

A MARX-TÉR ÉS ÉLMUNKÁS TÉR KÖZÖTTI METRÓ VONALSZAKASZ ÉPÍTÉSFÖLDTANI, MÉRNÖKGEOLOGIAI ISMERTETÉSE

Bubics István, Vajda Pál

"METRÓ" Beruházási Vállalat

1. Bevezető

Mindenki előtt ismeretes, hogy a budapesti metró építését talajfeltáró /fúrás/ tevékenységgel felszínre hozott minták földtani és talajmechanikai vizsgálata előzi meg. E vizsgálatok világítanak rá a metró mélységi vonalvezetésébe eső kőzetrétegek térbeli helyzetére, kőzetfizikai sajátosságaira. Ennek ismeretében dönthető el a metróépítés optimális technológiája, gazdaságos, vagy lehetséges módzata.

Az alábbiakban a Marx tér - Élmunkás tér közötti terület földtani - mérnökgeológiai jellegét mutatjuk be. Választásunk azért esett e terület ismertetésére, mert azon tulmenően, hogy a küszöbön álló építéssel kapcsolatban aktuális problémát vet fel, földtanilag bonyolult helyzetet tárgyal és nem szokványos, mindennapos kivitelezési technológia igényével lép fel.

Bevezetőben rövidesen ismertetjük az előzményeket. Az 1973 évben folyt mélykutatás mutatott rá első ízben arra, hogy a Váci ut ezen szakaszán, az e helytől É-i és D-i irányban eddig feltárt képződménytől eltérő rétegsor mutatkozott. Nevezetesen az eddigi agyag és aleurit egyveretű rétegsorában itt nagyobb vastagságu, többé-kevésbé laza szerkezetű homokpadok jelentek meg. E kutatási fázisban a furások egymástól mintegy 100 m-re eső kiosztása nem tette lehetővé a homokrétegek kiterjedésének lehatárolását. Ezért 1976 évben az UVATERV újabb kutatásokat végeztetett.

A végzett kutatás alapján az OFKfV földtani kiértékelést adott, melyben rámutattak, hogy a vonali alagutakat az eddig feltárt képződménytől eltérően kiterjedtebb homokrétegek is érintik.

E földtani értékelésre támaszkodva az UVATERV mérnökgeológiai szakvéleményt adott, amelyben a szükséges építési technológiát is rögzítették. A homokpadok tekintetében pedig rámutattak a géles talajszilárdítás szükségességére, mely szerint mindkét vonalszakaszon /bal, jobb vonalalagut/ csaknem párhuzamos elrendezésben a szilárdítandó hossz mintegy 70 m-re adódott.

A szilárdítandó volumen igen jelentős mértéke, óriási költségigénye, valamint a földtani helyzet bonyolultsága szükségessé tette, hogy a rendelkezésre álló adatokat ismételten áttekintsük, értékeljük.

Az újraértékelés kapcsán megállapítottuk, hogy a terület földtani alkata, sztratigráfiai, tektonikai vonatkozásai további feltárások telepítésével pontosítandók. Ennek célja: konkrét adatok nyerése volt a rétegződésekre vonatkozóan, melyből a terület pontosabb tektonikai képe és a rétegek biztosabb térbeli helyzete kirajzolhatóvá válik.

Javaslatunk alapján 1977-ben további 16 db furás mélyült, melynek adatai alapján az alábbi földtani állapotot lehetett rögzíteni.

2. Földtani-kőzettani felépítés

A vizsgálat tárgyát képező Váci uti vonalszakaszon a negyedkori törmelékes üledékek alatt felső-oligocén kora rétegsor települ. A rétegsor felépítésében homok, kavicsos homok, agyagos homok, iszapos homok, iszap, homokos aleurit és aleurit rétegek vesznek részt. Ezek települési helyzetét vizsgálva az utólagos tektonizmustól eltekintve három elkülöníthető rétegcsoport állapítható meg, mely elsősorban az "A"- "B" - "F"-vetők közötti területen jut különösen érvényre /1, 2. ábra/. Mint itt látható, a 12-15 m vastag homokos rétegsor alatt és felett többnyire egységes aleurit rétegek húzódnak.

A fenti területtől É-ra eső szakaszon, különösen a G-H₁ vetők között is felismerhető e sztratigráfiai kép /2. ábra./. Itt azonban az említett rétegek térbeli helyzetét a szerkezeti mozgások más helyzetbe hozták. E mozgások nyomán a rétegek D-DK-i irányban dőlnek, mégpedig szerkezeti tömbönként más-más dőlési értékkel /10°-38°/.

Tekintettel a kutatás céljára, helyénvaló, hogy elsősorban az aleurit rétegek közé települt homokos rétegsorral ismerkedjünk meg.

Mint a földtani-szerkezeti térkép /1. ábra/, valamint a földtani metszetek mutatják /2, 3, 4. ábra/, az említett 12-15 m vastag homokos rétegsor nem egységes felépítésű, ugyanis e rétegcsoporton belül a felső-oligocén regressziós szakaszának egy pulzációkban gazdag részletét ismerhettük itt meg. A homokos rétegcsoport a B-jelű vetőtől ÉNY-ra eső területen található /1. ábra/, melynek egyes rétegeit a bal alagut harántolja majd.

Ami itt elsősorban szembetűnő az-az, hogy ÉNY-i irányból DK-felé a tipikusan törmelékes /homok, iszapos-agyagos homok/ rétegek vastagsága csökken. Azonos horizontban vizsgálva a kifejlődést azt találjuk, hogy a homokrétegek fokozatosan finomodó üledékekbe mennek át.

Hasonlóan, de szeszélyesebb elrendezésben átmenetek vannak vertikális irányban is. Ennek volt eredménye az, hogy csaknem minden mélyfurás más-más rétegsort mutatott be, még egyazon szerkezeti egységen belül is. A homokos rétegcsoporton belüli belső elrendeződésre tehát a különböző szemcseméretű és összetételű kőzetrétegek összefogazódása jellemző egy-egy önálló réteg rövid szakaszon történő kiékelődésével.

A rétegcsoport további részletjelenségeit figyelve megállapítható, hogy egyazon rétegen belül is a CaCO_3 -tartalom okozta kötöttség változó. A homokpadok egységességét, illetve homogenitását rontják a rétegek közé települt agyagos, aleuritós lencsék, zsinórok. Igaz ugyan, hogy ez utóbbi jelenség csak a homokréteg átmeneti szakaszán gyakori, tehát meghatározott fáciesváltáshoz kapcsolható. A karbonátosodás változása, koncentrációeloszlása, noha általában szintén a geofácies függvényeként értelmezhető, egy rétegen belül mégis szeszélyesnek mondható.

A homokrétegen belül tehát találunk kötetlen / CaCO_3 1-4 %/, közepesen kötött / CaCO_3 4-8 %/ és kötött / CaCO_3 8-25 %/ részleteket, melyek rövid távon rétegszerű elrendeződést mutatnak. A kötött részletek már megközelítően homokkó állapotúak, melyek hosszan elnyúló /3-6 m/, de csupán néhány deciméteres vastagságot elérő testeket alkotnak.

Az itt megjelenő homokok tömegesen finomszemcséjűek, általában a finom homok és durva kőzetliszt dominanciájával mutatkoznak. A mértékadó szemcse nagyság 0,2-0,1 mm között van. E homokoknál az egyenlőtlenégi mutató közelítő átlaga $U=3$. A homokrétegek rendszerint mikrostruktúális felépítettségűek, ami vízszintes és ferde mikrorétegződésben nyilvánul meg. E finom rétegződést a gyakori csillám és az apró szenesedett növényi törmelékanyag réteglapmenti elrendeződésének közbeiktatódása hozza létre, melyhez hozzásegít a szemcseméret ritmikus váltakozása is.

A homokok ásványi összetételében rendszerint a magmás eredetű alkotók dominálnak. Ezek az amfibol, bronzit, plagioklász, kvarc, ortoklász, apatit, cirkon, diopszid, ensztatit, ilmenit, hipersztén és magnetit. A magmás eredetű ásványok a homok 40-60 %-át alkotják.

Ezt követően jelentősek még a metamorf ásványszármazékok, a disztén, gránát, klorit, turmalin, ritkábban zoizit és szillimanit, végül az epigén ásványok közül jelentéktelen mennyiségben limonit, pirit, és kalcit található, mely a homok 7-15 %-át nyújtja. Ezen kívül, mint gyakori összetevőt kell említeni a különböző eredetű kőzettörmelék szemcséket.

Ha az ásványi összetételt, pontosabban az összetevők nehéz és könnyű-ásványait vizsgáljuk megállapítható, hogy e homokokban a nehézásványok összessége 3-4 %-ot tesz ki, finomabb üledékekben /már iszapos homokban is/ ettől lényegesen kisebb értékek adódnak /1,5-0,7 %/.

Az agyagos, iszapos homokrétegek megjelenési strukturája, települési helyzete hasonló a homokrétegekéhez. Összetételük csak annyiban különbözik, hogy az alkotók gyakorisági százalécai megváltoznak. Ennek következménye a már ismertett nehézásványok hányadának csökkenése.

Természeteszerű, hogy a szemeloszlásban a homokfrakció mellett jelentős az iszapos, agyagos homokok szemeloszlásának haranggörbéje rendszerint határozottan kétmaximumos, mely maximumok a 0,2-0,1 és 0,04-0,02 mm szemcseméreteknél alakulnak ki.

A tárgyalt homokos rétegcsoporthon belül találunk még homokos iszap és iszap üledékeket, melyek azonban sem földtani, sem talajmechanikai értelemben nem tartoznak a szemcsés kőzetekhez, hanem a homok és agyag üledékek átmeneti kifejlődésének tekinthetők.

Ezek a kőzetek földtani értelemben nyugodt, mélyebbvizi üledékek. E közé már csak kőzetlisztfinomságu szemcsék jutnak be, a tulsulyban lévő pelites felhalmozódáshoz. Ennek megfelelően kőzetfizikai tulajdonságai az aleurit és anyag tulajdonságaihoz közelítenek. Ez utóbbi kőzetek részletezése helyett vizsgáljuk meg a homok és iszapos, agyagos homok megjelenését az alagutak vonalában.

Az alaguttengelybe vetített hosszirányu metszetek /3, 4, 5. ábra/. jól szemléltetik a szemcsés rétegek elhelyezkedési módját. Ebből rögtön kidomborodnak azok a szakaszok, ahol a homok megjelenése miatt az építés technológiáját változtatni szükséges. Mint már említettük, az újabb kutatások kimutatták, hogy a jobb alagutnak csak jelentéktelen szakaszát érintik homokrétegek /G-H vető között/, ezek az alagutépítés kialakult technológiáját azonban nem módosítják.

Az említett homokrétegek a bal alagut nyomvonalában viszont a C-F és B-H-vetők között jelennek meg. E két hely közül jelentős a C-F-vető közötti terület, ahol a homokrétegek az alaguttérben és a felső extradosz fölött is vastag padokként mutatkoznak.

A homokos rétegcsoporthoz említett változatos rétegtani felépítettségéből, valamint ennek térbeli helyzetéből /dőlés/ adódik, hogy a homok és iszapos homokpadok nem töltik ki az alagut teljes keresztmetszetét, hanem finomabb szemcséjű üledékekkel váltakozva mutatkoznak /3, 5. ábra/. A homokos rétegek É-i irányban történő kivastagodása, az alagut felső extradosza fölé huzódása, ugyanakkor az agyagtakarás csökkenése, építendő az alagut terén kívül eső, vagy abból kihuzódó homokrétegek figyelembevételét is megkövetelik. Ugyanakkor az alagutnak a homokrétegekhez viszonyított helyzete irányt mutat a szükséges és lehetséges talajszilárdítás megtervezéséhez is.

3. Szerkezeti vonatkozások

Az újabb mélykutatás során több furásban közvetlenül is észleltünk szerkezeti elmozdulásokat. Ezek elsősorban a "B"-jelű vető /1. ábra/ helyzetét rögzítették. A többi szerkezeti elem többnyire szerkesztéssel adódott. Rétegazonosítási munkánknál nagy segítséget nyújtottak a furatok geofizikai karotázsmérésének eredményei /OFKFV/. A kimutatott szerkezeti vonalak általában két főirányban rendeződve jelentek meg:

É-D-i irányt követik az A, B, C-szerkezeti vonalak. Ezeket az irányokat már az építés alatt álló, Marx téri állomás és a csatlakozó jobb alagut megépített szakaszán Horváth Tibor mérési adataiból is ismerjük. Alagutépítés szempontjából jelentősek az A és B-vel jelzett szerkezeti vonalak. Az "A" vonal mentén az oligocén rétegek NY-i irányban zökkentek le, így a homokos rétegsort az alagut magassági vezetésének szintje alá vitték. A "B" szerkezeti vonal gátat vetett a homokrétegek további ÉK-i kiterjedésének, így a tervezett, jelenleg kivitelezés alatt álló jobb alagut kedvező földtani helyzetbe juthatott.

A további vetők közül az irányt illetően bizonytalanok a D, E, és E₁-jelűek, valószínű azonban a K-Ny-i csapásirány. Csapás-szerint jobban megfogottak az F, G-vetők, melyek határozottan K-Ny-i irányitottságúak. Itt elsősorban az F-vető helyzetének van jelentősége, mivel az alagutban megjelent homokrétegek kiterjedését szabta meg. A "G"-jelű vető-vonal mentén szokatlanul széles, morszolt övet jeleztek a furás kőzetanyagai, melyből e vető mentén nagyobb elmozdulás valószínűsíthető. A "H, H₁"-vetők jelentősége abban áll, hogy ettől É-ra a felső-oligocén idősebb aleuritos kifejlődése található, ez egyben jelöli a fiatalabb homokos rétegcsoport lepusztulását és folytatásának K-DK-i irányu eltolódását.

4. Mérnökgeológiai adottságok

Mint a bevezetőből kitűnik, az 1976 évben végzett földtani kutatás eredménye szerint, építés vonatkozásában igen kedvezőtlen földtani kép tükröződött. Ennek az építésre vetített költségkihatása és építéstechnológiai nehézsége feltétlenül igényelte a földtani kifejlődések térbeli helyzetének pontosabb megismerését.

Az újabb talajfeltárások az előzetesen megismert bonyolult földtani helyzetet pontosították, olyannyira, hogy a jobb alagutnál a megváltozott földtani képből kimaradt szemcsés rétegek miatt az építés begyakorolt technológiája érdembeli változtatást nem igényel.

Az 1977 évben végzett kutatás ugyanis egyrészt pontosította a B-jelű szerkezeti vonal helyzetét, másrészt arra a felismerésre vezetett, hogy a jobb vonalalagut – eltekintve a G és H-vetők által közrefogott szemcsés kifejlődéstől – a nyomvonal teljes hosszában homokos ill. homok talajtól mentes kötött talajban, aleuritban, homokos aleuritban halad. Az UVATERV laboratóriumi vizsgálata értelmében mindkét talajtípus az építés szempontjából kedvező talajfizikai jellemzőkkel rendelkezik, melyben az alagutépítés pajzsos jövesztéssel kedvező körülmények között lesz végrehajtható.

E két kifejlődési típus talajfizikai jellemzőinek részletes ismertetését mellőzve, általános jellemzésként megállapítható, hogy e talajtípusok természetes viztartalma lényegesen a plasztikus határ alatt van, $w \leq 8\%$, a plasztikus index alapján történő osztályozás szerint zömmel a közepes képlékenységu agyag tartományába tartozik $I_p = 23\%$.

A talaj szilárdságát meghatározó egyirányu törőfeszültség $\sigma_t = 1,8-26,5 \text{ kp/cm}^2$ közötti.

Az aleurit vízáteresztőképességi együtthatójára vonatkozóan viszonylag kevés adat áll rendelkezésre. A végzett vizsgálati eredményekből azonban annyi mégis megállapítható, hogy az aleurit rétegek harántolása során jelentős vizszivárgással számolni nem kell. Természetesen a vetők, vetőpászták morzsolt zónái mentén /pl. A G-vető/ a vizszivárgás fokozódása feltétlen bekövetkezhet, ami ezeken a helyeken óvatos, előrelátó jövesztésre hívja fel a figyelmet. Mint a 3. sz. ábrából kitűnik, a bal vonalalagut nyomvonala mentén – a korábbi, 1977 év előtti feltárásoknak megfelelően – az alagutépítés szempontjából igen kedvezőtlen kifejlődés harántolásával kell számolni. A Marx tér felől haladva a tárgyalt építési terület felé, az alagutépítés kezdetben itt is aleuritban fog haladni, elérve azonban a C-vetőt a pleisztocénnal kommunikációban lévő homok, homokos kifejlődések metszik az alagut szelvényét.

A C szerkezeti vonalat követően a homokréteg kezdetben az alagutszelvényt csak az alsó felében harántolja és mintegy 10–11 m hosszban a főtén és e felett aleurit van. É-felé haladva azonban a mintegy 38° -os dőlésű homokréteg már eléri a főte szintjét és az F-jelű vetőig a vonalalagutnak majdnem teljes hosszában az alagutszelvényt részlegesen, vagy teljesen kitöltve a főte magasságáig megtalálható. Az F-vetőig tehát mintegy 90 m hosszan az építési terület legkedvezőtlenebb földtani adottságaival állunk szemben. Már a C-vetőnél megjelenő homokrétegek is igen meredek, mintegy 38° -os dőléssel emelkednek NY, ÉNY-irányába és érik el a pleisztocén bázist. Az F-vetőt megelőző, mintegy 18 m hosszú szakaszon az alagutban és a főte szintjén ismét aleurit mutatkozik, a fölötte tovább terjedő homok alatt. E szakaszon a homokréteg és a főte között az aleurit maximálisan 2 m-es vastagságot ér el. Ez a vastagság, nem elegendő ahhoz, hogy a főte állékonyságát az aleurit átboltozódással biztosítsa.

A G-vetőtől É-i irányban a kifejlődések ismételt váltakozásával állunk szembe. A G és a B-jelű vetők között itt kezdetben a főte szintjében iszap, majd tovább haladva homokos iszap települ. A B-vető után azonban ismét homokok, iszapos homokok vannak, melyek az alagut tengelye irányában a H-vetőnek támaszkodnak. E két /B, H/ szerkezeti vonal között a főtében iszaprétegek jelennek meg, a H-vetőt megelőző kb. 4 m hosszban azonban a homokréteg már a felső extradosz szintjét is eléri. Kedvező körülményként bírálható el az, hogy a homokrétegek dőlése itt alig 10° , így a pleisztocén bázist a jobb vonalalagut nyomvonalától csak távolabb érik el. A H-vetőt követően a homokrétegek tovább nem folytatódnak, a vonal további részén aleurit van.

A homokos kifejlődések vonatkozásában talajfizikai jellemző nagyrészt csak a szemeloszlási vizsgálat tekintetében áll rendelkezésünkre. E talajtipusok szemeloszlását általában $U=2, 1-5, 5$ egyenlőtlenégi együttható jellemzi. A homok és homoklisztes finomhomok kifejlődésekben az iszaptartalom általában alacsony 1–6 % értékű. A rendelkezésre álló vizsgálati anyagból megállapítható, hogy a kifejlődések általában közepes tömörségűek $e=0,50-0,63$. Az egyirányú törőszilárdság $\sigma_t = 2,0-8,1 \text{ kp/cm}^2$. A homoktalajok szilárdságát minden valószínű-

ség szerint annak CaCO_3 -os kötöttsége nyújtja. Tág határok között észlelhető a vízáteresztőképességi együttható értéke $k=10^{-7} - 4,8 \times 10^{-3}$ cm/sec.

Megemlítjük, hogy szórványosan kavicsos, kavicsszemes üledékekkel is találkozhatunk. A T-12 jelű furás 13-16,2 m mélysége között a minták 6-9 % kavicsot és 5-10 % iszaptartalmat mutattak.

A homokrétegek közé települt, és azt helyettesítő iszok természetes víztartalmának értéke a plasztikus határhoz viszonylag közelebb áll. $I_c=1,09$ körüli. Az egyirányu törőszilárdság e talajtípusban szűk határok közé fogható $\bar{\sigma}_t = 1,4-4,0$ kp/cm².

A kutató furások által feltárt homokrétegek karbonát-tartalmát megvizsgálva megállapítottuk, hogy a rendelkezésünkre álló mintegy 35 db homokminta esetében a CaCO_3 -tartalom általában 2-8 % között volt. A tájékozódó vizsgálatokból kitűnik, hogy már e kis értékű finom eloszlásban jelenlévő CaCO_3 -tartalom is a szemcséknek bizonyos mértékű kötést, kohéziót biztosít. Ez adhat magyarázatot az előzőekben ismertetett egyirányu törőszilárdság értékére is. A vizsgált minták alacsony egyenlőtlenégi együtthatóval $U=2-4$ rendelkeztek. Az egyenlőtlenégi együttható fenti értéke a homok folyósodásra való hajlamára utal. Ennek ellenére a vizsgált minták ezt a jelleget - feltehetően éppen a CaCO_3 következményeként - nem mutatták.

5. Építési szempontok

Az ismertetett talajfizikai jellemzők mellett, a végzett vizsgálatokból leszűrhető, hogy az aleuritban és a homokos aleuritban a tervbevetett 1 atmoszférát nem meghaladó tulnyomással a pajzsos alagutépítés kedvező lehetőségének feltétele adott. Az aleurit, homokos aleurit kifejlődésekben is azonban fokozott figyelmet igényel a vetők, vetópászták harántolásánál a főte és az ort /homok/ biztosítása, a morzsolt zónákban ugyanis a kohézió csökkent értéke miatt omlás, fokozott vízszivárgás következhet be.

Igen kedvezőtlen építési adottságokkal rendelkezik a bal alagut C és F, valamint a G és H-vetőék közötti szakasza. Az itt megjelenő homokos kifejlődések miatt a fűte és az ort biztosítása tulnyomás alkalmazása mellett is rendkívül nehéz feladatot jelent. A homokrétegek ugyanis a C és F-vetőék között közvetlen kapcsolatban vannak a pleisztocén bázissal, így homokbefolyás, esetleg vizbetörés közvetlenül veszélyeztetheti az alagut építését.

A pleisztocénnal való közvetlen kapcsolat miatt a víz teljes kizárása a tulnyomás 1 atmoszférán túli emelésével sem oldható meg a levegő megszökésének veszélye miatt. Így ezek a vonalszakaszon az UVATERV és a METRÓBER közös álláspontja értelmében, a kivitelezés talajszilárdítás védelme alatt kell történnék. A bal alagutat harántoló B és H-vetőék közötti homokréteg a pleisztocén réteggel csak lényegesen távolabb kerül kommunikációba /10⁰-os dőlés/, a magassági vonalvezetés emelkedése miatt azonban a pleisztocén bázist a fűte már 4 m-re is megközelíti. A közeli bázisszint miatt várható, hogy az azt követő degradált zónát a vonalvezetés eléri, vagy megközelíti, e miatt e szakasz is a talajszilárdítás igényét támasztja.

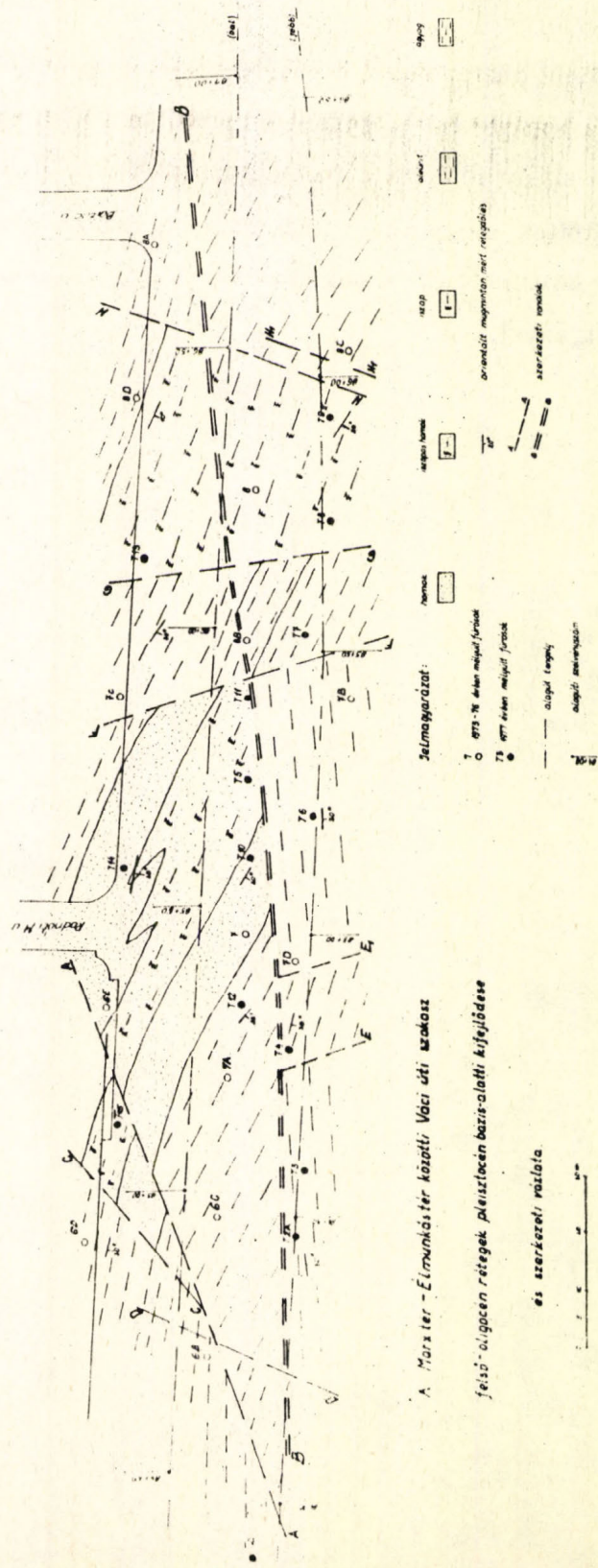
Megemlítjük, hogy a jobb alagutat harántoló G és H-vetőék között a homokrétegek a pleisztocénnal nincsenek kapcsolatban, így ezen a szakaszon /kb. 15 m. hossz./ a talajszilárdítás alkalmazásától előreláthatóan el lehet tekinteni. Az építés e szakaszon az itt jelentkező homokrétegek miatt azonban rendkívül gondos, előrelátó kivitelezést igényel.

Végezetül tehát megállapíthatjuk, hogy a bal alagut vonatkozásában a talaj szilárdítást a földtanilag meghatározott homokrétegek települése szerint rétegszerű kiterjesztésben lenne kívánatos elvégezni. Ezt a lehetőséget tükrözi a 3. és 5. ábra, ahol a rétegek térbeli helyzete az alaguthoz viszonyítva szemléletesen látható.

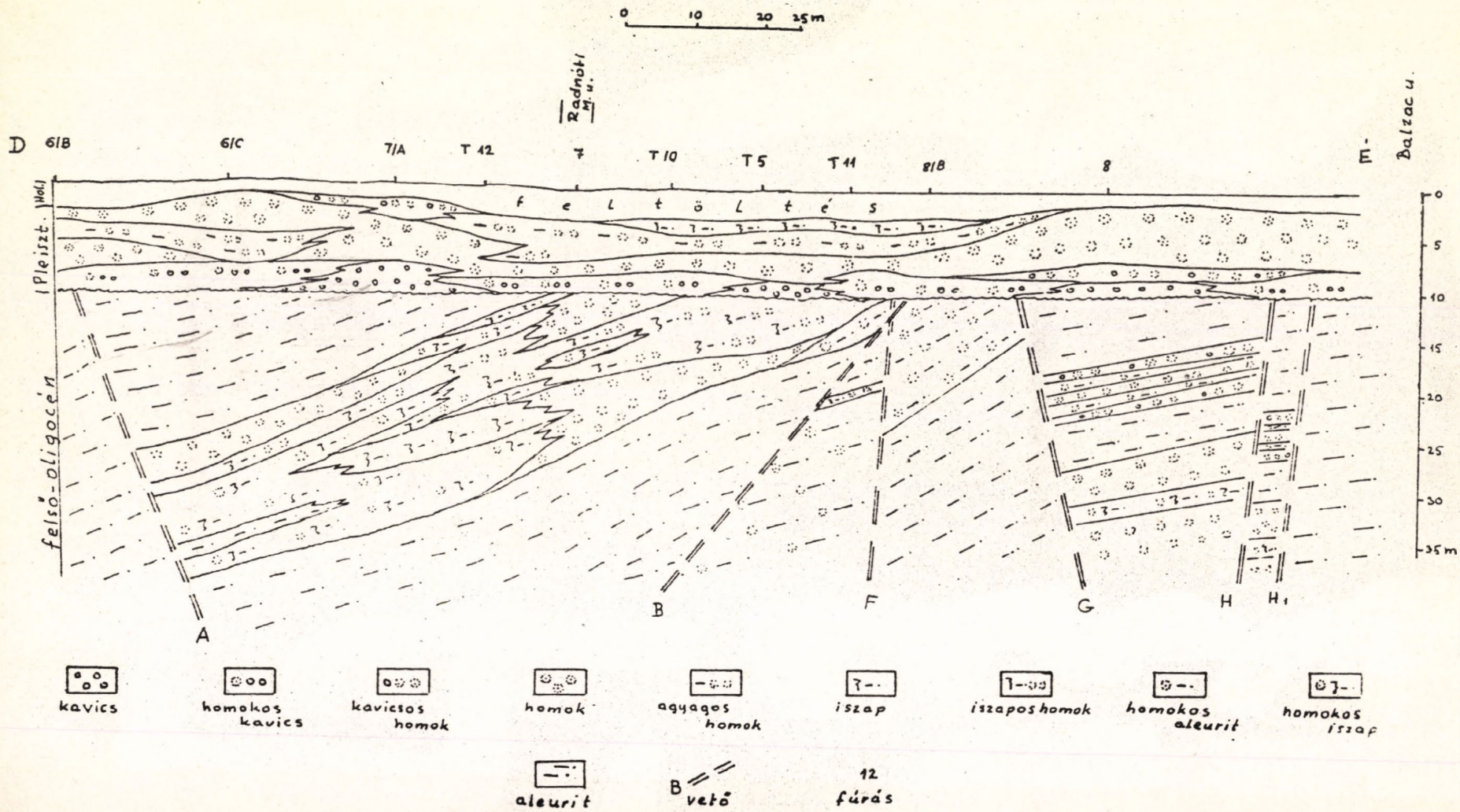
Az ismertetett kutatások és vizsgálatok végeredményeként tehát az alábbiak rögzíthetők:

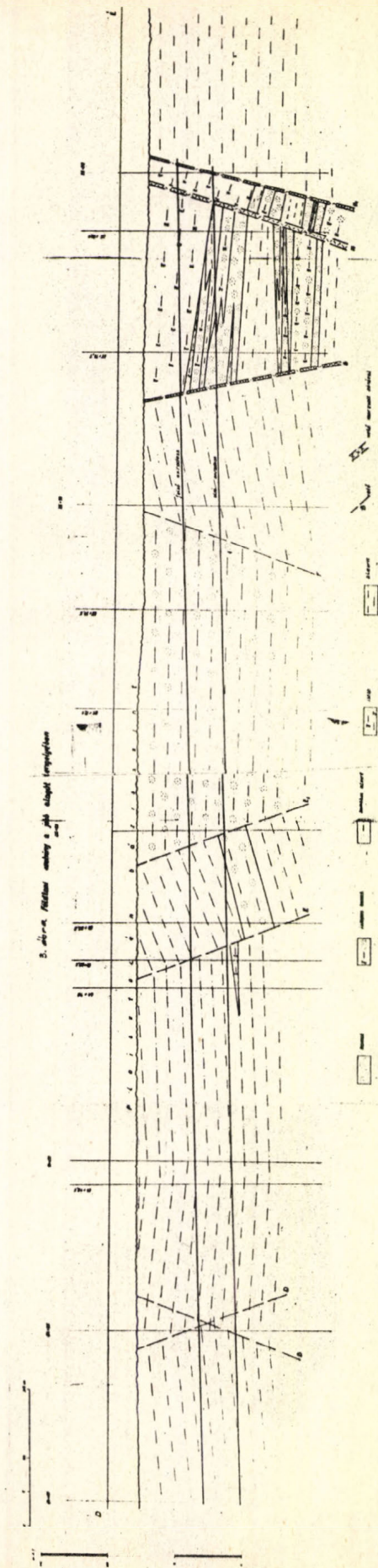
- 1./ Az e területen végzett földtani kutató munka nyomán újabb adatokat nyerünk a budapesti felső-oligocén kifejlődésének típusára, valamint a terület szerkezeti arculatára.

- 2./ Az újabb feltárások rámutattak arra, hogy egy-egy bonyolultabb földtani szerkezeti helyzet biztosabb rögzítése részletesebb megkutatást igényel.
- 3./ Építésföldtani szempontból a részletesebb megkutatottság rávilágított arra, hogy a korábbi feltártsággal ellentétben a jobb és bal vonalvezetés egymástól eltérő földtani képződményeket érint. Ennek eredményeként megállapítottuk, hogy míg a jobb alagut a szokásos begyakorolt technológia nem követhető. A vonal ezen szakaszán az alagutépítés talajszilárdítást igényel.



2. ábra. Földtani metszet a Marxtér - Elmunkáster között.





A fúrásokon átvitt keresztmetszések földtani metszetei

