

Dunai magaspart dunaszekcsői részletének rogyásos suvadásai

Kraft János

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal, janos.kraft@mbfh.hu

ÖSSZEFOGLALÁS: Az elmúlt 12 évben Dunaszekcső magasparti területén és környezetében megvalósult terepi megfigyelések során olyan helyzetet lehet nyomon követni, amely határozott eltéréseket mutat a korábbi tapasztalatoktól. A szekcsői helyszínen olyan időben elhúzódó – több éven át előkészülő, időszakosan aktív, későbbiekben területnövekedéssel felújuló – mozgássorozat megkezdését majd napjainkban is zajló folytatódását lehet már nyomon követni, amely egyre inkább igazolja, hogy a magasparti területsáv állékonyságának csökkenése a továbbiakban a korábban kezdeményező Duna hatásaitól függetlenül is bekövetkezhet. A jelenlegi állapotok és a jövőben várható események ismeretében már az is megállapítható, hogy a magasparti területek jövőbeni stabilizálásához a sikeresség érdekében indokoltá vált tisztázni a frontszakadás mögötti természeti viszonyokat és folyamatokat

Kulcsszavak: Dunai magaspart, suvadás, állékonyság

1 BEVEZETÉS

Dunaszekcsőn található Duna jobb oldalához kötődően kialakult magasparti terület (1. ábra) felszínmozgásos eseményeire vonatkozóan már 1862-től vannak irodalmi leírásaink, valamint napjainkhoz közeledve egyre inkább elfogadható és felhasználható adataink. A korábbiakban lezajlott eseményekről, vagyis a mozgásos folyamat kezdetéről azonban nincsenek egyértelmű információk, de az archív területhasználatok és egyéb információk (pld.: történelmi térképek) alapján igazolni tudjuk, hogy 1862-től indulóan további szekcsői magasparti területrészek tönkremenetele következett be. Az utóbbi másfél évszázadban megvalósult mozgásos események közül leginkább a több mint egy évtizede megkezdődött és a Várhegyen valamint annak közvetlen környezetében zajló és időszakosan felgyorsuló, továbbá újabb szakaszaival területnövekedést is igénylő évek óta aktivitást mutató rogyásos suvadásos folyamatot érdemes részleteiben is megvizsgálnunk, mivel az eseménysorozat jelenlegi aktivitása alapján befejeződés csak a távoli jövőben várható.

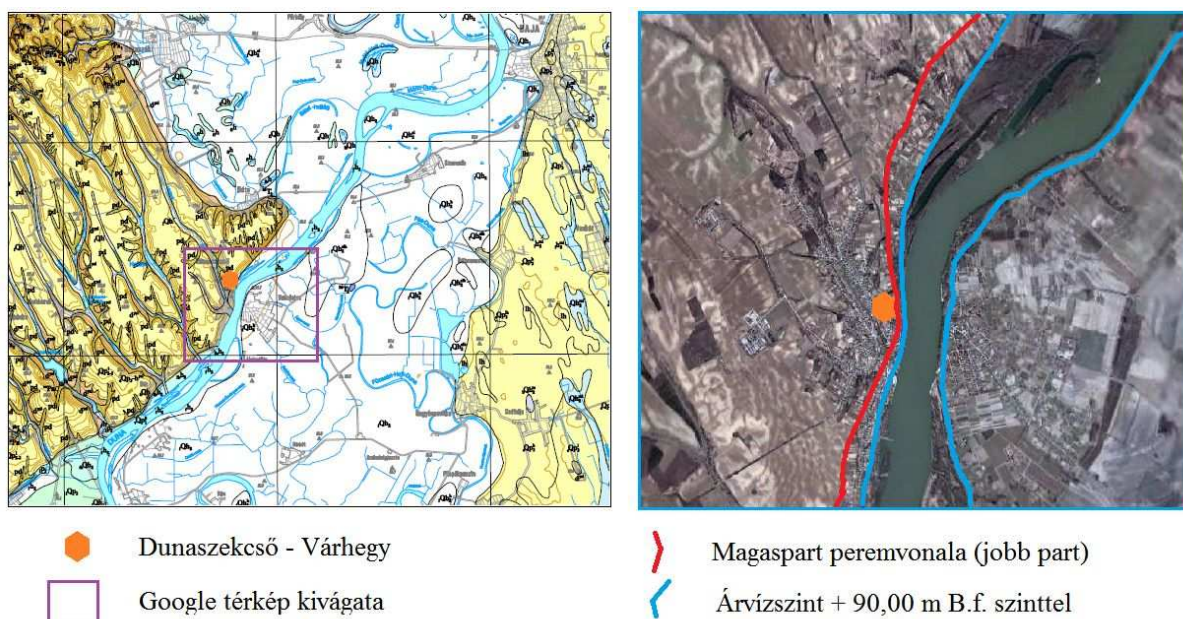


1. ábra: A Dunaszekcsői magaspart látképe a XXI. sz. rogyásos suvadások jelentkezése előtt

Az 1999-től megkezdett – akkor még nem célirányos – terepi helyszínelésekkel nyomon követett folyamat eddigi csúcspontja volt a 2008. február 12-én bekövetkezett nagy esemény (rogyásos suvadás), amikor néhány napon belül több mint 1 millió m³ anyag elmozdulása, áthelyeződése valósult meg. Az esemény nem ért senkit sem váratlanul – a médiát kivéve –, hiszen a Duna meder kivételével már hónapokkal korábban le lehetett határolni a várható változásoknak kitett területet. Az utóbbi évtizedek egyik legnagyobb magyarországi mozgásos folyamatának fő eseménye után – földtani, morfológiai, geotechnikai, hidrogeológiai stb. szempontok alapján – már az is megállapítható volt, hogy a dunaszekcsői magasparti területnek további átrendeződésére kell számítani, így a megfigyelések és az időszakos értékelések a továbbiakban is folytatódtak. Az említett fő esemény utáni időszakban – több mint 3 év elteltével – szintén nem hirtelenül és váratlanul jelentkezett tehát azon rogyás megmutatkozása, amelynek szakadási vonala 2011. április 4-én került észlelésre. A 2011. évi állapotok első terepi kiértékeléskor azonnal tisztázódott, hogy az új szakadási vonal és az addig érintetlennek ismert területrész megsüllyedése valójában a 2008-as mozgáshoz is kapcsolódóan jelentkezik. A szekcsői magasparti terület napjainkban tapasztalható állapota alapján már az is megalapozottan kijelenthető, hogy a több mint 10 éve megkezdődött rogyásos suvadás még mindig olyan terepi jellemzőkkel rendelkezik, hogy azok nem zárják ki a továbbiakban is folytatódó mozgásos folyamatnak újabb területi terjeszkedésének igényét, vagyis az eddig érintetlennek tetsző területekre való áthelyeződését.

2 ELŐZMÉNYEK

Az aktuális helyzet és a jövőben várható állapotok érzékeltetéséhez érdemes áttekinteni röviden azon távolabbi előzményeket, amelyek elválaszthatatlanul kapcsolódnak a magasparti területsáv átalakulásához. Elsőként érdemes a kiemelésre, hogy a szekcsői magaspart állékonyságának gyorsuló leromlása a XIX. század első felében elvégzett Duna szabályozás következménye is, hiszen ekkor került a sodorvonal véglegesen a magaspart lábvonalaéhoz (2. ábra). A tartósabbá vált lábvonali áztatások és árvizek hatására megkezdődött a magaspart keleti oldalának átrendeződése, amelynek eredménye lett az 1862-es nagy mozgás, amikor az akkori megfigyelések szerinti csúszás több száz méter hosszban történt. A további évtizedekben már csak kisebb területigényekkel helyeződött át vagy rendeződött a magaspart peremvonala nyugatabbra. A kisebb mozgásokkal viszont fokozatosan fejlődött azon Duna irányába tartó lelépcsződött keleti oldal, amelyet a XX. században a látszólagos nyugalmi helyzethez alkalmazkodva több helyen az emberi jelenlét teraszokká alakított. A mesterséges teraszokon – azok süllyedő ütemét jelző kisebb jelentőségű mozgások ellenére – később már építményeket is emeltek, így fokozva a területhasználatot. 1965-ben és 1976-ban viszont olyan újabb nagy mozgások alakultak ki a Várhegyen és annak közelében, amelyeket követően igyekeztek megátolni a magaspart keleti oldalának és peremvonalának további beépítését. A tiltás a helyieknek kisebb ellenállások és tétova próbálkozások mellett végül a XX. század végére elfogadottá vált, tehát a várható nagy mozgásoknak kitett területrészekeken végül csak olyan építmények létesültek, amelyek valójában nem rendelkeztek létesítésük idején hatósági engedéllyel.

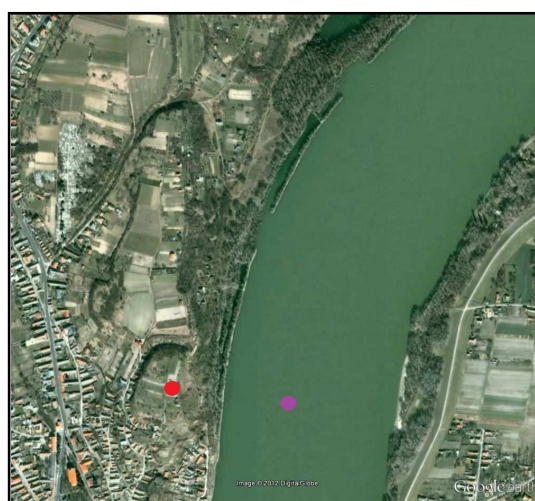
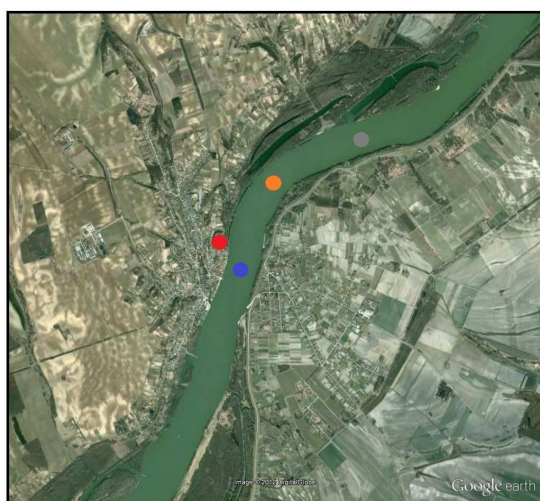


2. ábra. Dunaszekcsői Várhegy helyzete földtani térképen és LNV szinttel

A terület morfológiai adottságai a magasparti helyzetnek köszönhetően különlegesek, így a bronzkortól kezdődően szinte folyamatosan lakott helyszín a szekcsői Várhegy és környéke. A Római Birodalom limesének (Lugio, majd később Florentiana) egyik olyan részlete is, ahol az akkori magasparton nemcsak erődítmény, hanem az ellenoldalon dunai kikötő (Contra Florentiana) is létesült. Az ókori területhasználat jelentőségét annak ismeretében érdemes kiemelni, hogy a történelmi időkben lezajlott magasparti mozgások napjainkra valójában a rómaiak által egykoron megvalósított majd a későbbi évszázadokban többször átépített művi környezet jelentős hányadát véglegesen felszámolták. Az egykori erődítmény valamint későbbi változatai és a történelmi időkben hozzá tartozó települési részek maradványai így nemcsak a magaspárt ép részein (jelenlegi peremvonala mögött), hanem az évszázadok óta mozgó keleti lejtőn, továbbá a Duna medrében is előfordulnak, vagyis jelentős mértékben megváltozott, átrendeződött a morfológiai helyzet az utóbbi évszázadokban.

3 A TERMÉSZETI KÖRNYEZET ÁTTEKINTÉSE

Morfológiai, vízföldtani, hidrológiai, földtani viszonyok és egyéb terepi jellemzők alapján (3. ábra) az dunaszekcsői magasparti terület nagy hasonlóságot mutat más hasonló problémákkal ismert vagy nevezetes magyarországi helyszínekhez.



Duna meder szélessége (m)

	KÖV	LNV
●	470	1 100
●	450	900
●	380	430

● Dunaszekcső Várhegy

● Duna meder jellemzői a sodorvonalban

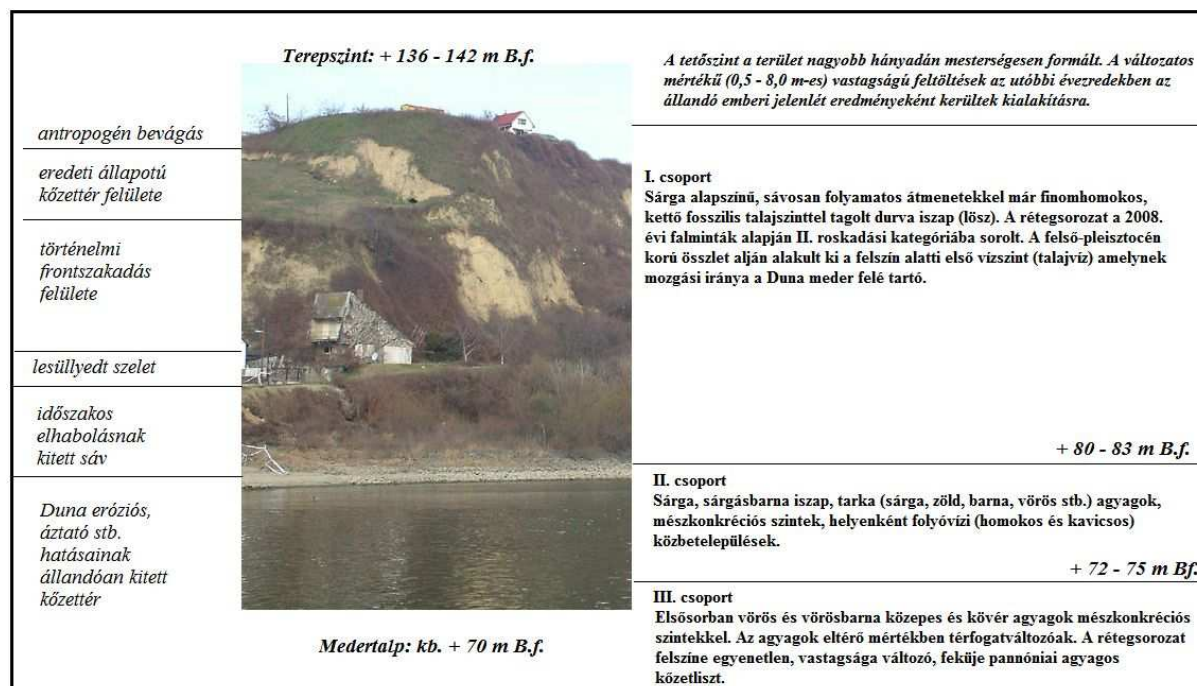
LNV		KÖV		LKV		talp	
m	m B.f.	m	m B.f.	m	m B.f.	m	m B.f.
20	90	13	83	9	79	0	70

3. ábra. A Duna meder jellemzői a szekcsői magaspárt környezetében

A magaspárt tömegében itt is a pleisztocén korú kezdetben szárazföldi-folyóvízi majd időben későbbi eolikus keletkezésű képződménycsoportok jelenléte meghatározó azon kitételrel, hogy annak nagyobb hányada valójában olyan durva iszap (lösz), amely a területen gyűjtött minták többsége szerint II. roskadási kategóriába sorolható. A pleisztocén rétegcsoportot gyakorlatiasan három csoportra lehet bontani (alsó-középső-felső, vagy I-II-III. csoportok). Legfelül (I. csoport) a sárga alapszínű, barna fosszilis talajokkal tagolt és gyors állapotváltozásokra (roskadásra) alkalmas magasparti helyzetű durva iszap található, amelynek vastagsága átlagosan 40 m-nek tekinthető annak figyelembevételével, hogy a fekszingint nagyon egyenetlen felülete miatt a vertikális kiterjedés lehet több (60 m) és kevesebb is (30 m). Alatta már zavartabb települési viszonyokkal és egymáshoz viszonyítva jelentős geotechnikai eltérésekkel mutatkoznak azon sötétebb és tömöttebb iszapok (II. csoport), amelyek különböző színű (barna, vörös, zöld stb.) agyagokkal váltakoznak, továbbá e csoportban már jelentős mennyiségű a mészkonkréciók jelenléte. A középső helyzetűnek tekintett rétegsorozat vastagsága nagyon ingadozó (5-15 m), mivel fekszingint felülete szintén egyenlőtlen, továbbá utolsó tagjának keletkezése után tartósan eróziós hatásoknak kitétt helyzetű volt. A legalsó helyzetű, vagyis a III. csoportba sorolt rétegsorozat már a pleisztocén alját jelenti és jellemzően vörös alapszínű. Itt inkább a közepes és kövér agyagok mutatkoznak tömegükben vagy közöttük elhelyezkedő jelentős mennyiségű mésszel, vagy meszes szintekkel. Vastagsági viszonyok e rétegcsoportnál is nagyon ingadozóak, hiszen a kevés fúrással feltárt helyeken pontosan 3-10 volt a csoport megismert vastagsága, továbbá a fúrások egy

részével valójában nem is harántolták át tömegét. A hármas osztású pleisztocén összlet alatt a felső-pannóniai agyagos kőzetliszt található, de a napjainkig megismert helyi sajátosságok alapján annak már valójában nincs szerepe a magaspart állékonysági viszonyaiban.

Az előbbieken röviden vázolt földtani felépítés (4. ábra) megmutatkozik a morfológiai viszonyokban, továbbá a napjainkban is szabadon érvényesülő természeti folyamatokban is állandóan meghatározó tényező.



4. ábra. A magaspart morfológiájának és földtani viszonyainak jellemzői

A jelenlegi állapotok alapján a Duna meder mélyvonala az alsó, vagyis a III. csoportba tartozó agyagsorozatban található. A meder felső szakasza már II. csoport rétegeiben helyezkedik el, míg a folyam tartósan magas vízállásaival vagy időszakos árvizeivel a legfelső helyzetű I. csoportot erodálja, habolja. A mozgások megmutatkozása így a felső rétegsorozatok átrendeződésével, valamint gravitációs tömegmozgásaival történik immár évszázadok óta és természetesen a terepszinten megvalósítható emberi területhasználatot is állandóan befolyásolja. A nagy kiterjedésű mozgások törvényszerűségének felderítése céljából az 1970-es és 1980-as években végeztek vizsgálatokat a területen. A fúrásos feltárások során megállapították, hogy a magaspart tömegében a Duna LNV + 90,12 m B.f. szintje feletti helyzettel jelen van a felszín alatti első vizsint, továbbá szivárgásának iránya határozottan befolyásolt a Duna jelenlétével. Alacsony vízállások esetén a folyam megcsapoló hatása tartósan érvényesül, míg az időszakos árvizek esetén felléphet a duzzasztás, de annak nincs jelentősége, mivel ilyenkor a magaspart mögötti – nyugatabbra lévő – belterületi Lánka patak megcsapoló hatása érvényesülhet a területhez való közelsége okán. A nagy tömegű mozgások kiváltó okaként elsősorban a magas vízállásokat és a tartós lábvonali áztatásokat, valamint a II. csoportba tartozó agyagos sávokon történő oldalirányú elmozdulások lehetőségét rögzítették. A vizsgálati eredmények és összefüggések igazolásaként közre adták a fúrásokat, mérési adatokat, morfológiai, mozgás veszélyességi, alapozási és vízszintterképeket is szerkesztettek. Lehatárolták a beépítésre nem javasolt területeket, amelyeknek korlátozott használata napjainkig elfogadottá vált a helyiek részéről. Az idegenek közül azonban néhányan a panoráma és a víz közelségének rabjaként engedély nélkül mégis építkeztek, így a XX. század végére időszakos kárvizsgálatok helyszíné is vált a szekcsői magasparti területsáv hétvégi házas részlete.

4 AZ ELSŐ XXI. SZÁZADI ROGYÁSOS SUVADÁS ELŐZMÉNYEI ÉS MEGVALÓSULÁSA

Egyik engedély nélküli pincés présház 1999. évi állagromlása után kezdődött meg a szekcsői magasparti terület fokozottabb terepi megfigyelése (5. ábra). Az építményt a hozzá tartozó pincével együtt több évtizeddel korábban keletkezett – építők részéről nem ismert helyzetű – frontszakadás nyomvonalára merőleges hossz tengellyel létesítették. A tulajdonos elmondása szerint az 1980-as években évenként keresztül történt az építés. Az építmény alatti történelmi frontszakadás nyomvonalában – annak felújulásaként – 1999-ben viszont olyan aktivitás volt tapasztalható, mely a présház és a pince közötti összekötést eltörte, az építmény padozat szintje eltört, a lakótér részben megsüllyedt. Az épülettől

távolabbi frontszakadási részleteknél viszont kiüregelődést és több méteres hosszokban 10-20 cm széles tágulásokat lehetett észlelni, tehát építési okokkal már nem igazán lehetett magyarázni az építmény sérülését. A káresemény jellemzői, a morfológiai helyzetnek régi térképek tartalmához viszonyított eltérései alapján tehát megkezdődött a dunaszekcsői magasparti területsáv fokozottabb megfigyelése időszakos terepi bejárásokkal. A helyszínek közül tudatosan azok lettek kiválasztva, ahol a néhány évtizeddel korábban felvett térképi alapadatokhoz viszonyítva határozottan megváltozott a morfológiai helyzet.



Szám	Időpont	A terepi jelenség részletezése
1.	1999.	Frontszakadás felületéhez illeszkedő prészában és pincéjében károsodások
2.	2000.	1976-os nagy mozgás területének süllyedése (kb. 10 m-rel alacsonyabb)
3.	2000-2003.	Alacsony vízállások idején látható nagyon egyenlőten méderfelület
4.	2001	A topográfiai térkép tartalmától eltérő terület (2 m-es megsüllyedés)
5.	2003-2008.	Ásott kútban az 1980-as évek vízszintjéhez képest tartós emelkedés (max. +3 m)
6.	2004.	Lábvonalban elszakított helyzetű vörös agyag test jelenik meg kiemelkedéssel.
7.	2004.	Töröklyuk szelvényében nyitott és zárt nyíródási repedések váltakoznak.
8.	2005.	Lábvonali időszakos forrás már több mint 1 éve nem jelentkezett.
9.	2006.	Hétfégi ház on belül repedések, csempeshullás, padozatsüllyedés.
10.	2006.	A korábban megsüllyedt területen 2-3 cm széles, 1,7 m-es mélységű repedés.
11.	2006.	Süllyedések a tetőszinten (lőszkutas korrózió)

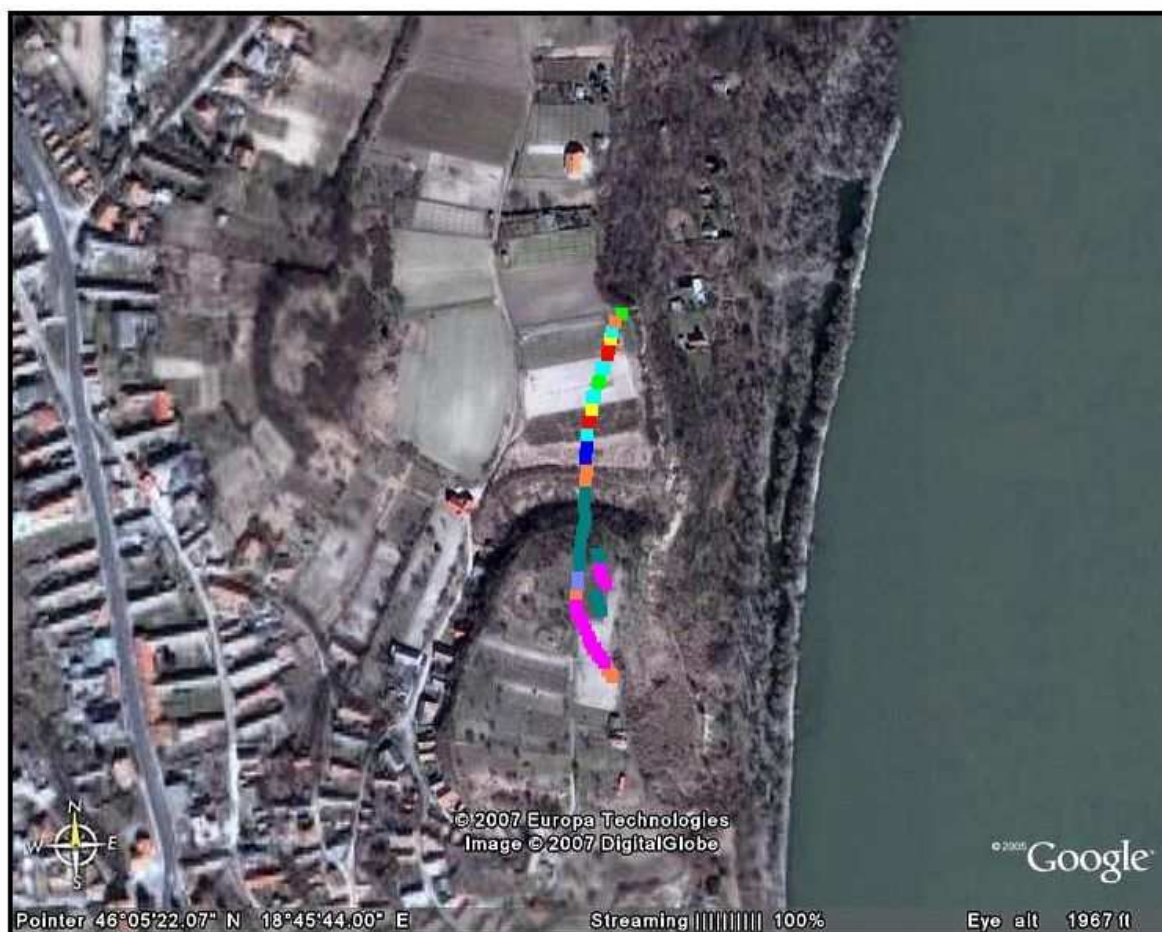
5. ábra. A 2008. évi rogyásos suvadás előzményeinek tekintett jelenségek

Leginkább feltűnő volt az értékeléskor, hogy az egykori mozgások helyszínein a térképi tartalomhoz viszonyítva 10-20 m-rel alacsonyabb helyzetbe jutott a terepszint, vagyis a mozgásos területeken belül átrendeződéses süllyedés történt. Az elkövetkező években az időszakosan elvégzett terepi felvételezések során további olyan jelenségek voltak megfigyelhetők – a korábban vizsgált épülettől már igen jelentős távolságban –, amelyeknek értékelése alapján végül 2005-ben megalapozottan kijelenthető volt, hogy a magasparti területnek legmagasabb és Dunához legközelebbi részlete (a Várhegy és környéke) alkalmassá vált jelentős méretű mozgásra. Az időpontot nem lehetett előre meghatározni, mivel addigi tapasztalatok alapján kiváltó okként általában az árvizek jelentkezését és tartósságát tartották alapvető fontosságúnak. Az archív vizsgálatok és helyi megfigyelések alapján előzetesen várható mozgástípusként a Duna közelsége és hatásainak figyelembevételével a szeletes földcsuszást lehetett meghatározni.

A 2008. évi rogyásos suvadás kialakulásának előjeleként történt annak felismerése, hogy a Várhegytől északra a topográfiai térképek tartalmától eltérően több m-rel megsüllyedt a magaspárt érintetlennek tartott felszíne és kialakult egy olyan területrész is, amely a korábbi állapotoktól határozottan eltérve lefolyástalanná vált. Ennek közelében a magaspárt tömegében sok évtizeddel korábban kialakult korróziós üregben (Töröklyukban) egymástól 60-80 cm-es távolságokkal egymással párhuzamos helyzetű nyíródási repedések mutatkoztak. A repedések némelyike időszakosan nyitottá is vált, majd szemmel nem megítélhető változást követően az nyitottság összezáródással megszűnt. A lábvonalban rövid időn belül történő kiemelkedésével kb. 0,8 m-es magassággal 5 m-es hosszával megmutatkozott olyan vörösayag test is, amely előzőekben ott nem volt látható. A korábban időszakos jelentkezésű lábvonali forrás a Várhegytől északra fokozatosan elapadt. A várható csuszásos mozgás kialakulásának előjeleitől viszont némi eltérést mutatott, hogy a Várhegy nyugati oldalán lévő ásott kútban a hidrológiai év vízjárásától egyre inkább eltérést mutattak a nyugalmi szintek. Egyszerűen 2005-től kezdődően folyamatos emelkedés volt a kútban olyan ütemmel, hogy a következő évek maximumai 2008. év tavaszáig mindig meghaladtak az előző évben mérteteket, vagyis a vízjárást azonos irányú folyamatos emelkedés jellemezte. A kút szerepelt az 1970 és 1980-as években végzett vizsgálatok során elvégzett vízszintészlelésekben, így az újabban mért vízszintek adatai összehasonlíthatók voltak a korábbiakkal. Már néhány hónapos észlelés után megállapítható volt, hogy évtizedekkel korábban alacsonyabb vízszinteket (1980-ban +93-94 m B.f.) lehetett mérni kútban, mint a XXI. század elején. Már 2005-ben +95 m-es abszolút szintet lehetett itt mérni, mely a 2006-2008. években folyamatosan emelkedett, majd végül 2008 februárjában meghaladta a +97 m-es szintet is (+97,25 m B.f.). Az ásott kútban a

nagy mozgást követően 2008 márciusától kezdően azonban lesüllyedt a vízszint, majd az őszi időszak-tól kezdődően ismét emelkedett, de ennek jelentősége csak a későbbiekben vált meghatározóvá.

A nagy mozgás bekövetkezésének leginkább nyilvánvaló előjele volt, hogy lefolyástalan területen 2006 szeptemberében megjelent olyan több cm-es szélességű repedés (2-5 cm), amely több m-es hosszban volt követhető. Meghosszabbításában 2006 novemberében, a kb. 50 m-re lévő hétvégi házban a padozatszint eltörött, a csempék lehullottak, a falakon ferde repedések jelentek meg. Az egymástól távoli jelenségek alapján megállapítást nyert (6. ábra), hogy a magasparton olyan rogyás lépett fel, amelynek már egyértelműek a terepi jelenségei, vagyis az építmény károsodása és a repedés jelentkezése azonos eseményhez kötődik annak ellenére, hogy akkor még nem volt látható közvetlen kapcsolatuk. A továbbiakban folytatódta a terepi felvételezések és az ásott kútban a vízszintmérések. Az első repedés keletkezési helyszínétől oldalirányokba tovább terjeszkedett, mint a frontszakadás nyomvonala, amelynek végső megmutatkozása több helyszínen eltérő időpontokkal 1 éven keresztül történt, majd végül a rogyás utolsó szakaszának bekövetkezése előtt végül teljesen összekapcsolódtak az addig elszigetelt részletek. Néhány hónapos várakozás után – természetesen folyamatos süllyedéssel – a terület egésze 2008. február 12-én megmozdult és órákon át tartóan megsüllyedt. A mozgásos eseménysorozat azonban tartogatott meglepetéseket is, mivel nemcsak a frontszakadással övezett területen belül, hanem azon kívül is megmozdult a magasparti terület.



A szakadási vonal terepszintű megmutatkozásának időszaka (észlelési idő: 1 év)

■ 2006. 11.	■ 2007. 05.	■ 2007. 09.
■ 2007. 03.	■ 2007. 07.	■ 2007. 10.
■ 2007. 04.	■ 2007. 08.	■ 2007. 11.

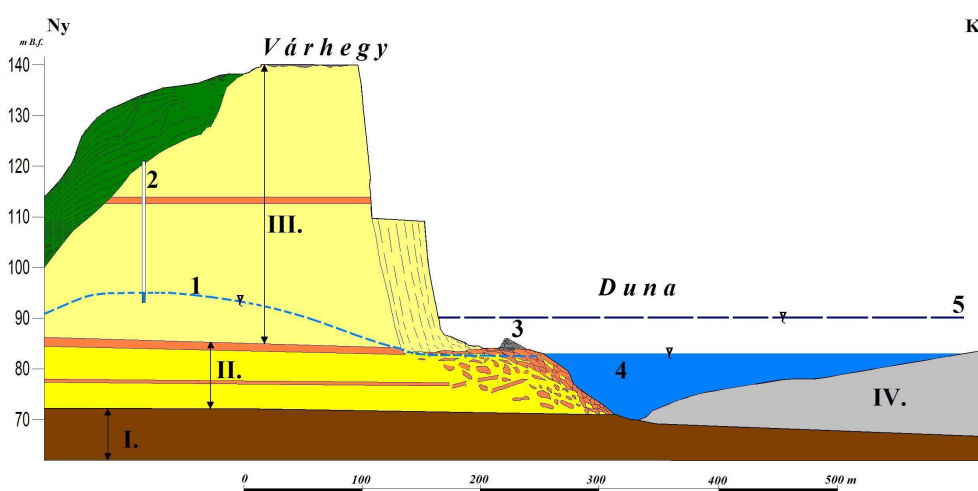
6. ábra. A 2008. február 12-én megkezdődött rogyásos suvadás szakadási vonalának megmutatkozása

A különböző mértékű változásokkal érintett teljes terület értékelésekor nyilvánvalóvá vált, hogy a rogyásos suvadás úgy fejlődött ki, hogy oldalirányú mozgása során nem volt képes átszakítani a lábvonalban, vagyis az 1862-es nagy mozgással leválasztódott nála nagyobb tömeget, gyakorlatiasan csak megmozgatta (7. és 8. ábra).

A 2008. február 12. utáni napok felvételezései alapján az alábbiakkal lehetett jellemezni az akkori rogyásos suvadást.

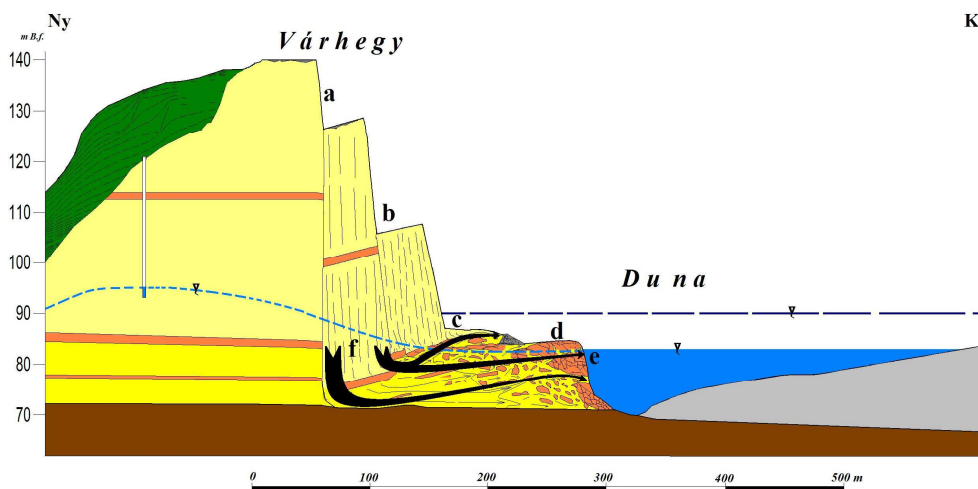


7. ábra. A 2008. évi rogyásos suvadás látképe keletről légi fotón a lábvonal felé szigetével (Körmeny L.)



Dunaszekcsői magaspart 2006-ban

Jelmagyarázat: I. tarka agyagsorozat, II. agyag, iszap és kőzetliszt sorozat, III. kőzetliszt (homokliszt) sorozat IV. dunai zátonyüledékek, 1. talajvízszint, 2. ásott kút, 3. kőgát, 4. dunai meder, 5. Dunaszekcsőn mért legnagyobb vízállás (90,12 m B.f.)



Dunaszekcsői magaspart 2008 február 12-én lezajlott mozgása

Jelmagyarázat: a) frontszakadás, b) régi szelet billenése, c) ártér emelkedése, d) félsziget kiemelkedése, e) sárfolyás a mederbe, f) mozgásirányok

8. ábra. A 2008. február 12-én bekövetkezett mozgás elvi vázlatja

- A mozgás frontszakadása a megszűnt peremvonal mentén 240 m-es hosszban és közvetlen háttérében 0-30 m-es szélességgel alakult ki.
- A függőleges elmozdulás 4-10 m között változott, míg az oldalirányú eltávolodás 0-4 m közötti volt.
- Lesüllyedést minden részletben lehetett érzékelni, de oldalirányú elmozdulás csak szórványos volt, hiszen a terület nagyobb részletében a frontszakadás síkjának felületével közvetlenül érintkezett a lezökkent felszín.
- A szakadással véglegesen leválasztódott – lezökkent helyzetbe jutott – egykori peremvonal környéki terület 5 200 m² volt.
- A frontszakadás előterében az I. agyagcsoport felületén, vagyis a csúszó-lap felett február 12-én egy-időben megmozdult közettömeg 550.000 m³-nek becsülhető.
- A leválasztódás után a mozgás hatásai oldalirányokba tovább terjedtek, mivel február 14-re 520 m-es hosszban és maximum 240 m-es szélességű sávban alakultak ki a végleges változások (az archív mozgások területén a szakadási vonalagnál is felújulások történtek).
- A frontszakadás kialakulása után az oldalirányú hatások miatt ismételt megmozgatott vagy tovább gyengített közettömeg: 600.000 m³ volt (ez a tömeg valójában az 1862-es, 1965-ös és 1976-os mozgásoknak az oldalban és a lábvonalban elhelyezkedő roncsait jelenti).
- A mozgásos időszak legaktívabb 3 napja alatt összesen kb. 1 150 000 m³ közettömeg helyzete vagy állaga módosult, továbbá 80.000 m² területen alakultak ki határozott változások (süllyedés, billenés, szakadás, omlás, hámlás, terepemelkedés, félsziget keletkezése stb.).
- A február 12-én kialakult lezökkenés helyén végül 45.000 m³-nyi anyaghiány keletkezett.
- A lábvonalban megemelkedett terület nagysága a félszigettel együtt 18.000 m².
- A megemelkedett területen 37.000 m³ anyag-többletet lehetett utólagosan azonosítani.
- A lezökkenés helyén és a megemelkedett területek közötti különbséget (összesen: 8.000 m³) részben a Duna azonnali „elhabolása”, részben a lösz roszakadása, szerkezeti összeesése magyarázza és igazolja.
- A több napon át történő események területén 54 ingatlan található.

5 MÁSODIK XXI. SZÁZADI ROGYÁSOS SUVADÁS ELŐZMÉNYEI ÉS A JELENLEGI ÁLLAPOTOK

A mozgásos folyamat néhány hét múlva látszólagosan nyugalmi helyzetbe jutott, de a Duna mederben kialakult félszigetnél az alacsonyabb vízállások idején a peremvonal mentén időszakos iszapfolyásokat és azoknak Duna általi elhabolását lehetett tapasztalni. Mindezek mellett a frontszakadás előtti megsüllyedt terület felülete egyre inkább nyugatra dőlt, vagyis a lábvonalban tapasztalható változásokkal és mélyben teljesen rejtetten zajló folyamatokkal tovább folytatódott az átrendeződés. A folyam vizének időszakosan sárga színe, a mozgásos területen belüli csak részleges omlások jelezték, hogy nincs nyugalom a területen, így a bejárások és az észlelések tovább folytatódtak az elkövetkező időszakban. A mozgás nagy eseménye előtt már hónapokkal korábban megkezdett geodéziai mérések (MTA Geodéziai és GEFIZIKAI Kutató Intézete, Sopron) is tovább folytatódtak és azok első eredményei már jelezték, hogy a rogyás területén kívül további részletek jutottak vagy jutnak fokozatosan instabil helyzetbe. A további mérések során igazolódtott, hogy a nyugati háttérben a talajvíz duzzasztott állapotba jutott. Árvizek viszont nem igazán voltak, de a Várhegytől nyugatra lévő ásott kútban 2008 őszétől kezdődően a vízszint ismét folyamatosan emelkedett, majd a 2009-es évben is megmaradt e tendencia. A továbbiakban, a kútban és annak értelemszerű ellenőrzésként egy további mérési helyen folyamatos regisztrálást biztosító műszerek elhelyezése történt és változatlanul folytatódtak a terepi észlelések.

A felvételezések során mindenkor megvalósult a tetőszint és a lábvonal bejárása az aktuális vízállástól függően a félsziget bejárása. Utóbbi helyszínen megfigyelhető volt 2008 őszétől a felület és a terület módosulása, valamint a folyam általi lassú elhabolása mellett újabb és újabb helyeken az iszapfolyások megmutatkozása (9. ábra), amelyeknek előfordulása egyre gyakoribbá vált. Az ártérben újabb területrészek indultak meg a lassú terepemelkedések, a mederben alacsony vízállások idején megfigyelhető volt még a meszes, mészkonkréciós részletek határozott kiemelkedése 0,2-0,4 m-es pozitív irányú lépcsőzödésként (10. ábra). E helyeken korábban és hasonló vízállások idején a meder még teljesen szabályos volt. A félszigeten és annak környezetében felismert terepi jelenségek alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a háttérben korábban csak megsüllyedt terület még mindig képes jelentős mérvű mozgásra, vagyis a magasparti helyszín a korábbiaknál nagyobb területre is terjeszkedve változatlanul nincs nyugalomban. A magaspárt nyugati háttérében az ásott kútban folytatódó vízszint

emelkedés és a lábvonásban mutatkozó változások iránya azt is jelezte, hogy újabb rogyás is kifejlődhet és csak idő kérdése, hogy a területbővülés eredménye mikor mutatkozik meg egyértelműen a tetőszinten.



9. ábra: Iszapfolyás elhabolása a magaspart lábvonálában

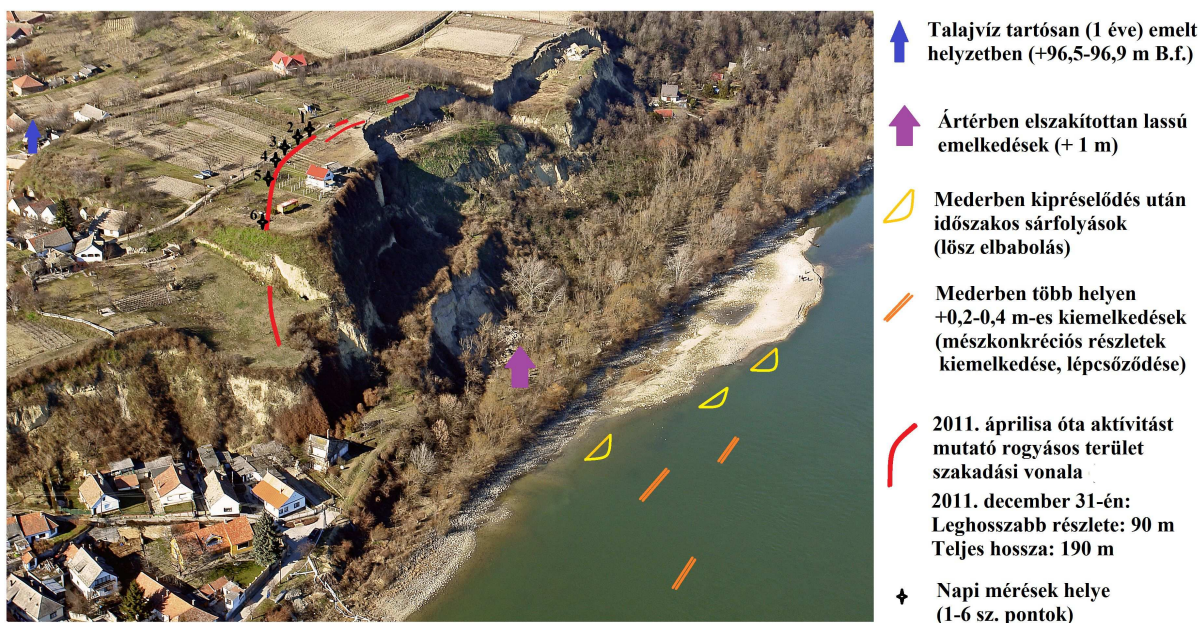


10. ábra. Cementálódott mészkonkréciós részlet kiemelkedett helyzetben

A várható eseményre a geodéziai mérések is egyre inkább megbízható jelzéseket adtak, de a mérési pontok elhelyezkedése miatt az előzetes területi lehatárolást még nem lehetett kezdeményezni. Végül 2011. április 4-én sor került azon bejárásra, amikor a tetőszinten a terep deformálódását követve egyértelműsíteni lehetett és másnap már 40 m-es hosszban volt felmérhető az újabb keletkezésű szakadási vonal. Az akkori bejárás és értékelés után ellenőrző pontok telepítése történt a nyomvonalra, majd a további helyszínelések során már az újabb rogyásos folyamatnak tovább terjedését is lehetett tapasztalni.

2011 áprilisától kezdődően egyértelművé vált, hogy a korábban (2008 ősztől indulóan) megfigyelt események és az újabb rogyás megmutatkozása szoros kapcsolatban van. A szakadási vonal későbbi terjeszkedése és annak morfológiája nagy hasonlatosságot mutatott a 2006-tól észlelt folyamat kezdetéhez és kifejlődéséhez. Ennek a kijelentésnek teljesen megfelelő azon jelenlegi üteme a 2011-ben megkezdődött lassú süllyedésnek, amelyet a nyomvonalra telepített pontok méréseivel is lehet követ-

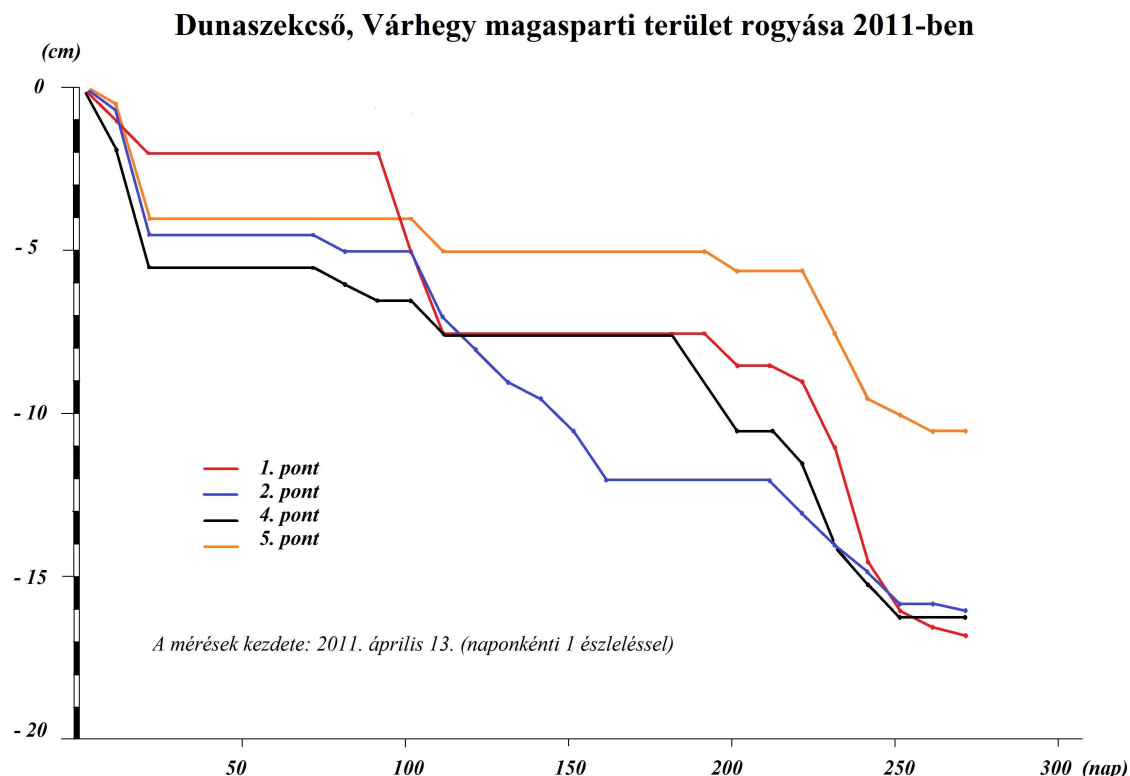
ni. A jelenlegi mozgás szakaszossága és időszakos „megpihenése” teljesen hasonló a korábban tapasztaltakhoz (12. sz. ábra), vagyis ismét rogyásos suvadásra kell számítani, de annak oldalirányú elmozdulását a korábbi helyszíntől határozottan eltérő lábvonali állapotok miatt jelenleg még nem igazán lehet pontosítani.



A légi fotót készítette: Körmeny László (Baja) 2008. február 19-én 13 órakor

A légi fotó készítésének idején a Duna aktuális vízállása a Várhegy közvetlen előterében: kb. + 82,5 m B.f. (D.szekcsői vízmérce alapján)

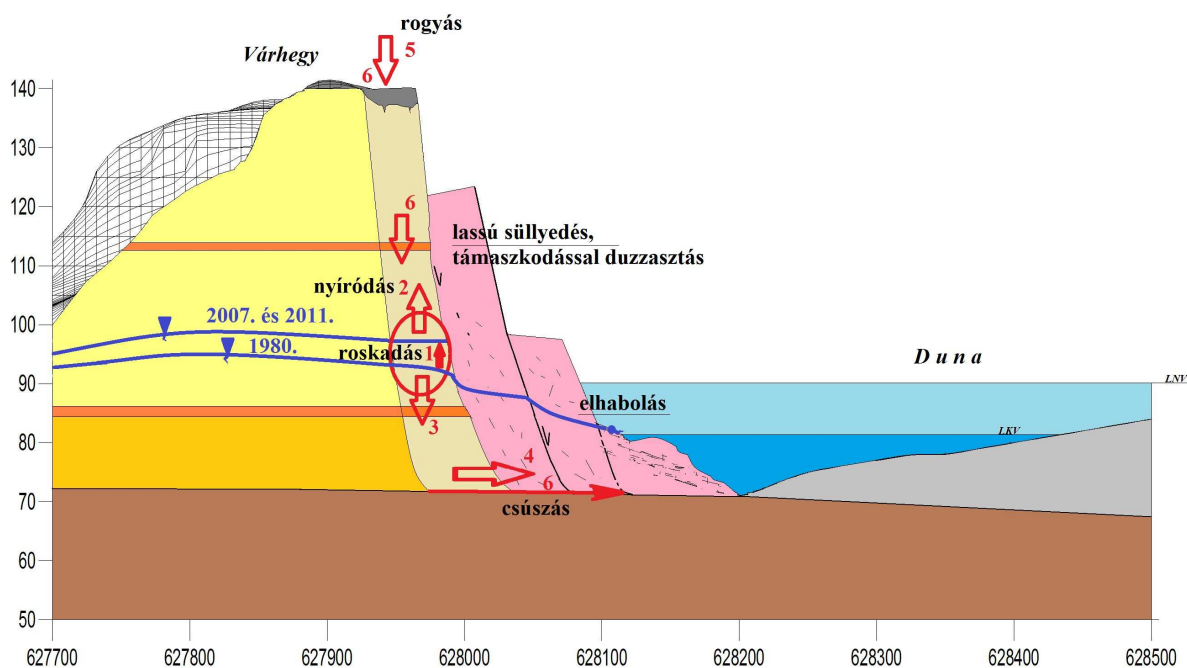
11. ábra. A 2011. évi rogyásos suvadás főbb terepi jelenségei



12. ábra. A 2011. szakadási vonal mérési pontjainál észlelt vertikális elmozdulás

Az újabb rogyásos folyamat (közettér, intenzitás, morfológiai változások hasonlatossága stb. alapján) azonban valójában nem szakítható el teljesen a 2008. évi eseménytől, hanem inkább annak folytatódásaként értelmezendő. A lassan 4 évvel korábbi mozgásban áthelyeződésre kényszerített tömeg sem akkor, sem a későbbiekben nem vált alkalmassá arra, hogy a lábvonásban megvalósuljon teljes mértékű oldalirányú elmozdulása területi helyfoglalása. Az utóbbi évek terepi megfigyelései alapján viszont kiemelhető, hogy az elmúlt évtizedek mozgásainak csúszó lapja olyan helyzetben van, hogy a

történelmi mozgások agyagtestekből álló visszamaradt roncsai a Duna tömegével együtt az aktuális vízállásoktól függetlenül mindig biztosítanak olyan megtámasztást, amely nem gátolja meg véglegesen, de nagymértékben lelassítja az újabb mozgások intenzitását és teljes területi kifejlődését. Az ár-
vizeknek korábban előtérbe helyezett áztató hatása viszont csak szűk sávban érvényesül már és a rogyások kialakulásában és tovább fejlődésében már nincs igazán valós szerepük. Ehhez természetes szükséges az is, hogy az elmúlt évtizedekben a törmelékhalmban megvalósult lassú mozgásokkal valószínűleg teljesen megszűnt a kommunikáció a magaspart érintetlen részleteiben elhelyezkedő talajvíz és Duna meder között, tehát a magasabb háttér okán és a talajvíz fő mozgási irányának figyelembevételével bekövetkezett a talajvíz lokális emelkedése a magasparti területen. A korábbi frontszakadások közvetlen háttérében megvalósuló talajvíz emelkedés a magaspart fő tömegét adó durva iszap roszakadási hajlamának megfelelően a korábban száraz állapotú kőzetteret is átáztatja és ennek következményeként nyíródási repedések kialakulását kezdeményezi a terepszint irányába a továbbra is szárazon maradó kőzetteret is visszavonhatatlanul roncsolva. A repedésrendszer egyre közelebb jut a felszínhez, miközben a talajvíz alatti kőzetterre egyre inkább a korábbiaknál nagyobb terhelések gyakorolnak hatásokat. A hidrosztatikai nyomásviszonyoknak és a korábban kialakult konszolidációs állapotoknak talajvíz által kezdeményezett visszavonhatatlan megváltozása a mélység irányába végül olyan súlyátrendeződést (pl.: rejtett szeletelőedés) is kezdeményez, amely a későbbiekben közvetlen iszapfolyások formájában jól felismerhető változásokat okoz a lábvonál környezetében (pl.: ártér emelkedése, félszigeten és mederben iszapfolyások). Ez rejtett helyzetben is megvalósul a mederben, hiszen a korábbi mozgásoknak agyagokból és mészroncsokból álló folyam által mindig takart torlódási zónájának helyzetét és állapotát is véglegesen módosítja.



13. ábra. 2011. április 4-től megmutatkozott újabb rogyásos suvadás elvi vázlat a mozgás kifejlődését és lezajlását jelző sorszámokkal

A jelenlegi szekcsői rogyásos mozgásnál valószínűsíthető (13. sz. ábra), hogy a megemelkedő talajvíz környezetéből indulóan folyós állapotba jutott I. csoportba tartozó durva iszap szerkezeti átrendeződése miatt már a II. csoportból is fokozatosan kiszakadtak olyan kisebb részletek, amelyek a későbbiekben majd oldalirányú elmozdulásra kényszerülnek. A II. csoportban lévő agyagsávok közül továbbiak is elszakadhatnak, de a folyamatban viszont csak lassabb ütemű mozgással vehetnek részt, hiszen kötöttségüket nem vízben oldódó mész biztosítja. Ellenállóbb jelenlétük miatt jelenleg csak az iszap képes a már elszakított vagy a torlódási zónát alkotó agyagtestek között átpréselődni ahhoz, hogy a folyam vize által azonnal elszállítódjon. A III. csoporton, mint csúszó lap felett a I. és II. csoportba tartozó kőzetterben kialakuló mozgás teljes folyamata így időben elhúzódó, továbbá a lábvonál – a teljes kitorlódási hely – folyam általi részbeni állandó takartsága miatt a lehetséges érvényesülési terület előzetesen nem igazán meghatározható. Azonban nyilvánvaló, hogy a mozgás további üteme és területi elterjedése nagyban függ a szakadási vonaltól nyugatra és keletre elhelyezkedő állapotoktól és folyamatoktól. A nyugati oldalon a talajvíz tartósan magas helyzetben való maradása gyorsítaná a folyamatot, míg a II. csoportban lévő valamint a torlódási zónában helyet foglaló agyagtestek változatos kötöttsége és azok Duna állandó erőzójával szembeni ellenállósága viszont mindig lelassítja a rogyásos suvadások lezajlását.

6 ÖSSZEGZŐ MEGÁLLAPÍTÁS

A fentiekben röviden ismertetett megfigyelésekhez és folyamatokhoz természetesen szorosan kapcsolódnak geotechnikai kiértékelések is. A jelenlegi helyzet alapján azok valójában csak pontosítását és további részletezését biztosítják azon általános értékelésnek, hogy Dunaszekcsőn a várhegyi magasparti terület állékonyságának utóbbi évtizedben tapasztalt leromlásában már nem a Duna jelenlétének és árvizeinek van nagy és tartós hatása, hanem az utóbbi években kialakult rogyások frontszakadása mögött folyamatosan feltorlódó (időszakosan vagy tartósan megemelkedő) talajvíznek. Ilyen problémakör kialakulásra számítanunk kell a jövőben más magasparti helyszíneken is, mivel a csapadékviszonyok megváltozása mellett valójában állandó folyamat a magasparti területek korábbi mozgásai során tartásukat már elvesztett tömegek vízföldtani viszonyokat véglegesen módosító átrendeződése.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Külön köszönet Mentés Gyulának, Újvári Gábornak és Bányai Lászlónak, valamint az MTA Geodéziai és Geofizikai Intézet (9400 Sopron, Csatkai E. u. 6-8.) további munkatársainak, hogy a geodéziai mérésekkel és az utóbbi 2 év vízszintészleléseinek eredményeivel hozzájárultak jelen értékelésem összeállításához.

IRODALOMJEGYZÉK

- Geotechnikai Adattár (Budapest): Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (FTV) Bp, Baranya Megyei Tanácsai tervező Vállalat (BARANYATERV) Pécs, Pécsi Tervező Vállalat (PÉCSSTERV) kéziratos talajmechanikai, építés-hidrológiai stb. szakvéleményei (1975-1986.)
- Gosztanyi J. 1891. Duna-Szekcső a múltban és jelenben Kiadva: Pécs., Taizs J. nyomdája
- Halász F: Mit tudunk Dunaszekcsőről az őskortól napjainkig c. kézirat munkájának átdolgozott változata Kiadta: Dunaszekcső Emlékeiért és Jövőjéért Alapítvány, Dunaszekcső 2000. Kerényi Nyomda Kft.
- Kaszás F.; Kraft J. 2009. A dunaszekcsői magaspart rogyásos suvadása *Mélyépítő Tükörkép VIII* (2) 35-39.
- Kraft J. 2004. A dunaszekcsői Töröklyuk kialakulása és fennmaradása. Mecsek Egyesület Évkönyve a 2004-es egyesületi évről 24-48. p. Pécs.
- Moyzes A.; Scheuer Gy. 1978. A dunaszekcsői magaspart mérnökgeológiai vizsgálata *Földtani Közlemény* **108**(2): 213-226.
- Scheuer Gy. 1979. A dunai magaspartok mérnökgeológiai vizsgálata *Földtani Közlemény* **109**(2): 230-254