne. A Közlekedéstudományi Intézet mérései szerint a hazai legforgalmasabb, autópályán a növényzet károsodása kb. 1 %-os. A fűmag megválasztásánál a sótűrésre is tekintettel kell lenni. A fajok helyes megválasztásával a sós hólé, olvadó hó eltávolításával, jó víz-elvezetéssel, vegetációs időben a sózás mellőzésével természetesen védeni kell a növényeket.
- A felszíni vizek sótartalma nem szabad, hogy az utak sózásának hatására emelkedjen. A Balaton vizének Na ion tartalma 27 mg/l, a jónak tartott 60-120 mg/l értékkel szemben. Becslések szerint az utról lefolyó vízben legfeljebb 0,1 % sókoncentráció alakulhat ki. Ez az érték a befogadó: tó, folyóba érkezés előtt tizedére csökken. Ennek ellenére a sódeponiák telepítésénél az utak vízelvezetésének tervezésénél gondolni kell arra, hogy a forgalmasabb utakon az említett sóterheléssel számolni kell!  
A só hatására a talajvizben - külföldi mérések szerint - egyensúlyi koncentráció mutatkozik.
- A só a talajban bizonyos mértékig akkumulálódik, de az előzők szerint a sótartalom egy egyensúlyi értékhez közeledik. A talaj kémhatása lúgosra változik. /pH=7,5-8,0/

A kötött talajok szerkezete a sózás hatására megváltozhat.

/A szabad víz lekötődik, a morzsalékos szerkezet megváltozik. szoloncsák folyamat lehetséges./

Külföldi kutatók elméleti számítással - melynek eredményét a gyakorlatban ellenőrizték 5-10 t/km éves sómennyiség felhasználása esetén a talajban 0,1-0,2 %-os sótartalom jelentkezik. Az M 7 autópálya 32,8, 37 és 38,4 km szelvényében 1979-80-ban, mért adatok szerint az út melletti talaj maximális sótartalma 0,04 % volt, ez az érték május hónapban már majdnem 0 %-ra csökkent.

A talaj mechanikai tulajdonságai az említett kis sótartalom esetén számottevően nem változhatnak.

A talaj szerkezetének változásával, az utak melletti talajok sótartalmának mérésével hazánkban komplexen a MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központja foglalkozik.

Nagyforgalmu utjaink mellett a talaj sótartalmának mérését szerkezetének vizsgálatát a jövőben is folytatni kívánjuk. A sózás környezetkárosító hatását egyáltalán nem lebecsülve jelenleg nem látszik indok arra, hogy a sózást ne alkalmazzuk.

#### A sózás alternatívája

Elvileg sok módszer áll rendelkezésre, amellyel lehet a sikosság ellen védekezni.

- Gyakran emlegetik a külföldön jártak - hóláncc és szöges abroncs használatát. A mi klímánk mellett az utakon tartósan nincs hó, ezért egyik módszer sem alkalmazható. A szöges-abroncs Európa sok országában tönkretette már az utakat, ezért sorra megtiltották használatát.
- Az utak fűtése különösen a mai energia árak mellett csak kivételesen: nagy-forgalmu aluljárokban, esetleg hidon alkalmazható.
- Speciális burkolattal mint a Verglimit adalékúval mi is próbálkozunk, most készül Veszprémben a harmadik kísérleti munka. /Az aszfaltba  $CaCl_2$ -t tartalmazó kapszulák kerülnek



s ezek a síkjég képződést megakadályozzák./

Ez a megoldás is költséges és nem helyettesíti teljesen a sózást, ezért csak speciális helyeken pl. nagyobb hidon indokolt alkalmazni, ahol a hirtelen "lefagyás" igen veszélyes.

- A sót helyettesítő vegyszerek széles skálája ismeretes a a karbamidtól az alkoholokig. Ezek ára sokszorosa a sóénak és ezeknek is több kedvezőtlen tulajdonsága van. A karbamid pl. túltrágyázást okozhat.

A világon végzett sok kísérlet, kutatás a hazai gyakorlat tal megegyezően egyelőre nem talált elfogadható helyettesítő anyagot a kősó helyett. A különféle kloridok:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  hatásukban nem különböznek érdemlegesen a  $\text{NaCl}$ -től, áruk viszont jóval magasabb, ezért csak nagy hidegben, illetve ott célszerű alkalmazni ahol hulladékként áll rendelkezésre.

#### Mi a megoldás?

Egészséges kompromiszumot kell találni a forgalom biztonsága érdekében tett üzemeltetés és a környezet védelme között.

A megoldás lényege:

- csak a szükséges, legkisebb sómennyiséget kell kiszórni,
  - figyelni kell a környezet károsodását és ez ellen védekezni kell.
- A só nem a hó-, vagy jégréteg eltakarítására szolgál!  
Azt hóékekkel kell az útról eltávolítani. A megelőző védekezésre 5-10 g/m<sup>2</sup>, a már kialakult vékony jégréteg elolvasztására 10-20 g/m<sup>2</sup>, egészen kivételesen 40 g/m<sup>2</sup> só szórása elegendő.
- Ilyen kis mennyiség kiszórásához jó sóra és precíz szórást lehetővé tevő eszközökre van szükség. Mindkét téren előreléptünk. A növekvő forgalom ellenére évek óta 70-80 ezer tonna az éves sófelhasználás. Autópályán 20 t/km, főutakon 5-10 t/km a kiszórt sómennyiség.

A meteorológiai előrejelzések fokozott figyelembevétele, a dolgozók képzése, az uton maradt só kimutatása mind eszköz a takarékos, környezetet minél kevésbé károsító utüzemeltetés végzésében.

- A sózás környezetre való hatását feltétlenül vizsgálni kell. A három éve megkezdett munkát, a MÉM kutatóinak bevonásával folytatni kívánjuk. A sózás összesített hatását az imissziót reális szinten igyekszünk tartani. Az esetleg tapasztalt kedvezőtlen jelenségek megszüntetésére az intézkedést időben csak így tudjuk megtenni.

A társadalom ma elvárja az utak üzemeltetőitől, hogy télen is elfogadható állapotot biztosítsanak. Ezt a technika mai szintjén reális költséggel - évi 150-200 millió Ft - így tudjuk biztosítani. Az okozott kár elviselhető mértéke érdekében mindent megteszünk, kérjük a társadalom megértő segítségét munkánkban.

Együttműködés a geológusokkal, talajmechanikusokkal, tervezőkkel

Vázlatos ismertetésem célja az volt, hogy rövid áttekintést nyújtsak téli utüzemeltetés legvitatottabb feladatáról. Kérem, hogy adjanak segítséget a kőzetek, a talajviz, a talajok legjobb ismerői abban, hogy az utak sózása hol okozhat különös problémát a lefolyási viszonyok, a talajok szerkezete vagy egyéb ok miatt.

Adjanak információt arról, ha valahol észlelik a talajviz sótartalmának emelkedését, a talaj szerkezetének változását.

A tervezők kérem, hogy fordítsanak nagyobb gondot az utak víztelenítésére, a növénytelepítésre.

Meggyőződésem, hogy a mostanihoz hasonló előadássorozat nagyon hasznos lenne például a talajok teherbirásának jobb megismerése érdekében. Ehhez a talajviz szintjét, a talajok pillanatnyi víztartalmát is jól kellene ismerni.

Köszönöm az előadásra szóló felkérést, köszönöm a figyelmet.

WINTER SALTING OF ROADS AND ITS EFFECT  
ON THE ENVIRONMENT

Ernő Tóth

The author writes about tasks of highways' winter work amongst which he deals mainly with the advantages and disadvantages of salty protection.

On the basis of home examinations he states that salt concentration of roads' environment is still within the permitted limit.

He expounds solutions with the help of which environmental pollution can be kept on minimal level.

ЗИМНЕЕ ПОСЫПАНИЕ СОЛЬЮ ДОРОГ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ  
СРЕДУ

ТОТ ӘРНІ

Автор пишет о задачах зимней эксплуатации автострады и подробно занимается преимуществами и недостатками посыпания соли. На основании отечественных исследований определяет что концентрация соли в окружающей среде дорог еще не превышает допустимых значений. Знакомит нас с решениями при помощи которых можно уменьшать загрязнение окружающей среды.



## A HAZAI RÉTEGCSUSZÁSOK NÉHÁNY SAJÁTOSSÁGA

Farkas József<sup>x</sup>

### Bevezetés

Minden rézsűs határolású talajtömeg a gravitáció hatására lefelé és kifelé való elmozdulásra hajlamos. Az elmozdulás bekövetkezése a nyirófeszültségek és a talaj nyirószilárdságának a viszonyától függ. Amíg a nyirószilárdság a lehetséges csúszólapok mentén nagyobb, mint a nyiróigénybevétel, addig a rézsűs határolású földtömeg állékony. Ha azonban a nyirási ellenállás a nyiróigénybevételnél kisebb lesz: csúszás /nyirási törés/ következik be.

Az embernek a természetet átalakító tevékenysége méreteiben, kiterjedésében egyre nő; a természeti erők megismerése és a jelenségek kutatása parancsoló szükségletként jelentkezik, hogy az emberi alkotások biztonságát és tartósságát elérhessük.

A természetes lejtők mozgása bekövetkezhet műszaki beavatkozás nélkül is. Például Borsod- vagy Baranya megyében nem ritkák a mozgó domboldalak, amelyek alakváltozásai minden "emberi közreműködés" nélkül történnek és szabad szemmel is jól láthatók a terepen.

A felszínmozgások megelőzéséhez, elkerülhetőségéhez az uralkodó viszonyok igen alapos ismeretére van szükség. A feltárások, kísérletek mennyisége a geotechnikai vizsgálat szempontját tekintve általában mindig kevés, s becslésekre, feltevésekre van szükség. Ezek helyességét növelhetik jelentős mértékben a geológiai ismeretek, a

<sup>x</sup> Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnika Tanszék

vizsgált terület keletkezésének, a geológiai hatásoknak, a hidrogeológiai, geomorfológiai és klimatikus viszonyoknak az ismerete, továbbá az építés közbeni megfigyelések.

A homogén altalajú rézsük igen ritkák hazánkban. A bevágás-rézsük, lejtők talaja általában heterogén, változó mértékben rétegzett. A rétegek állhatnak hasonló tulajdonságú anyagból; de igen gyakran különböző tulajdonságú, más-más geológiai korból származó rétegekből áll az összlet.

Rétegzett altalajviszonyok esetén a hagyományos állékony-ságvizsgáló módszerek - körív csúszólap és izotróp nyírószilárdsági tulajdonságok feltételezésével - nem adhatnak igazi képet, elfogadható, jó eredményt /1.ábra/.

Régóta ismert, hogy a lejtőt alkotó talajrétegek nyírószi-lárdsága között jelentős különbségek vannak. Egyes réteg-határokon a viktartalom értéke magas.

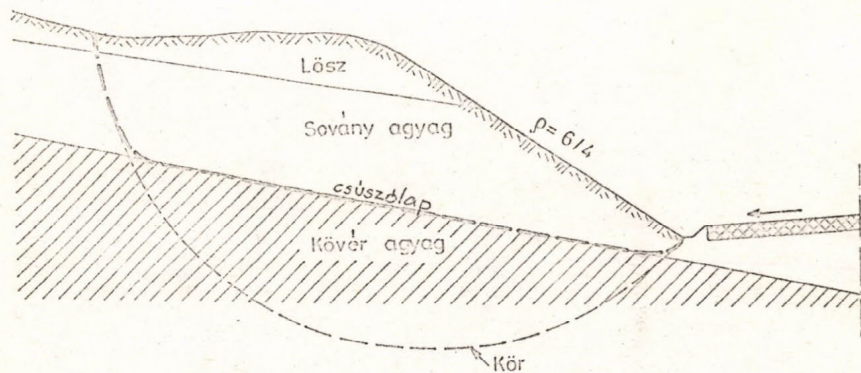
Rétegzett altalajviszonyok mellett, ha a domboldal lejtési iránya a rétegek dőlési irányával közel megegyezik, akkor - megfigyeléseink szerint - a csúszólap a legtöbb esetben nem kör, hanem a réteghatáron vagy annak közelében halad, tehát a rétegzettséggel párhuzamos. Ilyen esetben a felső rétegek egy - a természet által már előre megszabott - síkon, rendszerint egy agyag felső réteghatárán mozgásnak indulnak.

A csúszólap kritikus réteghatárok mentén való haladásának oka rendszerint az, hogy ott kisebb a nyírási ellenállás, mint a homogén talajban.

#### A mozgás mechanizmusa

A rétegcsúszásnak nevezett mozgási formánál tehát a fel-





1. ábra. Rétegcsúszás szelvénye

szinközeli talajtömeg egy olyan agyagréteg felszínén indul mozgásnak, amely mentén csak kritikusan kicsiny nyírószilárdság áll ellent a lefelé és kifelé ható erőknök. A mozgás rendszerint a lejtő vagy rézsű lábánál indul meg, illetve ott ahol az alsó kritikus agyagréteg a felszínre kifut, vagy azt a legjobban megközelíti /1.ábra/.

Az agyag felszínén a nyírószilárdság mobilizálódik, majd másodlagos jelenségek zajlanak le: a felső részen lévő talajtömeg húzott állapotba kerül. Ennek a húzásnak azonban még az agyagok is csak igen rövid ideig tudnak ellenállni, hiszen kötött talajoknál is az egyirányú nyomószilárdság és húzószilárdság viszonya tapasztalataink szerint 10-15. Ezért ez a tömeg leszakad, s törés síkja felletti földtömeggel együtt mozog lefelé és kifelé.

A csúszólap a réteghatáron, vagy annak közelében halad. Ha a réteghatár nem fut ki a térszínre, akkor a rézsű talpán túl, vagy a felszint legjobban megközelítő helyen - a legkisebb ellenállás vonalát követve - a passzív földellenállás szakadólapja mentén fut ki a felszínre. A lecsúszó földtömeg kissé szétterül, feltorlódik és önmagát blokkolja.

Tekintve, hogy a rétegcsúszásoknál közelítőleg sík, illetve alul és felül íves szakaszokból álló törési felületek alakulnak ki, így nincs mód arra, hogy a földtömeg csupán forgó mozgást végezve, belső deformációk nélkül mozduljon el. Ezért az elmozduló talajtömeg belsejében egyes helyeken húzófeszültségek miatti töréseknek, másutt pedig kompressziós - nyomott - zónának kell kialakulnia, a mozgás csak így tud létrejönni. A csúszó tömb mentén kialakuló repedések közel függőleges lefutásúak. A felső részen csaknem függőleges a csúszólap kimetsződése is.

A csúszó tömb felszínén lévő fák közel függőleges állásuk maradnak, kivéve a mozgás lábainál lévőket, amelyek kibillennek, eldőlnék.

Az első mozgás során kialakult repedéshálózat a következő csapadékos időszak felszínre jutó vízmennyiségét elnyeli és mélyebb szintre, magához a csúszólaphoz vezeti. Ezzel aztán tovább romlik a helyzet és a csapadékos idő, vagy kiadós zápor után bizonyos /de általában rövid idejű/ fáziskéséssel további mozgás következik be, illetve az addig tapasztalt lassú mozgás sebessége átmenetileg megnő.

#### A csúszások okai

Szerző az elmúlt évek során 421 db - nagy valószínűséggel agyagfelszínen bekövetkezett rétegcsőszásnak minősíthető - felszínközeli talajmozgás leírás és /ha volt/ laborvizsgálati anyagát tanulmányozta át, illetve végzett helyszíni bejárást és vizsgálatokat. Ezek szerint a bekövetkezett rétegcsőszások 84 %-ánál a kritikus agyagfelszínen kialakuló időszakos vízszivárgások, illetve rétegvizek; 54 %-ánál a sajátos morfológiai viszonyok és a réteghelyzet; 45 %-ánál az emberi tevékenység; 7 %-ánál pedig a folyóvizek alámosó hatása játszott döntő szerepet a mozgások kialakulásában. Figyelemre méltó, hogy a "vizzáró" agyagfelszínen áramló időszakos vizek a csúszások többségénél felfedezhetőek voltak, s feltételezhetően jelentős szerepet játszottak a mozgások kialakulásában.

Az említett statisztikai adatok csak a fő okokra vonatkoznak. A legtöbb csúszásnál több előidéző okot /geológiai, morfológiai, klimatikus tényezők, emberi beavatkozás/ le-

het felsorolni. Azt kiemelni, hogy közülük melyik időzte elő közvetlenül a mozgást, nem könnyű és nem is korrekt. Az "utolsó" ok csak olyan szerepet játszhat legtöbbször, mint gyújtószinór a robbantásnál.

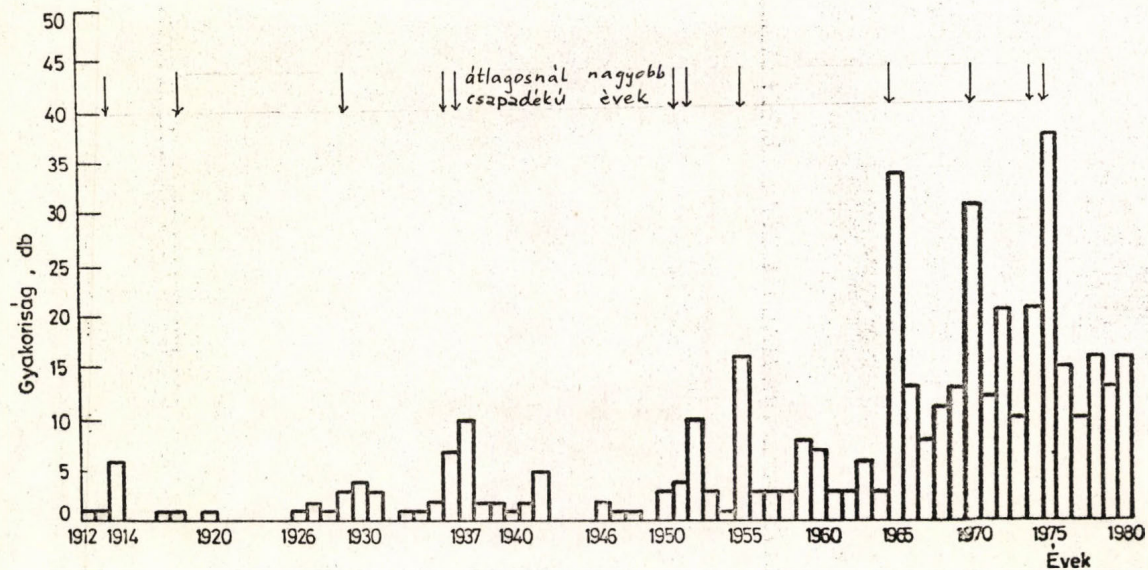
Helyszini megfigyeléseink szerint a hazai rétegcúsúsások kialakulásánál a nyirószilárdság csökkenésében az időszakos vizeknek /téli, kiemértékű párolgás után tavaszi hóolvadás, nagy intenzitású vagy hosszantartó esőzések, szikkasztás/ szinte mindig szerepe volt, mivel az agyagok nyirási viselkedése szempontjából a legérzékenyebb, legfontosabb paraméter a vızrtartalom.

Régóta jegyzett megfigyelés, hogy a felszınmozgások és a csapadékmennyiség között összefüggés van. Különösen igaz ez a rétegcúsúsásokra. A hazai rétegcúsúsások évenkénti gyakoriságát - a szerző vizsgálatai alapján - a 2. ábra mutatja az 1912-1980 évek közötti időszakra. Az ábrán nyilakkal jelöltük azokat az éveket, amikor az átlagot lényegesen meghaladó mennyiségű csapadék hullott. Ezekben az években a rétegcúsúsások száma is megnőtt.

#### Hazai előfordulások

Egy-egy felszınmozgás típusának eldöntésekor a hozzáférhető objektív elemek /mennyiségi és minőségi vizsgálatok, feltárások eredményei/ mellett kétségkívül a szubjektív megítélésnek /tapasztalat, érzék/ is jelentős szerepe van. Csak azokat a mozgásokat minősítettük rétegcúsúsásnak, amelyeknél a legszükségesebb morfológiai, geológiai adatok ismerete mellett a mechanizmusra is nagy valószínűséggel lehetett következtetni.

A bekövetkezett csúsúsások helyeinek összegyűjtése és térképen való ábrázolása lehetővé tette olyan mérnök-



2. ábra. A rétegszűzások éves gyakorisága

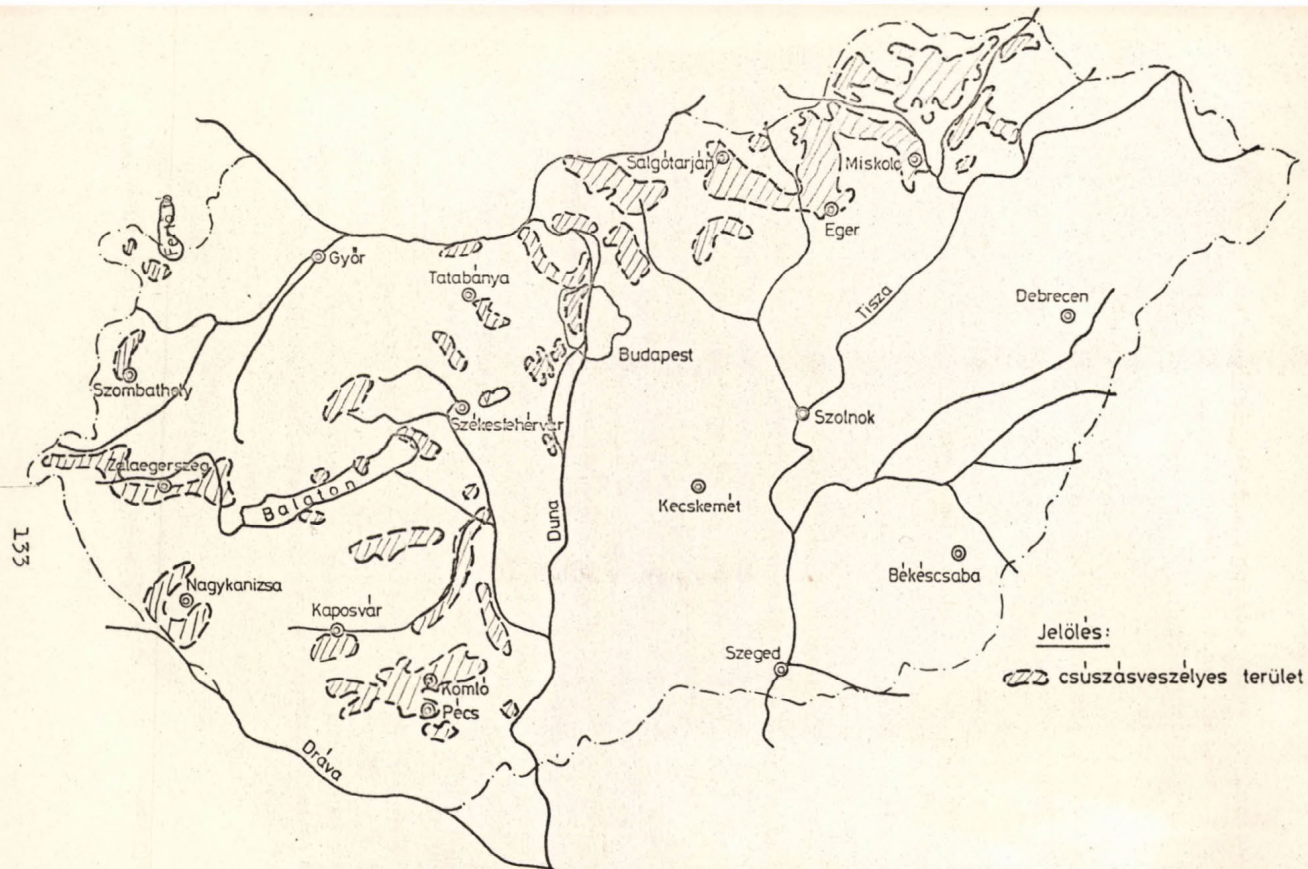
geológiai régiók körvonalazását, amelyen belül az állékonyassági problémák hasonlóságot mutatnak, ahol a rétegcúszásokra hazánkban számítani lehet és kell is. Ezt szemlélteti a 3. ábra. A térképen feltüntetett egy-egy körülhatárolt területen belül a hidrogeológiai, geológiai, geomorfológiai és geotechnikai adatok közel azonosak.

Az ország egész területének vonatkozásában kb.  $220 \text{ km}^2$ -re jut egy rétegcúszási eset. Ez a szám látszólag nem nagy; rendkívül kedvezőtlen azonban az ábrán feltüntetett területi elhelyezkedés, mert jelentős részük a fővárosban és nagy ipari centrumainkban /Miskolc, Salgótarján, Pécs, Komló/ illetve népgazdasági szempontból súlyponti területsávban következett be.

A legtöbb rétegcúszás a változatos domborzatú és földtani felépítésű Borsod-Abauj-Zemplén megyében fordult elő, ahol a hegyoldalak /Bükk, Zempléni hg/, domboldalak /Borsodi dombság, Cserhát, Harangod, Bükkalja, Borsodi medence/ gyakran műszaki beavatkozás nélkül is mozgásba jönnek a víz, az atmoszferiliák, a gravitációs erő hatására.

Az ugyancsak változatos domborzatú tájegységeket magába foglaló Heves és Nógrád megyékben a Bükköt és Mátrát övező, üledékes rétegekből álló dombvidékeken, a Bükkalja és Mátraalja enyhén dombos térségében, a Tarna és Zagyva teraszos völgyében a Börzsöny és a Cserhát nyúlványain találkozhatunk agyagfelszínen bekövetkező csúszásokkal.

Pest megyében a Gödöllői dombság és a Cserhátalja, illetve a Pilis hegység agyagrétegei csúszásveszélyesek. Komárom megyében a Gerecse északi lejtői, a Pilis-Dunazug hegység-



**3. ábra.** Agyagfelszínen bekövetkezett hazai rétegcúszások helyei

gek és a hegyek közti rögök rendelkeznek a mozgások kialakulásához kedvező morfológiai adottságokkal. Fejér megyében a Vértess D-i, DK-i nyúlványain, a Tatabánya-Bicske közötti és a Váli-vízter övező dombokon vannak meg a csúszások kialakulásának kedvező feltételei.

Veszprém megyében a Bakonyban és a Balaton ÉK-i végét körülvevő dombokra; Tolna megyében a Hegyhát Ny-i /Kapos folyó menti/ és DK-i lejtőin, a Völgységben; Somogy megyében a Koppányt övező dombokon és a Zselic dombjain fordul elő a felszínmozgások vizsgált típusa.

Baranya megyében a Mecsek nyúlványain, a Baranyai domszágon található az ország második legnagyobb összefüggő rétegcúszás-veszélyes területe. Győr-Sopron megyében a Fertő tótól DNY-ra eső Fertőmelléki domszágon és Sopron térségében; Vas megyében Szombathely és Szentgotthárd környékén; Zalában pedig elsősorban a Zala folyó menti dombokon vannak meg a rétegcúszás feltételei.

#### A csúszások jellemzői

A bekövetkezett csúszások sok tekintetben értékes információkat szolgáltatnak. A vizsgált esetek statisztikájából - a mozgó földtömeg méreteinek vonatkozásában - az derül ki, hogy a kritikus agyagfelszínen bekövetkezett csúszások mintegy 50 %-ánál a csúszólap 5 m-nél kisebb mélységben volt a terepszint alatt. Az esetek 29 %-ánál 5-10 m mélységben és 21 %-ánál 10 m-nél mélyebben volt a csúszólap.

A csúszások alaprajzi kiterjedése tekintetében: a mozgások mindössze 4 %-ánál volt a kiterjedés 50 m<sup>2</sup>-nél kisebb. 50-250 m<sup>2</sup> kiterjedésű volt az esetek 10 %-a,



és  $250 \text{ m}^2$ -nél nagyobb alaprajzi területen mozdult el a talaj a vizsgált csúszások 86 %-ánál.

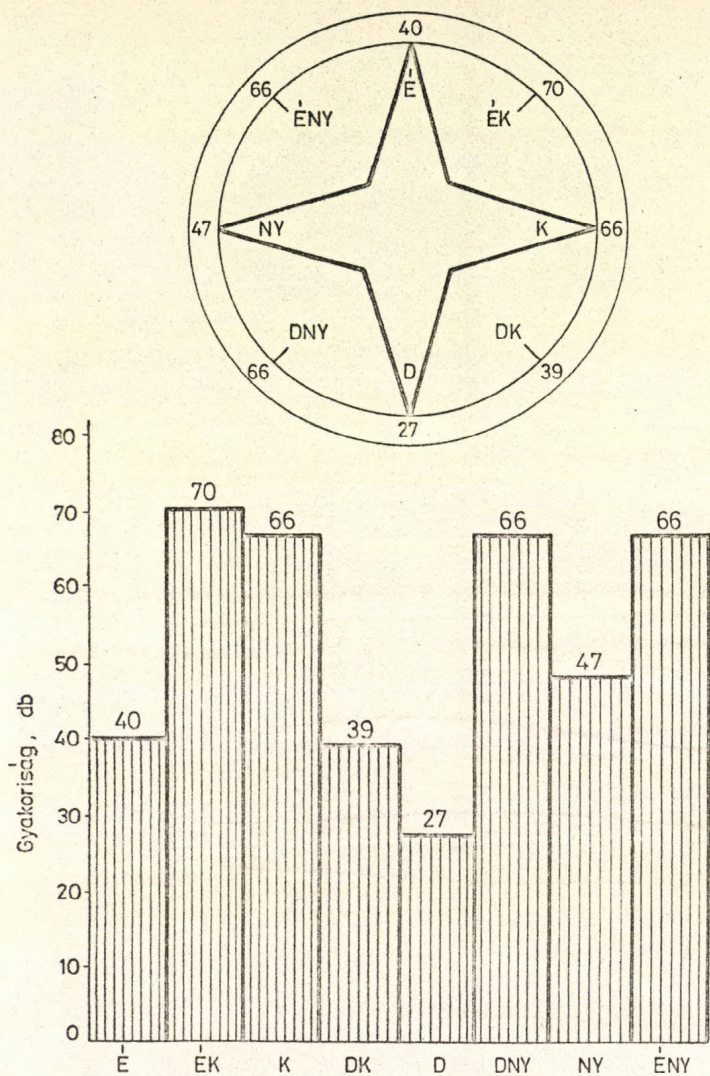
A csúszó földtömeg maximális vastagságának  $v$ / és a mozgó tömeg lejtőirányú max. hosszának  $L$ / az aránya általában  $v/L=0,03-0,1$  között változott.

Az elmozdulási irányok gyakorisági megoszlását a 4. ábra szemlélteti. Látható, hogy a legtöbb elmozdulás ÉK, K-i, illetve DNy, NY, ÉNy-i irányban következett be. Ez jó összhangban van a 3. ábrán bemutatott mozgáshely kontúrokkal. Ezek a kontúrok általában ÉNy, É-DK, D irányban elnyúltak - nyilvánvalóan a domborzat helyzetének megfelelően ; így a mozgásirányok többsége erre közel merőleges kell hogy legyen.

#### A rétegcsúszásos területek földtani viszonyai

A Magyarországon területén lévő hegyek, dombok közismerten változatos geológiai felépítésűek. A helyi geológiai viszonyoknak, a rétegzettségnek - mint említettük - sokszor döntő szerepe van a csúszások kialakulásában.

Csak geotechnikai szemlélettel - geológiai szemlélet nélkül - nehéz megérteni a csúszások ok-okozati összefüggéseit, így például a réteghatárok szerepét az ágyazási síkok mentén bekövetkező instabilitásokat. Hazánkban a "gyenge síkok" /pl. bentonitos agyagerek, rétegfelszínek/ meglétének a jelenleginél lényegesen nagyobb szerepet kell tulajdonítani, s akkor kevesebb "magyarázat nélküli" csúszási esettel találkozhatunk. Ezek a gyenge síkok rutinvizsgálatokkal szinte fel sem deríthetők.



4. ábra. Az elmozdulási irányok gyakorisági megoszlása

Az 5. ábra a csúszólap alatti talajok keletkezési kor szerinti gyakoriság-eloszlását szemlélteti a hazai rétegcúszások vonatkozásában. Az ábrából kitűnik, hogy a csúszások szempontjából szerepet játszó legidősebb rétegek triász korúak /pl. Mecsek hegység, mónosbéli vasúti bevágás/.

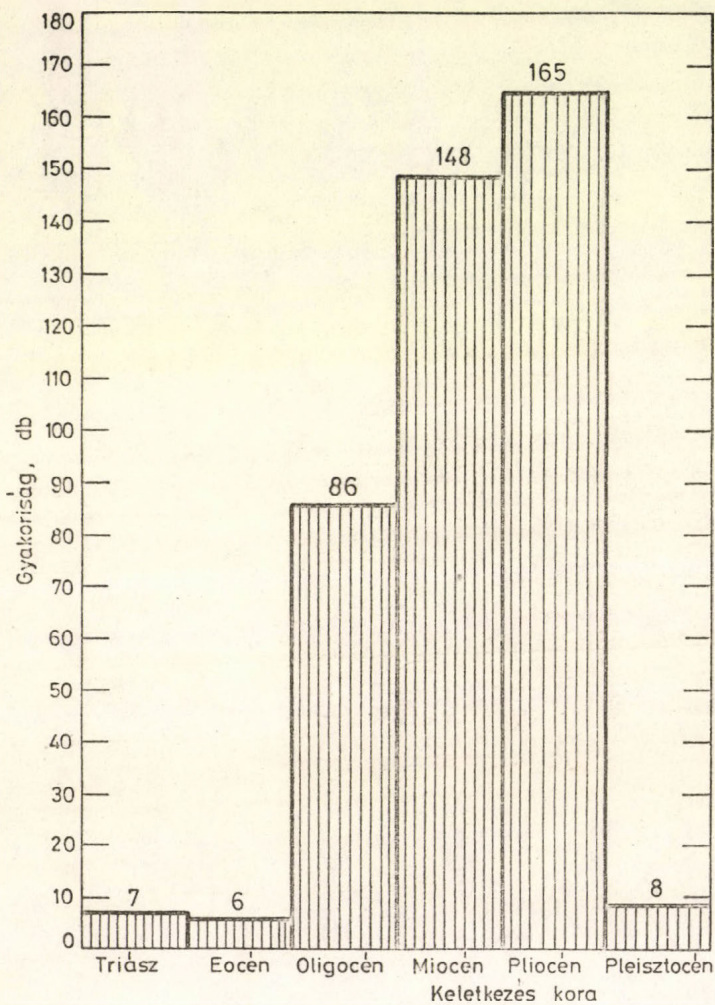
Az eoocén korú rétegek felszínén bekövetkezett rétegcúszások többsége a főváros budai részén történt.

Nagyszámú rétegcúszás következett be oligocén agyagokon /Budapest környéki kiscelli agyagok, Eger térsége, Borsod megye/.

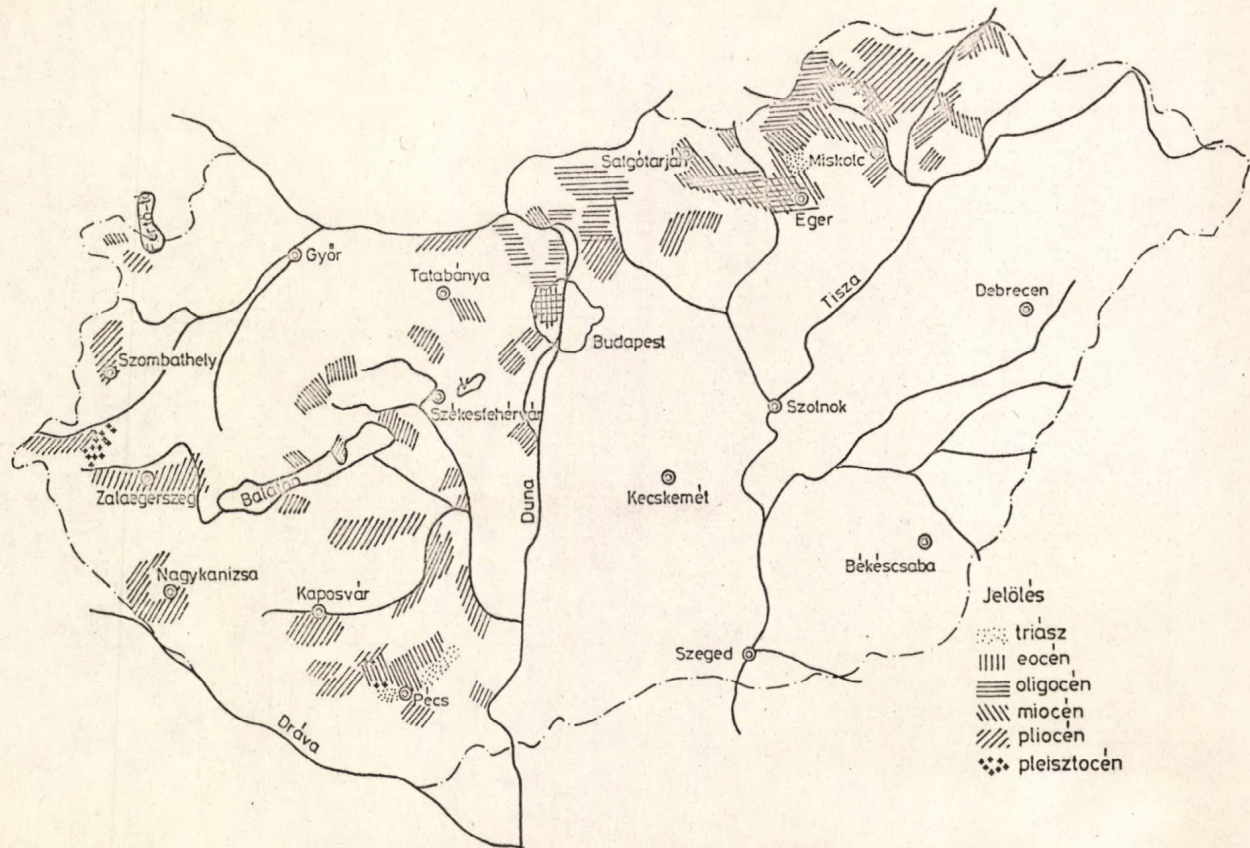
A hazai rétegcúszások többsége miocén és pliocén korú agyagok felszínén következett be /6. ábra/. Pleisztocén korú, vízerzékeny, tavi, artéri, mocsári agyag csak néhány esetben okozott rétegcúszást.

Az állékonysági vizsgálatok szerint a csúszólap által követett réteghatár hajlása nagymértékben befolyásolja a lejtő, illetve rézsű stabilitását. A vizsgált csúszásoknál a kritikus réteghatár /csúszólap/ vízszintessel bezárt hajlásszögének gyakoriságeloszlását a 7. ábra szemlélteti. Látható, hogy a rétegdőlésnek megfelelően a csúszólap hajlása leggyakrabban  $\xi = 10-15^\circ$  körül mozog. Meg kell jegyezni, hogy több csúszásnál a réteghatár hajlásszöge változott, vagy pontos meghatározás hiányában csak lehatárolni lehetett az értékét, s ezek a határértékek két vagy három /pl.  $\xi = 4-11^\circ$ / hajlásszögcsoporthoz tartoztak. Ilyenkor mindegyik csoportba beszámítottam a vizsgált esetet.

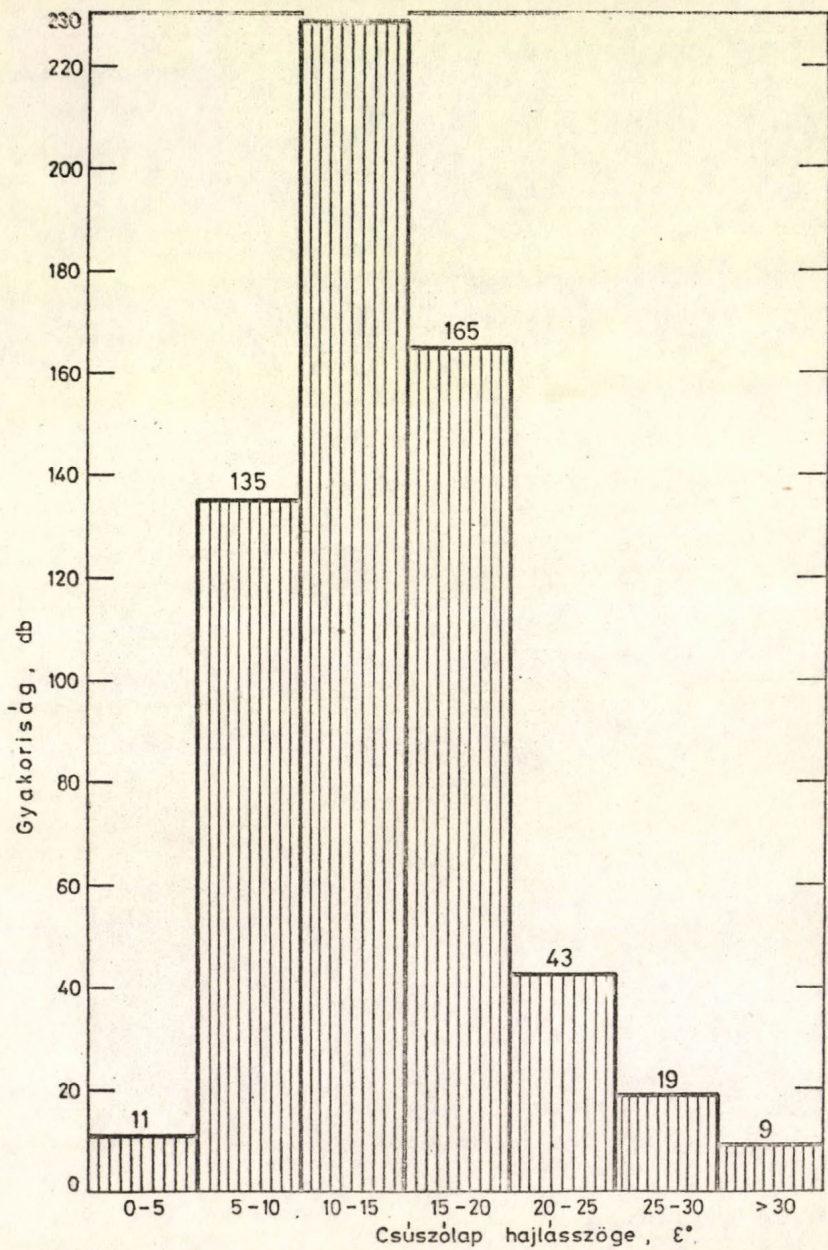
Ha a különböző korú rétegek felszínének hajlását vizsgáljuk, akkor a 8. ábrán látható kép adódik. A triász már-



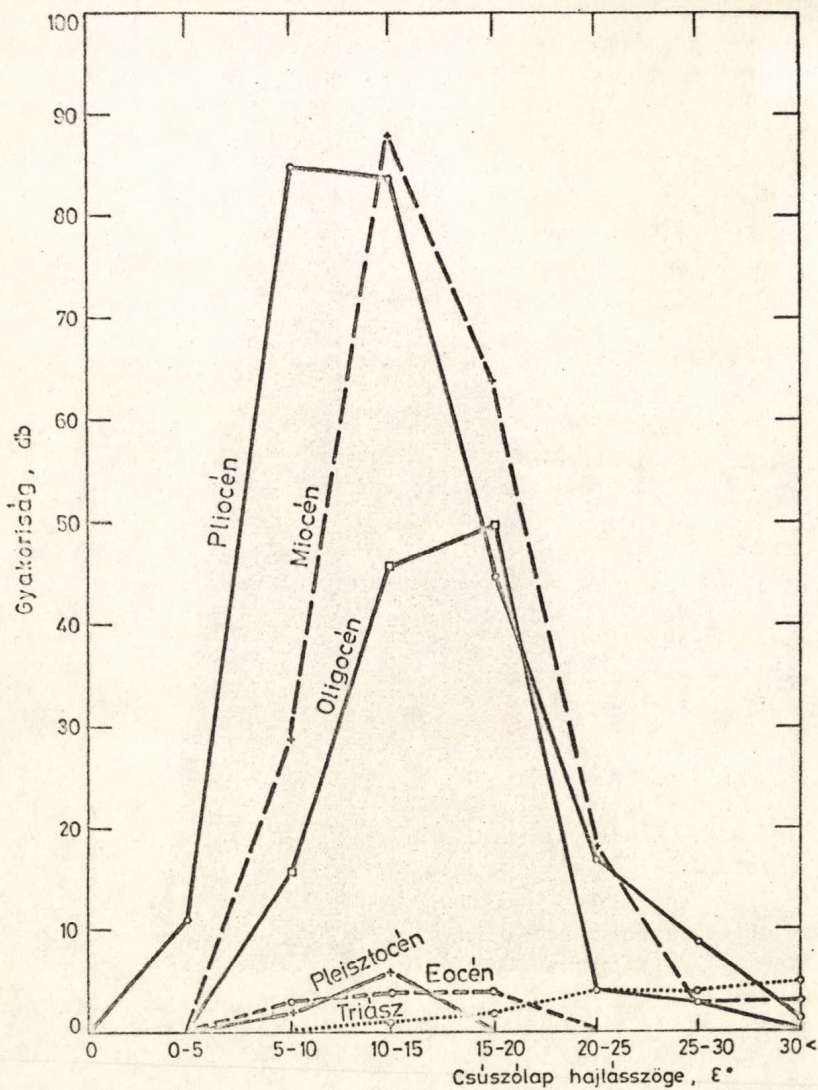
5. ábra. A csuszólap alatt lévő talajok keletkezési kora



6. ábra. A csúszást okozó agyagok kora



**7. ábra.** A csúszótlap hajlásszögének gyakorisági megoszlása



8. ábra. A csúszólap hajlásszögének gyakorisági megoszlása különböző korú agyagok esetén

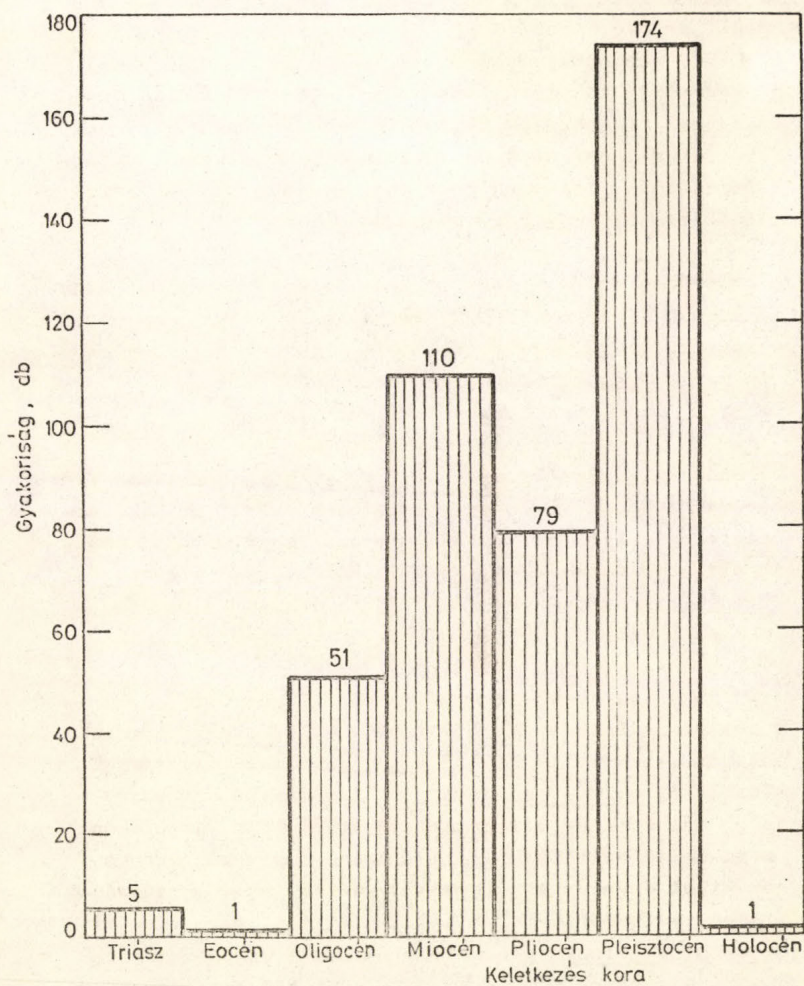
gás, palás agyagon bekövetkezett csúszásoknál a legnagyobb a réteghatár hajlásszöge; leggyakrabban  $\epsilon = 30^\circ$  körüli értékű. Az eocén és oligocén agyagrétegeknél  $\epsilon \approx 15^\circ$ , miocén agyagoknál  $\epsilon \approx 14^\circ$ , pliocén agyagoknál pedig  $\epsilon = 11 - 13^\circ$  körül van a legnagyobb csúszólap hajlásszöge /réteghajlásszög/.  $\epsilon = 2-5^\circ$  hajlásszöget csak pliocén /pannon/ agyagok felszínén bekövetkezett rétegcsúszásoknál tapasztaltunk /pl. a visontai külszíni szénfejtésnél, nagy rézsűmagasság esetén/.

A csúszólap feletti rétegek keletkezési korának vonatkozásában a 9. ábra ad összefoglalást. Kitűnik, hogy a kritikus réteghatár felett többségében miocén és pleisztocén korú rétegek voltak. A pleisztocén rétegek általában lösszel, lejtőtörmelékkel tarkított agyagok.

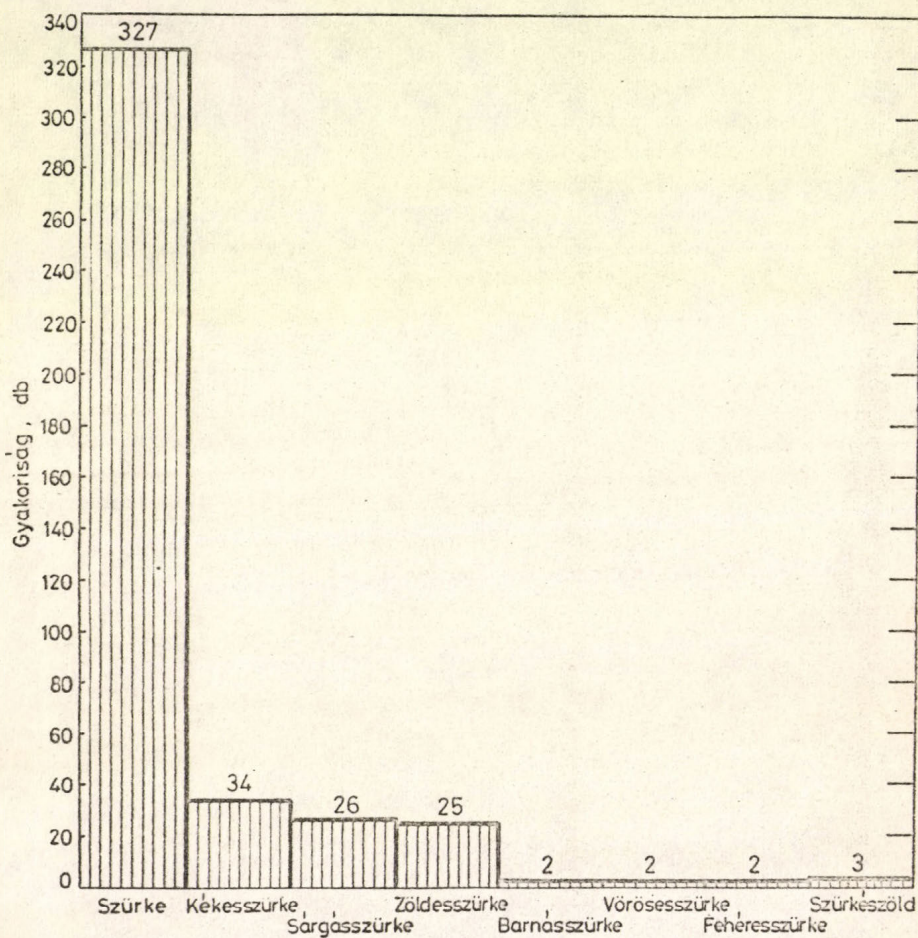
Különös figyelmet érdemel az a tény, hogy a pliocén /többségében pannon/ vízzáró agyagrétegek felszínén bekövetkezett csúszások 54 %-ánál, a miocén agyagok 47 %-ánál, az oligocén rétegek 21 %-ánál a közvetlenül felette lévő kvarter rétegek mozdultak el; tehát a csúszólap a korokat elválasztó határfelületen alakult ki.

Megvizsgáltam az agyagok színe és csúszási hajlama közötti összefüggést is. A vizsgált 421 db rétegcsúszási esetről a csúszólap alatti agyag színének gyakorisági eloszlását a 10. ábra mutatja. Természetes, hogy egy talaj színének megállapításánál szubjektív tényezőknek /a minősítő személyének/ is szerepe van; az azonban rendkívül érdekes és figyelemre méltó, hogy a csúszások minden esetben szürke vagy valamilyen szürkés árnyalatú agyagréteg felszínén következtek be. A vizsgált esetek nagy száma miatt szinte egyértelműen kijelenthető, hogy a tárgyalt rétegcsúszási típus szürke árnyalatú agyagok felszínén várható hazánkban.



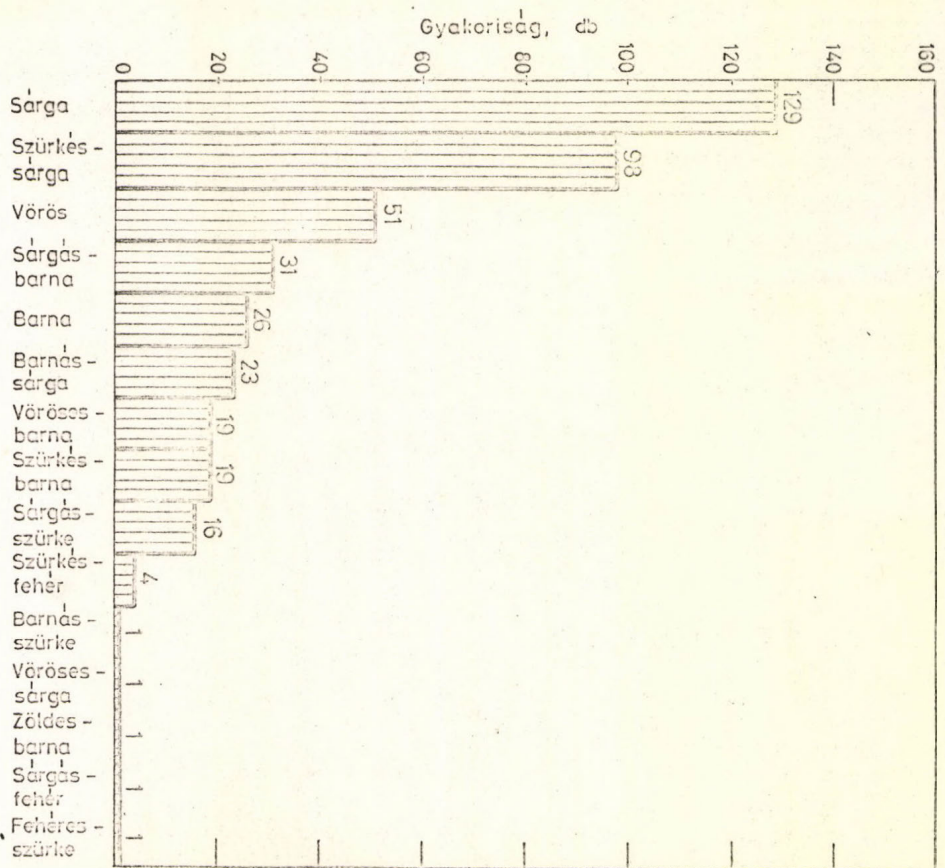


9. ábra. A csúszólap feletti talajréteg keletkezési korának gyakorisági eloszlása



10. ábra. A csúszólap alatti agyagréteg színe

A csúszólap felett közvetlenül elhelyezkedő talajréteg színének gyakorisági eloszlását a 11. ábra mutatja. Látható, hogy itt az oxidációra jellemző sárga, barna és vörös színek dominálnak. A 10. és 11. ábra összehasonlításából adódik a gondolat, hogy a vizsgált rétegcsúszások az oxidációs zóna alsó határán következnek be. Vizsgálatokat végeztem a lejtő, illetve a részű hajlásának vonatkozásában is. Ebben a tekintetben azonban nehéz lenne olyan eredményt bemutatni, amiből messzemenő következtetéseket lehetne levonni. A lejtőhajlás általában pontról-pontra változik. Az emberi tevékenység / pl. bevágásnyitás/ okozta mozgásoknál a csúszás után már nehéz megállapítani a mozgás megindulásakor jellemző hajlást /sokszor a felelősségrevonás elkerülése miatt el is titkolják/. Gyakran tört a részű /pl. a helytelen kivitelezési technológia miatt alul függőleges/. A hazánkban bekövetkezett rétegcsúszásoknál a lejtő, illetve részű átlagos hajlásszöge  $12^{\circ}$ - $42^{\circ}$  között változott.  $30^{\circ}$  feletti értéket csak kevés esetben tapasztaltunk /pl. Eger-Putnok vasútvonal sátaí és mónosbéli bevágásaiban, illetve Pécs környékén/.



14. ábra. A csuszólap feletti talaj színe

SOME CHARACTERISTIQUES OF HOME  
LAYER SLIPPINGS

József Farkas

Subsoil of home cut embankments and slopes is generally heterogeneous, stratified in varying degree. That is why at surface movements slide passes on the layer limit or in its vicinity in most of the cases.

Through last years the author of this article made 421 analyses, examinations of near-surface soil movement qualified in all likelihood as layer slipping formed on the clay surface. There is a connection between surface movements and quantity of rainfalls.

Collecting places of home slippings permitted to outline engineering geological fields within which the stability problems show similarity where layer slippings can be as well as have to be expected in Hungary. The most of layer slippings took place in counties Borsod-Abaúj-Zemplén, Baranya, Nógrád and Heves which are of varied relief and geological building.

The majority of home layer slippings took place on the surface of myocen and pleistocen aged clays. According to results of examinations the layer slipping type mentioned above is to be expected on the surface of grey shaded clays in our country.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ СЛОЕВ В ВЕНГРИИ

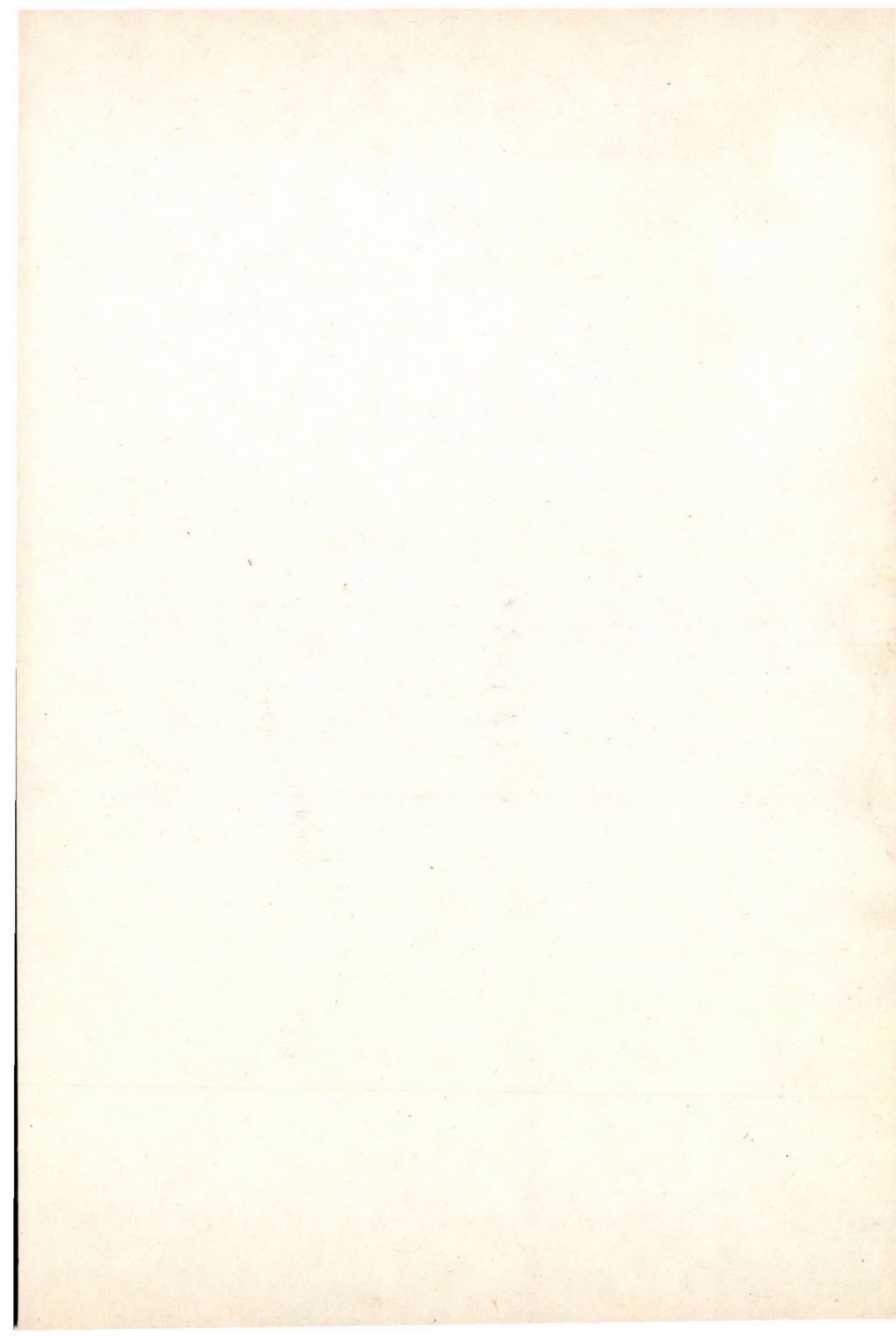
ФАРКАШ ИОЖЕФ

Грунты оснований откосов выемки, а также откосов, как правило, однородны, с изменяющейся слоистостью. Поэтому в случае оползневых поверхностей плоскость скольжения в большинстве случаев находится на границе слоев либо недалеко от нее.

Автор статьи за последние годы анализировал, исследовал 421 случай движения грунта вблизи поверхности, считавшихся потенциально оползневыми и происшедших по всей вероятности на поверхности глины. Между оползневыми поверхностями и количеством осадков имеется взаимосвязь.

Исследование оползневых областей позволило оконтурить такие инженерно-геологические регионы, в рамках которых проблемы устойчивости аналогичны, и в которой части Венгрии потенциально возможны оползни. Большинство оползней произошло в областях с изменяющимся рельефом и геологической структурой, а именно в Боршод-Абауй-Земплен, Баранья, Ноград и Хевеш.

Большинство оползней в Венгрии произошло на поверхности глин миоценового и плиоценового периода. Соответственно результатам испытаний обсуждаемый вид оползней ожидается на поверхности глин серого тона.



MFESZ - egyesületi használatra !  
Kiadja: Magyarhoni Földtani Társulat  
Készült: 400 példányban  
83/3279 MFESZ Házinyomda, Bp.  
Felelős vezető: Deli Sándor





