



BEVEZETÉS

DR. HORVÁTH TIBOR — GEOVIL Kft.

A Budapest 4 Metróvonal tervezett nyomvonala mentén eddig elvégzett földtani, geofizikai, hidrogeológiai és mérnökgeológiai vizsgálatok eredményeit kívánjuk a szakemberekkel és az érdeklődőkkel megismertetni.

Budapest és ezen belül a Metró nyomvonal változatai által érintett területek geológiai feltárása és vizsgálata az 1800-as évek közepétől folyamatosan gyűjtött adatokra támaszkodik. A 4-es Metróvonal földtani kutatása 1967-ben kezdődött, a fúrások legnagyobb része 1973-77-ben mélyült, az akkori Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat kivitelezésében, míg a talajmechanikai vizsgálatokat és szakvéleményeket az Út- Vasút Tervező Vállalat készítette. A Metróvonal földtani, hidrogeológiai és geohidroológiai különlegessége a Duna alatti átvezetés, ahol is az alagutak a triász korú karbonátos kőzetek és a meleg karsztforrások közelségébe kerülnek. A közlekedési és városfejlesztési igényeknek megfelelően a tervezett nyomvonal több alkalommal változott. Budapest Főváros Készülése 1991-ben határozatban fogadta el a Dél-Buda-Belváros-Zugló-Rákospalota irányú gyorsvasút fejlesztését. Első ütemben (I. szakasz) a Metróvonal a tervek szerint Kelenföld és a Keleti pályaudvar között épül meg. Mindkét ideiglenes végállomásnál lehetőség van igény szerint a Metróvonal további építésére.

A Metróvonal a Kelenföld pályaudvartól közel vízszintesen a felszíntől 17 és 23 m mélység között változva halad. A Móríc Zsigmond körtérről a Duna felé haladva egyre mélyül. A Szent Gellért térnél éri el mélypontját 32 m mélységben. A Duna alatti átvezetésnél a meder mélypontjától számítva 10 m-es mélységben van a tervezett sinkorona szint. A Fővám téri állomást követően meredeken emelkedik a nyomvonal a Kálvin térig, ahol felül keresztezi az Észak-déli 3. Metróvonalat. Ez a Kálvin térnél a felszíntől a 22 m mélységet jelent, majd ezt követően a Népszínház utcáig 21-17 m között váltakozva emelkedik. A Baross térig tovább emelkedve a kihúzóvágány végéig 17-14 m-es felszíntől számított mélységben tervezik kialakítani a 4. Metróvonal végállomását.

1997-ben a DBR Metró Kft. pályázatot írt ki a Metróvonal Megvalósíthatósági Tanulmánytervében meghatározott nyomvonala vonatkozó összefoglaló geotechnikai, mérnökgeológiai, valamint hidrogeológiai tanulmány elkészítésére. A pályázatot a DBR Konzorcium nyerte meg, melynek tagjai a GEOVIL Kft, a Magyar Állami Földtani Intézet és a KÉV-Metró Kft. volt. A szakvélemény elkészítésében részt vettek a Miskolci Egyetem, a Budapesti Műszaki Egyetem, a KBFI-ALFA Kft. és a Geo-Log Kft. szakértői is.

Az ajánlattételi időszakban az újabb kutató fúrások helyeinek kiválasztását földtani megbízhatósági elemzés előzte meg, amelyben az alábbiakat vették figyelembe:

- hol találhatók kedvező hosszú szakaszon fennálló kőzetadottságok, melyek döntő hatással vannak a választandó építési technológiára,
- rövidebb szakaszokon, (néhány száz méter) hosszon jelentkező kedvezőtlen adottságok, melyek az alkalmazott építési technológia mellett speciális technológia alkalmazását teszik szükségessé,
- lokális problémák, pl. vetők környezete, néhány méteres szakaszon jelentkező kedvezőtlen talajadottságok, melyek az alkalmazott építési technológia kismérvű módosításával leküzdhetők.

A fenti elemzések alapján a budai oldalon 14 db, a pesti oldalon 6 db, míg a Duna mederben 3 db új fúrással és helyszíni vizsgálatra került sor, összesen 806 fm hosszban. A fúrások lementésénél a legkorszerűbbnek számító 3-falu magcsövet használtak, amely a Wire Line fúrási technológiával és a polimer izsopok kombinálva biztosította a magkihozatal 95%-os értékét, továbbá a maganyag in situ állapotának megőrzését. A magintáék 100 mm-es átmérője adott lehetőséget nagytérű triaxiális vizsgálatok elvégzésére, amely során a reziduális állapot talaj és kőzetfizikai jellemzői is meghatározhatóak voltak.

Az új fúrási adatok és a korábbi 64 db budai, illetve a 97 db pesti fúrási adatainak felhasználásával készült szakvélemény a nyomvonal által érintett terület földtani felépítését, tektonikai viszonyait, valamint a talajviz-, rétegviz- és karsztviz-viszonyokat, az egyes rétegek talaj és kőzetfizikai tulajdonságait és a tervezett építéstechnológia és a mérnökgeológiai viszonyok összefüggését, egymásra hatását adja meg. A helyszínen készített talajmechanikai, kőzetfizikai (kőzetpresszió méteres mérés), hidrogeológiai és karotázs-vizsgálatok támogatták a komplex kutatómunka sikerességét. A tanulmány elkészítése során elemezték a korábbi feltárások, vizsgálatok eredményeit és azokat az újabb, pontosabb, részletesebb feltárások eredményeivel korrigálták.

Az előírásoknak megfelelően sor került a Metróvonal földrengés-veszélyeztetettségi vizsgálatra és az előzetes Környezetvédelmi Hatástanulmány elkészítésére is, amely utóbbi a földtani, hidrogeológiai, geohidroológiai és mérnökgeológiai összefoglaló szakvélemény alapadatainak felhasználásával készült.

A szakvéleményben közölt összefoglaló, földtani, mérnökgeológia szelvények és a laboratóriumi vizsgálatok teljes körű közlésére nincs lehetőség, így a szerzők csupán a kutatás és a szakvélemény földtani eredményeinek rövid bemutatására vállalkoztak.

A BUDAPEST 4. SZ. METRÓVONAL ÉS KÖRNYEZETÉNEK FÖLDTANI VISZONYAI

RAINCSÁK GYÖRGYŰNÉ — Magyar Állami Földtani Intézet

ÖSSZEFOGLALÁS

A 4. sz. Metróvonalon 3, földtani-tektonikai szempontból jelentősen eltérő nyomvonalszakasz különíthető el:

- A *budai szakasz*: A Kelenföldi pályaudvartól a Szent Gellért térig. A szakaszra a homogén földtani felépítés (Kiscelli Agyag Formáció) és a viszonylag kis mértékű tektonikai igénybevétel jellemző.
- A *Duna alatti átvezetés szakasza*: a Szent Gellért tér DNy-i részétől a pesti rakpartig. Ezen a szakaszon az alagút a Gellért-hegy DK-i, erősen tektonizált előrögét (tektonikus sasbércet) harántolja.
- A *pesti szakasz*: a Fővám tértől a Dózsa György útig. DNy-ről EK felé fiatalodó, felső oligocén-felső miocén korú, litológiaiag nagyon változatos; a kompresszív tektonika következtében erős térrövidülésen átment összeletekben halad az alagút.

1. A 4. SZ. METRÓVONAL ÉS TÉRSÉGÉNEK MEGKUTATOTSÁGA

A nyomvonal-alternatívák és közvetlen környezetük földtani ismeretét kb. 260 db; 30-300 m - többségében 60 m - mélységű fúrás rétegsora és anyagvizsgálati eredménye alapozza meg.

A fúrások kb. 70%-a 1973. és 1976. között mélyült (Budán: a B-1. - B-54. sz. és 298.-302. sz.; a Duna medrében: a T1. - T6. sz.; a pesti oldalon a T7. - T8. sz., 303. - 322. sz., Z-1. - Z-52. sz. és a K-1. - K-21. sz. fúrások). 1983-ban - a Szabadság híd közvetlen D-i térségében lévő átvezetési koncepciónak megfelelően - készülték a DM-1. - DM-5.-ös számú fúrások. 1988-89-ben - az Etele út-Tétényi úti nyomvonal - alternatívát megkutatandó: a B-55. - B-63. sz. fúrások; Pesten pedig a P-1. - P-5. sz. fúrások mélyültek le. Az 1997-99. évi kiegészítő kutatás eredményei Budán a B-701. - B-711. sz. és B-901. - B-903. sz.; a Duna medrében az M-801. - M-803. sz.; Pesten a P-712. - P-717. sz. kutató fúrásokból származnak.

A Fővám tér, Kálvin tér és a Baross tér környezete földtani megismeréséhez jelentős segítséget nyújtottak a II. Világháború előtt és az 1949-53. között mélyült FAV-BESZKÁRT kivitelezésű fúrások (201.-210. sz., M 64.-73. sz., 042., 043., 085., 093., 105. és 1001.-1007. sz.). A Duna medre alatti földtani képződmények ismeretességét a Szabadság híd pillérfúrásai [Zsigmondy V. 1885] alapozták meg.

Az 1973-99. között mélyült fúrások mintaanyagából részletes földtani és talajmechanikai-közvetfizikai anyagvizsgálat készült. 1997-ben - elsősorban a megvalósíthatóság szempontjából - megtörtént a fúrasi dokumentáció egységesítése. Minthogy e tekintetben a képződmények litológiai-tektonikai

jellege mérvadó, jelen dolgozat is elsősorban ezeket a sajátosságokat értékeli.

2. A NYOMVONAL ÉS TÉRSÉGÉNEK FÖLDTANI FELÉPÍTÉSE

A 4. sz. Metróvonal csaknem szimmetrikus helyzetben két medenceterületet harántol, melyeket a Duna alatti átvezetés térségében egy tektonikus sasbérc választ el egymástól. Ennek megfelelően a nyomvonalon 3; földtani-tektonikai szempontból jelentősen eltérő nyomvonalszakasz jelölhető ki:

- a budai szakasz (a Kelenföldi pályaudvartól a Szent Gellért térig)
- a Duna alatti átvezetés szakasza (Szent Gellért tér - pesti rakpart) és
- a pesti szakasz (a Fővám tértől a Dózsa György útig).

A nyomvonal földtani felépítését az I. sz. melléklet: I-V sz. földtani szelvényei szemlélteti.

2.1. Budai nyomvonalszakasz

Ezen a szakaszon a tervezett alagút mindvégig az alsó oligocén Kiscelli Agyag Formációban fog haladni. Közvetlenül a Kelenföldi pályaudvar környezetében feltételezhető a Kiscelli Agyag és a Törökbalinti Formációk átmenete is, ezt azonban inkább csak a mikrofauna összetétele jelzi, a litológiai jelleg nem változik jelentősen.

A Kiscelli Agyag Formáció vastagsága, tektonikus helyzetének függvényében változó. A karsztvizkutató fúrások-kutak adatai alapján a DNy-i szakaszon átlagosan 250-400 m; EK felé csökkenő; a Bartók Béla út - Szent Gellért tér találkozásánál már mindössze 13-22 m (299., 300. és B-710. sz. f.). Fekvéje az alsó oligocén Tardi Agyag Formáció, fedője csaknem a teljes szakaszon felső pleisztocén-holocén dunai üledék.

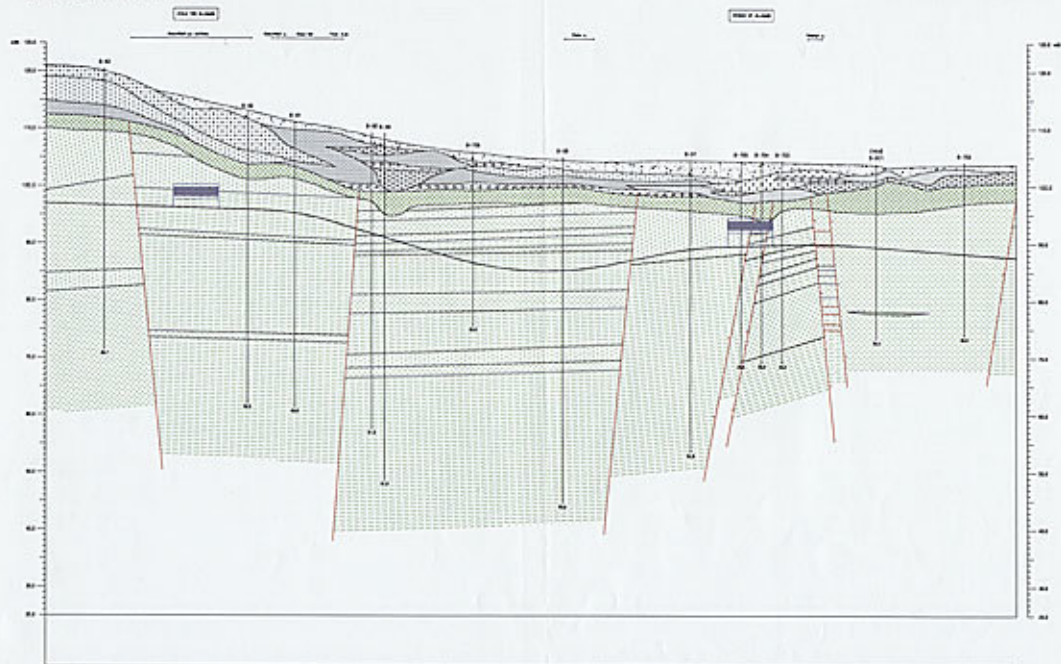
Az ősszel a nyomvonalon zömében típusos kifejlődésű: szürke vagy oxidáltan sárga színű, tömeges-retegzetlen-vastagpados, közepes karbonáttartalmú, erősen pirités, a repedések mentén gipszes. Az egyes szerkezeti egységek kijelölésében - a foraminifera fauna összetételén kívül - az ősszel tagolt inhomogenitások; a rétegvastagság változása, a homoktartalom növekedése, a finomhomok betelepülések száma, 1-2 cm-es tuftos csíkok jelenléte stb. is segítséget nyújtanak. Domináns agyagásványa az illit és a montmorillonit; nehézásványai közül az üledékes pirit (bontott pirit, limonit) az uralkodó. Gyakori epigén ásványa a gipsz, amely repedések mentén 4-6 cm-es nagyságig is elérhet.

A mintákon észlelhető átlagos dőlési érték 3-5°, ez az érték csak közvetlenül a vetőzónák térségében nő meg: 10-20°-ra. Csaknem minden fúrásban megfigyelhető az anyag diszlokáltsága, de ez csak igen ritkán jelez jelentős vetőt. A mintákon észlel-

BUDAPEST 4. Sz. METRÓVONAL I.szakasz

Méretarány h=1.5000 m=1.500

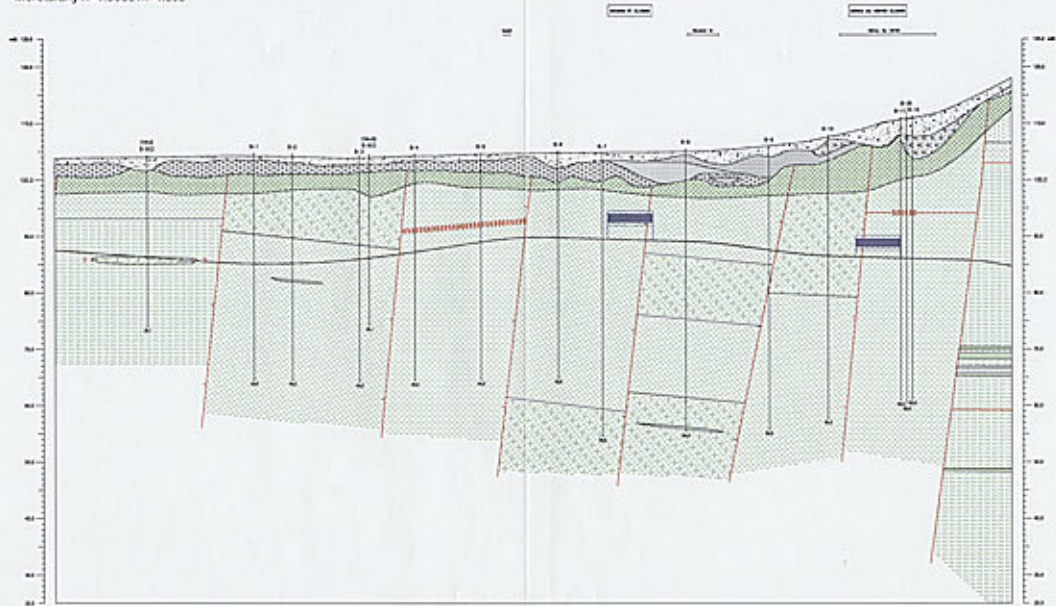
I. sz. földtani szelvény



BUDAPEST 4. SZ. METRÓVONAL I. SZAKASZ

II. sz. földtani szelvény

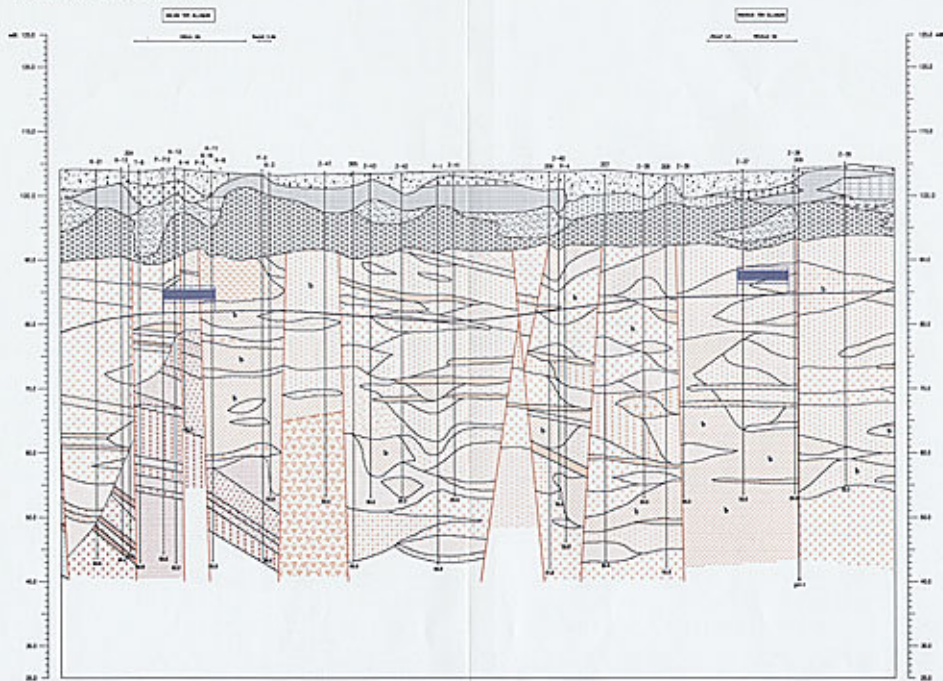
Méretarány h=1:5000 m=1:500



BUDAPEST 4. Sz. METRÓVONAL I.szakasz

IV. sz. földtani szelvény

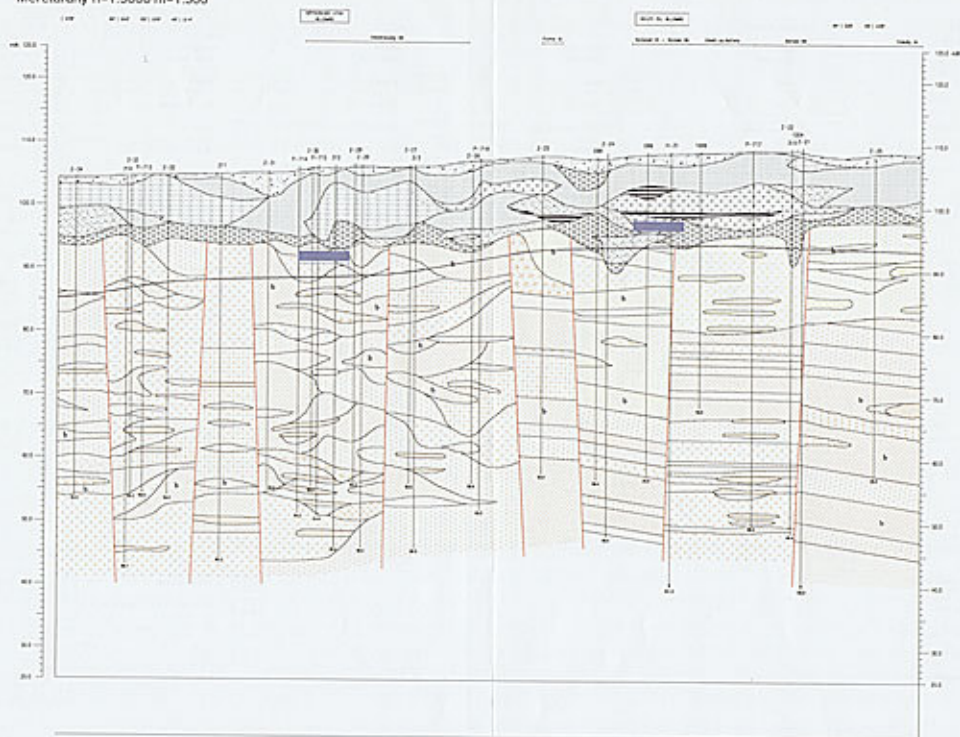
Méretarány h=1:5000 m=1:500



BUDAPEST 4. Sz. METRÓVONAL I.szakasz

V. sz. földtani szelvény

Méretarány h=1:5000 m=1:500



hető törések kivétel nélkül nyitottak, a domináns 75-85°-os dőlésű törések kevesebb 30-45°-os, ellentét dőlésű törés vágja át. A nyitott, matt felületű törési síkok és az ugyancsak nyitott fényes felületű csúszólapok aránya 4-5:1. Jellemző, hogy a törési síkoltól 1 cm távolságra már nem érzékelhető az anyag meggyengülése.

Az ősszlet egészében vízáró; csak a felszínre nyíló törések mentén vezetí meg a talajvizet.

A kiscelli agyag ősszlet felső - negyedidőszaki üledékekkel érintkező - 2-7 m vastag szakasza felbrecsásodott, darabokra széteső és mindig tartalmaz több-kevesebb, a fedőből bemosott homokot is.

A kiscelli agyag (Kiscelli Agyag-Törökbalinti Formáció) fedője a nyomvonal Ny-i szélén felsőpleisztocén-holocén áthalmazott löszből, homokból és köztörmelekből álló deluviális törmelekegy. Ehhez csatlakozva K felé kb. 150-200 m széles sávan a lejtőüledék alapú, dunai üledék köztes rétege, majd holocén lejtőüledékekkel fedett deluviális-fluviális eredetű negyedidőszaki fedő a jellemző. Innen K illetve ÉK felé már kizárólag dunai eredetű meder és ártéri üledékek találhatók az agyagősszlet fedőjében [1. sz. ábra.]

2.2. Duna alatti átvezetési szakasz

A Duna alatti átvezetés szakasza földtani értelemben magában foglalja a Szent Gellért tér és közvetlen D-i környezete alatti területet, és magát a mederszakaszt, megközelítőleg a pesti alsó rakpartig. Ezen a szakaszon a tervezett alagút végig a Gellért-hegy előrögében halad. Az előrög morfológiailag egy DK-i lejtésű hát [2. sz. ábra], szerkezeti szempontból pedig egy ÉNy-DK-i tengelyű, aszimmetrikus sashérs [3. sz. ábra].

A tervezett nyomvonal DNy-ről ÉK felé haladva: a sashérs DNy-i szárnyán - kiemelt helyzetű tardi ősszlet feletti - kiscelli agyagot, ezt követően tardi ősszletet, majd pedig földolomit fekvőjű felső eocén baziskonglomerátumot fog harántolni. Utóbbi képződmények adják a sashérs tetőszintjét. A tetőszinttől ÉK felé haladva budai márga, majd a tardi ősszlet, ezt követően kiscelli agyag; a pesti rakpart térségében pedig a kiscelli agyag-törökbalinti ősszlet az alagút befogadó kőzete.

Alsó oligocén Tardi Agyag Formáció

A Kiscelli Agyag és Tardi Agyag Formációk folyamatos átmenetét a B-710., 299. és 300. sz. fúrások harántolták. Az átmenetre a talp felé csökkenő mélytartalom, a dominánssá váló sötétszürke szín és a gyenge elválást mutató belső mikrorétegzettség jellemző. A tardi ősszlet fekvője - folyamatos üledékképződéssel - a felső eocén korú Budai Márga Formáció.

A tardi ősszlet különböző szintjékeit 16 db Metrő-fúrás harántolta. Reális vastagsága - a feltételezhető lepusztulási is figyelembe véve - 100-110 m. Fedője az átvezetés túlnyomó részén csak dunai üledék, a sashérs szárnyain pedig kiscelli agyag.

A Tardi Agyag Formáció litológiai szempontból kétszattatú. Felső szakaszára az agyagos kifejlődés dominanciája, alsó szakaszára az agyag(agygakó)-homokkó egyensúlya, az andezites-dácitos tufa-tüfti betelepülések nagy száma jellemző. Az egész ősszlet ritmusosan finomsávos-lemezes, olykor leveles mikrorétegzettségű, mészmertes-alig me-

szes és gyakran erősen bitumenes.

Lemezes struktúrája következtében, a vetők térségében teljesen feldarabolódott, átkvasodott, jó vízvezetővé vált.

Felső eocén Budai Márga Formáció

A Budai Márga Formációt 8 db Metrő-fúrás érte el, vagy harántolta. Fedője a tardi ősszlet vagy dunai mederüledék. Fekvője felső eocén baziskonglomerátum (Kosdi Formáció), vagy pedig a bázistörmelek mentén kialakult karszthasadék, olykor közvetlenül felső triász földolomit.

A típusosan változó rétegvastagságú; világosszürke, mészkő-mészmárga, réteges agyagmárga dominanciájú ősszlet a térségben meglehetősen atipikus; világos szürkésbarna, csaknem rétegzetlen, egyes szakaszain, vagy egészében átkvasodott. Az atipikus márgaösszletek azonosítását elsősorban a ritka; 2-22 cm vastagságú, lencsés jellegű, biogén és szervesetlen törmelekananyagból álló alodapikus mészkőpadok könnyítették meg.

Felső eocén Kosdi Formáció

A Budai hegység területéhez képest a Gellért-hegyen a Budai Márga Formáció fekvőjét, illetve a Kosdi Formáció fedőjét adó nummuliteszes-lithothamniosos mészkő csak 12-15 m vastagságú és erősen törmelekes. A kivékonyodott mészkövet hitelt érdemlően csak a 298. sz. fúrás harántolta, a többi; felső triász is ért fúrásban - beleértve a Szabadság híd pillérfúrásait is - a budai márga fekvője közvetlenül felső eocén baziskonglomerátum-brecsca. A törmelekes ősszlet vastagsága a M-802. sz. fúrásban kb. 9,4 m.

A földolomit egyenletlen térszínére települő bázistörmelek anyaga zömében koppatatlan 1-12 cm-es tűzköves-szaruköves dolomit. Kb. 25%-nyi erősen koppatott metamorf kőzetanyagot (gneisz, kvarcit, kvarchomokkó) és szubvulkáni biotit (biotit-amfibol) andezit kavicot tartalmaz. A törmelekananyag laza, csak helyenként tartalmaz kevés agyagos kőzetanyagot és gyakoriak benne a dolomitliszt rétegek-betelepülések.

Felső triász karai Földolomit Formáció

Az 1998-ban a Duna középvonalától K-re mélyült M-801. - M-803. sz. fúrások mindegyike elérte a földolomitot. Az M-801. és M-803. sz. fúrások 43-44 m-rel; a Ny-ra lévő M-802. sz. fúrás viszont mindössze 10,9 m-rel a mederfenék felszíne alatt érte el az ősszletet.

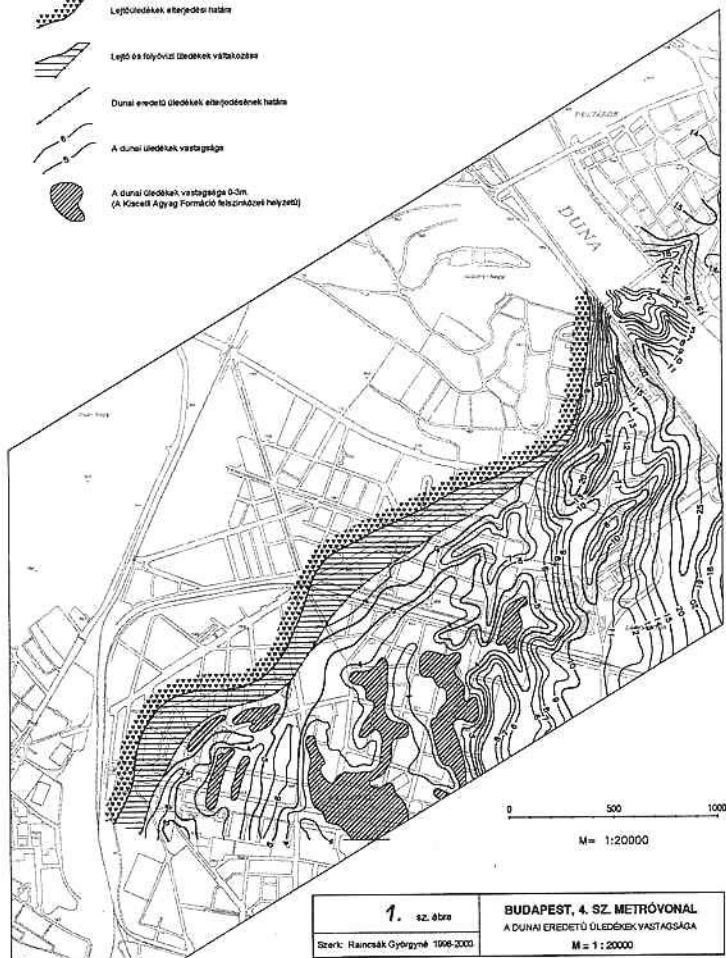
A dolomit teljes egészében katakázosodott, zömében változó méretű dolomitmurvává-dolomitliszté esett szét; még látszólag épebb szakaszai is csekély mechanikai hatásra dolomit poliéderekre esnek szét.

A Duna alatti teljes felső triász-alsó oligocén (tardi) ősszlet erősen tektonizált és teljes egészében hidrotermás hatást mutat. A repedések és réteglapok menti kalcit- és kvarcerek mellett, az érces fészkek-erek-gumók-impregnációk is gyakoriak. Az ércásványok közül leggyakoribb a pirit (mikrokristályoktól 4-5 mm-es fennőtt kristályokig), viszonylag ritkább a markazit. Kísérő ásványok: kristályos és kristályalak nélkül kvarc és kalcit, viszonylag kevesebb kalcedon; gömbös megjelenésű aragonit és barit.

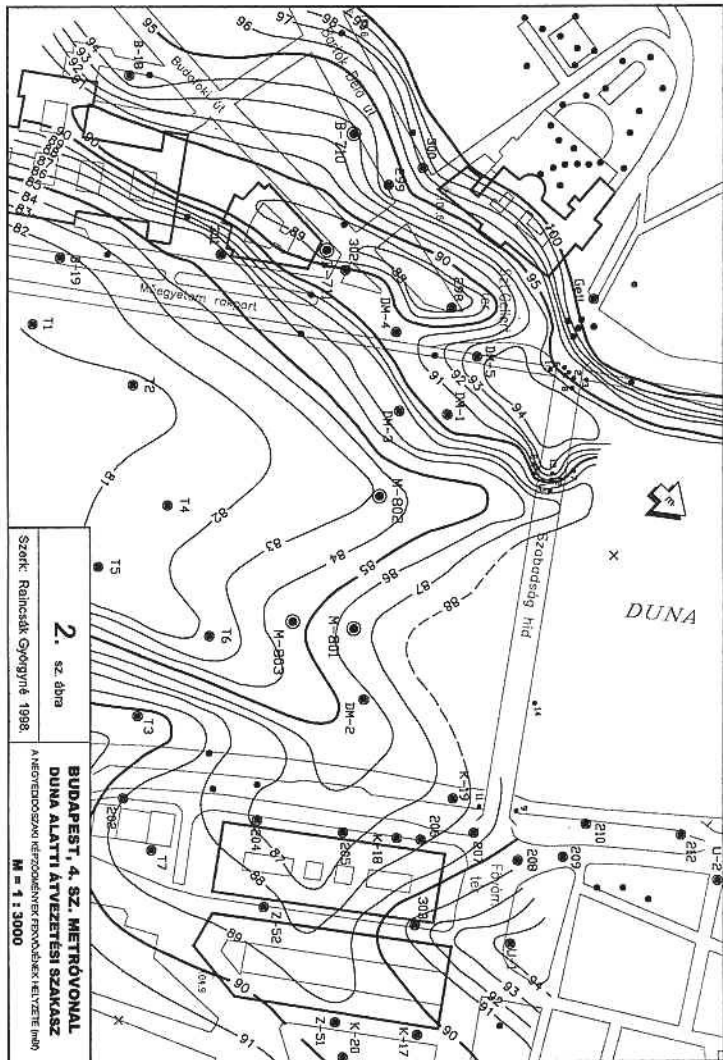
JELMAGYARÁZAT



-  Lejtőledek elterjedési határa
-  Lejtő és folyóvízi üledékek váltakozása
-  Dunai eredetű üledékek elterjedésének határa
-  A dunai üledékek vastagsága
-  A dunai üledékek vastagsága 0-3m.
(A Kacsei Aggag Formáció felszínrészével egyeztetve)

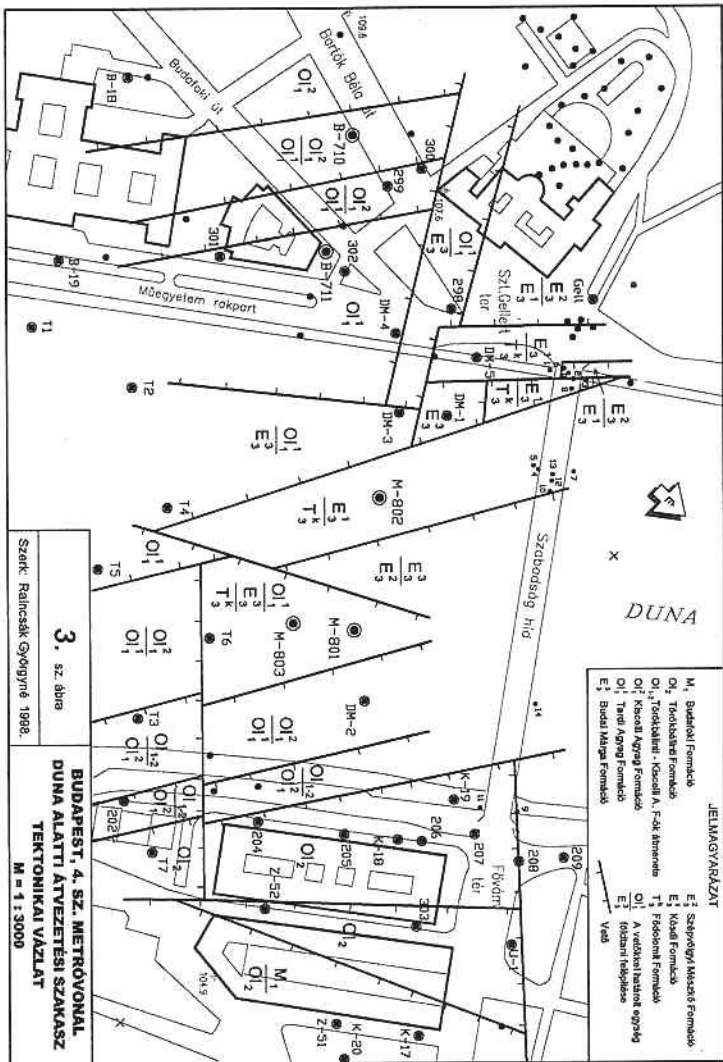


1. sz. ábra	BUDAPEST, 4. SZ. METRÓVONAL A DUNAI EREDETŰ ÜLEDÉKEK VASTAGSÁGA
Szerk: Rancsák Györgyné 1998-2000	M = 1 : 20000



2. sz. ábra
 Szerk: Rainscsák Györgyné 1998.

**BUDAPESTI, 4. SZ. METRÓVONAL
 DUNA ALATTI ÁTVEZETÉSI SZAKASZ**
 A NEDVEZÉSI DÖZSÁNY KÉRDŐJELEK FELMÉRÉSÉNEK HELYSZÍNÉNEK
 M = 1 : 3000



JELMAGYARÁZATI

- M₁ Budaörsi Formáció
- O₁¹ Törökbalta Formáció
- O₁² Törökbalta - Kiscelli A. F.-k. Almrénre
- O₁² Kiscelli Agyag Formáció
- O₁² Tard Agyag Formáció
- E₁ Budai Mésze Formáció
- E₂ Szépvölgyi Mészes Formáció
- E₃ Kiscelli Formáció
- T₁ Földolom Formáció
- O₁¹ A vaskohászatihoz egyezős földtani felépítésű
- E₁ Vads

3. sz. ábra

Szerk: Ráncsak Györgyné 1998.

**BUDAPESTI, 4. SZ. METRÓVONAL-
DUNA ALATTI ÁTVEZETÉSI SZAKASZ
TEKTONIKAI VÁZLAT**
M = 1 : 3000

2.3. Pesti nyomvonalszakasz

Annak ellenére, hogy mind a budai, mind pedig a pesti nyomvonalszakasz földtani értelemben kainozoós medenceüledékekben halad, a megvalósíthatóság szempontjából (litológiai jelleg, közet szerkezeti jelenségek, talaj-rétegvízháztartás) a két terület jelentősen eltér.

A pesti szakasz az erős litológiai inhomogenitás, a kompresszív tektonika miatti zárt törések jellemzők. Gyakorikori a jelentős mennyiségű rétegvízet tartalmazó összletek vagy zárt lencsék, és fennál a talajvíz-rétegvíz kommunikáció lehetősége is.

A képződmények – a medence DK-I - K-i besúlyodásának következtében – DNy-ről ÉK felé fiatalodnak. A Duna pesti rakpartjától kb. 150 m-re a Kálvín tér előttig a tervezett alagút felső oligocén Törökbálinti Formációban, illetve a Törökbálinti-?Szécsényi Slir Formációk összefogazódó kifejlődésében halad. Ettől a Kálvín tér K-i széléig alsó miocén Budafoki Formációban, illetve ennek – tektonikusan mélyebb vagy magasabb helyzetű – fedőjében: a középső miocén Tari Dácitufa - Perbáli Formációban kerülne kihajtásra. A Perbáli Formáció a pesti nyomvonalszakasz domináns kifejlődése, ez adja a Metró alagút alapkövetését egészen a Fiumel útig. Ettől kb. 150 m hosszan a Rákosi Mészko Formációban; majd a Baross térig a Rákosi Mészko és a felső miocén Tinnye Formációk határképződményeiben, innenőt pedig egészen a Dózsa György útig a Tinnye Formációban haladna a Metró alagút.

A pesti nyomvonalszakasz által harántolt összleteken belüli litológiai változatosság ismertetése meghaladja a dolgozat terjedelmi lehetőségeit, az alábbiak csak az összletek litológiai vázlatát adják.

Felső oligocén Törökbálinti és ?Szécsényi Slir Formációk

A 2.1. pontban érintett alsó-felső oligocén átmeneti rétegek felett két eltérő litológiai jellegű összlet települ. A partszegélyi kifejlődésű, gazdag Mollusca faunát tartalmazó Törökbálinti Formáció domináns képződménye a keresztirétegzett homok, aleuritok homok és kavicsos homok, amelyben gyakoriak a diagenetikus és posztdiagenetikus homokkőrétegek és lencsék is. A ?Szécsényi Slir Formációra a homokos agyag-agyagos homok, aleuritok homok és homokkő vékonyréteges változása, a kisebb mérvű osztályozottság és a zöldes-szürke szín jellemző.

Alsó miocén, egerburgi Budafoki Formáció

A pesti nyomvonalszakasz sokáig vitatott korú összlete: meszes homok-homokos kavics-agyagos kavics és tarka, kemény aleurit lencséből-rétegeiből épül fel. A sok Anomia sp. töredék mellett, a P-112. sz. fúrásból ép Pecten pseudobaudanti Dep. et Rom. példány is került elő. Utóbbi igazolta egyértelműen az összlet korát.

Középső miocén Tari Dácitufa-Perbáli; Perbáli és Rákosi Mészko Formációk

A belső pesti bádai összletek – ma már csak kisebb bizonytalanságokkal terhelt – tagolását a 3., 4. és 5. sz. Metróvonal fúrásai tették lehetővé. A Kálvín tér és tágabb körzetében, a Budafoki Formációra éles diszkordanciával in situ riodácitufa betelepüléseket tartalmazó, agyagos-homokos

tuft, homokos kavics, homok rétegekből felépült max. 30-40 m vastag összlet települ. Az összlet a Tari Dácitufa ill. a Tari Dácitufa-Perbáli Formáció képződményeit képviseli.

A fedőjében lévő csökkentsósvízi-édesvízi faunát tartalmazó rétegsort a 4. sz. Metró fúrásai nem harántolták, a vulkanogén-szedimentogén összletre 200 m-es vastagságot meghaladó alsó-középső bádai árapály övi-folyóvízi-tavi, zömében terrigén összlet települ, amely a Perbáli Formációval azonosítható. Az összlet a szakirodalomban "Tarka aleurit" néven vált ismertté. A Formációra a makro- és ezen belül a mikrolencsés szerkezet jellemző. A makrolencsék anyaga lehet bentonitos agyag, aleurit vagy homok, azonban többségükre az osztályozatlan összetétel jellemző. Az agyagos-aleuritos képződmények mészmintesek, a homokrétegek változó mértékben meszesek. Utóbbiakban gyakori a szeszélyes eloszlású posztdiagenetikus meszes cementáció. A P-716. sz. fúrás felső szakaszán a terrigén összlet felett, illetve ettől ÉK felé mintegy 100 m hosszan – vetőkkel tagolva – tengeri felső bádai összlet található. Az agyag-homok és vékony mészkőrétegekkel tagolt agyagos homok-homokos agyag rétegsoport Mollusca faunája alapján a felső bádai Rákosi Mészko Formációval azonosítható.

Felső miocén, szarmata Tinnye Formáció

A 2. és 3. sz. Metró fúrásai a szarmata összlet bázisán durvatörmelékcs – elsősorban áthalmazott bádai kori törmelékéből álló – rétegsort tártak fel. Ez a markáns diszkordancia-felszín a Baross tér környéki fúrásokban már nem, vagy csak alig érzékelhető. A szarmata összlet nagyon változatos felépítésű, gyengén osztályozott. Domináns képződménye a bentonitos agyag és mészkőrétegekkel tagolt aleuritok-agyagos homok és homokos agyag.

A pesti nyomvonalszakasz az oligocén-miocén képződményeket 7-18 m vastagságban holocén-felsőpleisztocén dunal eredetű üledékek és mesterséges feltöltés fedi [4. sz. ábra].

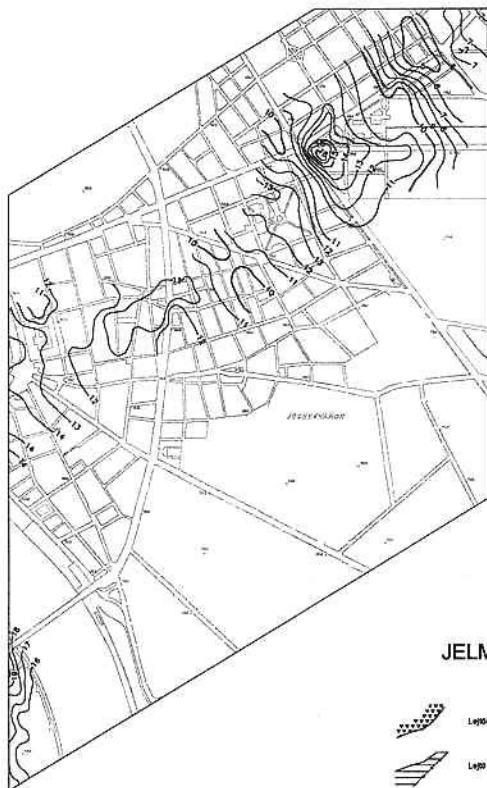
3. A NYOMVONAL TÉRSÉGÉNEK FÖLDTANI SZERKEZETE

A leggyakoribb szerkezeti irányok ÉK-DNy és ÉNy-DK-i csapásúak. Ezek jellegzetesen "neogén" irányok, amelyek a medence besüllyedését előidéző és követő torlódás-préselés (kompresszió) eredményei. Ezek az irányok a mezozoós és paleogén szerkezetek nagy részét elfedik, deformálják. Az igen ritka É-D-I és K-Ny-i; és a gyakoribb KÉK-NyDNy és ÉÉNy-DDK-i csapású irányok a neogénben, vagy a negyedidőszakban kiújult paleogén szerkezeteket jeleznek. A legfiatalabb (posztpannon-pleisztocén-holocén) mozgások eredménye a Gellért-hegy és a Sas-hegy "pszeudodiapir" jellegű kitéréselődése a medenceösszletekből.






A nyomvonal szerkezeti jellegét az 5. és 6. sz. ábra szemlélteti.

A három nyomvonalszakasz szerkezeti specifikumai:

- A budai nyomvonalszakaszban a fúrásokban észlelt gyakori szerkezeti elemek csak vizszoanyag ritkán jeleznek jelentős törési zónát. Vetőt csak ott tételezhetünk fel, ahol a minta



JELMAGYARÁZAT

-  Lejtőoldalak elterjedési határa
-  Lejtő és folyóvíz) Dombok váltakozása
-  Dunaí érerdől) Öledek elterjedésének határa
-  A dunaí öledek vastagsága
-  A dunaí öledek vastagsága 0-3m.
(A Kiscelli Agrag Formáció felszínközeli helyzetű)

0 500 1000

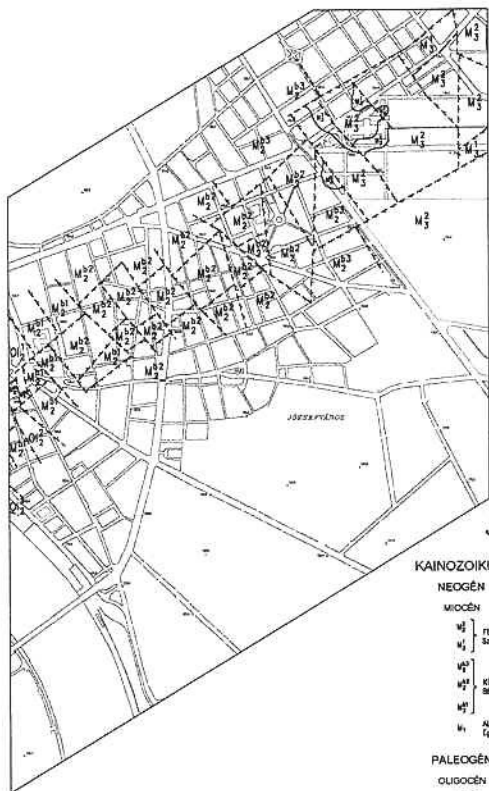
M = 1:20000

4. sz. ábra

BUDAPEST, 4. SZ. METRÓVONAL
A DUNA ÉREDETŰ ÖLEDÉK VASTAGSÁGA

Szerk: Ráncsik Györgyné 1998-2000

M = 1 : 20000



JELMAGYARÁZAT

KAINOZOIKUM

NEOGÉN

MIOCÉN

M ₃	FELSŐ-MIOCÉN	Honfalu (Lentinkó) agyag, homok
M ₂		Corbúnya mészkő, agyag, homok
M ₁		Dégsi Fennsík
M ₃₂		Aggtelek homok, szürke mészkővel
M ₃₃		Almás Mész Fennsík
M ₃₄	KÖZÉPSŐ-MIOCÉN	Tarcsaúr, Lantános agyag és homok
M ₃₅		Szécsi erőd
M ₃₆		Rácher Állomás és Lantánosúti
M ₃₇		radcsúrú-csúf, kőszeg homok, szürke
M ₃₈		Taf. Décsúrú - Perőti Fennsík
M ₃₉		Alsú, homok, kőszeg
M ₄₀	ALSO-MIOCÉN	Südbel Fennsík
M ₄₁		Egyébúrú erőd

PALEOGÉN

OLIGOCÉN

O ₁	FELSŐ-OLIGOCÉN	Honfalu-szürke agyag, aggtelek
O ₂		1. sz. szürke sz. Fennsík
O ₃		homok, kőszeg homok és szürke
O ₄		Tádasúrú Fennsík
O ₁₊₂	ALSO-FELSŐ-OLIGOCÉN	Aggtelek, aggtelek, honfalu-szürke agyag
O ₅		(Tádasúrú) - Csécs Fennsík és szürke
O ₆		Aggtelek, aggtelek
O ₇	ALSO-OLIGOCÉN	Aggtelek, honfalu agyag, homok, kőszeg
O ₈		csúf rétegekkel - Taf. Aggtelek

EOCÉN

E ₁	FELSŐ-EOCÉN	Mátyás, mátyás
E ₂		Bud. Mátyás Fennsík
E ₃		Mátyás, kőszeg-honfalu mészkő
E ₄	FELSŐ-EOCÉN	Südbel Mész Fennsík
E ₅		Kapcsolódás-honfalu
E ₆		Kőszeg Fennsík

MEZOZOIKUM

TRIÁSZ

T ₃	FELSŐ-TRIÁSZ	Tádasúrú
T ₂		Tádasúrú Fennsík

--- felt. rétegek

--- felt. rétegek

0 500 1000

M = 1:20000

6.

sz. ábra

BUDAPEST, 4. SZ. METRÓVONAL

A NYOMVONAL TEREGÉNEK TERTONKAI VÁZLATA

Szerk. Ráncsák Györgyné 1998-99.

M = 1 : 20000

több m hosszúságban felmorzsolódott; a nyitott tört szakaszok a felszínre nyúlnak, vagy pedig ott, ahol a szomszédos fúrások szintjelző Foraminifera-együttése legalább 2-3 zónációban eltér.

- A Duna alatti átvezetés egy ÉNy-DK-i tengelyű aszimmetrikus tektonikus sasbércet hárántol. A sasbérc aszimmetriáját a DNY-i szárny gyengébb; az ÉK-i szárny erősebb térrövidülése idézi elő. A sasbérc elsősorban hosszanti, ÉNy-DK-i törésekkel tagolt. A törések nyitottak, gyakoriak a felmorzsolts zónák. A sasbérc tetősíntjén a karszt nyitott, védőréteg nélküli. Az egész felső triász-alsó

oligocén összetlet magán viseli a hidrotermás hatás nyomait.

- A pesti nyomvonalzakaszra a medencesülylyedéssel kapcsolatos kompresszív típusú szerkezetalakulás jellemző. Az erős térrövidülés miatt gyakoriak a préselt, torlódott szerkezetek. Az egyes szerkezeti elemeket csak 3-5 fúrásból álló fúráscsoportok rétegsorainak areális - tehát nem szelvényeszerű - összehasonlításával lehet kijelölni. A mintákon észlelhető kevés szerkezeti elem kivétel nélkül zárt. Ehhez természetesen az agyagok erős duzzadóképesége is hozzájárul.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- Augszky G-Scheuer Gy.-Szegedi P. 1985: A 4. Metróvonal Duna alatti átvezetésének mérnökgeológiai vizsgálata - *Földt. Köz. 115. No. 1-2., pp. 163-172.
- Bubics I. 1978: A budapesti metróépítés földtani eredményei - Mérnökgeol. Szemle 25. pp 119-135.
- Bubics I. 1979: A metróépítés célját szolgáló kutatófúrások és vizsgálatok történeti áttekintése és értékelése - Kézirat, MGSZ Földt. Ad. FŐMTERV 1977: Műszaki leírás a DBR METRO vonal beruházási program műszaki tanulmányához - Kézirat, MGSZ Földt. Ad.
- Horváth M.-Nagyvarosi A.-Varpa P. 1983: A METRO 4. nyomvonal I. beruházási szakaszához mélyült Duna mederfúrások őslénytani vizsgálata - Kézirat, MGSZ ÉGA
- Hegy L.-Kiss E.-Sziabócsky P. 1981: Általános földtani eredmények a budapesti METRO vonalak földtani kutatásaitól - Általános Földtani Szemle 16., pp. 5-24.
- OFKFKV 1974-76: Földtani kutatási szakvélemény a DB - Zugló Metró nyomvonaláról I., II., III. és IV. szakasz. - Kézirat, MGSZ ÉGA
- OFKFKV 1977: Földtani szakvélemény a budapesti METRO tervezett Dél-Buda-Rákospalota szakaszáról - Kézirat, MGSZ Földt. Ad.
- OFKFKV 1978: Földtani szakvélemény a budapesti Metró Duna-part-Rákhívi térsi szakaszáról. - Kézirat, MGSZ Földt. Ad.
- Raincsák Gy.-né 1997: Dél-Buda-Rákospalota irányú 4. sz. metróvonal. Földtani szakvélemény. (In: DBR Konzorcium jelentése) - Kézirat, MGSZ Földt. Ad.
- Raincsák Gy.-né 1998: Dél-Buda-Rákospalota irányú 4. sz. metróvonal. Duna alatti átvezetési szakasz. Földtani szakvélemény - Kézirat, MGSZ Földt. Ad.
- Szurkos G. 1999: Budapest 4. metróvonal I. szakasz. Tétényi úti állomás és Mórész Zs. körtér közötti módosított szakasz környezetének földtani felépítése. - Kézirat, MGSZ Földt. Ad.
- Varpa P. 1982: A tardi agyag alsó tengeri szintjének kora, allodapikus mészkőbetelepülések alapján. - Földt. Köz. 112. No 2. pp 177-184.
- Wein Gy. 1977: A Budai-hegység tektonikája - MÁFI Kiadványa, Budapest
- Zsigmond V. 1885: Jelentés a Fővám térsi hid fúrásairól - MGSZ Földt. Ad.

SZEIZMIKUS MÉRÉSEK A TERVEZETT

4.SZ. METRÓVONAL DUNA ALATTI ÁTVEZETÉSÉHEZ

PRÓNAY ZSOLT, TÓRÓS ENDRE, HERMANN LÁSZLÓ — Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

1. ELŐZMÉNYEK

A Metróvonal Duna alatti átvezetéséhez végzett földtani feltárások során az előzetes terv szerint nem számoltak vizen végzett szeizmikus mérésekkel. Ezek szükségességét, a kutatási folyamatba történő illesztését az alábbiak indokolták:

- a fúrások csak a nemzetközi hajózási útvonalon kívül voltak telepíthetőek,
- a bonyolult tektonikai környezet megismerése,
- a geofizikai mérések eredményeit figyelembe lehet venni az azt követő fúrások helyének kitűzéséhez,
- a fúrólukák közötti szeizmikus átvilágításokra az adott környezetben egyedülálló alkalom nyílt,
- gazdaságossági szempontok.

Mivel az indokok többsége az első, a könnyebben kivitelezhető, folyásiránnyal párhuzamos szeizmi-

kus szelvényezések értékelése után is fennállt, hiszen a szeizmikus szelvényezéssel elsősorban a mérés irányára merőleges tektonikai elemek mutathatók ki, a kutatás irányítói a keresztirányú szelvények lemerésére is megbízást adtak. A vizen végzett mérés így két lépcsőben valósult meg, mindkét esetben az adott időszakban a körülményekhez képest (a Duna áradása, fagyopt alatti hőmérséklet, stb.) optimális időpontokban, 1998. decemberében és a rákövetkező hónapban. A kedvezőtlen időszakban történő mérést a kutatás sürgettsége indokolta.

2. FÖLDTANI VISZONYOK

A Duna alatti átvezetés közismerten az egész Metró nyomvonal legkritikusabb része. A folyó itt egy nagy törérendszer követ, amelyet a Gellért-hegy D-i oldalán keresztirányú szerkezetek is bo-

nyolitanak.

Az alapvető földtani képződmények fentről lefelé haladva: dunai homokos kavics, Tardi Agyag, Budai Márga, Triász Földolomit. A budai márga csak a budai oldal egyik fúrásában jelenik meg, a dologmitot két fúrás érte el. A homokos kavics vastagsága a fúrások szerint 0-8 m, a többi réteg vastagsága változó, esetenként hiányoznak.

A mérési terület közelében, eléggé szétszórtnak, a régebben tervezett nyomvonal mentén több, a jelenlegi környezetében három kutatófúrás mélyült. Bár az eltérő időben különböző kivitelezők által mélyített és természetesen különbözőképpen leírt fúrások összehasonlítása gondokat okozott, a mérések tervezéséhez szükséges egyszerűsített földtani-geofizikai kép kialakítására lehetőséget adtak.

3. MÉRÉSI KÖRÜLMÉNYEK

Az ELGI eddigi vízen végzett szeizmikus méréseitől eltérő körülményekkel találkozunk. Míg a Balaton nyugodt felszínén, vagy a Duna sodorvonalában való mérések (Nagyvaros környéke) pozicionálási és egyéb méréses technikai nehézségeket nem okoztak, addig itt a több mint 25 m hosszú többszatomás mérőrendszer mozgását, különösen a keresztirányú méréseknél az erősen és változó sebességgel áramló víz igen komolyan befolyásolta. Magán a Dunán történő manőverezés is nehezebb volt ezen a beszűkült folyószakaszon, nem beszélve a hidpilérekről, jelzőbójákról és kikötőpontokról, amelyek a vontató jármű mozgását akadályozták és bizonyos helyekhez lehetetlenné tették a hozzáférést.

A behatárolt mérési geometria és az áramló közeg miatt változó irányú mozgást végző adó-vevőpárok korlátozták, vagy értelemtelenné tették a szárazföldi, esetleg sodrásirányban végzett vízi méréseknél szokásos stacking rendszerű méréseket is, aminek lényege, hogy egy-egy mélybeli reflektáló felületelemről több különböző geometriai helyzetű adó-vevő párból származó reflexiók jeleit összegyűjtjük, kiemelve ezzel a jelbeérkezéseket a véletlenszerű zajból.

Összegezve: a méréseket a megrendelés szerint előre kijelölt konkrét szelvények mentén egy viszonylag szűk területen, a tervezett Metró nyomvonal környezetében, rövid idő alatt kellett kivitelezni a legalább 60 méteres kutatási mélység és egyéb mérési paraméterek szempontjainak szem előtt tartásával.

4. A MÉRŐRENDSZER ÉS MÓDSZER KIALAKÍTÁSA

A jelforrás megválasztása döntő fontosságú volt a megoldás sikere szempontjából, mivel megfelelő energiájú és frekvenciájú forrást csak kompromisszumok alapján választhattunk ki. Bármennyire is szeretnénk, a néhány kHz-es nagyfrekvenciás, tehát nagyon jó felbontóképeségű forrásokkal (piezo, boomer, sparker) csupán a meder és közvetlen környezete kutatható, behatolási mélységük a kavicsban csak néhány méter. Bár a kutatási mélység megkívánna, az energia korlátlan növelésének határt szab a reverberáció jelensége kisebb frekvenciájú forrásnál is: a kemény mederka-

vics nagy reflektivitása miatt az energiának csupán kb. 10%-a lép be a vizsgálandó tartományba, a "maradék" 90% pedig a vízfelszín és a mederfenék között ide-oda pattogva a regisztrátumon többszöri beérkezéséket vagy amplitúdóval megjelenik, igencsak megnehezítve a feldolgozást.

A nagy energia használatával további kompromisszumot kellett kötni: míg a nagyfrekvenciás forrásokkal akár pár száz ms-onként, itt néhány s-onként lehetett csak felvételt készíteni. Mivel a felvételek egy, a kutatóndó objektumhoz képest mozgó rendszerrel készültek, a rezgéseltelt időbeli sűrűsége egyben a térbeli mintavételi sűrűségét is meghatározta.

A mérések céljára a fenti feltételeket leginkább kielégítő átalakított Bolt típusú árgun forrást alkalmaztunk. Működésének lényege, hogy az energiát nagy nyomással (140 bar) semleges gázzal feltöltött kamra tartalmának igen rövid idő alatti, robbanásszerű vízbe történő kieresztésével adja. A kamra méretének (80-650 cm³) és a benne lévő nyomásnak a változtatásával a forrás energiája és frekvenciája bizonyos határok között változtatható. A domináns frekvencia esetükben 400 Hz körüli volt, ami a vízben terjedő rugalmas energia hullámterjedési sebességével számolva kb. 1 m-es elméleti felbontást biztosított a kutatóndó objektumra.

A szeizmikus jelek vételére egy saját fejlesztésű, 12 csatornás, 1 m-es csatornáközű vevőrendszert (streamer) alkalmaztunk. A többszatomás vevőrendszer lehetővé adott az optimális adó-vevő távolság utólagos kiválasztására, valamint a későbbi feldolgozás során a reverberáció kiszűrésére. Az érzékelő rendszerek csoportosítását, mivel simítja a nagyobb dőlésű tektonikai elemeket, elvéteztük.

A forrás és a vevő mélységét mechanikus úton úgy szabályoztuk, hogy azok 0,8-1 m-es mélységben a víz alatt legyenek.

A mozgékony, a lehetőségekhez képest rugalmas mérőegységű motorcsónak vontatta (lásd 1. ábra). A helymeghatározást differenciális GPS rendszerrel végeztük, ahol az egyik műszer a csónakban, a másik a parton egy ismert ponton egyidejűleg regisztrált. A Szabadság híd az alatta való áthaladáskor sajátos leányképző a navigációt biztosító GPS műholdjait, így a tervezett 1 m alatti helyett csak 2-5 m-es pontosságot lehetett elérni.

A rezgéseltelt folyamatos működése mellett az ugyancsak a csónakban lévő ESS-03-24 típusú ELGI gyártmányú szeizmikus berendezéssel regisztráltuk a hullámképeket.

A hosszirányú szelvényeket a Duna folyásával ellenkező irányban haladva, a mederfenékhez képest közel állandó sebességgel mozogva mértük, ügyelve a megfelelő térbeli mintavételi sűrűsége. A keresztirányú szelvényezésnél a változó sebességgel áramló vízben az állandó irány és a kis sebesség tartása különösen nehéz feladat volt.

A fentiek miatt a mérési módszer sikeressége erősen "hajó- és kormányosfüggő". A megfelelő minőségű mérési anyag elkészítéséhez jó manőverező képességű, elegendően lassan, ugyanakkor egyenletesen is haladni tudó vízi járműre van szükség.

A bonyolult tektonika miatt a vállalt szelvénye-

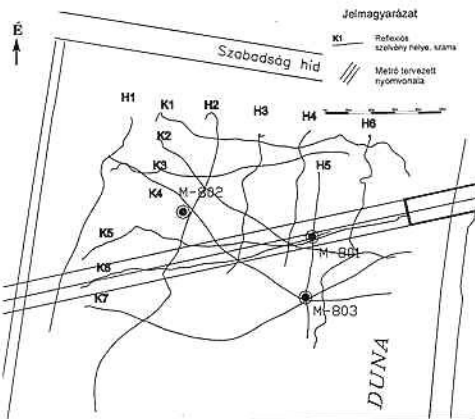
zési darabszámot és hosszakat túlteljesítettük, lehetőséget adva a megbízhatóbb értelmezésnek (lásd 2. ábra, mérési helyszínrajz)

5. A SZEIZMIKUS FŰRŐLYUK VIZSGÁLTOK ÉS ÁTVILÁGÍTÁS AZ M-801 ÉS M-802 FŰRŐLYUK KÖZÖTT

A fűrőlyukak, lehetővé téve a kutandó összehozható közvetlenebb hozzáférést, módot adnak azon paraméterek mélységfüggésének meghatározására, amelyek a felszínen végzett mérések befolyásolják. Ugyanakkor, ha a geofizikai módszerrel vizsgált paraméter értéke kőzetanyaghoz, szerkezethez köthető, a két lyuk közötti térrész az átvilágítás módszerével leképezhető (downhole, crosshole, tomográfia). Nyilvánvaló, hogy a fűrő-



1. ábra



2. ábra Szeizmikus reflexiók mérések helyszínrajza

lyukban mért szeizmikus paraméterek ismeretében maguk a vízfelszíni mérések is jobban tervezhetők, sőt azok várható eredményessége a fűrőlyukvizsgálatból előre jelezhető. A gyakorlatban azonban a kivitelezés sürgőssége, vagy gazdaságossági és egyéb szempontok miatt a különböző vizsgálatok sorrendje nem felel meg maradéktalanul a klasszikus kutatási elveknek, amely szerint az egyes kutatási fázisok a megelőző eredményeire épülnek.

Az M-802 fúrás részben a szeizmikus mérések kezdeti eredményei alapján tűzték ki, így a fűrőlyuk vizsgálatokra és átvilágításra csak ebben a fázisban kerülhetett sor.

A szeizmikus fűrőlyuk átvilágításnál gyakorlatilag a vízfelszíni mérésnél ismertetett, a fűrőlyukbeli körülményekhez igazított mérési rendszert alkalmaztuk. A jelforrás az M-801-es, a vevő az M-802-es fúrásban volt. Mindkét lyukban 1 m-es forrás- illetve hidrofonközvet alkalmaztuk.

A két fűrőlyukat összekötő egyenes mentén a vízfelszíni rezgésekeltés az adott időben és körül-

mények között technikailag nem volt megvalósítható, ezért mint a 3. sz. ábrán is látható, a fűrőlyukak közötti szeizmikus hullámterjedési sebességeket leképező tomográf térkép horizontális felbontása kicsi a vertikáliséhoz képest.

A szeizmikus fűrőlyukvizsgálatokkal az eltérő geológiai rétegek ellenére egymástól alig különböző sebességszelvényeket kaptunk (3. sz. ábra). Például az M-801-es fúrás 85 mBf-ben, a tardi agyagban, és az M-802 fúrás 72 mBf-ben, a karni földolomitaiban a longitudinális hullám terjedési sebessége egyaránt 2500 m/s körül, függetlenül az eltérő kőzetanyagától. Szeizmikus szempontból ez azt jelenti, hogy, mivel a kőzetek sűrűsége is alig tér el egymástól, az akusztikus impedanciában (a sűrűség és a hullámterjedési sebesség szorzata) a vizsgált mélységterületben nincs jelentős kontraszt így erős reflexió sem várható.

Mindezekon túlmenően a dolomit öszszlet szeizmikus szempontból nem homogén. Az M-802-es fúrás 44 m-ében a 15-20%-os sebességnövekedés következtében a mélységszelvény is fellelhető, öszszleten belüli belső reflexiók szinteket tudunk kijelölni. Annak ellenére, hogy a kőzetanyagban változás van, sajnos nem ennyire jellegzetes a kontraszt az M-801-es fúrás tengelyében, ahol kb. 60 m mélységben látható egy kismértékű sebességnövekedés.

Itt kell megjegyezni, hogy a szeizmikus hullámterjedési sebességtérképek a kőzetek töredékességét, repedezettségét is minősítik. Míg az M-801-es fúrásban átlagos, az adott korú kőzetanyagának megfelelő hullámterjedési sebességeket kaptunk, addig az M-802-es fúrás felső 30 m-ének anyaga erősen igénybevett, a dolomitra nem jellemző kis kőzetsebességeket mutat.

6. A REFLEXIÓS FELVÉTELEK FELDOLGOZÁSA ÉS ÉRTELMEZÉSE

A reflexiók szelvényezések eredményessége az előzőekben megismert, a szeizmikus kutatás

szerpontjából nem túl kedvező fizikai paramétereken és a gondosan megtervezett mérési rendszeren túl az alkalmazott feldolgozási eljárások függvénye.

A feldolgozás során először ki kell szűrni a felvételekből az egyéb zajok mellett a mederfenékről többszörösen visszaverődő hullámokat, el kell végezni a mérés során változó sebesség miatti egyenlőtlen térbeli mintavételezést kiküszöbölő ún. "egyenkőzűsítést, majd a fúrólukokban mért sebességfüggvények felhasználásával az időszelvények mélységshelvényévé transzformálni.

A mélységshelvényeken a meder és a fiatal mederüledékek, homokos kavics alja folyamatosan, nagybomb mélységekben az oligocén és triász képződmények részlegesen voltak követhetők. (lásd 4. sz. ábra).

Míg a fiatal korú, jól követhető rétegekben az elvetődési helyek nagy biztonsággal voltak bejelölhetők, addig jelentős többletmunkával jártak a hirtelen dőlésváltozások, meredek határfelületek bejelöléséi. Ennek oka, hogy ezekhez a szerkezetekhez ún. diffrakciós beérkezések is köthetők, amelyek elfedik a meredek szerkezetekről egyébként csak igen rövid szakaszokon érzékelhető reflexiókat. A helyzetet bonyolítja, hogy a fenék domborzata és a partvonal is hasonló jelenséget produkálhat. Ha a szelvény keresztelte az adott objektumot, a hullám dinamikus paramétereinek megváltozása, az összleten belüli belső reflexiók és diffrakciók megerősítették a szerkezet létezését. Más esetekben, elsősorban a keresztelvényeken, ahol a mérés nem ment át a diffrakciót okozó szerkezet fölött, modellezéssel döntöttük el, hogy a jelenséget a part, vagy más határfelület okozta. Példaképpen: az 5. sz. ábrán a pesti oldalhoz közeli törésvonalat egy, a teljes mederkörnyezetet érintő akusztikus impedancia változás jelzi. A vizsgálatok alapján bebizonyosodott, hogy a beérkezések, a mederben lévő, a parttal hegyesszöget bezáró felületről származnak. Az így extrapolált törésvonal a szelvényen csak mint diffrakciós ág jelentkezik és könnyen összetéveszthető a partról jövő "reflexióval". A valóságban az akusztikus impedancia változás itt nehezen képzelhető el anélkül, hogy az ne érintené a mélyebb, az alagút környezetét is érintő rétegeket.

7. ÉRTÉKELÉS, EREDMÉNYEK, JAVASLATOK

Mivel geofizikai jellemzőiben a mederkörnyezeten kívül nincsenek igazán kitüntetett határfelületek, és ezt alátámasztják az M-801-es és az M-803-as fúrólukban végzett karotázsmérések adatai is,

a szelvények értékeléséből megszerkeszthető a fiatal mederüledékek aljának mélységterképe, (5. sz. ábra). Meghatározhatók azok a fontosabb törésvonalak is, amelyek a terület tektonikájának kialakításában jelentős szerepet játszottak.

A triász dolomit sasbérc kontúrja, éppen a tervezett nyomvonal környezetében, több szelvényben is nyomonkövethető és jól kivethető, hogy a rög DK-i irányban a Vítális forrás felé mélyül és a kb. 40 m (mBf) mélységben a legdélebbi K 7-es szelvényben is megtalálható. (5. sz. ábra)

A geofizikai mérések eredménye szerint a tervezett alagút a Duna alatt Budáról Pestre haladva a triász harántolt szakaszáig 8-12 m vastagságú védőrétegek, majd a triász dolomit mintegy 50 m-e után 6-7 m-es védőréteg vastagság mellett érkezik a pesti oldalra. Tektonikai szempontból kétségtelenül a triász földolomit harántolása a kritikus, de kisebb törések a budai és a pesti oldal környezetében is előfordulnak.

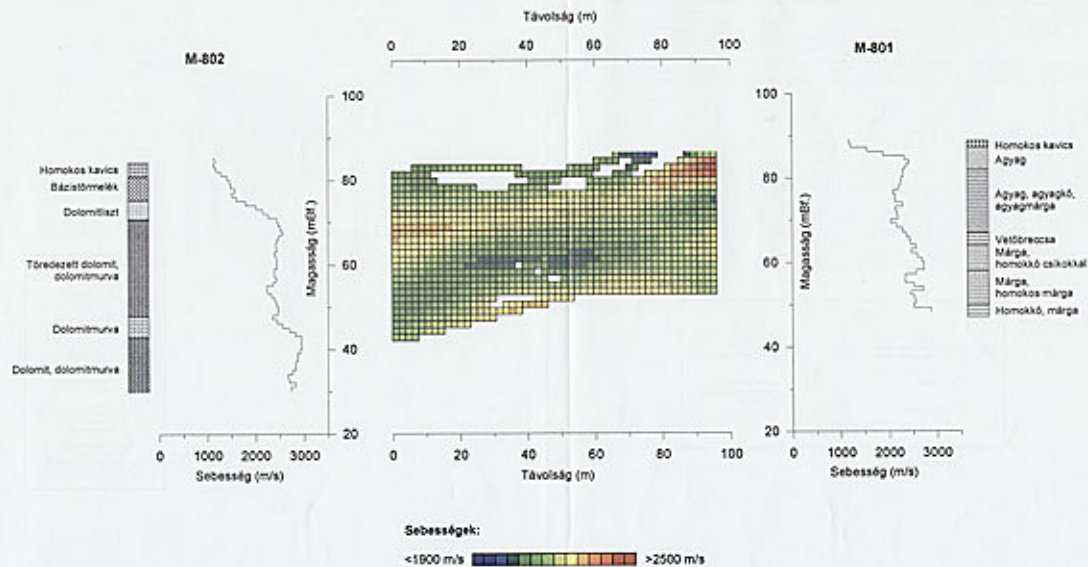
Jelentős minőségjavulás az eredetileg kitűzött mélységtartomány kutatásában a kis sebességkontrasztok miatt további mérésekkel sem várható, míg nagyfrekvenciás szeizmikus mérésekkel a meder környezete, a fiatal üledékeken belüli változások a jelenleginél nagyobb részletességgel kutathatók.

A bonyolult tektonikai környezet, a nehéz mérési és geológiai feltérési körülmények a kutatási irányt a meglévő ismeretek rendszerezésének, a szakma közös gondolkodásának irányába kell hogy elvigyék. A geofizikai mérések teljes információtartalma csak így épülhet be és segítheti elő a további kutatás folyamatát.

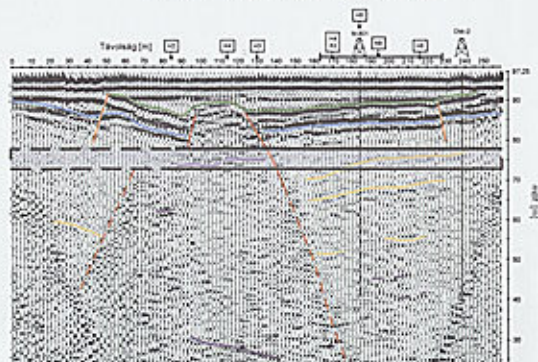
A bemutatott geofizikai méréseknek "járulékos" eredményei is vannak. A tervezett alagút harántolja a tektonikai és hidrotermális hatásoknak kitett összletet, gyenge minőségű dolomitot. Ez a 2000-2500 m/s-os sebességű, jó vízvezető képességű anyag az alagúthajtás szempontjából kellemetlen, mert "ráúl" a pajzsra, ugyanakkor, mivel belső reflexiók jelzik inhomogenitását, helyenként rideg fedőként viselkedhet.

A fúróluk szelvényezések longitudinális sebességértékelés az alagúthajtás biztonsági tervezésének, a dinamikus közetparaméterek és a földrengetés átviteli tényezők számításának is bemenő adatai lehetnek. Ugyanezek a paraméterei a rezgésátviteli tényezők meghatározásának is, amelyek a működő Metrő környezetre gyakorolt hatásának számításában játszanak szerepet. A további tervezéshez és a pontos számításokhoz azonban a transzverzális hullámsebesség és a sűrűség pontos ismerete is szükséges.

A szelzmikus lyukszelvényezés és tomográfia eredményei



K5. szeizmikus reflexiós szelvény

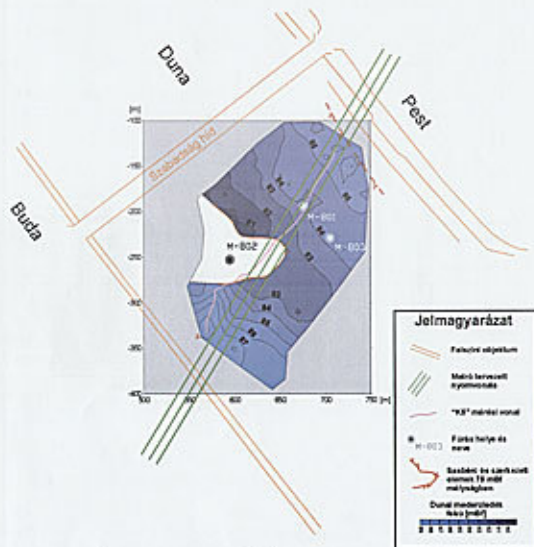


Jelmagyarázat

- Mélyréfleksiók egyenestávolságú és szelvényi helye
- Vastagszűrőcsökkentés helye
- Fúrás helye
- Mélyréfleksiók
- Dunai mederlejtés lejtő
- Nagyobb tavak, állomások, nagyobb ömögő források
- Reflexiók szelvény

4. ábra

Reflexiók mérések eredményei



5. ábra

A 4. SZ. METRÓ KUTATÁSÁNAK HIDROGEOLOGIAI EREDMÉNYEI

professzor emeritusz JUHÁSZ JÓZSEF — Miskolci Egyetem

1. TALAJVÍZ

A Kelenföldi pályaudvartól nyugatra a fűrésok nem tártak fel talajvizet. Itt a mintegy 8 m vastag holocén-pleisztocén réteget, lösz, iszap és agyag alkotja. Feküjében a Kiscelli Agyag Formációt találjuk.

A Kelenföldi pályaudvartól keletre a Vasút utcánál hirtelen lecsökken a fekvése és az előzőekhez hasonlóan holocén-pleisztocén réteg összetételben megjelenik a talajvíz 4,3 m-re a felszín alatt és folyamatosan követhető a Kosztolányi Dezső térig. Ezen a szakaszon belül a talajvíztartó réteg vastagsága és szemcsenagysága többször is változik. Figyelemre méltó, hogy a szakaszon belül feldurvuló talajvíztartó a nyugat felől szivárgó talajvíz helyileg jelentősen elszívja és a Metró nyomvonalára közel merőlegesen dél felé megcsapolja.

Ezen a szakaszon a talajvíz közétlizes homokban, esetenként iszapban sőt iszapos agyag rétegben található. Ezek a rétegek nem a Duna közvetlen kelet-nyugati hordaléka, hanem minden bizonnyal a Kosztolányi Dezső-tér-Bertalan Lajos utca közötti területen jelentkező oligocén kiemelkedést alról megkerülő Duna külső ártéri üledékeként alakultak ki.

A talajvíz a Bártfal utca környékéig iszapban, löszben, közétlizes iszapban van, melynek szabad hézagterfogatata $n_0=0,08-0,05$, vízszintes szivárgási tényezője $k=1.10^6-1.10^6$ m/s-re tehető.

A Bártfal utcától jelentkező homokrétegekben $n_0=0,15-0,20$, $k=1.10^5-1.10^4$ m/s.

A Sósfürdő úttól keletre újra finomodó talajvíztartóban $n_0=0,07-0,05$, $k=1.10^6-3.10^7$ m/s.

A talajvíz a Kosztolányi Dezső tér nyugati oldalán jelentkező vetőtől keletre a kiscelli agyag rétegekben mintegy három méterrel megemelkedik a távolabbi, nyugaton mutatózó felszínbe simulva.

A felemelkedő oligocén fekvé miatt a Kosztolányi Dezső tér és a Móríz Zsigmond körtér között nincs jellegzetes talajvíz az agyagban.

Tovább kelet felé a Bertalan Lajos utca szelvényében az oligocén fekvé hét métert lecsökken. A Móríz Zsigmond körtértől ezen a szakaszon a pleisztocénben 1-2 m vastagságban észak felől lehordott lejtőtörmelék - zömmel mészkődarabos iszap, kavics törmelékdarabok gazdagítják a talajvíztartó réteget, melynek fedőjében sovány, közepes agyagot és 3-6 m feltöltést találunk.

A Móríz Zsigmond Körtér és a Bertalan Lajos utca közötti szakaszon a lejtőtörmelék szabad hézagterfogatata $n_0=0,08$, míg szivárgási tényezője $k=1.10^7$ m/s-ra becsülhető.

Ebben a lejtőtörmelékben 10-12,5 m mélyen jelenik meg a talajvíz, ami arra utal, hogy a nagyon kis helyi utánpótlás mellett döntően az északi, magasabb területről oda szivárgó vízzel van dolgunk.

A Bertalan Lajos utcától keletre megtaláljuk a Duna jobb parti I-es teraszát. Az ide behúzható vető keleti oldalán megjelenik a terasz kavics, homok, helyenként homokos kavicsréteg. Jellemzően a terasz alsó szintje a durvább, amit homok, közétlizes homok fedőrétegek követnek. A terasz felett közétlizes iszap, agyag, illetve feltöltés található.

A terasz fekvését alkotó kiscelli agyag a Budapesti Műszaki Egyetem Kémia épületénél lévő vető mentén tardi márgában folytatódik a Duna alatt is egy darabig.

A Duna bal partján a Sónáz utcától egészen a Vay Ádám utcáig összefüggő teraszt találunk, amelyben a talajvíz elhelyezkedik. A teraszban $k=2.10^4$ m/s $n_0=0,19-0,20$. A talajréteg keleti része elvékonyodik, de görgetegéggé durvul. Itt $n_0=0,22$ szabad hézagterfogat mellett a szivárgási tényező $k=5.10^4-1.10^5$ m/s-ra is felmegy. A teraszréteg fekvése átlag 92,00 mBf-en van. A Duna mentén 90-91 mBf-en van, míg a Fecske utcától a Fiumei útig 96 mBf körül ingadozik.

A terasz fedőjének vastagsága a Duna mentén 10 m körül, s keletre vékonyodik. A Kálvín térnél már csak 0,5 m, keletre átlag 2 m vastag a teraszfedő, ami újra 4-5 m-re nő. A Fecske utcától közel a Fiumei útig a kavicsos homok, homokos kavics anyagú terasz folyamatosan elvékonyodik és felette a teraszban egyre vastagodóan homok ($n_0=0,21$, $k=1.10^4$ m/s), iszapos homok réteget találunk.

Ezen a szakaszon van a Duna I. és II. teraszának határa. A Berzsényi utca-Fiumei út között a I. teraszban a kavicsos homok, homokos kavics el is tűnik és a két terasz között csak a teraszfedőben található homokréteg ($n_0=0,21$, $k=1.10^4$ m/s) biztosít összeköttetést.

A Fiumei úttól keletre jelentkező II. terasz jellegzetessége, hogy nem közvetlenül, hanem egy homokréteg és egy agyagréteg közbetelepülésével települ az idősebb rétegekre. Ez tart a Keleti pályaudvarig, a vonal végéig.

A talajvízszintek azt mutatják, hogy természetes állapotban a két terasz között a homokréteg elegendő kapcsolatot teremt, mert a két teraszon átmenő talajvízfelszín nyugodt lefutású.

A budai oldalon a Metró tervezett nyomvonala környezetében a talajvíz mozgásának főirányát és mellékirányát lehet megkülönböztetni. Az egyik fő áramlási irány a Duna, mint erózióbázis felé történő szivárgás. A másik a Dunával párhuzamosan mozgó földárja, ami területünkön ÉENY-DDK-irányú.

Az általános képet helyenként modulálja a dombokról lefutó kisebb patakmedreket követő földárja. A patakok teraszvízének ezen völgyirányú mozgásai végül is a Dunában, mint erózió bázisban

végződnek, de helyileg attól eltérően, legtöbbször közel E-D-i szivárgási mezőt alkotnak.

A fővárosi talajvízészlelő hálózat 73 db kútjából az 1982 óta mért adatok alapján szerkesztettük meg az átlagos talajvízszintet a terep alatt (1. ábra), illetve tengerszint felett (2. ábra). Az építéskori várható mértékadó legnagyobb talajvízszintet a 3. ábra szemlélteti.

A fúrásokban észlelt talajvízszintek adatai szerint vizsgálát területünkön a Duna közvetlen környezetén kívül a talajvíz nyílt tükre még akkor is, ha a vízfelszín helyenként a teraszréteg fedőjében húzódik, mert még ez is elegendő permeabilitással bír ahhoz, hogy a talajvíz ingadozását ne akadályozza.

A Duna vizállás változása hatással van a környezében lévő teraszvíz szintjére is. A fővárosi tapasztalat és a numerikus számítások egyaránt azt mutatják, hogy az 1956. évi mértékadó árvízkor 1 km-re hatott el a Duna vizállása. Jelen vizsgálatakor ennek a maximális távolsága pesti oldalon 600-700 m-re, a budai oldalon alig 200 m-re adódott 1982 óta.

A talajvíz a vizgált területen vízminőségi szempontból a Bertalan Lajos utcától nyugatra és keletre eső két szakaszra bontható.

A nyugati szakaszon a finomszemű üledékekben az alsó oligocén kiscelli agyag fekvő következtében az Őrmezei keserű vizes telepekhez hasonlóan a talajban helyenként olyan mértékben felszaporodik a szulfáttartalom, hogy abba egyszerű beton nem építhető. A Metróvalon mentén vannak kisebb szakaszok, ahol 2000, sőt 4000 mg/l fölé emelkedik a szulfáttartalom. A Tétényi úti állomás és főleg a Kosztolányi Dezső téri állomás környezetében akár 10000 mg/l SO_4 -re is számíthatunk.

A Bertalan Lajos utcától keletre, a második szakaszon a Duna I. teraszában mozgó talajvíz minősége sehol nem okoz építési gondot.

A talajvíz a Kosztolányi Dezső tériől nyugatra a zöld területen az csapadék vízhez jut. Vizjárását itt elsősorban ez határozza meg. A beépített területeken a hibás szennyvízesatorna és a vízvezeték is táplálja a talajvizet. A talajvíztartó több helyen közvetlenül érintkezik a rétegvíz tartóval és így például a Sóház utca-Görgey Pál utca közötti szakaszon közvetlen kapcsolat alakul ki a talajvíz és a rétegvíz között.

A talajvizet az alsó oligocén tardi agyagon és az eocén budai márgán keresztül a Gellért-hegy déli lábánál a triász karsztvíz is táplálja természetes körülmények között kis mértékben.

2. RÉTEGVÍZ

A talajvíztartó fekvéjében a rétegvíz tartók természetesen mindenütt vízzel telítettek. Jelen eseten csak azokra a rétegvíz tartókra figyelünk, amelyekben a kötött víz mellett szabad vizet is találunk, azaz a rétegvíz a gravitáció hatására szivárog.

A Kelenföldi pályaudvartól a Kosztolányi Dezső térig a kiscelli agyag rétegben sem korábbi, sem jelenlegi vizszivárgásra utaló nyomokat nem találunk. Az előforduló "durva" rétegek is legalább közepesen vízzárók. Szabad hézagterfogaata nincsen, de hajszálrepedések tömbjében: $n_0=0,01$ értékkel számolhatunk, szivárgási tényezője: $k=1 \cdot 10^{-8}$ - $3 \cdot 10^{-9}$ m/s.

A feltárások egy része a fűrőmagokon töréseket, sőt tektonikus zónákat talált. Ezek természetes körülmények között valószínűleg nem viselkednek eltérően az ép résztől, mert a repedésekben jellemző bekéregződéseket nem találtak, így bennük tartós vizszivárgás nem jelentkezett.

Az oligocén rétegek települését a Kosztolányi Dezső téri és a Mórlic Zsigmond körtéren két vető zavarja meg. Ezek mentén az alsó oligocén rétegek mintegy 3-7 m-t emelkedtek, illetve süllyedtek le, s felettük ennyivel vastagabb holocén-pleisztocén rétegek vannak. Az alsó oligocén rétegekben ezen a szakaszon még permeabilis réteget sem találunk. Keletre a Mórlic Zsigmond körtértől a Gellért téri a kiscelli agyagban mindössze a Mórlic Zsigmond körtérnél jelenik meg egy vékony, jelentéktelen homokos réteg.

A Gellért tériől keletre a kiscelli agyagot a tardi agyag váltja fel majdnem a Duna bal partjáig, ahol ismét megjelenik a kiscelli agyag.

Az alsó oligocén tardi agyag már kemény közel ami a triász peremén a nagy peremi törésszerek hatására összetört, permeabilitásá vált.

A Duna bal partjától a Sóház utcaig tartó kiscelli agyagot felváltja a miocén fedő, amiben már több vízvezető réteget találunk. A Sóház utcától vastag homokrétegek jelentkeznek, amelyből a 75 mBf. felettiek kelet felé iszapos homokba mennek át. Az első, több mint 20 méteres homokos öslet kelet felé ugyancsak kőzetlisztes iszappá finomodik. A miocén kőzetekben lévő homokos zónák szivárgási tényezője $k=1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s, a szabad hézagterfogaata $n_0=0,1$.

A Góczy Pál utca és a Kálmán tér között a vízvezető miocén rétegek közvetlenül érintkeznek a teraszréteggel. Ezen az ablakon keresztül a talajvíz-rétegvíz átszivárgás akadálymentes.

A Múzeum utca-Puskín utca kereszteződés környezetében a vastag homokos rétegek egy vető mentén elvágódnak. Tovább keletre a homokos rétegek a bádeni emelben már foltokban mutatkoznak egészen a Luther utcánál megjelenő vetőig. Ettől keletre a Köztársaság tér közepéig és a Bercsenyi utca-Fiumei út között megsokszorozódnak a homokos és a homok rétegek.

A Sóház utcától keletre a miocén ösletben jelentkező homok rétegek vízének nyugalmi nyomása a Dunától keletre 1,5-2,0 km-re lényegében meg egyezik a talajvíz szintjével, azaz hidrosztatikus rendszert alkot. A miocén rétegvizeket a Duna a talajvízhez hasonlóan megcsapolja.

A Duna közvetlen közelében a rétegvíz átlagos nyugalmi nyomása 1-2 m-rel nagyobb a Duna kőzépívnél s így a talajvíz szintjénél is kb. 1 m-rel magasabb.

A rétegvíz nyomásszintjének idősrát nem mérük. A gyenge vízvezető rétegekre való tekintettel a víznyomás változás amplitúdója maximum évi 20-25 cm és a sokévi szélsőértékek különbsége sem több 1,0-1,5 m-nél.

Az oligocén rétegekben lévő sós pórúsvíz gyakorlatilag nem mozog. A miocén homok rétegekben lévő víz 1000 mg/l körüli vagy kissé kevesebb ösoszótartalmú édesvíz. Kissé lúgos kémhatású, 16-25nk° körüli öszes keménységgel és ahol nincsen elszennyezve, gyakorlatilag ivóvíz minőségű.

Budapest 4. sz. metróvonal I.szakasz

1. ábra. Az átlagos talajvízszint a terepszint alatt (m)

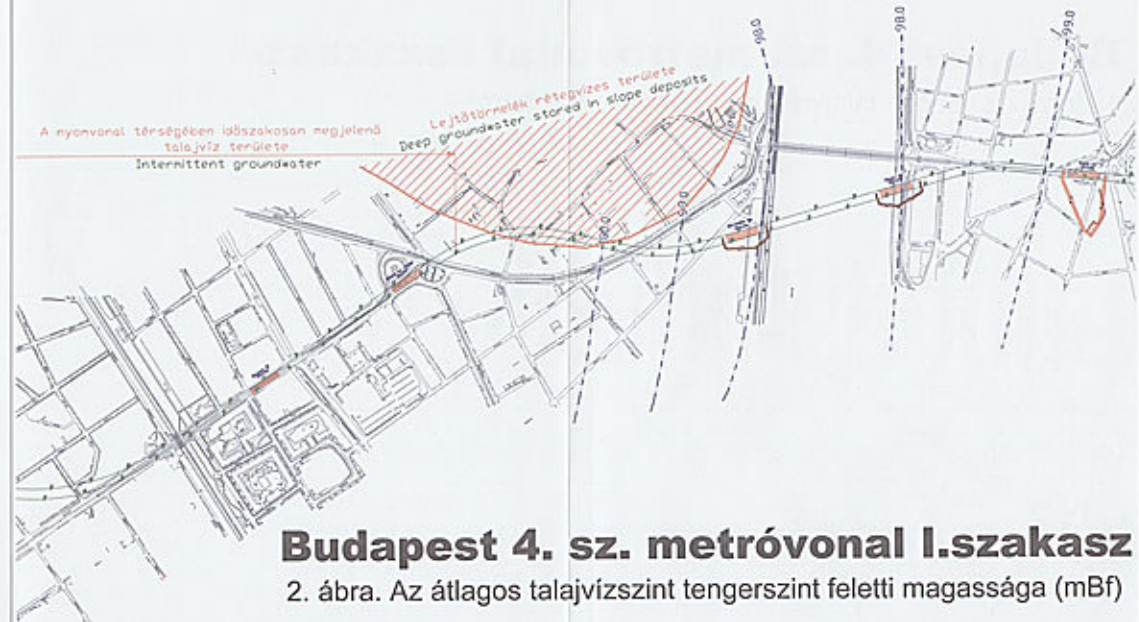


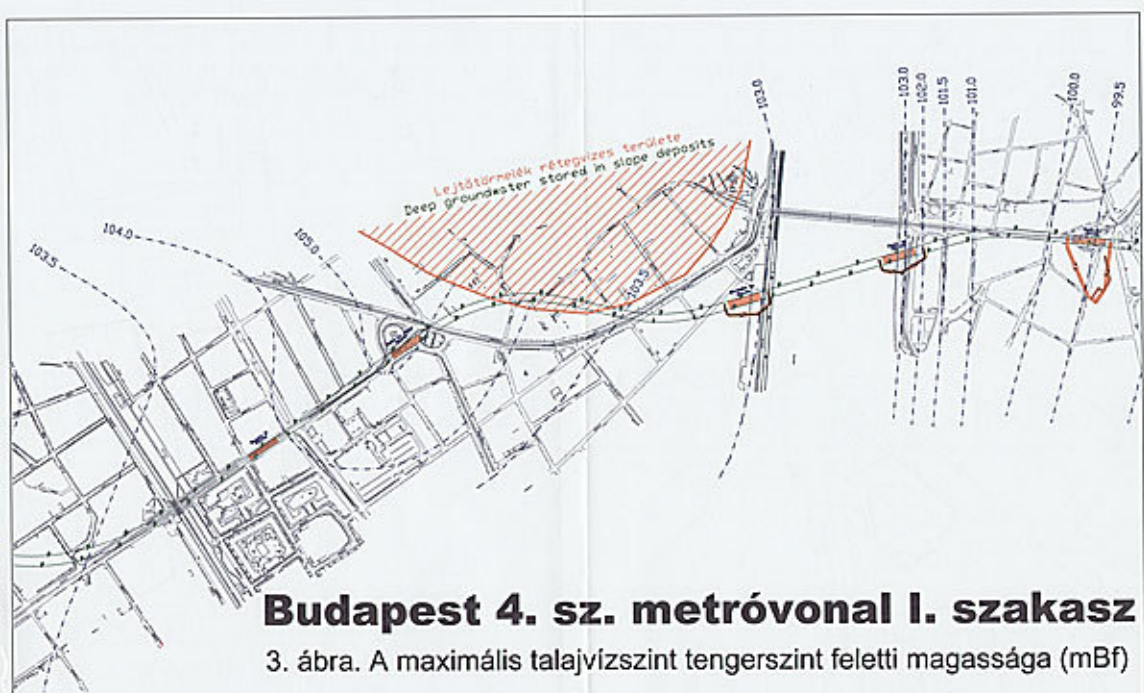
A nyomvonal térségében időszakosan megjelenő
talajvíz területe
Intermittent groundwater

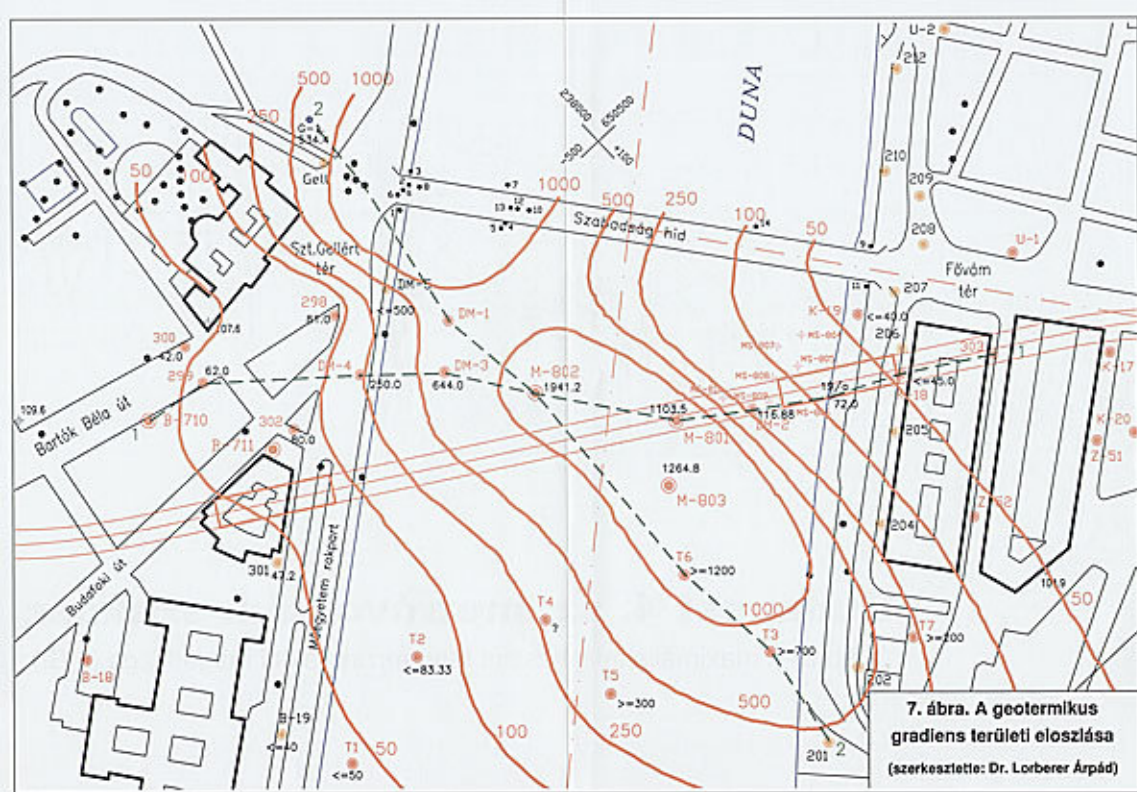
Lejtőtörmelék rétegvizes területe
Deep groundwater stored in slope deposits

Budapest 4. sz. metróvonal I.szakasz

2. ábra. Az átlagos talajvízszint tengerszint feletti magassága (mBf)







3. KARSZTVÍZ

A tervezett Metró nyomvonalának van egy sajátos szakasza, ami a Gellért-hegy déli előterében és részben a Duna alatt halad. Ezen a szakaszon az alagút és az állomás közel kerül a felső triász dolomitból felépített Gellért-heggyez.

Ennek a vonalszakasznak további nehézsége az, hogy Budapest egyik legértékesebb gyógyfürdő-csoportjának vizbázisa közelében halad el.

Ezeket a problémákat ismerve különös figyelmet kell fordítani a vonalnak erre a szakaszára.

Vizsgálatunkat lényegében a vonal 5300 szelvényétől a 6200 szelvényéig végezzük ebben a fejezetben.

A Gellért-hegy a Budai-hegység része, annak délkeleti felszínén lévő része. Legidősebb képződménye a hegy fő tömegét adó, a felszínén is megtalálható felső triász karni emeletbeli dolomit. Általában tömött szövetű, igen kemény és meglehetősen rideg kőzet. A hegyképző mozgások hatására repedezett, töredezett, litoklázos szerkezetű. A hegy-szétnék megfelelően nagy vetők szabdalják össze, melyekben vízáramlás jelentkezik.

A felsőtriász dolomitra jelentős üledékhézaggal a Gellért-hegy déli oldalán felsőeocén szaruköves törmelékkezt, nummulinás mészkő, majd budai márga települt. A Gellért-hegy déli részén a villa kápolnánál fordul elő a felszínén és észak-nyugati irányban felnyúló egészen a Citadelláig. A kőzet kemény és helyenként szakaszosan a hévizek kova kiválásai szaturálta.

A budai márga a Gellért-hegy délkeleti lábánál a Rudas fürdőnél és a Duna medrében, például az Erzsébet híd és Szabadság híd közötti szakaszon található.

Az eocén Budai Márga Formáció fokozatosan megy át az alsó oligocén Tardi Agyag Formációba. Ezt a lagunás, édesvízi, esetleg elegendő vízi partközeli képződményt a fúrások a Gellért téren és a Duna mederben tárták fel. A Metró Duna alatti átvezetésénél a jelenlegi nyomvonal meglehetősen hosszán halad benne.

A felső triász dolomittal együtt a mezo-alpi tektono ciklusban ezek a fedő képződmények is jelentősen összetörték. Ekkor alakult ki például a Metró vonalát keresztelő Ördög-árok törésrendszere, amely a Gellért-hegy keleti oldalán a Duna alatt áthúzódik a pesti partra.

A legfiatalabb tektono ciklus során a hegység a felsőpannon emelet végén rohamosan emelkedni kezd és a pleisztocén folyamán lejtésződő gyorsütemű emelkedés időszaka hozta végül is létre a Budai-hegységet.

A kőzetek tanúsága szerint a Gellért-hegy karbonátos kőzetei az alsó oligocén Kiscelli

Agyag Formáción "törték át". Így nyugati és keleti oldalát egyaránt ez a rétegsorozat borítja, s ezzel egyben a karsztvizet elzárja a környező rétegektől.

A karsztvizek kőzetek vízzáróak és csak repedéseiken, járataikon nyelik a vizet. A repedések között ezekben a kőzetekben a mikro-, mezo- és makrorepedések aránya a hegyperemi helyzetnek és a fiatal kiemelkedésnek köszönhetően a szokásos arányoktól eltérően a mezo-repedések felé tolódott el, azaz a kőzetek a hasonló kőzeteknél nagyobb átlagos vízvezető képességgel rendelkeznek. A hasadékok figyelemre méltó részét a karsztosodott dolomitban és eocén mészkőben a hévíz-tevékenység még kitágította.

A kőzetek kis hányada a hévíz-tevékenység következtében dolomit liszté aprózódott, amiket a járatokban találhatunk meg.

A dolomitliszeten kívül a kőzetek vízáramlás szempontjából szilárdak, mozgásmentes vázat adnak a hideg, langyos, meleg vagy hévizeknek egyaránt.

A Gellért-hegy a Budai-hegység, s rajta keresztül a Dunántúli-középhegység szerves része. Az összefüggő hatalmas karsztvíz-rezervoár délnyugatra egészen a Keszthelyi-hegységig nyúlik.

A Metró menti karsztok utánpótlódási területe a hideg komponensre a Budai-hegység, forró és meleg komponensre vonatkozóan főleg a Pilis.

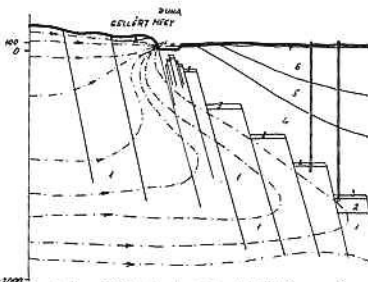
A mérsékelt égvívi karsztok vízháztartása pozitív. Vagyis a karsztba bejutó átlagos csapadékhányad – mintegy 29-32%-a a leeső csapadéknak – a párolgás csekély lehetősége miatt lényegében feleslegesen mutat. A karsztvíz természetes állapotban tehát mindig kifolyik a karsztból és a felszín alatti vízkészletekből nem folyik be víz a karsztba.

A hegyperemen kijutó karsztvíz olyan földtani helyzetben, mint a Gellért-hegy dunai oldalán található részben a közelben lezuhalt csapadékok fölös vízből származik (hideg karsztvíz) részben a mélykarszt mélyáramlásából táplálkozik (meleg karsztvíz), amely a peremen a karsztal érintkező vízzáró kőzetek miatt kényszerül a felszínre. Vendel Miklós alááramlás

elméletének éppen a Gellért-hegy környéke és a budapesti többi melegvíz és hévízforrások pregnáns bizonyítékai (4. ábra).

A felesleges karsztvíz tehát a hegy peremén kibukkanó forrásokon keresztül távozik. A Gellért-hegy keleti pereme a Dunában végződik. Ezért esetenként a peremi források mellett a folyó medrében – a Duna vízszintje alatt – szökésvény források is fakadnak természetes állapotban (5. ábra).

A Duna vonalon fakadó források a Duna medre alatt a karsztal tektonikusan érintkező



4. ábra Földtani metszet Vendel Miklós nyomán

- 7 Holocén, pleisztocén
- 6 Agyag, ogyagos kavics, pliocén
- 5 Mianén homok, agyag
- 4 Kiscelli agyag
- 3 Budai, lardi, márga
- 2 Dohányosi mészkő
- 1 Peremi dolomit

alsó oligocén vízzáró rétegek miatt a mélyből - kb. 1800 m-ről - feláramló hévizből és a Budai-hegybe jutó csapadékvíz hideg komponenséből keveredés jelennek meg. A keveredés mértékétől függően melegebb vagy kevésbé meleg a források vize és változik gyógy-komponensének töménysége is. A Gellért-források vize 41-42°C volt eredetileg. Az ötvenes évek túltermelése a hőmérsékletet és az oldott ásványi sókat is csökkentette. Ezért különösen fontos, hogy mai állapotuk tovább már semmiképpen ne romoljon.

A minket most érdeklő karsztforrások a Gellért-források és a Rudas-források (5. ábra). A karsztvíz nyugalmi szintjére a peremen a Gellért fürdő, Imre (Rác) fürdő és a Rudas fürdő forrásainak, kútjainak nyugalmi vízszintje ad tájékoztatást. A Rác (Imre) fürdő vizellátását biztosító Nagy-forrás a budai márgából fakad. A Rudas fürdőt tápláló Attila I.-Kossuth-Török-Gülbaba-Kinizsi-Mátyás források megcsapolási szintjei 102,40-104,4 mBf. között változnak. A 36,8 m-ben felső triászban megállt Attila II. kút nyugalmi vízszintje építéskor 105,75 mBf. volt. A Hungária II. kút nyugalmi vízszintje 102,30-103,30 mBf. között változik.

A Gellért fürdő 1926-27-ben fűrt 142 m mély kútjában a nyugalmi vízszint a Duna vízállás függvényében 95,2-102,2 mBf. között változott.

A fenti kutak mindegyike felső triász dolomitban állt be. A kutakban mért nyugalmi vízszintek, mint láttuk 102,30-106,20 mBf. között változnak.

A Gellért-hegy rakparti peremén a Duna medrében szökevényforrások voltak, melyek vize hasznosítatlanul folyt el a folyóba (5. ábra).

A gyógyvíz tiszta, szennyezésmentes foglалása és a szökevényforrások vizének hasznosítása érdeké-

ben a Gellért-hegy dunai lábánál a felső rakparti úttal lényegében párhuzamosan a Gellért fürdőtől a Rác (Imre) fürdőig egy tártó hajtottak a rakparti úttól 10-15 m-rel beljebb és annak szintje alatt 5 m-rel (5. ábra). A tárból oldalkamrákat hajtottak ki a hegy belseje felé, és ezekből 3 m átmérőjű aknákat mélyítettek. Ezek az aknák adják ma a Gellért környéki források helyett a gyógyvizet. A tárbólán lévő aknák termelése következtében több forrás hozama csökkent. A kitermelhető gyógyvíz-hozam összességében megnőtt és az aknák vízszintjének változtatásával a hozamot az igényekhez lehetett igazítani, a víz tisztaságát biztonságosabban meg lehetett őrizni és megfelelő üzemeltetéssel a Duna-víz bejutása magas folyó vízállásakor is továbbra is megakadályozható.

A hévizforrások és utódaik vizének forró komponense a felső triász karsztal vető mentén érintkező alsó oligocén vízzáró rétegek feltorlasztó hatására jelennek meg a forrásban. Ahol tehát a felső triász kőzeteket alsó oligocén rétegek "határolják", ott várható, hogy a triászról figyelemre méltó vizet kapunk.

Az alááramlás lehetőségének biztosításához a karsztosodott kőzeteket átjáró és jól átérésztó repedésekre, törésekre illetve vetőkre van szükség. A Gellért-hegy a Budai-hegység-Pilis-hegység délkeleti végén aránylag fiatal emelkedő mozgása során jelent meg a felszínen és nőtt hegygé. A ma megjelenő források eredetije - a forrásvízi mészkő képződmények tanúsága szerint - kezdetben a ma-inál 120 m-rel magasabban fakadtak. A Gellért-hegy tehát 2-3 millió éve fokozatosan emelkedett ki a környezetéből. Ez a kiemelkedés lepusztította a felső triászról a fedő képződményeket és csak a

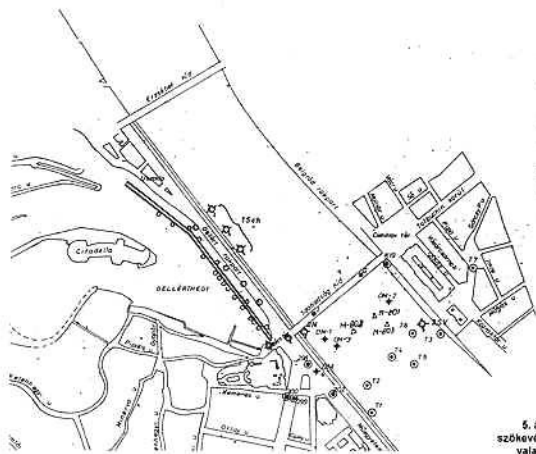
JELMAGYARÁZAT

A. KARSZTOS HÉVIZFORRÁSOK ÉS EVEL KAPCSOLATOS LEJESITMÉNYEK, FÜRÁSOK

- Gellért forrás
- ◇ Szabvány források
- 15.4h Schotter 6 szabvány forrás
- 2H négyen szabvány források
- 25V Víz 2 szabvány források
- Gellért-hegy területén létező karsztos kőzetek
- Gellért-hegy területén létező és figyelendő kőzetek

B. FÜRÁSOK

- Hévízgyógyászati kút
- "Rác" fürdők
- "Imre" fürdők



5. ábra. A metró környéki források, szökevényforrások, termelő és észlelőkutak, valamint metró fúrások helyszínrajza

kiemelkedő gerinc két oldalán maradtak meg az idősebb rétegcsoportok.

A tektonika és az alááramlás földtani kényszere sok millió éve a triász dolomitban és a rá települt eocén rétegekben jelentős természetes vízáramlásokat indukált. Az alááramlási helyzet miatt a feltörő hévizek szerepe igen jelentős volt már régen is, és jelenleg is az. A mélyből feláramló hévizek a repedéseket járatokká oldották, barlangokat hoztak létre, gyakran utólagos cseppkő, illetve borsókó bevonatokkal.

A Gellért-hegy pereme, beleértve a Metró felé eső peremét is, igen nagymértékben karsztosodott és jelentős vízszállító képességgel rendelkezik.

Ugyanakkor figyelemre méltó az, hogy a Duna mentén fakadó hévízforrásokba nem tör be soha a Duna még árvízkor sem, hanem csak "megtámasztja" a hévizet, azaz megemeli a források kilépési szintjét.

A Metró építése során alapvetően vigyázni kell arra, hogy ne csökkentsük a hévíz potenciálját a Duna vízszintje alá, vagyis hogy a Duna-víz semmilyen körülmények között ne keveredhessék a gyógy-hévízzel.

A Metró építésén kívüli területeken a Dunántúli-középhegység karsztvíz minősége meglehetősen egyveretű. Általában 22 nk⁰ keménységű, 600-650 mg/l össz sótartalmú kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos édesvíz, amely kitünő ivóvíz - ha eltekintünk a jód hiányától.

A Metró alagút építése során a Gellért fürdő és Rudas fürdő, esetleg a Rác (Imre) fürdő vizével

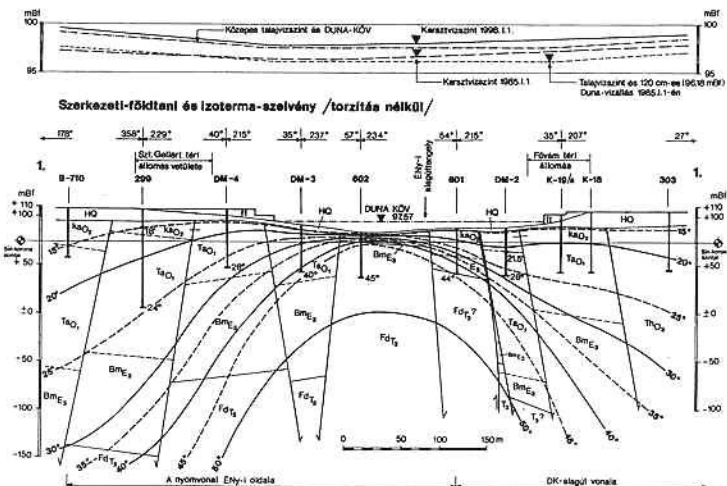
kerülhet kapcsolatba. Ezek a vizek a gyógyvizek. A Gellért, Rudas és Rác fürdőt ellátó víz nátriumot is tartalmazó kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos és szulfátok-kloridok hévíz, amelynek fluorid ion tartalma is jelentékeny. A Rudas fürdő vize fentiekben kívül radioaktív is.

Mint láttuk, a Gellért, Rudas, Rác fürdő vizei kevert vizek, amik egyrészt a mélyből feláramló hévízből és a hideg karsztvízből különböző mértékben keverednek. Ennek megfelelően a hideg karsztvíz eredeti kalcium-magnézium hidrogénkarbonátos vize a forró hévíz komponens esetenként jelentős fluorid ion és metakavasav tartalomú nátrium-kállum-klorid-szulfát összetételű vizével, keveredve gyógy-hévízzé válik.

A feláramló hévíz felfűtötte a kőzetkörnyezetet (6. ábra). Ezért a karsztos kőzetek közelében az alagutak magasságában 34-36°C hőmérséklet várható. Miután a kevert hévíz 40°C körüli hőmérsékletű, ennél nagyobb meleget nem kapunk. A DM-3 fűrásban - mint legnagyobb mért hőmérsékleti értéket - 45 m-ben 40,0°C-t észleltek. Az 53,3 m-ből kitermelt víz hőmérséklete a felszínen 39,2°C volt 120 l/p hozamnál. A hévízes zónától kissé távolabbi DM-2 fűrásban 60 m-ben már csak 26,0°C-t mértek, 23,9 m-ben 21,5°C-t nyugalmi állapotban. A geotermikus gradiens eloszlását a 7. ábra szemlélteti.

A nagy értékű gyógyvíz védelme érdekében Vendl Aladár már a negyvenes években elkészítette a vizsgált karsztforrások védőterületét (8. ábra). A kényes hidrogeológiai helyzetre való tekintettel a Metró Duna alatti átvezetésének kutatása már

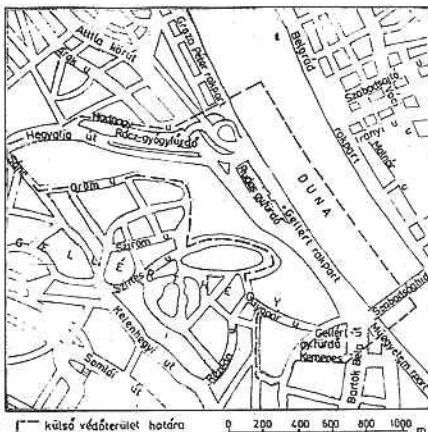
6. ábra. Izoterma szelvény a metróval közel párhuzamosan (szerkesztette: Dr. Lorberer Árpád)



évtizedekre vezethető vissza. A fúrások feldolgozása alapján a 9. ábrán bemutatottakban találtak vízvezető zónákat a megadott helyeken.

A vizsgálat szerint a fúrásokban a víz megjelenése gyakran a tardi agyag és a budai márga határán lévő diszlokációhoz kötődik. A kiscelli agyagban jelentkező töréses szakaszról nem jött sehol értékelhető víz. A tardi agyag alsó, a budai márga felé eső szakaszán jelentkezik a repedezett zóna. A budai márgában általában bárhol jelentkezhet töréses, morzsolt vagy éppen hévíz által bontott szakasz.

A földtani, geofizikai, mederalakulás vizsgálatok alapján meghatározott vetőkből a hidrogeológiai szempontból fontosakat kiválogatva (10. ábra) látszik, hogy a fúrásokban észlelt repedezett és ezek között vízadó-zónák minden fúrásban 70,00 mBf.

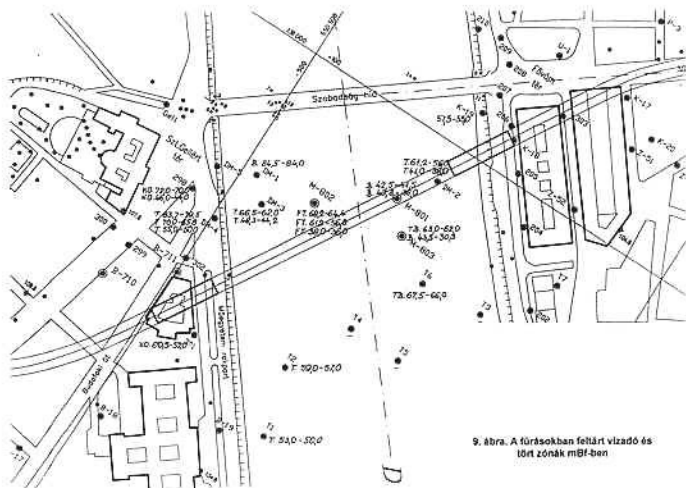


8. ábra. A karsztforrások védőterülete Vendi Aladártól

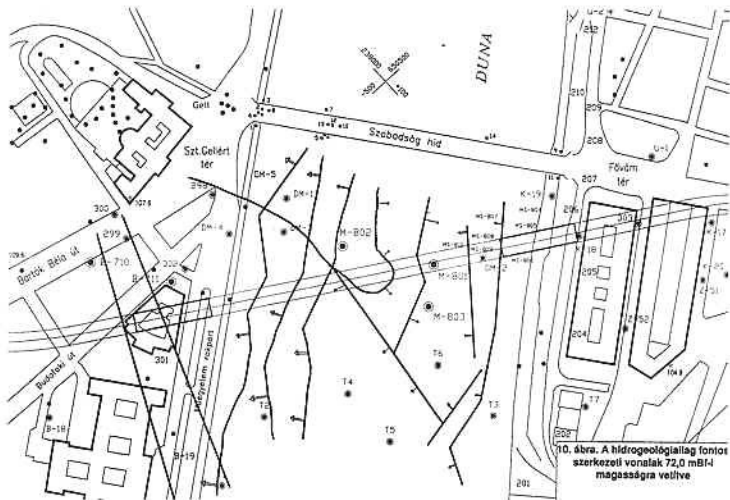
alatt jelentkeznek. A Metró vonalától távolabbi DM-1 és DM-4 jelű fúrás budai márgában, illetve tardi agyagban jelentkező repedéses zónái kivételek ezalól. Bár a tektonikai felületek átlag 53°-os dőlést mutatnak, egyik fúrásban sem letek 70,0 mBf-nél magasabban lyet. Ez valószínűsíti, hogy a hidrogeológiailag jelentős töréses zóna előfordulása a Metró magasságában kevésbé valószínű.

A meder fúrásokban megütött hévíz szintje a Duna aktuális vízszintje felett 0,8-2 m-rel állt be, megegyezően azzal, hogy a karsztvíz magasabban állt az aktuális Duna vízállásnál.

Ez összhangban van a mederben ismert szökevényforrások azon tulajdonságával, hogy a forrás kilépésnél 0,6-2,0 m-rel nagyobb a nyomásuk az aktuális Duna vízszintnél így soha nem tud a Duna-víz a szökevényforrásokon át a gyöngyvíz-rezervoárba visszaáramlani.



9. ábra. A fúrásokban feltárt vízadó és lőt zónák mBf-ben



10. ábra. A hidrogeológiaiul fontos szerkezeti vonalak 72,0 mBf-1 magasságra vetítve

A METRÓVONAL MÉRNŐKGEOLÓGIAI ADOTTSÁGAI

DR. HORVÁTH TIBOR, *FÁY MIKLÓS, SÁNDOR CSABA — GEOVIL Kft

* A DBR Konzorcium által felkért külső szakértő

A Metró építési módszerének megválasztásában az alagút környezetében levő kőzeteknek, valamint az azonos mérnökgeológiai adottságú szakaszok hosszának döntő hatása van.

Az újabb fúrások megkezdése előtt készített földtani – mérnökgeológiai megbízhatósági elemzések alapján az alábbiak voltak megállapíthatóak:

Budai oldalon (Etele tér állomástól Szent Gellért tér állomás peron vége) – noha annak valószínűsége becslések szerint 1% alatt volt, hogy a korábbi kutatások során feltártaktól eltérő képződmény van a területen – a földtani és fúrási adatokat (fúráskiosztás, feltárt rétegek) figyelembe véve, több kiegészítő fúrás készült, részben a nyomvonal vízszintes változtatása miatt, részben a vonal magassági vonalvezetésének újabb megemlése miatt. A nagyobb számú új fúrást az is szükségessé tette, hogy a korábbi kutatások során számos helyen nem készült szilárdsági vizsgálat mert a régi fúrásszelvények szerint a magminta "szétesett". Noha a kiscelli agyag alagútépítés szempontjából

kedvező tulajdonságú, a régi fúrási adatok által feltehetően töredezettség ezt jelentősen lerontja. A töredezettséget több vélemény szerint az alkalmazott fúrástechnológia (duplafalu magcsó) és megkezelési hiányosságok okozták.

A Duna alatti szakasz feltártsága, az adatok értelmezhetősége, azaz megbízhatósága alacsony szinten volt a korábbi kutatások eredményei alapján. A részletes kutatásnak azonban határ szabott a hajózási útvonal, mely a Szabadság híd közelsége miatt csak kis mértékben volt szűkíthető.

A pesti oldalon a kiegészítő fúrások a korábbi nyomvonaltól eltérő szakaszokon készültek, mivel a mlocén rétegek heterogén volta miatt a sűrűbb feltárás sem adott volna lényegesen megbízhatóbb adatokat, egy zárt pajzsos építési technológia esetén.

A KŐZETFIZIKAI PARAMÉTEREK MEGHATÁROZÁSA

Az újabb feltárások anyagán lehetőség nyílt a nagytérű magminták pontosabb, az alagút-

építés igényeinek megfelelő vizsgálatára. A 15-20 cm magas és 100 mm átmérőjű minták vizsgálatát a Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnikai Tanszék laboratóriumában végezték. A nagytérű kísérleteknél a különféle feszültségpályák létrehozása során a talaj (kőzet) reagálását figyelve a feszültségek és alakváltozások kialakulása szerint változtatták a sebességet viszonylag tág határok között.

MÉRNÖKGEOLÓGIAI KUTATÁSI EREDMÉNYEK

Az optimális építéstechnológia (mind műszaki mind gazdasági szempontból történő) megválasztásához a nyomvonal, a földtani felépítés is figyelembe véve három szakaszra bontható.

Az egyes szakaszok meghatározásánál az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

- A vonal mentén jelentkező földtani felépítés, a rétegek genetikája, elő- és utólete közel azonos legyen;
- Az egyes földtani szakaszokon belül a talaj- és kőzetfizikai paraméterek azok térbeli kiterjedése, továbbá a hidrogeológiai viszonyok az alagúttervezés és építéstechnológiai szempontból, összefoglalóan mérnök-geológiai szempontból közel azonosak legyenek;
- A megbízó által adott építési organizáció és logisztikai megfontolások.

A fenti elvek alapján a három szakasz:

- 'A jelű szakasz: budai oldal; Etele tér állomástól a Szent Gellért tér állomásperon vége;
- 'B jelű szakasz: Duna alatti átvezetés; Szent Gellért tértől a Fővám téri állomás utáni rövid szakasz;
- 'C jelű szakasz: pesti oldal; Fővám téri állomás utáni rövid szakasztól a Keleti pályaudvar állomás végéig.

Az egyes szakaszokon belül megjelenő talajokat, kőzeteket mérnökgeológiai egységbe soroltuk. Az egységen belüli elemek (értsd talajok és kőzetek) az alagútépítés szempontjából jellemző kiterjedésük és azonos korúak, geotechnikai és geomechanikai szempontból hasonló tulajdonságúak.

'A JELŰ SZAKASZ; BUDAI OLDAL

A holocén, pleisztocén korú üledékek alatt az idősebb és konszolidált, harmadkori rétegek települnek, úgymint az alsó oligocén tardi agyag és kiscelli agyag. A szakasz jellemző mérnökgeológiai hosszszelvény részletét az 1. ábrán adjuk meg.

A földtörténeti folyamatok során, amikor is az oligocén felszín szárazulattá vált, nagymértékű lepusztulás következett be, melynek során a kőzetfelszín expandált, összetöredezett és az expanzió hatásának mélységéig a szilárdsági tulajdonságai is csökkentek. Az összetöredezett kőzetfelszín elősegítette a mállási folyamatot, amely mind a mai napig folytatódik a holocén pleisztocén rétegekben áramló és tározódó talajvíz hatására.

Az új, 1997-ben és 1999-ben készült budai feltáró fúrások a kiscelli és a tardi agyagok töredezettségét egyértelműen cáfolták. A RQD érték szinte mindenütt 80-100% között volt. A tagoltsági mutató kicsi, tehát a kivett magmintákon kevés a repedés, az átlagos minta hossz pedig nagy. A régi fú-

rászelvényeken jelentkező repedezettség, töredezettség szétesés minden bizonnyal a fűréstechnológia, valamint a minta nem megfelelő kezelésének és tárolásának a következménye és nem pedig in situ jellemző.

Az 1997. és 1999. évi kutatófúrások során alkalmazott fűréstechnológia és az RQD, TCR értékek meghatározása mutatott rá a harmadidőszaki képződmények alábbi geotechnikai tagozódására:

Mállott, tört, töredezett expandált zóna;

Expandált repedezett zóna;

Expandációs hatáson túl zóna, kőzettömeg.

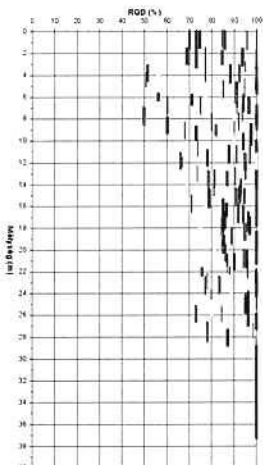
A mindhárom zónában meghatározott RQD érték mélységbeli változását a 2. ábrán adjuk meg.

A kissé részletesnek tűnő tagolást az indokolja, hogy a tervezett alagút megépítése és a feszültségek átrendeződése többnyire a mállott, tört, töredezett expandált zónában és az expandált repedezett zónában történik, illetve játszódik le.

Mállott, tört, töredezett expandált zóna

A pleisztocén-holocén rétegek fekéjében megjelenő, pleisztocén eróziós bázis felszín, vagyis a kiscelli agyag és annak változatai, valamint a tardi agyag felső 1-1,5 m-es vastagságú része plasztikus agyagként jelenik meg. E zónának jellegzetessége a világos barna szín és a plasztikus, vagy ahhoz kö-

ROD index értékei a mélység függvényében



2. ábra. Az RQD index értékének mélységbeli változása (1997-ben és 1999-ben mélyített fúrások magmintáinak vizsgálata alapján)

zeli állapot. A mállott, tört, töredezett expandált zóna mélységét a mindenkori oligocén felszín alatt 6-8 m mélységben lehet meghatározni.

A mállott zóna alatt található a tört, töredezett expandált zóna, amelyre jellemző a szilárd ($I_c \sim 1$)

Budapest 4. sz. metróvonal I. szakasz

Méretarány H=1:4000; V=1:400

Budapest metro line 4, stage I.

Scale H=1:4000; V=1:400

I. sz. mérnökgeológiai hossz-szelvény

(részlet)

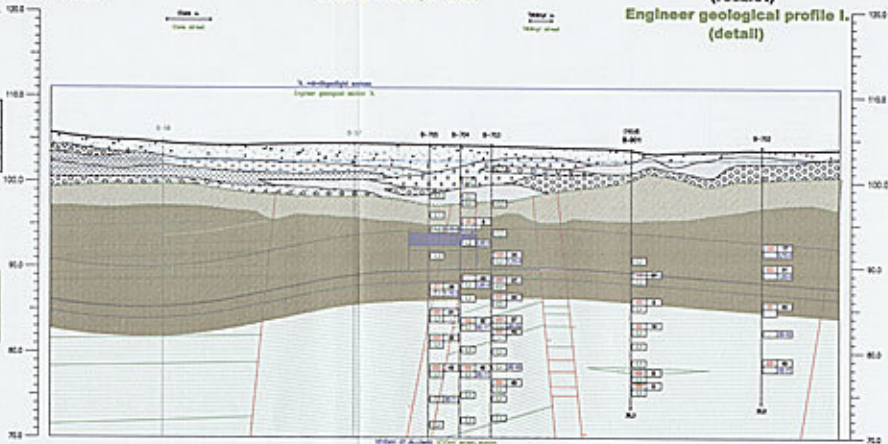
Engineer geological profile I.
(detail)

Budapest 4. sz. metróvonal I. szakasz	
I. sz. mérnökgeológiai hossz-szelvény	
(részlet)	
TERVEZŐI ÉS FELVEZETŐI ADATOK	TERVEZŐI ÉS FELVEZETŐI ADATOK
TERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	TERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.
MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.
MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.
MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.
MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.

Budapest metro line 4, stage I.	
I. sz. mérnökgeológiai hossz-szelvény	
(detail)	
TERVEZŐI ÉS FELVEZETŐI ADATOK	TERVEZŐI ÉS FELVEZETŐI ADATOK
TERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	TERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.
MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.
MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.
MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.
MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.	MEGTERVEZŐ: DR. SZÉKELY G. L.

AJÁNLATÉRTÉLHEZ FIGYELMESE
VÉTEKŐ ADOTTASOK

CONDITIONS MUST TAKE INTO
CONSIDERATION FOR TENDERS



- MÉRŐGÉPES SZELVÉNY**
TUNNELING
- talajviszonyok
 - talajszilárdság
 - talajvízszint
 - talajszelvény
- MÉRŐGÉPES SZELVÉNY**
STATIONS AND SURFACE CONNECTIONS
- talajviszonyok
 - talajszilárdság
 - talajvízszint
 - talajszelvény

1. ábra

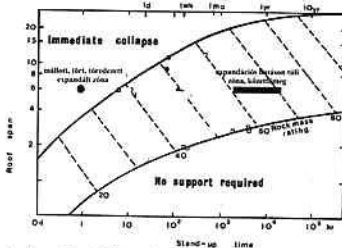
köztedarabokra történő szétesés. A tört, töredezett expandált közetanyag alatt olyan kifejlődést értünk el, amikor is az egyébként kemény szilárd közettömegekből kinyert 100 mm-es magminta, mozaikszzerűen maximálisan néhány cm-es, felületén mállott darabokra esik szét.

Az SPT ütésszámokból számított N értékek alapján a mállott zóna egyirányú nyomószilárdsága 30-60 kPa, az expandált, tört, töredezett közettömeg egyirányú nyomószilárdsága nagyobb, mint 100 kPa.

Az erős töredezettség a mélységgel csökken és repedezettséggé válik, amely a szilárdsági paraméterek növekedését eredményezi.

A mállott, tört, töredezett zónán belüli, tört, töredezett, expandált kiscelli kőzet részére meghatároztuk a Kőzet Szerkezeti Mutatót (RSR; Rock Structure Rating), amely 31-es értékkel jellemezhető.

A Bieniawski által kidolgozott állékonysági diagramban ábrázoltuk a zóna jellemző helyét, RSR (31), alagútátmérő (6 m) és az állékonysági adatokkal (3. ábra). Látható az ábráról, hogy az alagút, amelyik teljes szelvényben e zónában halad, aktív biztosítás nélkül nem állékony.



3. ábra. Kőzetállékonysági diagramm, a budai szakaszon, az RSR és az alagútátmérő függvényében; (Bieniawski, 1974)

Expandált, repedezett zóna

A zóna meglétére egyrészt a makroszkópos leírásból, az RQD értékekből és a geofizikai mérésekből lehet következtetni, amely utóbbi 10-20 m-es felszín alatti mélységekben határozott tömörödést, törfogatűrűség változást jelez, összhangban a fúrási sebesség és fúrási talpnyomás adataival.

Annak meghatározására, hogy a kiscelli agyag meglévő expansziós repedése milyen nyírószilárdság alakulhat ki, léphet fel, a két féle típusú nagyatmértékű triaxiális kísérletek adnak választ. Az első esetben a mélységnek megfelelő hidrosztatikus feszültségből kiindulva törésig terheltek a mintát, majd ha egy meghatározott csúszólap jött létre, úgy a tehermentesítés után a kialakult csúszólapot, mint törési sík meglétét felhasználva újból el-törtük a mintát. Ez kb. a reziduális feszültségi állapotot próbálta modellezni. A második esetben sikerült olyan mintát vizsgálnunk, amely feltételezhetően, természetes állapotban már törés állapotába került, így a létrejött csúszólapot, mint nyírási síkot használtuk fel háromtengelyű kísérletünk

korán. Mindkét eset azt igazolta, hogy a nyírószilárdság belső súrlódási szögére vonatkozó paramétere (ϕ) nem változott, közel azonos maradt, viszont a kohézió lecsökkent. A csökkenés mértéke annak volt függvénye, hogy a kialakuló csúszólap mennyire sík felület, illetve a felületen mennyire érvényesül most már a kohézióként mért adhézió.

Expandációs hatáson túli zóna, közettömeg

A tervezett vonalvezetés mélysége miatt e közettömeg az alagút szelvényében kis százalékban, általában az alagút alsó harmadában és az alagút-talp alatt jelenik meg. A Bieniawski féle kőzetállékonysági diagrammban ábrázolva közettömeget, látható, hogy az alagútépítés szempontjából igen kedvező kőzet, amelyben a 6 m átmérőjű üreg, biztosítás nélkül legalább 41 napig állékony marad (3. ábra).

Mállott zóna 16 m-g felszín alatt					
	l_e	ρ [t/m ³]	e	ϕ [fok]	c [kPa]
Várható érték	> 1	2.1	0.4 - 0.68	28	146
Expandált zóna 25 m-g					
Várható érték	> 1.2	2.2	0.32 - 0.40	31	420
Expandált zóna alatt, 25 m szint alatt					
Várható érték	> 1.3	2.3	0.18 - 0.32	35	400 - 800

Az oligocén rétegek talaj- és kőzetfizikai jellemzői

'B' JELŰ SZAKASZ, DUNA ALATTI ÁTVEZETÉS

A tervezett Metrovonalnak több szempontból is közérdeklődésre számot tartó szakasza a Duna meder alatti átvezetés. Az egyik ok a vízforrások megközelítése miatt újra feléledt környezetvédelmi aggodalom, másik maga a folyómeder, mint mesterséges elemekkel terhelt természeti képződmény, amely hidrológiai és hajózási szempontból kiemelten fontos.

A benyolult és összetett földtani, hidrogeológiai és geohidroológiai viszonyok miatt különleges építéstechnológiai követelményeket kell támasztani.

Az előkészítési munkák során a Szabadság híd alatti területen többször készült mederfelvétel. A legkorábbi 1984-ben és rá egy évre, 1985-ben készült felmérések a vizsgált térségben egy év alatt helyenként 1,5-2 méteres mélyülést mutattak ki. Az 1989-ben, majd az 1997-ben megismételt mérések további mélyülést már nem jeleztek. A Duna meder mélyülése egyébként általános és ismert jelenség, bár mértéke pontonként eltérő, ennek következtében a legkisebb hajózási vízszint az utóbbi tíz évben mintegy 80 cm-rel csökkent. Az alagút tervezett helyén az érvényes legkisebb hajózási vízszintet 95,75 mBf-i magasságban határozták meg.

A tervezett nyomvonal jobb oldali alagútja mentén az alagút szelvényében az alábbi földtani kifejlődések jelennek meg, a növekvő szelvényszámok felé haladva:

- alsó oligocén tardi összlet; Gellért tér;
- felső eocén bázisösszet, alatta mintegy 1,8 m-re Karni földolomit erodált felszíne;
- felső eocén budai márga;
- alsó oligocén tardi agyag alsó szakasza;
- alsó oligocén kiscelli agyag;
- felső oligocén homokos agyag és agyagos homok; Fővám tér.

A Duna meder alatti mérnök-geológiai hossz-szelvényt teljes terjedelmében a 4. ábrán adjuk meg.

A szakasz hosszának 88,5%-ban állékonysági és jövesztési problémával nem kell számolni, míg 11,6%-nyi hosszban, az eocén bázis üledékben a fejtési homlok nem állékonny, továbbá e szakaszon is fokozott fektő és fedő vízvezéllyel kell számolni.

A Gellért hegy hegylábi része igen bonyolult törésrendszert mutat, ami a többször megismétlődő törések miatt nehezen felismerhető. A legkedvezőtlenebb esetben, ha a vonalalagút-tal keresztezett vetőzóna 2 m magas és 6 m széles a vetőzóna kezdeti vízhozama elérheti a 48 m³/p értéket is. Ez a kezdeti érték természetesen harmadára, negyedére csökken, néhány óra alatt. Alapvető érdek tehát a vízbetörés lehetőségének elkerülése, célszerűen biztonságos ellennyomással a fejtési homlokot és megbízható szigeteléssel a köpenyen. Az ellennyomás nagysága, vagyis a számításba vevendő hidrosztatikus nyomás a mindenkori Duna vízszint +2 m, + a szükséges technológiai biztonság.

A jobb oldali alagút függőleges tengelyében felülről lefelé megjelenő kőzetcsoporthoz %-os eloszlás a 5. ábrán adjuk meg

A csekély számú vizsgálat miatt, valamint az, hogy korábbi feltárások nagy távolságban vannak a jelenlegi vonalától a szilárdsági jellemzők értékeinek megbízhatósága alacsony.

A laboratóriumi vizsgálatok eredményei szerint a kőzetek szilárdsági jellemzőit, jelleggörbéit, merevségét alapvetően nem a kőzetek keletkezési kora, sem nem a mélységi helyzete, hanem az elszennvedett tektonikai és hidrotérmális hatások határozzák meg. Így az agyagok nagy nyomás és a hidrotérmális kovásodás következtében lényegesen, 2-5-ször nagyobb szilárdságúak és ugyanakkor nagyobb merevségűek is, mint a budai oldali előfordulásban.

Az oligocén és eocén rétegek töredezettsége a nagy tektonikai igénybevetésig ellenére az RQD, TCR adatok alapján nem nagyobb, mint a budai oldalon volt, amely a rétegeket ért hidrotérmális hatással (kovásodás) magyarázható.

Eocén bázistörlemélek

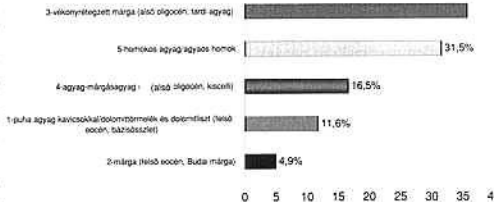
A bázis törlemélek - (és alárendelten báziskavics) kevés agyagos kötőanyagot tartalmaz.

Az anyag széteső volta miatt nem alkalmas közetmechanikai vizsgálatokra, azonban a számításba vehető talajfizikai jellemzőket az alábbiakban adjuk meg:

- belső súrlódási szög: 7-10°,
- kohézió: nincs,
- szivárgási tényező: 10⁻⁴ m/s.

Budai márga

A budai márga világos barnásszürke, rétegzetlen, belső lemezesség nélküli kemény agyag, mely



5. ábra A 'B' felül mérnökgeológiai szakaszon a jobb oldali alagút függőleges tengelyében felülről lefelé megjelenő kőzetcsoporthoz %-os eloszlása

mész tartalma alapján márgának minősül.

A rendelkezésre álló 6 db vizsgálat alapján a jellemző közetmechanikai paramétereket az alábbiakban foglaljuk össze:

	ρ [t/m ³]	e [-]	c [kN/m ²]	ϕ [fok]	Összenyom. modulus [MPa]
Minimum	2,05	0,26	1800	6	1727
Maximum	2,45	0,66	5500	30	4251

A repedésmentes kőzettömeg vízzáró, a repedezett kőzettömeg azonban alkalmas mind a fedő mind a fektő oldalon megjelenő folyó és meleg karsztvíz szállítására.

Tardi agyag

A jelenleg tervezett nyomvonal a korábban részletesen megkutatott nyomvonal változattól északra fekszik. Az ottani fúrás adatok azt mutatják, hogy a hidrotérmális hatás azt a területet nem érte el, vagy csak kis mértékben. Így a közetfizikai jellemzők összehasonlítása nem célszerű.

Az eredményeket az alábbi táblázatban foglaljuk össze:

	ρ [t/m ³]	e [-]	c [kN/m ²]	ϕ [fok]	Összenyom. modulus [MPa]
Minimum	2,18	0,27	1700	6	756
Maximum	2,44	0,40	5500	22	9948

Kiscelli agyag

Kiscelli agyag várhatóan az M-801 jelű fúrás és a pesti rakpart között fog jelentkezni egy rövid szakaszon. Mivel a jelenlegi fúrások e területtől távolabb (a pesti rakparthoz közelebb) mélyültek, így a budai oldalnál megadott jellemzőkkel javasoljuk figyelembe venni.

Felső oligocén

A felső oligocén kőzetek, melyek agyagos kifejlődésűek több-kevesebb homoktartalommal, a pesti rakpart közelében várhatóak. A korábbi kutatási fázisokban e mélységig csak 6 db vizsgálat készült. A talajmechanikai jellemzők tartománya:

	l_c	ρ [t/m ³]	e	ϕ [fok]	c [kPa]
Várható érték	0.8 - 1.3	1.9 - 2.1	0.35 - 0.40	33	100 - 800

'C JELŰ SZAKASZ; PESTI OLDAL

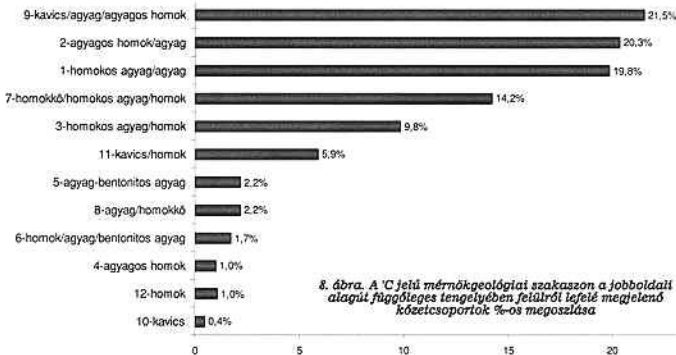
A harmadidőszakú miocén korú rétegek keletkezéséből eredendően a laza kohézio nélküli rétegektől a puha agyagokon át a tömör agyag és mészmárgáig terjedően találhatók kőzetek.

A feldolgozás alapján megállapítható, hogy a 2762 m hosszúságú szakaszon 21,5%-ban a kavics-agyag-agyagos homok (felülről-lefelé) rétegsorrendű alagúti szelvény fordul elő, amely az építés szempontjából kedvezőtlen, a főtte környezetében megjelenő pleisztocén kavics miatt.

Az agyagos homok-agyag települési sorrenddel jellemezhető alagúti szelvény 20,3%-ban van jelen. A homokos agyag-agyag 19,8% a teljes szelvényben megjelenő agyagos homok, és agyag-bentonitos agyag sorrendű alagútszelvény együttesen 3,2%-nyi hosszúságban jellemző.

A homok-agyag-bentonitos agyag, továbbá a homokkő-homokos agyag-homok, valamint az agyag-homokkő rétegsorrendű alagútszelvény 18,1%-ban jelenik meg a vizsgált szakaszon.

Kiemelt figyelmet kell fordítani az együttesen 7,3%-ban, (teljes szelvényben) megjelenő kavics, kavics-homok és (teljes szelvényben megjelenő) homok rétegsorrendű alagútszelvények esetében.



8. ábra. A 'C' jelű mérnökgeológiai szakaszon a jobb oldali alagút függőleges tengelyében felülről lefelé megjelenő kőzetcsoporthoz %-os megoszlása

A szakasz jellemző mérnökgeológiai hossz-szelvény részletét a 6. ábrán, a bemutatott mérnökgeológiai hossz-szelvényekhez kapcsolódó jelmagyarazatot a 7. ábrán mutatjuk be.

A rendelkezésre álló vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy ez a változatos felépítés még a mintákon belül is jelentkezik, azaz egy anyagként leírt mintán belül is nemcsak színben, de tulajdonságban, viselkedésben is jelentősen eltérő néhány cm-es vastagságú, agyag vagy homok, homokliszt, iszap, azaz más kőzet települt. Így ezen minták legtöbbszöréről elmondható, hogy még mikrométerben sem tekinthető homogénnek. Bár kisebb mértékben de ugyanez az inhomogenitás jellemzi a homokos (szemcsés) öszsleteket is, különösen a cementált kötéseket, homokköves részeit.

A szakaszon a jobb oldali alagút függőleges tengelyében felülről lefelé megjelenő kőzetcsoporthoz

%-os eloszlását a 8. ábrán adjuk meg.

Az agyagos homok mészesmentes, a homok erősen meszes. A mészesmentes alanyanyagban azonban gyakoriak a mészkonkréciók, mészesek. Mind a homokos agyagban, mind pedig a viszonylag homogén agyagos homok makrolencsékben gyakoriak a mészkumulációs szintek, melyek erősen kötöttek, de térben nem követhetőek. Erre tipikus példa az egymástól 30 m-re lévő P-714 és P-715 jelű fúrás, amely ugyanazt a homokösszetét harántolta, de míg az egyikben a homok megfolyósodott, a másikban kötött homokkő formájában jelentkezett.

A pesti oldalon mélyített fúrások talajmintáin végzett kísérletek alapján megállapíthatjuk, hogy a talajokon az esetleges túlkonzolidált állapot, az előterhelés értéke már nem mérhető ki. Vagyis már természetes településükben sem rendelkeznek vele, vagy a mintavétel ill. a kísérletig eltelt nem hosszú idő alatt (1-2 nap) expandáltak.

Miocén rétegek talaj- és közefizikai jellemzői

Az osztályozó vizsgálatok alapján a finomszemű homok ill. a kis szilárdságú homokkő rétegek - mivel a szemeloszlás megállapítása érdekében, labor-technikai okokból az eredeti szerkezetet el kellett

röncsolni - iszapnak illetve iszapos homoklisztnek minősültek. Ehhez járult a viszonylag magas karbonattartalom (16-36%), mely szintén befolyásolta a vizsgálatot. Az egyes típusok burkoló szemeloszlási görbéinek adatai a talajmechanikai vizsgálatok alapján:

Talajjelnevezés		2 mm (%)	0,1 mm (%)	0,02 mm (%)	0,002 mm (%)
Homokos agyag*	max	100	99	54	27
	min	100	64	9	1
Agyagos homok*	max	100	89	53	27
	min	100	64	22	5
Homokliszt*	max	-	100	31	4
	min	100	48	2	1
Homok +	max	100	71	28	5
	min	100	18	4	0

*Jelölési leírás alapján; + MSz. 14043-2: 1979 alapján

Talajtípus	I_p	U_p (%)	e	ρ_{200}	c (kN/m ²)	σ_c (MPa)
Agyagos kőzet	0,8 - 1,5	1,0 - 2,1	0,30 - 0,50	32 - 38	181 - 240	14,10 - 10,10
Agyagos homok	-	1,0 - 2,1	0,30 - 0,50	28 - 32	0 - 300	14,10 - 10,10
Homokos kőzet	-	1,0 - 2,1	0,4 - 0,6	28 - 32	100 - 300	14,10 - 10,10

A karbonátos kőtés következtében a kohézió igen tág határok között változik. A maximális kohézió finomszemű homokkőből származik. Ezen

rétegek vastagsága azonban nem haladja meg a 0,5 métert.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- Fáy M. 1975: Soil and rock mechanical problems in tunnelling the Budapest North-South line (Conference on Subway 1975, Budapest-Balatonfüred)
- Fáy M.-Szabó S. 1976: Észak-déli Metróvonal talaj és talajvízviszonyai (UVATERY Műszaki Közlemények 76/2) Ground and groundwater conditions along the N-S Metro line (Technical Review of UVATERY No 76/2)
- Meisner T. 1977: A Kávéin térségi mélyállomás szerkezete és építése (Mélyépítés-tudományi Szemle, XXVII. évf. 3. sz. Budapest)
- Fáy M. et al. 1978: Pajzsos alagútépítés geotechnikai vonatkozásai Budapesten (Mélyépítés-tudományi Szemle, XXVIII. évf. 10.sz.) Geotechnical problems of shield driven tunnels in Budapest (Scientific of Civil Engineering, No XXVIII/10)
- Bubics I. 1978: A budapesti Metróépítés földtani eredményei (Mérnökgeológiai Szemle, Budapesti Metrótervezési Irányelvek, KOZDOK, Budapest, 1979)
- Árpád Kézdi 1980: Handbook of Soil Mechanics (Akadémiai Kiadó, Budapest, ISBN 963 05 0025 6)
- Fáy M.-Szabó S. P. 1980: A karollázs-programból nyerhető in situ információk a budapesti METRO fúrástánál (Mérnökgeológiai Szemle, Budapest) Information obtained by geophysical survey in boreholes. (Scientific Review of Engineering Geology, Budapest)
- Fáy M.-Rózsa L. 1980: Újabb adatok Budapest talajviszonyairól a Metró feltárások alapján (Mélyépítés-tudományi Szemle, XXX. évf. 1. sz., Budapest) New geological data concerning Budapest discovered by the evaluation of borings of the METRO lines, (Scientific Review of Civil Engineering, No XXX/1/ Budapest)
- Hegy L.-Kiss E.-Szabó S. P. 1981: Általános földtani eredmények a budapesti Metró vonalak földtani kutatásaiból (Általános Földtani Szemle 16, Budapest)
- Metró Kézikönyv 1982: Tervezés, építés, üzemeltetés (Műszaki Könyvtadó, Budapest, ISBN 963 104359 2)
- Szabó S. P. 1983: A IV. Metró Március Zsigmond körtér - Hungária körút közötti szakaszának mérnökgeológiai jellemzése (Mérnökgeológiai Szemle, Budapest)
- Fáy M.-Horváth T. 1983: Geotechnikai tapasztalatok a Metró Deák tér - Elmunkás tér közötti szakaszán (Mélyépítés-tudományi Szemle, XXXIII. évf. 3.sz., Budapest) Construction of the N-S line from the Deák Square to the Elmunkás Square (Scientific review of Civil Engineering, No XXXIII/3, Budapest)
- Z.T. Bieniaszki 1984: Rock Mechanics Design in Mining and Tunnelling (A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands, ISBN 906191 507 4)
- Tiröczki G. 1985: A kiscelli gnyag szilárdságtani vizsgálata és rugalmasitórés utáni állapota (Mélyépítés-tudományi Szemle, XXXV. évf. 5. sz., Budapest)
- B.H.G. Brady-E.T. Brown 1985: Rock Mechanics for Underground Mining (London, UK, ISBN 0 04 622004 6)
- Kókay J. 1996: Dunántúli bányai szelvények összehasonlító rétegtani elemzése és az esztétikus tengerszint ingadozások (Földtani Közöny, Budapest)
- B.N. Whitaker and R.C. Frith 1990: Tunnelling, Design, Stability and Construction (The Institution of Mining and Metallurgy 1990, ISBN 1 870706 19 6)
- Horváth Tibor-Frónyai Zsolt 1999: Víz szettimikus mérések a tervezett DBR 4 Metró Duna alatti szakaszán (Geotechnika 59 Konferencia, Ráckeve, 1999)

Szerkesztői megjegyzés!

A szerzők által leadott szines mellékletek jelmagyarzatában szereplő nevek helyesírásilag eltérők a szövegben szereplőktől és a szerkesztőség az ábrákon módosítani nem tudott.



JOGI TALLÓZÓ

DR. UDRÁNSZKY KORNÉLIA

Új törvényt alkotott az Országgyűlés - a 2000. XXV. törvényt - a kémiai biztonságról (MK 38. szám/2000)

A radioaktív hulladékok elhelyezésével kapcsolatos beszállítási díjtételekről szóló 27/1999. (VI.4.) GM sz. rendeletet módosította a 14/2000. (V.2.) GM rendelet (MK 40. szám/2000)

A 72/2000. (V.19.) Korm. rendelet foglalkozik az atomenergia alkalmazási körébe tartozó egyes anyagok, berendezések és létesítmények tulajdonjoga megszerzésének speciális feltételeiről, valamint birtoklásának, üzemben tartásuk bejelentésének rendjéről (MK 49. szám/2000)

Módosította a 172/1999. (XII.6.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálat elvégzéséhez kötött

tevékenységek köréről és az ezzel kapcsolatos hatósági eljárás részletes szabályairól szóló 152/1995. (XII.12.) Korm. rendeletet. (BK 1. szám/2000)

Megjelent az MBH elnökének 14/1999. (BA.K. 2000/1.) MBH számú utasítása az adatvédelmi szabályzatról (BK 1/2000)



QUO VADIS Bányászat?

avagy hogyan segíti a bányász szakma jövőjét a FÓRUM

HORECZKY VERONIKA — MBH

"Ma az egyik legfontosabb feladatunk az, hogy állást foglaljunk a túlélés, az együttgondolkodás, a közös problémamegoldás mellett és megtaláljuk ennek – szakmai szervezeteink együttműködésén alapuló – konkrét formáit és módszereit. Változtatunk és változunk kell. Egységes akarattal és cselekvéssel, szakmánknak új működési területekre való kiterjesztésével kedvezőbb túlélési feltételeket teremthetünk."

A bányászat életben maradási gondokkal küszködik. A gazdasági környezet megváltozása miatt az ágazati hangsúlyok eltolódtak, az eddig ismert források lassan elapadnak. A tizenöt-húsz évvel ezelőtti állapotokhoz képest a bányászat korábbi struktúrája szélesében, társadalmi-gazdasági súlya fogyatkozóban van. Ezzel szemben nyilvánvaló, hogy gazdasági szükségessége nem csökkent, hiszen nincs alternatíva, amely pótolhatná azokat a javakat, alapanyagokat, ame-

lyekhez a bányászati tevékenység révén jut a nemzetgazdaság. Mi, akik a bányász szakma életben maradását nem csupán egzisztenciális kérdésnek, hanem mondhatni szívügyünknek tekintjük, a problémák és tennivalók összegzését követően jelentőségteljes lépésre szántuk el magunkat.

A bányászat túlélési faktorának növelése érdekében egy külön struktúrával nem, de véleményalkotási és vélemény-nyilvánítási képességgel rendelkező BÁ-

NYÁSZ FÓRUM-ot hoztunk létre, ahol szándékaink szerint a túlélés, az együttgondolkodás, a közös problémamegoldás valójában meg szakmai szervezeteink együttműködésével, méghozzá a fórum szónak abban a klasszikus értelmében, hogy a FÓRUM a vita, a műhelymunka, a véleményalkotás, az együttgondolkodás, a kapcsolat építés színtere legyen. Ennek jegyében 2000. március 29-én gyűlt össze "A Bányászat Vitalitása Civil Szakmai Fórum" első plenáris ülésére, amelyen részt vettek a bányászat szakmai és érdekképviselői színter, a Gazdasági Minisztérium, az MGSZ, az MTA valamint az MBH képviselői is. A cél kettős volt: egyrészt megismerni a szakma széles körének FÓRUM-mal kapcsolatos véleményét, elképzelését, másrészt kiszélesíteni a közösen tenni akarók táborát, ha tetszik, népszerűsíteni a FÓRUM-ot, amennyire csak lehet. Az elhangzott hozzászólások leg-többje kitért a FÓRUM szüksé-

BÁNYÁSZ FÓRUM

MEGHATÁROZÁSA:

Önkéntes tömörülés, amely a magyar szilárdásvány, és fluidumbányászati szakmai, társadalmi célkitűzésnek a képviselőre és megvalósítása érdekében jött létre, együttműködve egyéni vállalkozókkal és a megnevezett szervezetekkel. Tevékenysége összhangban áll az Alkotmánnyal és az Egyesülési jogról szóló 1989. évi II. tv. rendelkezéseivel.

AZ ÖNSZERVEZŐDÉS CÉLJA:

A szakmát érintő kérdésekben véleményalkotás, vitafórumok, műhelymunka, hagyományos és elektronikus publikációs lehetőségek biztosítása, pályázatokon való részvétel kezdeményezése, állásfoglalás meghozatala, hatékony PR munka folytatása.

TAGJAI:

Magyar állampolgárok, hazai és külföldi jogi és nem jogi személyek, állami, szakmai, tudományos és társadalmi szervezetek képviselői, akik elfogadják a célkitűzéseit és működési kereteit.

SZÉKHELYE:

Információs központ: MBH, 1051 Budapest, Arany J. u. 25.
H-1372, Budapest Pf. 477
E-mail: banyaszforum@mbh.hu
Honlap: www.mbh.hu
Tel: (1) 332-8339

MEGALAKULÁS IDŐPONTJA:

2000. március 29.

SZERVEZETI FELÉPÍTÉSE:

- Legfőbb szerve az időszakonként összehívott központi FÓRUM
- Vezető, koordináló szerve a közvetlenül választott, "Irányító Bizottság" (IB, Kommittee), élén az elnökkel
- Az egyes részterületek összefogását a "Szekciófórumok" végzik
- Meghatározott feladatokat "team"-ek végeznek (PR megbízások)

MŰKÖDÉS:

Az Alapszabály előírásai szerint valósul meg a

- plenáris FÓRUM előkészítése, napirendjének meghatározása, levezetése, nyilvántartás, regisztráció
- alkalmi fórumok és bizottságok összehívása
- határozatok, indítványok meghozatala, vélemények egységesítése, állásfoglalások kialakítása
- tisztújítás
- belső és külső kommunikáció, kapcsolattartás, PR tevékenység
- munkaprogramok összeállítása
- információ szolgáltatás, kiadványok, adminisztráció, okmánytár.

1. melléklet

SZÉN BÁNYÁSZATI GEOLÓGUSOK FÓRUMA

Oroszlány, 2000. május 17-19.

BARICZÁNÉ SZABÓ SZILVIA — VÉRT.

Évek óta - szakmai hagyományként - a szénbányászatban dolgozó geológusok találkozót szerveznek, hogy az év során felmerült tapasztalataikat kicserélhessék és aktuális kérdésekben egységes álláspontot alakítsanak ki.

Az idén május 17-19. között a Vértesi Erőmű Rt. adott otthont a rendezvénynek. Az ország különböző bányavállalataitól, erőműveitől, geológiával foglalkozó kft-ktől érkező szakemberek szakmai előadásokon kívül a környék nevezetességével is megismerkedtek.

A rendezvényt dr. Jáki Rezső, a VÉRT Bányászati Igazgatóságának főgeológusa és egyben a fórum elnöke nyitotta meg. Ezután a szakmai előadások keretében dr. Farkas István főigazgató, az MGSZ által kidolgozott állami

geológiát és geofizikail feladatokat új koncepcióját ismertette. Dr. Fodor Béla és Kontsek Tamás a hazai szénvagyon gazdasági értékelésével, Rezessy Géza pedig aktuális hatósági kérdésekkel foglalkozott. Szentai György "A térségi széntermelés és a VÉRT" címmel tartott előadást, majd dr. Hegedűsné dr. Koncz Margit a nyersanyagkutatás engedélyezési eljárásainak tapasztalatairól számolt be. Végül dr. Horn János, a BDSzSz főtanácsosa a hazai bányászatról adott áttekintést és néhány nemzetközi példát is bemutatott a mintegy 35 fős hallgatóságunk.

A rendezvény második napján Takács Károly, a VÉRT vezérigazgatója tartott előadást a társaság üzemeltetési-fejlesztési feltételeiről és terveiről, egyúttal ismertette a tervezett retrofítpro-

gramot is. Ezután Havelda Tamás bányászati igazgató a működő bányáuzemekről adott áttekintést. Délután a résztvevők ellátogattak a várgesztesi várba, a Majki Műemlékegyütteshez, Tatára, a Szabadtéri Geológiai Kiállítóhelyre, és dr. Jáki Rezső kálauzólásában a tati források elapadásának, illetve várható viszsztatérésnek a történetét is megismerhették.

A zárónapon rövid előadások keretében a Bányászati Igazgatóság működő üzemét mutatták be a helyi geológusmérnökök: Bariczáné Szabó Szilvia (Dobai külfejtés), Dankó Zsolt (Mányai aknaüzem) és Oveges István (Márkushegyi aknaüzem).

A fórum zárásaként dr. Horn János indítványára a résztvevők megegyeztek egy nyilatkozat megfogalmazásában, melyet olyan állami vezetőknek juttatnak el, akiknek a földtani szakemberek tájékoztatása segítséget nyújthat a bányászattal kapcsolatos döntéseik meghozatalában.

A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK KÖZGYÜLÉSE

KAKAS KRISTÓF — MGSZ

Április 7-én tartotta évi közgyűlését a Magyar Geofizikusok Egyesülete a MTESZ székházban. A "visszatekintő, elemző, értékelő és jövőbenező eseményen" (ahogy azt Bokor Csaba köszöntő levelében megfogalmazta) Meskó Attila elnök üdvözölte a megjelenteket, Verő László mondta el a tükári beszámolóját, Jánvári János a Felügyelő Bizottság, Nemesi László a Magyar Geofizikusokért Alapítvány kuratóriumának beszámolóját tartotta meg. A közgyűlés elfogadta a beszámolókat, módosította az alapszabályt, elfogadta az MGE Befektetési Szabályzatát és a 2000. évi pénzügyi tervet. Egyed László emlékirmetet a geofizika területén kifejtett kiemelkedő szakmai munkáért Dobróka Mihály professzor és Szarka László, a GGKI munkatársa, Renner János emlékirmetet az egyesületért végzett kiemelkedő munkáért Baranyai Pál főmérnök és Labóczki Enid, az Ifjúsági Bizottság elnöke kapott.

A tisztújítás során leköszönt alelnökségéről Hegybiro Zsuzsa, az 1999. évi elnök (Meskó Attila professzor) alelnök lett. A közgyűlés alelnökké választotta Tóth Józsefet, és az egyesület elnöki tisztét (a szabályok szerint) az eddigi alelnök, Szűcs István vette át.

AZ MGSZ TUDOMÁNYOS TANÁCSÁNAK ÉS FÖLDTANI TANÁCSÁNAK ÜLÉSE

KAKAS KRISTÓF — MGSZ

A Tudományos Tanács a főigazgató tanácsadó testülete. Tagjai a szakma elismert képviselői (egyetemi tanszékvezetők, a földtani intézményrendszer volt vezetői stb.), akik egészében és részleteiben véleményezik a szolgálat teljesítményét. 2000. április 13-án a Tudományos Tanács elé került a szolgálat és a két intézet 1999. évi működési jelentése, és a GEO-XXI koncepció alapján a két intézet által kialakított többéves kutatási program. A Tudományos Tanács a működési jelentést elfogadásra, a kutatási programot átdolgozásra javasolta.

A Tudományos Tanács véleményének birtokában került megrendezésre a Földtani Tanács ülése. Ez a tanács (a "board") a szolgálat felügyeletét és állami kapcsolattartását látja el, mert tagjai (a szolgálat működését megszabó kormányrendelet értelmében) egy sor minisztérium és hivatal képviselői, az akadémiai és a tudományos egyesületek delegáltjai. 2000. május 30-án a Földtani Tanács tagjainak dr. Farkas István, Brezsnaynszky Károly és Jánvári János számolt be az MGSZ, a MÁFT és az ELGI 1999. évi munkájáról. A szóbeli beszámolók, az előzetesen áttanulmányozott működési jelentés, a Tudományos Tanács állásfoglalása és az anyag helyszíni vitája alapján a Földtani Tanács a szolgálat beszámolóját dicsérettel elfogadta.



GAZDASÁGI MINISZTERIUM

A magyar gazdaság európai felzárkózási stratégiai programja célként jelöli meg "a magyar gazdaság nemzetközi versenyképességének fokozását, a gyors és kiegyensúlyozott gazdasági növekedést", valamint az európai integrációra való felkészülést.

A Magyar Geológiai Szolgálat, mint az állam földtani hatósági és kutatási feladatait ellátó intézmény felismerte, hogy az ezen célok elérése érdekében mozgósító Széchenyi Tervből több - elsősorban a tudásbázis-fejlesztést és az infrastrukturális területet érintő - feladat rá hárul. Tudjuk, hogy nincs elegendően hatékony nemzeti fejlesztés, ha nincsenek rendszerezve az ország földtani adatai, ha nem használják fel a fejlesztésben résztvevők a földtan szakértői tudásbázisát és az adatokból a szakértői tudásbázissal előállított információk nem lesznek könnyen hozzáférhetőek a Széchenyi Terv programjaiban résztvevők számára. Meglehetősen állapítjuk meg, hogy a "GEO-XXI" nevű stratégiai céljaink jól illeszkednek a Nemzeti Fejlesztési Tervhez, és 2001. január 1-től tervezett projektjeink jelentős része inkorporálható a Széchenyi Terv programjaiba.

A 2000 május végén a Gazdasági Minisztériumnak felterjesztett öt javaslatunk közül az ország építőanyag-kataszterének felújítása a kavics és homok-előfordulások számbavételét, a bányászati lehetőségek kínálati listáját hozná létre. A regionális szakértői rendszer kialakításával a régiók, a megyék és a helyi önkormányzatok könnyen, gyorsan és olcsón, közérthető formában jutnának hozzá a lokális földtani in-

formációkhoz. A Nemzeti Geológiai/Geofizikai Elektronikus Atlasz szerkesztésének keretében több ezer 100.000-es méretarányú térképet tudnánk elektronikus formában képernyőre vinni, szükség esetén kinyomtatni, hogy megfeleljék magyarózóval a regionális fejlesztés rendelkezésére bocsássuk. A következő két javaslatunk egy-egy országos felmérést tartalmaz: a földtani veszélyforrások felmérését (földrengésveszély, földcsuszamlások, pinceveszély, radioaktív háttér sugárzás kataszterezése) és a geotermálviz-termákvíz hasznosítási lehetőségek felmérését. Mindkét kataszter a regionális fejlesztési tervezéshez fontos, és ezen a téren a földtani adatok meghatározók.

Javasataink nem mindig és nem direkt módon kapcsolódnak a már nyilvánosságra hozott programokhoz. Úgy gondoljuk, hogy a Szolgálat feladata és lehetősége globálisan kiszolgálja a Nemzeti Fejlesztési Tervet a földtan oldaláról. Nem egy-egy programhoz kapcsolódunk, hanem a teljes tervet szolgáljuk ki. Egy másik látszólagos ellentmondás: nem csatlakoztunk expliciten a "kutatás, fejlesztés, innováció" programhoz. Nem, mert az összes javaslatunk a tudásbázis fejlesztését célozza, de konkrét feladatokkal és célokkal.

A javaslatainkban foglalt fel-

adatok közül azok, amelyeknek az elvégzését a szolgálaton belül képzeljük el, mindegyike állami feladat. Ezek egy részének alapszintű végzésére az intézményrendszer költségvetési támogatásának jelentős részét gondoljuk allokálni a következő években. A felzárkózáshoz viszont ennél lényegesen több munkára, gyorsabb megvalósításra van szükség. Ha a nagy ívű fejlesztési programok indításánál (például a regionális fejlesztési programok tervezésénél) a földtani adatok még nem állnak rendelkezésre, akkor a fejlesztési elképzelések vagy nem lesznek földtani szempontból megalapozva, vagy szükségtelen és drága adatpótlás történik. A gyors megvalósításhoz (a költségvetési intézmények vonatkozásában) nem lesz elkerülhető a feladatfinanszírozás.

A Széchenyi Terv alap gondolatához csatlakozva javaslataink megvalósításához jelentős mértékben van szükség vegyes finanszírozási konstrukciókra, hiszen tervezett eredményeink a vállalkozási szféra jobb helyzetbe hozását eredményezik. Ez a kilátás valószínűleg nem-állami fejlesztési forrásokat is mozgósítani tud majd.

Június 9.-én kelt levelében Dr. Cséfalvay Zoltán, a GM illetékes h. államtitkára javaslatunkról a következőket írta:

"...észrevételeik a helyzetkép árnyalásához, a súlypontok kijelöléséhez épp úgy hozzájárulnak, mint a helyzetképből fakadó érdemi megoldások kialakításához, a helyes irányok kijelöléséhez, és remélem, hogy [...] javaslatait beépülnek a Széchenyi Terv bővebb változatába."

IFJÚ SZAKEMBEREK ANKÉTTJA

2000. március 24-25-én Debrecenben az Aranybika szállodában a Magyar Geofizikusok Egyesületének szervezésében rendezték meg az ez évi Ifjú Szakemberek Ankéttját. A rendezvényen 29 előadás hangzott el és 9 posztert mutattak be a fiatal szakemberek. A kitűnő rendezés mellett - mint azt a zsűri is megállapította - az előadások szakmai színvonala is magas volt bizonyítva, hogy a fiatal geológus és geofizikus gárda alkalmas tudományos kutatások végzésére.

A zsűri döntése alapján a következő eredmények születtek:

elméleti előadás kategória:

1. **Varga Andrea** (ELTE Kőzettan-Geokémia Tsz.): Felső-karbon homokkövek lehordási területének meghatározása (Mecsek-hegység, Tisza nagyszerkezeti egység)

2. **Kovács Kis Viktória** (ELTE Ásványtani Tsz.): Mit nevezünk tüzkőnek? Ásványtani esettanulmány az Ördögóromról

3. **Benkő Krisztina** (ELTE Környezetföldtani Tsz.): Csóvár környékének szerkezetföldtana és kapcsolata a Kárpátokkal

Martini Dániel (ME Geofizikai Tsz.): A földmágneses évszázados (szekuláris) változások törvényszerűségeinek vizsgálata

gyakorlati előadás kategória:

1. **Elek Barbara - Neduczka Boriszláv - Tildy Péter** (ELGI): Földradar mérések egy magyarországi autópályán

Juranits Judit (ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tsz.): Az agyagásvány-tartalmú képződmények és a szénhidrogén-szennyezők kölcsönhatásai terepi tapasztalatok alapján

3. **Faur Krisztina Beáta** (ME Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Tsz.): Egy magyarországi hulladéklerakó vízháztartási vizsgálata a Visual HELP szoftver alkalmazásával

poszter kategória:

1. **Németh Norbert** (ME): Szerkezetföldtani vizsgálatok az ómassai Száraz-völgy környékén

Sütő László - Homoki Erika - Baross Zoltán - Juhász Csilla (Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tsz.): Szénbányászati meddők vizsgálati rendszere és mineralizációs folyamatai

3. **Szabó Zsófia - Harangi Szabolcs** (ELTE Kőzettan-Geokémiai Tsz.): Miocén korú savanyú piroklastitok magma-típusának és korrelációjának vizsgálata bükkaljai előfordulásoknál - cirkonmorfológiai tanulmány

A zsűri által kiosztott díjakon kívül különdíjakat is kiosztottak:

közönségdíj:

Martini Dániel (ME Geofizikai Tsz.): A földmág-



A debreceni Aranybika szálló

neses évszázados (szekuláris) változások törvényszerűségeinek vizsgálata

a MOL Rt. különdíja:

Varga Andrea (ELTE Kőzettan-Geokémia Tsz.): Felső-karbon homokkövek lehordási területének meghatározása (Mecsek-hegység, Tisza nagyszerkezeti egység)

a GES kft. Különdíja:

Elek Barbara - Neduczka Boriszláv - Tildy Péter (ELGI): Földradar mérések egy magyarországi autópályán

az MGSZ különdíja:

Fekete Noémi (ELTE Geofizika Tsz.): A Várpalotai-medence környezetének fiatal tektonikája

a MÁFI különdíja:

Kiss Ada - Gellért Balázs (ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tsz.): A cseszneki Várhegy-vonulat szerkezetalakulása

Szilárd József díj (ELGI):

Galsa Attila (ELTE Geofizika Tsz.): A mélységfüggő viszkozitás és a belső hőterelés hatása a hotspotok számára a kőpenykonvekciónál modelljeiben.

TÓTH JÓZSEF

1935 – 2000

Tóth József 1935. augusztus 12-én született Szendrőn. A Gazdasági Minisztérium szak-főtanácsosa 2000. május 12-én nyugdíjba vonult.

Szakmai tevékenysége négy évtizedes munkásságot fog át. A Miskolci Egyetemen 1958-ban szerzett geológusmérnöki diplomát és helyezkedett el a Borsodi Szénbányászati Trösztnél, ennek üzemében dolgozott üzemi geológusként 13 évet.

1971-ben került a Nehézipari Minisztériumba és maradt a közben többször átszervezett hivatal dolgozója közel 30 évig. A változó munkakörülmények és új feladatok végzéséhez kialakult benne két alapvető tulajdonság: a pontos munka és az objektív értékelésre való törekvés. Készült a nyugdíjkorra, az addig általa végzett feladatok továbbadására, de szinte semmit sem kellett tennie az átadáshoz: munkaanyagai, szakértői véleményei, levelezése évről-évre példás rendben sorakoznak szekrényében. Áttekinthető, gazdag hagyaték az övé!

Az ásványvagyongazdálkodást tartotta igazi feladatának, ez volt kedvenc témája, publikációinak tárgya. E területről keresték meg kollegái akkor, amikor a kérdések nehéz, komplikált matematikai összefüggései vizsgálatához igényelték ismereteit. Becsülték szigorú lektori munkásságát, pontos, világos érveit, a javításra tett indítványait.

Munkássága nem szorítkozott csak minisztériumi tevékenységére. 1953-ban – elsőéves egyetemi hallgatóként – tagja lett a Magyarhoni Földtani Társulatnak, majd 1975-ben az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek. A szakma e két fontos társadalmi szervezetének hűséges tagja maradt haláláig.

1980-ban megalakult a szénbányászati főgeológusok fóruma, arra vállalkozva, hogy az egyre nehezedő szakmai munkát segítse. A félévenként ülésező, igen aktív csapat megalakulásakor tiszteletbeli elnökké választotta és ezt a rangot – mert annak tartotta – haláláig viselte, a rendezvények elmaradhatatlan szereplője volt.

Tóth József kétszer került újbóli kapcsolatba kedves egyetemével. 1967-ben mélyfúrási geofizikusi szakmérnöki oklevelet szerzett, majd 1980-tól meghívott előadóként az Ásványvagyongazdálkodás című tárgyat oktatta, nem akármilyen szakmai előzmény nélkül, hiszen 1973. óta rendelkezett ásványvagyongazdálkodási szakértői engedéllyel és szakértője volt az Ásványvagyongazdálkodási Bizottságnak. Az egyetem Földtan-Teleptani Tanszék vezetője, munkatársai és a volt hallgatók tisztelettel és megbecsüléssel értékelik Tóth József két évtizedes munkáját.

Magánemberként talán zárkóztunk mondhatnánk. Két hobbiáról tudunk: az egyik a pipagyűjtés, a másik a pipadobányás ismerete-szeretete, a másik a Tisza! Évről-évre egész szabadságát motorcsónakon töltötte a folyón. Az ukrán határtól Szegedig ismert minden parti sátorhelyet, vendéglőt, halászmestert, kikötőt. Már jó ideje látnak, tudnak, hogy beteg, miközben súlyosan beteg feleségét is ápolja.

Bücsúzunk Tóth József kollegáinktól, barátunkról. Fel kell tennünk a kérdést: mi marad meg a szellemi munkát végző, alkotó ember hagyatékából? Elsősorban a nemzetgazdaság egészébe beépült javaslatai, másodsorban a szaklapokban – a Földtani Kutatásban, a Bányászati és Kohászati Lapokban és a Freibergi Egyetemi Közleményekben – megjelent és az utókorra maradt írásai, harmadsorban a bennünk maradt emlékek.

A Földtani Kutatás című folyóirat Szerkesztőbizottságának tagjaként alapos szakmai észrevételével, álszorgalmával nagymértékben hozzájárult lapunk gyakorlati profiljának és színvonalának kialakításához.

Őrizzük meg Tóth József kollegánk, barátunk emlékét!