

A 4. metróvonal Duna alatti átvezetésének mérnökgeológiai vizsgálata

Aujeszky Géza*—Dr. Scheuer Gyula*—Szigeti Péter*

(4 ábrával)

Összefoglalás: A 4. metróvonal Duna alatti átvezetését a Szabadság-híd közelében, attól D-re kívánják megvalósítani. Mivel a tervezett metró-szakasz érinti a Gellért teret, veszélyeztetve ezzel az ott fakadó karsztos hévforrásokat, indokolt volt részletesebb mérnökgeológiai vizsgálatokat végezni annak érdekében, hogy mind a metró építése, mind pedig a források miatt esetleg fellépő káros jelenségek megelőzhetőek és elkerülhetőek legyenek.

A feltérési eredmények alapján megállapítható volt, hogy a tervezett Duna alatti nyomvonal a pesti oldal közelében felsőoligocén, a folyó többi részén és a Gellért téren alsóoligocén (kiscelli agyag, tardi agyag) képződményekben fog haladni. Termásvíz betörés szempontjából a legkedvezőtlenebb adottságok a DM-3. sz. fúrás környezetében várhatók, mert e fúrás a vizsgálatok szerint a tardi agyagban olyan nyitott vetőzónákat harántolt, amelyek termásvizet szállítanak.

I. Bevezetés

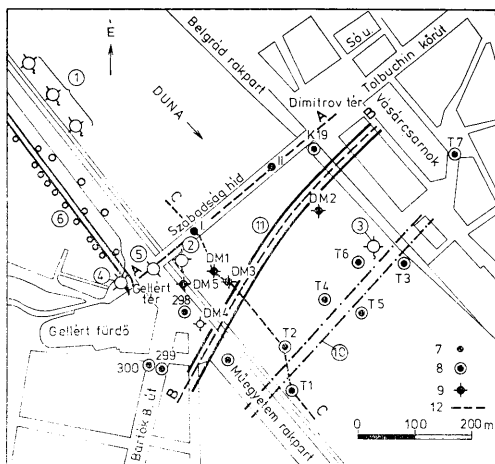
A Dél-Buda—Zugló között tervezett 4. metróvonal I. üzembehelyezési szakaszának (Bocskai út—Keleti pu.) a Duna alatti átvezetésével kapcsolatosan — egy kb. 400 m hosszúságú vonalszakaszra — az FTV megbízást kapott az UVATERVtől egy tanulmányterv elkészítésére. E munka keretében öt kutató-fúrás készült a várható földtani és vízföldtani viszonyok, valamint geotechnikai adottságok felderítése céljából.

A tervezett és vizsgált metró-nyomvonal a Szabadság-híd közelében, attól D-re fog épülni (1. ábra) és érinti a Gellért teret. A metró-pálya tervezett sínkorona szintje a Dimitrov térnél, a Sóház utca sarkán 64,12 mBf, a Duna közepén 71,02 mBf és a Gellért téren, a Budafoki út sarkán, 75,0 mBf. Az adatok szerint a pálya lassan emelkedik több mint 10 m-t Buda felé.

A korábbi (1970) elképzelések szerint a 4. metróvonal Duna alatti átvezetését a jelenlegi tervezetthez képest kb. 150—200 m-rel délebbre kívánták megépíteni, s ehhez hat mederfúrás készült. A vizsgálataink során ezek eredményeit is messzemenően felhasználtuk.

Mivel a tervezett 4. metróvonal egyik kritikus részének minősíthető a Duna alatti átvezetési szakasz, a várható geológiai és vízföldtani nehézségek miatt indokolt volt szakintézmények (ELTE Földtani Tanszék, Miskolci Nehézipari

* Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, 1088 Budapest VIII. Reviczky u. 4.



I. ábra. Helyszínrajz a budapesti 4. metróvonal tervezett Duna alatti átvezetésének feltüntetésével. J e l m a g y a r á z a t: 1. Schafarzik F. szökevény források, 2. Névtelen szökevény források, 3. Vitális S. szökevény források, 4. Gellért téri próbafúrás, 5. Gellért források, 6. Gellérthegyi táro, karsztos hévízet termelő létesítményekkel, 7. Talajmechanikai pillérfúrások, 8. Korábbi metrófúrások, 9. Az új tervezett nyomvonálhoz mélyített fúrások, 10. A korábban tervezett metrónyomvonal dunai átvezetési szakasza, 11. A tervezett új nyomvonal, 12. Áttekintő földtani szelvények

Fig. 1. Layout with indication of the planned track under the Danube of Metro Line 4. E x p l a n a t i o n s: 1. Schafarzik's wild spring group, 2. Anonymous wild springs, 3. S. Vitális' wild springs, 4. Test drilling of Gellért Square, 5. Gellért Springs, 6. Gellérthegy water gallerie with karstic thermal water production plants, 7. Soil mechanical pillar drillings, 8. Earlier drilling for the Metropolitan Underground Railway System, 9. Boreholes spudded for the new planned track, 10. Under-the-Danube stretch of a Metro track of earlier design, 11. Planned new track, 12. Large-scale geological cross-sections

Műszaki Egyetem Földtani-Teleptani, Ásvány- és Kőzettani Tanszékek) bevonása és igénybevétele. E szakintézmények vizsgálatai jelentősen hozzájárultak a munka eredményességéhez.

A következőkben a vizsgálatok eredményeit ismertetjük, különös tekintettel a geológiai és vízföldtani viszonyokra, mert e földtanilag és hidrogeológiaiilag problematikus területen — a karsztos hévforrások közelségére való tekintettel — elsősorban ezek pontos megismerése segítheti elő az alagút biztonságos kivitelezését.

2. A tervezett nyomvonal földtani és tektonikai viszonyai

A tervezett metróvonal vizsgálatához kapcsolódóan öt kutatófúrás készült. Ezek közül hármat a mederben (1. ábra), egyet a Gellért téren az autóparkoló északi végénél, egyet pedig az alsó rakparton mélyítették. A fúrások folyamatos magvételrel készültek a rétegződés pontos meghatározása céljából, továbbá a

lyukakban részletes vízföldtani és geofizikai megfigyelések és vizsgálatok történtek. Így a fúrások olyan alapadatokat szolgáltatottak a nyomvonal mentén kialakult földtani és vízföldtani viszonyokra vonatkozóan, amelyek alapján az építéssel kapcsolatban jelentkező esetleges problémák előre jelezhetők.

2.1. *A feltárások ismertetése*

A fúrások a következő rétegeket harántolták.

A *DM-1. fúrás* a meder jobbparti részén a Szabadság-hídtól D-re van. A mélyítés során a furatban a kisvastagságú dunai üledékek alatt felsőeocén budai márgát értek és abban haladtak egészen a talpig (14,40 m). A feltárt márga igen kemény volt, helyenként kovásodott az egykori posztvulkáni működésből származó kovaoldatok hatására, továbbá az alsó szakaszon erős piritesedés volt tapasztalható. A fúrás több szakaszon nyitott vetőket tárt fel. A faunavizsgálatok (HORVÁTH M. és munkatársai 1983) e feltárt kőzet felsőeocén korát igazolták. A mikrofácies vizsgálat 8,2 és 14,3 m-ben mészturbidites közbe-településeket mutatott ki, amelyeknek anyaga csuszamlással, gravitációs úton került a partközeli környezetből a budai márga mélyebb képződési környezetébe (VARGA P. 1983). Az erős tektonikai igénybevételre utalnak a rétegzettségi adottságok is.

Nagy valószínűséggel állítható, hogy a feltárt járatokból hévíz áramlik ki a Dunába és a repedéseknek kapcsolata lehet a Gellért téri hajóállomás környezetében megfigyelt Névtelen szökevény-forrásokkal (1. ábra). A hajóállomásnál megfigyelhető erőteljes buborékolás jelzi a hévíz elszökését a folyóba. A repedezett termálvíz-vezető kőzetek feltárása közvetlenül a mederben erre megfelelő bizonyítéknak tekinthető.

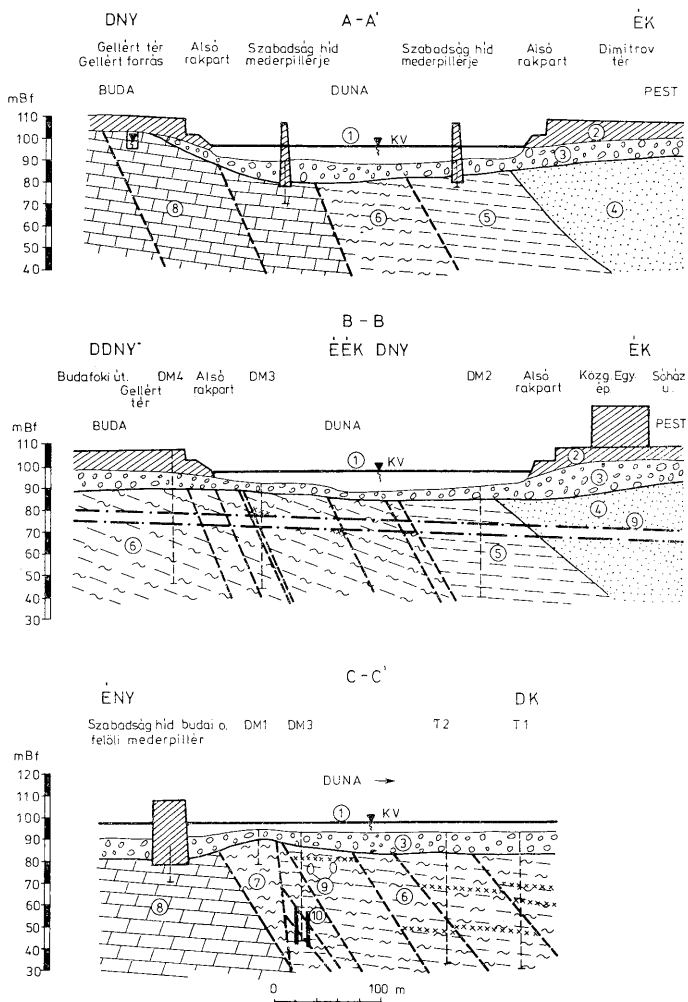
A *DM-2. fúrás* a meder balpartjának közelében mélyült. A dunai anyag e részen 3,90 m vastagságúnak mutatkozott. Ez alatt a kiscelli agyag következett, majd ennek harántolása után a tardi agyag magasabb tagozatát tárta fel és e képződmény tartott a furat talpáig (50 m). A fúrás több vetőzónát harántolt.

A hidrológiai vizsgálatok szerint érdemleges hévíz beáramlás a furatba nem volt. A furat termoszelvényezése azonban geotermikus anomáliát mutatott ki (50 m-ben 27 °C-ot). Ez az eredmény a termálvíz-tartó képződmények közelségére utal.

A *DM-3. fúrás*t a jobbpart közelében tűzték ki, 5,1 m vastag dunai szemcsés üledékek alatt talpig (48,10 m) alsóoligocén tardi agyagot harántolt. Az őslénytani vizsgálatok szerint (HORVÁTH M. és munkatársai, 1983) a tardi agyag alsó és felső tagozatának átmeneti rétegei váltak ismertté. A fúrás alsó szakaszán két átkovásozott, vékony, lencseszerű, fűzérés, mészturbidites padot mutatnak ki.

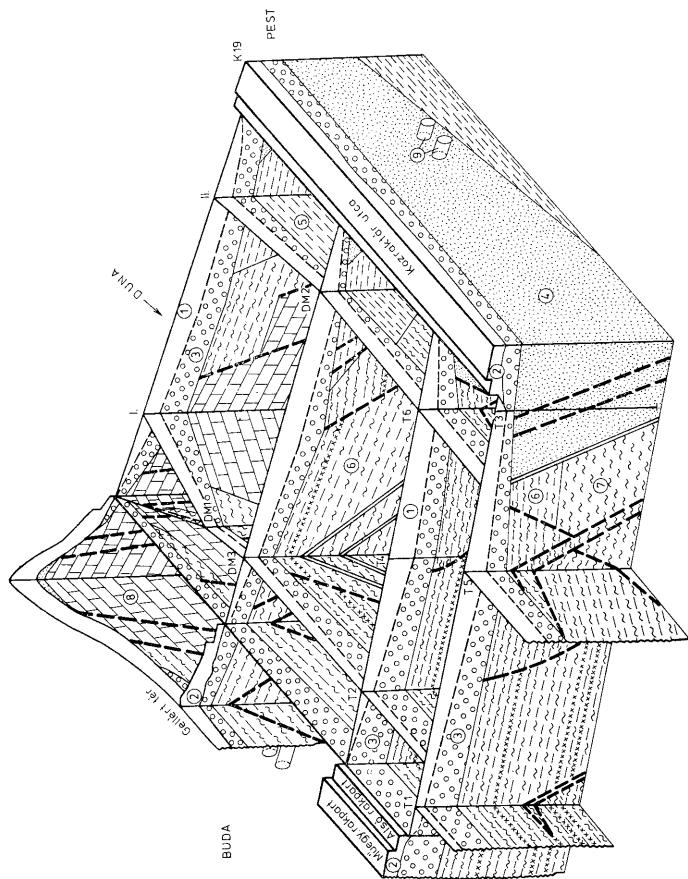
A fúrásban több helyen vetőzónát harántoltak. Ezekből a kompresszorozás során 220 l/min., 39 °C-os vizet termeltek ki, 30 m-es leszívással. A reométerezés szerint a vízbeáramlás a furatba a legalsó töredezett szakaszokból történt.

A *DM-4. fúrás*, amely a Gellért téri parkolóban mélyült, 16 m-ig feltöltést és ez alatt dunai homokos kavicsos rétegeket tárt fel. A szemcsés üledék-összetlet alatt alsóoligocén tardi agyag következett és ez tartott a fúrás talpáig (60 m). A feltárt alsóoligocén összetletben több vetőzónát harántoltak, ahol az anyag erősen összemorzsolódott.



2. ábra. Áttekintő földtani szelvények. Jelmagyarázat: 1. Duna, 2. Feltöltés, 3. Folyóvízi homokos kavics, 4. Törökbálinti homok formáció, 5. Kiscelli agyag formáció, 6. Tardi agyag formáció, 7. Budai márga formáció, 8. Földolomít formáció, 9. A tervezett metró alagutak, 10. Karstos hévíz (40 °C) beáramlása a furatba

Fig. 2. Large-scale geological cross-sections. Explanations: 1. Danube, 2. Replenishment, 3. Fluvial sandy gravel, 4. Törökbálint Sand Formation, 5. Kiscell Clay Formation, 6. Tard Clay Formation, 7. Buda Marl Formation, 8. Hauptdolomít Formation, 9. Planned Metro Tunnels, 10. Karstic thermal water inflow (40 °C) into the borehole



3. ábra. Földtani tömbszelvény a tervezett nyomvonal környezetéről. Jelmagyarázat: a 2. ábra szerint
 Fig. 3. Geological block diagram of the neighbourhood of the planned track. (For the explanations, see Fig. 2)

Ezek azonban a vizsgálatok szerint nagy részben zártnak bizonyultak, mert csak kisebb vízmennyiség (13 l/min.) beáramlása volt tapasztalható a tardi agyagból.

A DM-5. fúrás az alsó rakparton mélyült. Feltöltés és dunai üledékek alatt dolomitot tárt fel.

2.2. A fúrások mérnökgeológiai értékelése

A korábbi metrőépítés (BUBICS I. 1978, HEGYI L. és munkatársai 1981) és az e munka keretében mélyített fúrások alapján a mederben és a parton háromféle képződmény vált ismertté. Ezek korban és kifejlődésben eltérnek egymástól.

A balpart felől kiindulva az alagút felsőoligocén (egerien) *homokos aleuritós rétegekből* fog átlépni a fúrással feltárt kiscelli agyagba és várhatóan ebben fog haladni kb. 90—110 m hosszban. Ezután vetőzóna harántolásával beér a tardi agyagba és e képződményben készül majd a Gellért téren is, mert a DM-4. fúrás a DM-3. fúráshoz hasonlóan tardi agyagot tárt fel. A tervezett nyomvonal mentén várható adottságokat és a szűkebb környezet földtani felépítését a 2. és 3. ábrán közölt áttekintő szelvények tartalmazzák.

A fúrások nem tártak fel a mederben, a tervezett nyomvonalban, vízvezető kőzeteket (triász dolomit, felsőeocén mészkő és mészmárga), hanem csak olyan képződményeket, amelyek már a 2. metrővonal építésével kapcsolatosan jól ismertek. Esetleges előfordulásukat még további vizsgálatokkal pontosan lokalizálni kell.

A fúrásokkal feltárt kőzetek az alagútszelvényben, mérnökgeológiai vonatkozásban, az alábbiak szerint értékelhetők, figyelembe véve a rétegtani és tektonikai adottságokat.

1. Rétegzetlen összletek általában.
2. Vékonypados, palás, leveles kőzetszakaszok.
3. Tektonikai okok miatt töredezett szakaszok.

2.2.1. A tömeges rétegzetlen kifejlődés a feltárt kiscelli agyagra jellemző. Ez az alagútépítés szempontjából kedvezőnek ítéltető. E kőzet plasztikus indexe 3,8—18 között változott. Általában állékony és jól jöveszthető. A magminták szerint tömör állapotú és kemény, de a litoklázisok mentén könnyen szétesik.

2.2.2. A vékonypados, lemez, tufarétegekkel tagolt kifejlődés a tardi agyagra jellemző. Ez az alagútépítés szempontjából kedvezőtlen, mert a réteglap menti elválás könnyen előadódik. Emiatt az alagútban a boltozaton lazulásra és leválásra kell számítani.

A tardi agyagban feltárt tufa és tufit rétegek jellemzők erre a formációra. Vastagságuk 0,5—5 cm között változott. Gyakran jelentkezett olyan formában is, hogy a tufa anyag a réteglapokon hintve mutatkozott. A fúrásokban feltárt összletszakaszokon közbetelepülésként 5—10 esetben volt kimutatható, leggyakrabban a 25—40 m közötti mélységben. Esetenként 1 m-en belül 3—4 közbetelepülés, vagy réteglap menti hintés is megfigyelhető volt. Ilyen tufa betelepüléses szakaszokon a réteglap menti elválásra még fokozottabban lehet számítani.

A fúrásokban feltárt vetők—repedések—litoklázisok mentén nagyon gyakran mutatkozott kalcit kitöltő anyagként. Különösen a DM-3. fúrásban volt gyakori. Általában 0,2—1 cm-es — de előfordult 5 cm széles — hasadék kitöltésként jelent meg. E fúrásban ilyen kalcitos hasadék kitöltő anyagot a követ-

kező mélységekben harántoltak: 5,3–6,9; 15,30–20,5; 24,8–30,8; 31,7–36,5; 45,7–47,9 m. A kalcit gyakorisága utal a hévíztartó kőzetek (mészkö, márga, dolomit) közelségére és arra, hogy a vetők mentén fellazult, repedezett kőzet-szakaszokba a termálvíz behatolt és kiválásaival azokat kitöltötte.

2.2.3. A fúrásokban nagyon gyakran jelentkeztek olyan kőzetszakaszok, melyek tektonikai okok miatt erősen összetöredeztettek voltak. A vetőket litoklázisok kísérték, amelyek mentén a kőzet könnyen szétesik. Megfigyelhetők voltak a fúrási magokon olyan elválási felületek is, ahol az elmozdulás miatti hőhatás következtében fényes felületek keletkeztek. Ezért a várható tektonikai zónák harántolása során kevésbé állékony adottságokkal kell számolni. A DM-2. fúrásban 5–15; 22–26; 32–33; 39–41; 45–47 m, a DM-3.-ban pedig 10–14; 15–20; 24–30; 32–36; 41–43; 45–48 m-ek közötti mélységekben tártak fel vetőzónára jellemző összetöredezettséget, kőzet felmorzsolódást.

A fúrásokban kimutatott erős tektonizáltság miatt a kőzetek sakktablászzerűen kisebb rögökre töredeztek. A különböző korokban és irányokban keletkezett törérendszerek gyakoriságát az a körülmény okozza, hogy a Gellérthegy környezete a Budai-hegység sarokpontjának tekinthető, ahol összetalálkoznak a hegységet lezáró és harántoló különböző irányú (ÉNy-DK és ÉK-DNy) fővetőrendszerek. Ehhez még hozzájárul a Gellérthegy dolomit sasbércének pszeudodiapir (WEIN Gy. 1977.) jellegű függőleges irányú mozgása is, amely környezetében magával viszi a harmadidőszaki képződményeket is. Emiatt a hegy környezetében a rétegdőlések meghaladják a 60°-ot, de mérhető volt 80°-os rétegdőlés is. A vetők dőlésszöge is meredek (75–82°) és a szétcsúszások miatt esetenként nyitottak. Az ilyen adottságok a pesti oldal felé, valamint déli irányban csökkennek. Nem ritka még a horizontális elmozdulásokat jelző enyhe dőlésszögű (5–7°) vetődés sem. A vetők nagy részének fiatal korát (negyedidőszak) valószínűsíti, hogy az így keletkezett vagy összetört kőzetszakaszok utólagosan még nem cementálódtak össze (WEIN Gy. 1977.).

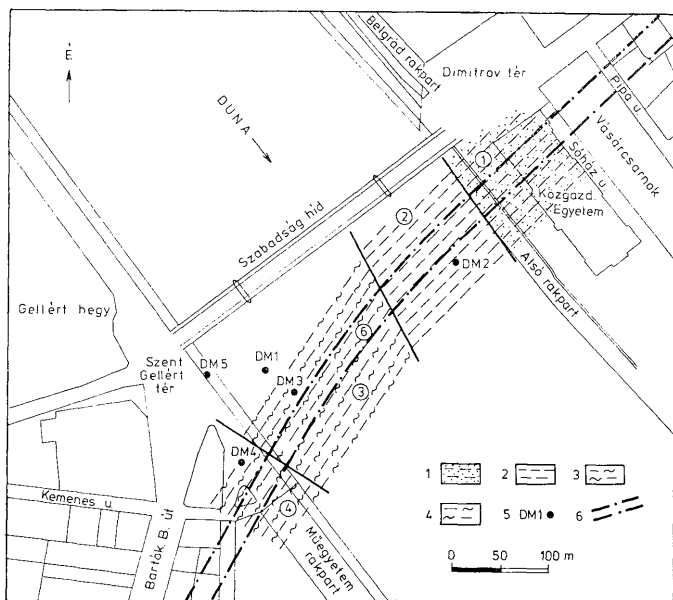
A kőzetek vetőmenti összetöredezettsége megkönnyíti ugyan a fejtési munkálatokat az építés során, de növeli az omlásveszélyt és a kőzetpergést, valamint a duna- vagy a termálvíz beszivárgását a munkatérbe. Ezek a körülmények a DM-3. fúrás környezetében a legerőteljesebbek, mivel ez van a Gellért-hegyhez legközelebb.

3. A vizsgált metrőszakasz várható vízföldtani adottságai

A tervezett 4. metró nyomvonala a Gellért-tér környezetében megközelíti a Gellért-fürdő vízellátását biztosító karsztos hévforrásokat. Ezért részletes hidrogeológiai vizsgálatok történtek annak érdekében, hogy megbízhatóan előrejelezhető legyenek azok a vízföldtani problémák – hévíz-betörés – amelyek károsan befolyásolnák az alagút építését és a fürdő vízellátását.

A metróépítés szempontjából vízföldtani vonatkozásban a vizsgált vonalszakasz nagyjából 3 főbb részre tagolható az eddigi ismeretek alapján (4. ábra).

Kiindulva a pesti oldaltól (DM-2. fúrás) a kiscelli agyagban észlelt vetők zártak, de az észlelt geotermikus anomália a hévíztartók közelségére utal. Ezért kisebb termálvíz beszivárgás lehetőségét e vonalszakaszon sem lehet figyelmen kívül hagyni. Ennek ellenére ez a vonalszakasz *kedvezőnek* ítéltető vízföldtani szempontból.



4. ábra. Vízbetörés veszélyességi helyszínrajz a nyomvonal szintjében. J e l m a g y a r á z a t: 1. Felső oligocén homokos aleurit, hidrogeológiailag viszonylag kedvező vonalszakasz, 2. Kiscelli agyag, hidrogeológiailag kedvező vonalszakasz, hévíz betörés nem várható, 3. Tardi agyag, hidrogeológiailag kedvezőtlenebb vonalszakasz, nyitott rések, repedések mentén hévíz betörések várható, 4. Tardi agyag, hidrogeológiailag kedvezőbb vonalszakasz, csak kisebb (10–100 l/p) vízbeszivárgás várható, 5. Kutató fúrások, 6. Tervezett új metrónyomvonal

Fig. 4. Layout of vulnerability to water inflow in the horizon of the track. 1. Upper Oligocene sandy siltstone, hydrogeologically fairly favourable stretch of track, 2. Kiscell Clay, hydrogeologically favourable stretch of track, no thermal water entry expected, 3. Tard Clay, hydrogeologically rather unfavourable stretch of track, open lithoclasses, fissures liable to yield to the inrush of thermal water, 4. Tard Clay, hydrogeologically more favourable stretch of track, only a slight infiltration (10 to 100 l/min.) of thermal water expected, 5. Exploratory wells, 6. Planned new Metro line

A budai oldal felé haladva a helyzet vízföldtani szempontból kedvezőtlenebbé válik. E vonalszakaszon a tardi agyag erősen összetöredezett, vetőkkel átjárt, ennek következtében fennáll a termákvíz betörésének veszélye a hévíztartó kőzetekből. Ennek a szakasznak hossza 50–100 m-re becsülhető. A vízbetörés elhárítására az alagút építése során fel kell készülni. Esetenként egy-egy nyitott repedésből 1000 l/min. beáramlás is előfordulhat. Az esetleges termákvízbetörések elsősorban a vonalszakasz közelében kimutatott és a folyóba kiáramló hévizekre (Névtelen szökevény-források) hatnának legerőteljesebben, de nem zárható ki annak feltételezése sem, hogy a Gellért-fürdő forrásaira is káros befolyást gyakorolnának. A hévíz betörések gyors elhárítására tehát fel kell készülni és evvel a várható káros hatások csökkenthetők és megszüntethetők.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a fentiekben leírtaknál kedvezőbb helyzet várható a tényleges nyomvonal mentén, miután a DM-3. fúrás attól É-ra kb. 10 m-re mélyült és dél felé a vízbetörések veszélye a Gellérthegytől távolodva csökken. Továbbá, miután két 5 m átmérőjű alagút épül egymás mellett 8 m távolságra, a két alagút közül az északonál kedvezőtlenebb adottságok várhatók mint a délinél.

A *budai partra* kiérve a helyzet vízföldtani szempontból ismét kedvezőbbé válik, de nem zárható ki kisebb mennyiségű termálvíz beszívargásának lehetősége. Ennek azonban olyan mennyisége várható csak, amely károsan már nem befolyásolná a termálvíztartó rendszer hidrológiai egyensúlyát.

Megemlítjük még, hogy a kőzetek erős tektonizáltsága azt valószínűsíti, hogy a meder alatti vonalszakasz teljes hosszában a vetők és a litoklázisok mentén dunavíz beszívargással kell számolni.

A fúrásokban gáz (metán) nem jelentkezett a korábban tervezett nyomvonalnál mélyített fúrásokkal ellentétben, ahol helyenként intenzív gázbeáramlást tapasztaltak.

A DM-3. fúrásban feltárt hévíz kémiaileg megegyezett a Gellért-fürdői források vizével. Ez is igazolja az azonos eredetet és a vízföldtani összefüggést.

Irodalom — References

- ALFÖLDI L. et al. (1977): Szakbiztonsági tanulmány a Metró Dél-budai vonalának Gellért téri átvezetésével kapcsolatos hidrogeológiai kérdésekről — Kézirat
- AUJESZKY G.—SCHEUER GY.—VLÓCZI GY. (1984): A 4. metróvonal Duna alatti átvezetésének geotechnikai és geohidrologiai szakvéleménye — Kézirat, FTV. Adattár
- BUBICS I. (1978): A budapesti metróépítés földtani eredményei — Mérnökgeológiai Szemle 21. pp. 5—61.
- FTV. (1960—1984): Budapestre vonatkozó geotechnikai és vízföldtani szakvélemények — Kézirat, Adattár
- HEGYI L.—KISS E.—SZLABÓCZKY P. (1981): Általános földtani eredmények a budapesti Metróvonalak földtani kutatásából — Általános Földtani Szemle 16. pp. 5—24.
- HORVÁTH J.—HORVÁTH L. (1957): A budapesti termál gyógyvizek összefüggése — Hidrológiai Közöny 37. pp. 275—284.
- HORVÁTH M.—NAGYMAROSI A.—VARGA P. (1983): A Metró 4. nyomvonal 1. Beruházási szakaszához mélyült duna-meder-fúrások ösleánytani vizsgálata. Jelentés — Kézirat, FTV. Adattár
- JUHÁSZ J. (1984): Kutatási jelentés a 4. metróvonal I. szakasza beruházási javaslat tanulmányának hidrogeológiai vizsgálatához kapcsolódó szakértésről — Kézirat, FTV. Adattár
- KESSLER H. et al. (1971): Szakbiztonsági tanulmány a Metró Dél-budai vonalának Duna alatti átvezetésével kapcsolatos hidrogeológiai kérdéseiről — Kézirat.
- SCHAFARZIK F. (1920): Szőkevény hévforrások a Gellérthegy tövében — Földtani Közöny L. pp. 79—83.
- SCHEUER GY.—SZLABÓCZKY P. (1985): Új szőkevény hévforrások a pesti oldalon — Hidrológiai Tájékoztató 1984. okt. pp. 23—25.
- UVÁTERV (1974): A Dél-buda — Zugló Metróvonal budai szakaszának mérnökgeológiai szakvéleménye — Kézirat, Adattár
- VÉGH SNÉ—SZENTIRMAI I. (1973): Budapest építésföldtani térképezése. A Gellérthegyi lap földtani térképei és magyarázója. Kézirat, FTV Adattár
- VITUKI (1968): Budapest hévizei. Budapest
- WEIN GY. (1977): A Budai-hegység tektonikája — MÁFI alkalmi kiadványa. Budapest

A kézirat beérkezett: 1984. IV. 10.

Engineering geological investigation of the under-the-Danube stretch of the Budapest Metro Line 4

*G. Aujeszky—Dr. Gy. Scheuer—P. Szigeti**

The planned fourth line of the Budapest Metropolitan Underground Railway System (Metro) is to pass under the Danube riverbed south of and close to Szabadság Bridge. The planned track is to be developed in the vicinity of karstic hot springs supplying the

* Surveying and Soil Testing Enterprise (FTV), H-1085 Budapest VIII. Reviczky u. 4.

Gellért Bath with thermal water. For this reason, on account of the unusual hydrogeological setting, engineering geological studies of enlarged detail have been carried out so as to prevent and avoid damages to both the underground railway construction objects and to the thermal medicinal springs (water inflows, exhaustion of springs).

On evidence of preliminary development results (drilling into the riverbed) the planned under-riverbed track will be driven, from Upper Oligocene sandy clays on the Pest river-bank into the Lower Oligocene Kiscell and Tard Clay underlying the riverbed itself.

Least favourable from the viewpoint of liability to thermal karstic water inflows seems to be the vicinity of the borehole DM 3 within the under-the-Danube stretch of track. This borehole intersected, in the Tard Clay, open fissures conducting thermal water. For this reason, thermal waters are expected to flow into the workings even during tunnel construction (40°). Consequently, to prevent this proper measures should be taken.

Manuscript received: 10. April, 1984.

Инженерно-геологическая разведка участка трассы 4-й линии Будапештского Метрополитена под руслом Дуная

Г. Ауйёски—д-р Дь. Шейер—П. Сигети

Прокладка 4-й линии Будапештского Метрополитена под руслом Дуная запланирована непосредственно к югу от моста Сабадшаг, вблизи карстовых термальных источников, обеспечивающих водоснабжение водолечебницы Геллерт.

Сложность гидрогеологической обстановки этого района вывинула требования к проведению углубленных детальных инженерно-геологических изысканий, преследующих целью предотвращение нежелательных явлений в процессе строительства трассы метро и в режиме источников (прорыв воды в рабочий туннель, высыхание источников).

На основании результатов предварительной гидрогеологической съемки (разведочные скважины в русле реки) наметили трассу линии метро, которая выйдя из песчаных глин верхнего олигоцена на Пештской стороне города, будет проложена в толще т.н. Кишцеллийских и Тардских глин нижнего олигоцена.

С точки зрения нежелательного вторжения термальных вод при прокладке туннеля наиболее опасным считается участок вблизи скважины ДМ-3, которая вскрыла водоносные трещины в толще Тардских глин.

Поэтому не исключен приток термальной воды (40 °С) в период проходки туннеля, для предотвращения которого должны быть своевременно приняты соответствующие меры.