

A balatonföldvári és a fonyódi magaspartok állékonyságának mérnökgeológiai vizsgálata

Horváth Zsolt—dr. Scheuer Gyula*

(5 ábrával)

I. Bevezetés

A Balaton-parti területek iránt, hazai vonatkozásban kiemelt szerepüknél fogva, egyre nagyobb érdeklődés nyilvánul meg. Az eddig alkalmatlannak minősített területrészek igénybevétele is sürgetően jelentkezik. A Balaton D-i somogyi oldalán több olyan területszakasz van, amely morfológiai és egyéb adottságaiból eredően mozgásveszélyesnek minősíthető. Az ilyen területek nehezítik a településfejlesztést, az egységes beépítést, városrendezési célkitűzések megvalósítását, ill. az üdülő övezetek kialakítását.

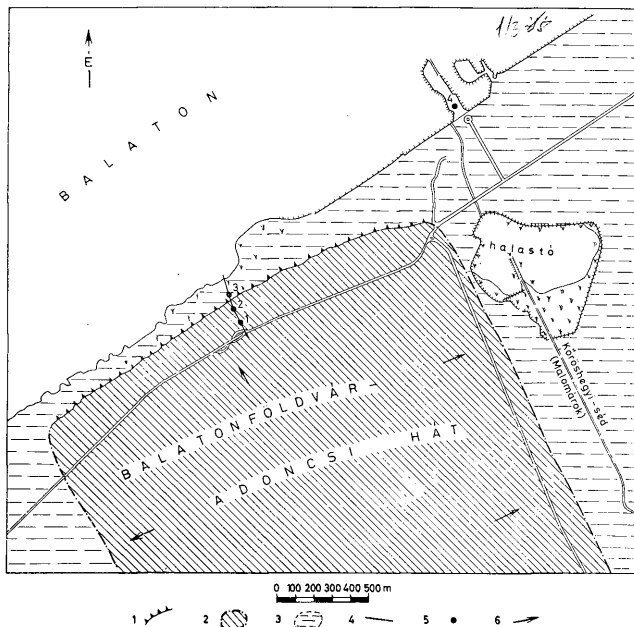
A gyorsütemű beépítéssel együttjáró közművesítésnek (ivóvízellátás, csatornázás) és az általános területrendezésnek összhangban kell lennie azokkal az intézkedésekkel (építési tilalom) és védőművekkel, amelyek a vizsgált magaspartszakaszok állékonyságát együttesen kedvezően befolyásolják, mert az esetleges bekövetkező mozgások súlyos károkat okozhatnak környezetünkben és erre vonatkozóan már számos példát szolgáltatottak a balatoni, dunai magaspartoknál (Balatonakarattya, Balatonkenese, Dunaújváros stb.) lezajlott partrogyások.

A dél-balatoni magaspartok közül az előzetes helyszíni szemrevételezés alapján potenciálisan a legveszélyesebb területeknek tartották a balatonföldvári és a fonyódi partfalakat. E mozgásveszélyesnek ítélt területrészek mérnökgeológiai vizsgálatára, állékonyságának meghatározására és az esetleges szükséges védőintézkedési javaslatok kidolgozására adott megbízást Vállalatunknak a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalatnak, a Somogy megyei Tanács. A vizsgált területeken ismereteink szerint korábban jelentős mozgások nem voltak, csak kisebb omlások, pergések, amelyek ilyen partfalaknál szokványosak és azokon a területrészekben, ahol ezek veszélyt okoztak a szükséges védőintézkedéseket már meghozták.

2. Földrajzi és földtani viszonyok

A mérnökgeológiai és állékonysági vizsgálatok tárgyát képező balatonföldvári és fonyódi magaspartok morfológiailag a Külső Somogy tájegységhez tartoznak, azoknak északi peremén helyezkednek el. Közvetlenül a Balaton partján található 30—60 m-rel emelkedve a tó szintje fölé. A partfalak felső része közel függőleges, majd meredek lejtőbe mennek át, amely a leomlott kőzetekből áll. A lejtőt növényzet borítja. A magaspartok kialakulását a Balaton abrúziós tevékenységével magyarázhatjuk. Az abrúzió alámosó és

* Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat



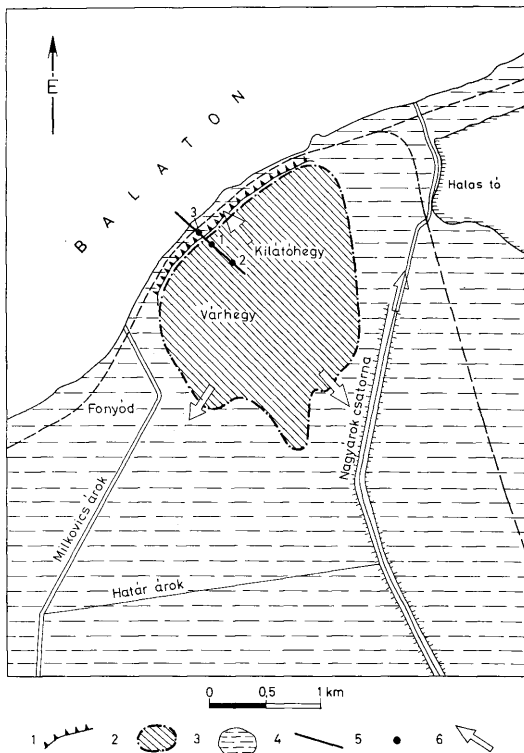
1. ábra. A balatonföldvári magaspart helyszínrajza. J e l m a g y a r á z a t: 1. A magaspart pereme, 2. Kiemelt terület, 3. Mélyfekvésű területek, 4. Szelvényvonal, 5. Fűrési pontok, 6. Vízáramlási irányok

partpusztító szerepe a vasút, országút és a partvédő művek megépítésével már lényegében megszűnt és ezért a Balaton partátalakító tevékenységében lényeges változások következtek be.

A balatonföldvári magaspart földrajzilag a balatonföldvári—adoncsiháthoz tartozik és annak É-i peremét alkotja (1. ábra).

A peremi terület legmagasabb része 145—150 m Af, tehát 40—45 m-rel emelkedik a Balaton vízszintje fölé. A Körös-hegyi-völgy felé a hát felszíne meredekesésű, míg a Szabadi-völgy irányában fokozatosan lealacsonyodik.

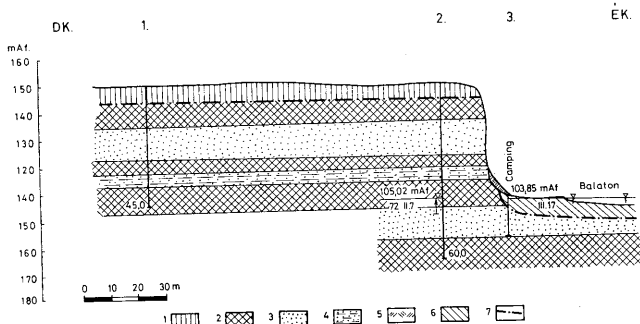
A fonyódi magaspart a Nagyberek mélyfekvésű, mocsaras területéből kiemelkedő (3. ábra) szigethegy Balaton felé néző peremi része (2. ábra). A fonyódi hegynek két csúcsa van, a magasabb Vár-hegy és a Kilátó-hegy, melyek fákkal, ill. kisebb erdőséggel borítottak. A magaspart legmagasabb része 60—65 m-rel van a Balaton vízszintje felett. A partfal felső része függőleges és ez alatt fákkal borított meredek lejtő következik egészen az M-7-es útig.



2. ábra. A fonyódi magaspart helyszínrajza. J e l m a g y a r á z a t: 1. A magaspart pereme, 2. Szigethegy, 3. Mélyfekvési területek, 4. Szélvénnyonal, 5. Fúrási pontok, 6. Vízáramlás iránya

Mindkét magaspart részletes bejárása során megállapítható volt, hogy seholsem fedezhető fel csúszás, vagy egyéb olyan jel, amely a partfalak mozgására utalna. Néhány helyen kisebb omlások, hámlások figyelhetők meg. Ezenkívül ott, ahol a felszíni vizeket koncentráltan vezetik ki a partéltre több méteres hátravágódás mutatható ki.

A Balaton D-i partjának földtani felépítése jól vizsgálható a Balatonligától egészen Balatonberényig kisebb-nagyobb megszakításokkal nyomozható magaspartok természetes feltárásaiban. Ezek közé tartozik Balatonföldvár és Fonyód



3. ábra. A balatonföldvári magaspart áttekintő mérnökgeológiai szelvénye. Jelmagyarázat: 1. Löss, 2. Agyag, 3. Homok, 4. Iszapos homok, 5. Leomlott anyag, 6. Felsőpannoniai üledékek (homok, agyag), 7. Felsőpannoniai-negyedkor határ

is, amelyekről ID. Lóczy Lajos (1913) részletes földtani leírást és szelvényeket közöl.

A vizsgálatok szerint a magaspartok földtani felépítésében felsőpannoniai, felsőpleiocén és negyedkori képződmények vesznek részt. Balatonföldvárnál a felsőpannoniai üledékekre lösz, ill. annak változatai települnek. A fonyódi szigethegy ettől eltérő kifejlődést mutat. Itt is a felsőpannoniai képződmények képezik az alapot. Ezt az üledéksort a Balaton felvidéki bazaltvulkánossághoz kapcsolódva bazalttufa törte át. A felszínen már csak kisebb területen fordul elő, a Vár-hegy (233 m) és közvetlen környékén. A pannóniai rétegekre kisebb vastagságban pleisztocén szemcsés képződmények halmozódtak fel. A lösz alárendeltebb, mint Balatonföldvárnál.

A magaspartok előterében részben a magaspartokra lehullott anyag található, részben pedig tavi üledékek, amelyek általában homokos, iszapos kifejlődésűek.

A változó magasságú, néha 60 m-rel a Balaton fölé magasodó partokat túlnyomórészt tehát felsőpannoniai képződmények építik fel. Ezért a partfalak állékonysága szempontjából a rétegek közetfizikai tulajdonságai, települési viszonyai stb. igen fontosak.

3. A feltárási munkálatok ismertetése

Az előzetes és tájékoztató jellegű feladatoknak megfelelően a Balatonföldvári és a Fonyódi magaspartoknál egy-egy Balatonra merőleges szelvényben elhelyezett fúrások segítségével tártuk fel a mérnökgeológiai és vízföldtani viszonyokat.

Balatonföldváron a község beépített területétől Ny-ra két fúrást helyeztünk el a magasparton. A magaspart lábánál egy fúrás készült el, felvonulási problé-

mák miatt a szelvény vonalátál kb. 65 m-re ÉK-re. A szelvényben lemélyített fúrásokon túlmenően a földtani viszonyok tisztázása érdekében még egy fúrás készült a móló területén is (1. ábra).

A balatonföldvári magaspárt felépítésében pleisztocén és felsőpannóniai korú rétegek vesznek részt. A pleisztocén viszonylag vékony 3—7 m vastagságú löszréteggel települ a pannóniai agyag-, ill. homokrétegekre (3. ábra). A pannóniai rétegek a szelvényből látható módon uralkodóan homokok, ill. cementált homokok, amelyek közé változó vastagságú agyagrétegek települnek. 10 m-t meghaladó vastagságú agyagréteg helyezkedik el a magaspárt alsó szakaszán, az alatt azonban ismét homokréteg települ.

A magaspárt lábánál 5,5 m mélységig a Balaton által áthalmozott üledék van, amely alatt pannóniai korú homok, ill. iszapos homok települ a feltárt mélységben.

A 4. sz. fúrásunkat 15 m mélyre a balatonföldvári móló területén mélyítettük le. A Köröshegyi-völgy tengelyében a fúrásban feltárt mészkő, bazalt és vörshomokkő kavicsokból álló kavicsrétegek igazolják azt a feltevést, hogy a Balaton medencéjének lesüllyedése előtt a Bakony és a Balatonfelvidék területéről lefutó patakok a Köröshegyi-völgyhöz hasonló meridionális völgyekben rakták le hordalékukat.

Vízföldtani szempontból vizsgálva a magaspárt szelvényét bebizonyosodott hogy az egyetlen jelentős vízadóréteg a magaspárt legalsó szintjében települő iszapos homokréteg. Erre a rétegre képezték ki a József A. u. 13. sz. alatti ásott kutat, amelynek fenékszintjét 103,29 mAf-ben állapították meg. A kútban a víz nyugalmi értékét 1972. II. 20-án 105,29 mAf-ben mértük. A 2. sz. fúrásunkban ennek az iszapos homokrétegnek az átfúrása után a nyugalmi vízszint 105,02 mAf-ben (1972. II. 7.) mutatkozott.

A 3. és 4. sz. fúrásainkkal az áthalmozott balatoni üledékekben a Balaton szintjével azonos nyugalmi vízszintű talajvizet tártunk fel.

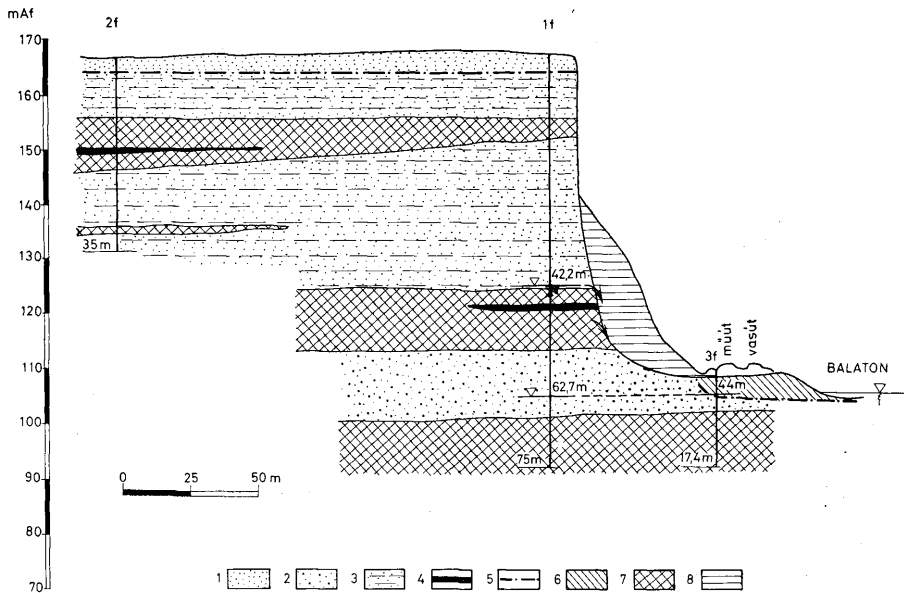
A fonyódi feltárómunkálataink során a magaspárton, hasonlóan Balatonföldvárhoz két fúrást mélyítettünk le. A magaspárt lábánál a szelvényvonalától csak kb. 50 m-re ÉNy-ra lehetett elhelyezni harmadik fúrásunkat, miután az országút mellett felvonulás-problémák voltak.

A pleisztocén-holocén 1—8 m vastagságú homokrétegekkel — felső részükben murvaszinórokkal — települ a pannóniai rétegekre. A felsőpannóniai összlet agyag, agyagos homok és nagyobb vastagságú (5—12 m) homokrétegekből áll (4. ábra).

A magaspárt lábánál 4,2 m-ig a Balaton által átmozgatott üledékek vannak. Ezek alatt a magaspárttal azonos homoklisztes agyag, agyagos homok, homok- és agyagrétegek települnek.

Vízföldtanilag vizsgálva a magaspártot, megállapítható volt, hogy az majdnem teljes szelvényében száraz. Egyedül 123,3 mAf (1972. IV. 9.) szinten tártunk fel olyan rétegvizet, amely nem tölti meg a homokréteget teljes vastagságában. Ez a víz a magaspárt lábánál időszakos szivárgás formájában csapódik meg.

A magaspárt lába alatt 102,8 mAf-i (1972. IV. 20.) helyzetben értük el a második, környező területekre is jellemző vizet, amely hasonlóan az elsőhöz a partfal mögötti részen nyomás nélküli rétegvízként, azontúl pedig a balatoni üledékekben tárolt vízzel együtt talajvízként jelentkezik. Így a réteg és talajvíz közvetlen kapcsolatban van a Balaton mindenkori vízállásával és a feltérési adatainkból megállapítható, hogy vízutánpótlódását is onnan kapja.



4. ábra. A fonyódi magaspart áttekinthető mérnökgeológiai szelvénye. Jelmagyarázat: 1. Futóhomok, 2. Homok, 3. Kötött homok, iszapos és agyagos homok, 4. Liguit, 5. Felsőpannoniai-negyedkori üledékek, 6. Feltöltés és balatoni üledékek, 7. Agyag, iszap, 8. Partfalból leomlott anyag

4. Megállapítások és következtetések

A balatonföldvári és fonyódi partfalak beletartoznak a Balatonfüzfőtől Balatonberényig övező magaspart vonulatokba. A vizsgált két magaspartnál, így kimutathatók mindazok az adottságok, amelyek a balatoni magaspartokra jellemzőek, azonban ezek mellett megtalálhatók azok az egyedi sajátosságok, amelyek környezetük helyi viszonyaiból erednek.

A partfalak állékonyságát sok tényező együttesen határozza meg. Ezek nagy része természetes, de az emberi beavatkozás is pozitív vagy negatív irányban befolyásolhatja a partfalak stabilizálását.

Vizsgálataink szerint a balatonföldvári és fonyódi magaspartoknál is kimutathatók mindazok a hatótényezők, amelyek befolyásolják a partfalak állékonyságát. A Balaton-part rendezése előtt ezeket a magaspartokat a Balaton állandóan pusztította, alámosta. A Balaton ilyen jellegű munkájából eredően, miután az abrázió a partfalak stabilitásának egyensúlyát bontotta, csuszamlások jöttek létre. A Balaton mint állandóan ható tényező döntő szerepet játszott — az egyensúly állandó megbontásával — az időszakosan lezajlott csuszamlások kialakulásában.

Az emberi beavatkozás az előzőekben vázolt folyamatokat megváltoztatta. Balatonföldvárnál és Fonyódnál is a vasút és az országút kiépítésével megszűnt a Balaton partfal pusztító tevékenysége. Ennek megfelelően az egyik mozgást előidéző tényező megszűnt.

Vizsgálataink szerint a mozgást előidéző hatótényezők: morfológiai, földtani viszonyok, vízföldtani viszonyok stb. kedvező kialakulást mutatnak a partfalak állékonysága szempontjából.

Morfológiailag különbség mutatható ki az egyéb Balaton-parti mozgásveszélyesnek ítélt magaspartok között. A balatonföldvári magaspartnál a mögöttes kisebb fennsíkszerű felszín fokozatosan elkeskenyedik míg a fonyódi magasparthoz egy aránylag a környezetből magasan kiemelkedő szigethegy tartozik. Az ilyen jellegű morfológiai formák természetesen döntően, kihatnak a hidrológiai és vízutánpótlódási viszonyokra. A Balaton-menti csúszásveszélyes partszakaszok mögött nagy elterjedésű fennsíkok csatlakoznak. Ezért a vizsgált két magaspartszakasz morfológiai adottságait, úgy kell értékelnünk, hogy azok a partfalak stabilitása szempontjából kedvező kialakulást mutatnak.

Ha az egyes magaspart szakaszok földtani összehasonlítását is elvégeztük, akkor olyan különbségeket találunk, amelyek földtani értelemben nem döntőek, de az állékonyság szempontjából már fontosak. Balatonakarattyánál és Balatonkenesénél végzett fúrások szelvényei szerint a rétegösszletet — az átfúrt kb. 70 m-es üledékszakaszt — igen sűrűn tagolják homokerek, ill. kis vastagságú homokrétteg, a rétegek a Balaton felé dőlnek. A balatonföldvári és fonyódi fúrások a felsőpannoniai rétegek eltérő kifejlődését mutatják (5. ábra). Ezek több nagy vastagságú majdnem egységes kifejlődésű homok- és agyagrétteg tartak fel, tehát a kelet-balatoni magaspartoknál mutatkozó finomrétegzettség itt kevésbé jellemző, s ami még a stabilitás szempontjából lényeges a rétegek gyengén dőlnek D-DK-i irányban. Itt kell még megemlítenünk azt a lényeges különbséget is, hogy hiányzik, ill. csak egész korlátozott formában van meg a partfal előtt az omlásokból, csúszásokból eredő anyag.

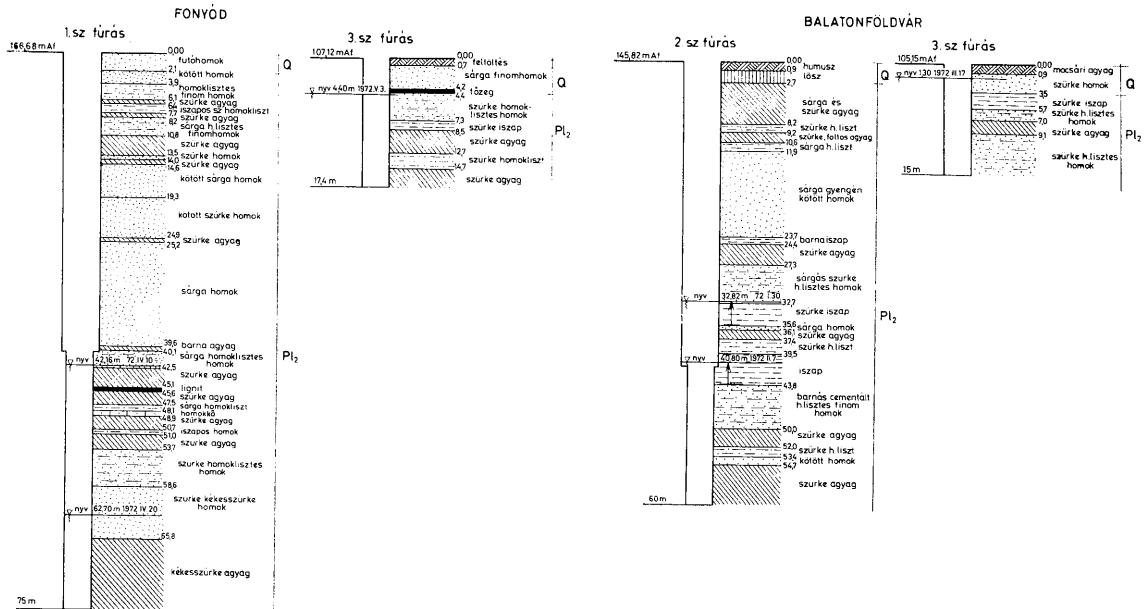
Vízföldtani vonatkozásban a vizsgált partszakaszok is kedvezőnek mond-

hatók. Ezt több tényező együttes hatása eredményezi. A fúrásokban talajvizet — csak a partfal lábánál — és rétegvizet tártunk fel, amely Balatonföldvárnál csak kis mértékben áll nyomás alatt, míg Fonyódnál a homokrétegekben áramló víz a korlátozott vízutánpótlódás miatt nincs nyomás alatt és csak részben tölti ki a vízvezető homokréteget. A magasparti fúrásokban feltárt víztartó rétegek a partfalon túl is folytatódnak és közvetlen, ill. közvetett kapcsolatban vannak a talajvízzel és a Balatonnal. Ennek megfelelően mögöttes területekről érkező vizek természetes úton történő kilépésére a feltételek biztosítottak. Vizsgálataink szerint a partfalhoz hátsó területekről érkező vízmennyiség minimális és nincsenek olyan feltételek és adottságok, amelyek a jelenlegi egyensúlyi helyzetet hidrológiai vonatkozásban kedvezőtlen irányban befolyásolnák. A partfalhoz érkező csekély vízmennyiség a tápterület morfológiai és földtani viszonyaival magyarázható. A szigethegyként kiemelkedő Fonyódi-hegy kis vízyűjtő területtel rendelkezik, továbbá a felszín közelében agyagos rétegek helyezkednek el, amik megakadályozzák a csapadékvizek mélybeszivárgását, továbbá a térszíni adottságoknak megfelelően a már beszivárgott víz minden irányban elszivárog, a nagyberek mélyfekvésű területek irányába. Megközelítően hasonló viszonyokat találunk Balatonföldvárnál is, ahol a vizsgált magasparti mögöttes kiemelt területszakaszt patak völgyek határolják, így a korlátozott beszivárgó csapadékvíz mozgása nagyrészt a patak völgyek felé irányul. Ezért a partfalhoz érkező vízmennyiségek igen korlátozottak és megcsapolódásukra a feltételek is adottak. Ennek megfelelően megállapíthatjuk, hogy a vízföldtani adottságok miatt a felsőpannóniai képződményekbe bejutó víz kevés, így a partfalra nagyobb szivárgási nyomás és egy esetleges csúszási felületre számottevő hidraulikus nyomás nem adódik át.

Eltérő vízföldtani adottságokat ismerünk azonban azokon a balatoni magaspartonál, ahol csúszások voltak. Az irodalmi adatok szerint a kis vastagságú homokrétegek vízzel telítettek, nyomás alatt állnak, kilépésüket korlátozza és gátolja a partfal lábánál települő megcsúszott törmelékanyag és folyamos vízutánpótlódást kapnak a homokrétegek a nagy kiterjedésű mögöttes területekről.

A kőzet-fizikai vizsgálatok szerint a fúrásokban feltárt felsőpannóniai üledékösszetet kötött — iszap, agyag és szemcséshomok, homokliszt — talajok alkotják. Uralkodóan a szemcsés képződmények vannak képviselve. Az állékonysági vizsgálatokhoz szükséges szilárdsági paraméterek is a követelményeknek megfelelően meghatározást nyertek. Az elvégzett állékonysági számítások alapján (VÁGÓ INÉ) a magaspárt szélétől 20 m-re a jelenlegi állapotok között a biztonság értéke $n = 1,45$ Balatonföldvárnál és $n = 1,24$ m a fonyódi magaspárnál.

A magaspartonál az állékonyság szempontjából kedvező természeti adottságok voltak kimutathatók, főleg a vízföldtani és földtani viszonyok mutatnak ilyen helyzetet. Az állékonyság megtartása érdekében azonban a jelenlegi állapotot fenn kell tartani. Ennek érdekében a szükséges védőintézkedéseket végre kell hajtani (beépítési korlátozások, felszíni vízrendezés, szennyvíz elvezetés stb.), mert ellenkező esetben éppen az antropogén hatások lesznek azok, amelyek a jelenlegi stabilitást károsan befolyásolják.



5. ábra. A vizsgált partszakaszoknál mélyített jelentősebb fúrások részletes rétegszelvényei

Irodalom

- ANDAI P. (1970): A dunai városi löszpart rendezése. Mélyépitéstudományi Szemle. 20. p. 298–312.
- ÁDOM L.—MAROSI S.—SZILÁRD J. (1959): A Mezőföld természeti földrajza. Földrajzi Monográfiák 2. Akadémiai Kiadó. Budapest 1–514.
- DOMJÁN J. (1952): Középdunai magaspartok csúszásai. Hidrológiai Közöny. 32. p. 416–422.
- GALLI L. (1952): A dunai és balatoni magaspartok állékonyságának törvényszerűségei. Hidrológiai Közöny. 32. p. 409–416.
- HORVÁTH Zs.—SCHEUER Gy.—VIGÓ I. NÉ (1972): Tanulmány a Balatonföldvári és Fonyódi magaspartok csúszás-védelmével kapcsolatos hidrogeológiai és talajmechanikai vizsgálatáról. FTV. szakvélemény. Kézirat
- KARÁCSONYI S.—SCHEUER Gy. (1969): Vízföldtani megfigyelések Dunai város környékén. Hidrológiai Közöny. 49. p. 115–126.
- KARÁCSONYI S.—SCHEUER Gy. (1972): A dunai magaspartok vízföldtani sajátosságai. Hidrológiai Közöny. 52. p. 375–383.
- KÉZDI Á. (1960): Talajmechanika II. kiadás I. kötet Tankönyvkiadó. Budapest. p. 1–618.
- KÉZDI Á. (1970): A dunai városi partgyás. Mélyépitéstudományi Szemle. 20 p. 281–298.
- LÓCZY L. (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. A Balaton tud. tanulmányozásának eredményei. I. k. Budapest. p. 1–617.
- SZILÁRD J. (1967): Külső-Somogy kialakulása és felszínalaktana. Földrajzi tanulmányok 7. Akadémiai Könyvkiadó. Bp. p. 1–150.
- VITÁLIS I. (1911): A Balatonvidéki bazaltok. A Balaton tud. tanulmányozásának eredményei. I. k. 1. rész. Ásvány és közettani megfigyelések. Budapest. p. 1–170.