

## Kulcs és Dunaszekcső csúszásveszélyes területeinek mozgása a 2013. évi Dunai árhullám idején

### Movement of landslides area in Kulcs and Dunaszekcső during the flood of Danube River in 2013

Kaszás Ferenc

Horzsakő Kft., horzsako@gmail.com

Takács Attila

BME Geotechnikai Tanszék, atakacs@mail.bme.hu

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A Dunai árhullám idején elvégzett mozgásvizsgálatok során meghatározott kis elmozdulások látszólagos „eredménytelensége” is fontos tanulságot jelent a hazai magaspártok felszínmozgásainak a vizsgálatában. A tönkremenetel legfőbb okozója bizonyítottan a vízhez köthető (Farkas 1982, Takács 2012), de most egyértelművé vált az is, hogy az elmozdulásokra a felülről érkező vizeknek (csapadék, felszíni víz, elszikkasztott szennyvíz, talajvíz, rétegvíz, stb.) lényegesen nagyobb befolyásuk van, mint a folyó hirtelen apadásából származó hatásoknak. Ugyanakkor mindez azt is erősíti, hogy a felszínmozgások részletes megismeréséhez a szokásos geotechnikai vizsgálatokon túl elengedhetetlenek – a monitoring rendszer részeként – a folyamatos mozgásmérések is.

*Kulcsszavak:* felszínmozgások, árvíz, csúszólap

#### 1 BEVEZTÉS

2013 első felében a Duna menti felszínmozgásos területekre (Érdtől Dunaszekcsőig) a sokéves átlagnál kevesebb csapadék hullott, ugyanakkor egy rekordmagasságú árvíz vonult le a folyón. Mindez lehetővé tette az elmozdulások vizsgálatát olyan körülmények között, amikor a hirtelen apadásból származó erőhatások maximális mértéke mellett a csapadékból származó közvetlen hatás kismértékű volt.

Jelen tanulmányunkban a kulcsi és a dunaszekcsői felszínmozgások 2013. júniusi árvíz idején végzett elmozdulás-méréseinek tapasztalatait összegeztük. A megfigyeléseink felhívják a figyelmet arra, hogy a felszínmozgások vizsgálatának kulcseleme kellene, hogy legyen a monitoring rendszer is.

A felszínközeli talajmozgásokat, földcsúszásokat megelőzni, vagy a mozgás okozta károkat helyreállítani, a további csúszásokat megakadályozni, a legmegfelelőbb védekezési módokat eldönteni (amely műszaki és gazdaságossági kérdés is) csak akkor lehet, ha felismerjük a mozgás típusát, feltárjuk a bekövetkezésének okait, kiterjedését, a helyszín altalajának, kőzetének rétegződését és a helyi (geológiai, morfológiai, hidrogeológiai, klimatikus) körülményeket (Nagy 2007, Takács & Farkas 2012). Az elemzést nagymértékben megkönnyíti, sőt sok esetben elengedhetetlen, hogy az elmozdulások időbeli alakulását is együtt vizsgáljuk az igénybevételekkel és az ellenállásokkal (Czap 2012, 2013).

#### 2 KULCS: ELHELYEZKEDÉS ÉS GEOLÓGIAI VISZONYOK

Kulcs község nagyobb része az Érd-Paks vonalon, a Duna jobb partján húzódó, 100 km-t meghaladó hosszúságú, meredek (löss, homok, agyag anyagú) partfalra épült. A magaspárt mögötti platókat az ország tektonikai szerkezetéből fakadóan elválások, törésvonalak szelik át; e – többnyire az utolsó jégkorszakot megelőző kéregmozgások nyomán keletkezett – csatlakozási felületek mentén elmozdulások is felléptek, s így ezek többnyire nyitottak, a vizet vezető, és felszín

közeli talajmozgásokban ezeknek szerepe is lehet. (Takács & Farkas 2010, Farkas & Takács 2011)

A mélyföldtani felépítésben a triász mészkő és dolomit játssza a fő szerepet. Erre települt a felső miocén rétegsor.

A pliocénban a Kárpát-medence lesüllyedt belső területeit borító Pannon-beltenger a feltöltődés és a medencealjzat egyes részeinek szerkezeti kiemelkedése következtében fokozatosan visszahúzódott. A

Mezőföld területének ÉK-i részén a tengerfenék üledékei csak kisebb mértékben emelkedtek ki. A vastag pannon üledék: márga, homokkő, homokos kavics, kavicsos homok és agyag. A domboldalak, a partfal anyaga: döntően szürke agyag, homok, homokos iszap. (Dövényi 2011)

Kulcs környékén a legtöbb csúszás ezen agyagok felszínén alakult ki. Ezeknek az agyagoknak a többsége a Pannon-beltenger vizéből ülepedett le olyan periódusban, amikor a víz sótartalma fokozatosan csökkent. A képződés közbeni időszakos kisebb vízszintingadozások helyenként elmocsarasodást is eredményeztek. A mélyebben előforduló szürke agyag általában összefüggő és vastagabb.

A pannon képződmények a település egyes részein a felszín közelben jelentkeznek, vékony pleisztocén rétegekkel fedve.

A fluviális felszínalakítás mellett jelentős szerepe volt a szélnek is. A szállított por-jellegű anyag nagy vastagságban rakódott le a térszíneken. Így képződött a térség domináns, laza, porózus, felszín alatti, a pannont takaró talajfélesége: a lösz.

A holocén (jelenkor) felszínformáló folyamatai közül a löszfelszín átalakulása (áthalmazódás, magaspart erózió, csuszamlások), a lejtőformálódás és a fluviális tevékenység (völgyformálódás) volt a meghatározó. A kulcsi település a morfológiai, földtani viszonyai alapján három szakaszra osztható:

- a parti, ártéri sáv – változó szélességgel;
- a partfalak előtti, a Dunáig húzódó domboldal, amelyet a magaspartról leomlott, áthalmazott törmelék borít;
- a partfal mögötti, tagolt terület.

E három területrészen más – más mozgásformák a jellemzők. A lejtőlábnál, az ártéri részen közelítőleg sík, illetve alul és felül íves szakaszokból álló törési felületek alakulnak ki. A törmelékeltőn (domboldali részen) réteghatár vagy egy felpuhult zóna menti „rétegcsúszás” a jellemző. A magaspartnál pedig omlások következnek be szinte folyamatosan.

Az Északi részen a part mentén (Vöröspart u. – Kögát u.) a pannon üledék sovány (homokos) agyaggal kezdődik, felette áthalmazott lösz-omladék van. Az agyag alatt tömör szerkezetű, sárga csillámos homok van – mocsári betelepülésekkel.

A pannon és a rátelepült pleisztocén formáció közötti határ általában világosan és egyértelműen fellelhető. A felső pannóniai összletre vastag (10-60 m) pleisztocén rétegsor, többnyire lösz és lösz-szerű üledék települt tehát. Ez a közvetlen parti sávban vékonyabb, és 1 – 4 m vastag ártéri üledékek (kavics, öntéshomok, öntésiszap) van fedve. Kulcsnál a pleisztocén idősebb képződményei – Rácalmástól és Dunaújvárostól eltérően – a felszínen is megtalálhatóak.

E törmelékeltő a partfal omlása, leszakadása következtében halmozódott fel, és évezredek óta mozog. Az egykori felszínközeli mozgások makroszerkezetét nagy részben elvesztett, löszös talaja heterogén, szabálytalanul rétegzett, és vízáramlási szempontból is anizotróp. A Duna ártere a pannóniai felszínen képződött, és azt alakítva rakta le az üledékét.

A lösz függőleges textúrájából adódó függőleges beszivárgás következtében a talajvíz jóval a felszín alatt helyezkedik el. Az alacsony helyzetű, vékonyabb lösztakarójú helyeken 2 – 5 m, a löszhátak magaspartjain 10 – 20 m mélyen található a talajvíz szintje – általában a szürke pannon agyag felett.

A rétegvizek a felső-pannon víztartó homokrétegekhez köthetők. Az agyagösszlet általában kemény, tömör állapotú, helyenként homokos betelepülésű. Több helyen függőleges repedésekkel tagolt.

A jégkorszakban a Duna medre jóval magasabb szinten volt a mainál. A meder a pleisztocén vége felé fokozatosan mélyebb szintre süllyedt a „bevágódás” következtében. A folyam eróziója és fokozatos Ny-ra tolódása egy sajátos törmelék-omladék összletet eredményezett a domb lábánál.

### 3 FELSZÍNMOZGÁSOS TERÜLETEK ÉS A KORÁBBI MOZGÁSOK KIVÁLTÓ OKAI

A település kb. 4 km hosszú partszakaszán belül a mozgó területek összhossza: 1510 m, a potenciálisan mozgásveszélyes területek (beleértve a mozgó részeket is): 2620 m!

Négy, egymástól elkülönülő felszínmozgásos terület alakult ki az elmúlt időszakban:

- Deák F. u. – Hullám utca;
- Hajóállomás mögötti terület;
- Sötér sétány (Strand);
- Vöröspart u. – Görbe u.

Az utóbbi idők legnagyobb kiterjedésű felszínmozgása 2011. január 17-én alakult ki: a viszonylag gyors éjszakai csúszás a domboldal Deák Ferenc u. É-i végétől a Hullám u. D-i végéig, mintegy 370 m hosszon következett be, a Deák Ferenc u. és a Duna közötti 130 m széles sávban. Épületek, utak, járdák, kerítések, vízelvezető folyókák károsodtak, több helyen elszakadtak a villanyvezetékek. A felszínen nagy tágasságú repedések alakultak ki. A lejtős felszínű domboldal altalaja a tömegének a hatására lefelé és kifelé elmozdult több deciméteres nagyságrendben. A felszínmozgás több mint 50 ingatlant érintett, közülük közel 20 életveszélyessé vált és később elbontásra került. (1. ábra)



**1. ábra.** Károsodott ház a Hullám utcában, a ferdülés mértéke kb. 8-10° (2011. január)

A másik mozgási helyszín a Hajóállomás mögötti, 330 m hosszú, 70 m széles meredek partfalas terület; a harmadik pedig a Dunasor É-i végénél, a Strandnál lévő, Sötér sétány alatti, 170 m hosszú és kb. 50 m széles domboldal-rész (3. ábra). Az ott bekövetkezett felszínközeli talajmozgások jellege, mechanizmusa a Deák F. u. – Hullám utcaihoz hasonló. A Vöröspart u. – Görbe utca környékén az elmozdulások egyenlőre nem jelentősek (maximálisan néhány centiméteresek). Méreteit tekintve a kulcsi földcsuszamlások a Magyarországon eddig bekövetkezett legnagyobbak közé sorolhatók.



**2. ábra.** A kidőlt fák, az elmozdult lépcsők és a talaj felpúposodása megmutatja, hogy a tönkremenetel egy sík csúszólapon mentén jött létre (2011. január)



**3. ábra.** A Sötér sétányon 2010. októberben közel 3 méteres függőleges elmozdulás keletkezett

A geotechnikai vizsgálatok (Farkas & Takács 2011) a felszínmozgások okaként számos tényezőt és körülményt megneveztek:

- kedvezőtlen altalaj- és talajvízviszonyok,
- kedvezőtlen rétegződési viszonyok,
- nagycsapadék hatása,
- vízkilépési helyek elfojtása,
- a folyó hirtelen apadásakor megnövekedő áramlási nyomás,
- a szennyvízszikkasztások egyre növekvő mennyiségű vize,
- a vezetékek meghibásodásainál elfolyó víz,
- növényzettel takart talajfelületek megbontása, locsolások,
- tereprendezés és felszíni vízrendezés hiánya.



**4. ábra.** A műszakilag nem megfelelő „helyreállítást” követően 2013. februárban a korábbival megegyező helyen jelent meg a csúszólap felszíni kimetsződése

Megfontolandó, hogy a fenti felsorolásban szereplő okok közül négy az emberi (humán) tevékenység következménye. És ezt a helyzetet csak rontja a Sötér sétányon elkészült beavatkozás. Anyagi forrás hiányában csak az elmozdult földtömegben nőtt fákat irtották ki (nem kellett volna), valamint az elmozdult talajból visszaépítették a rézsú eredeti profilját, vagyis az elmozdult földtömeget tovább terheltek és éppen a csúszólap felső kimetsződésének vonalába építettek egy burkolt övárkot. Mindennek a következménye a 3. és a 4. ábra összehasonlításával jól szemléltethető: a további mozgások (2013. első felében) természetesen ugyanott alakultak ki, ahol korábban is, hisz állékonyság-javító beavatkozás nem történt. Időbeni lefolyásukat tekintve: az állékonyság-csökkentő beavatkozások idején a kedvezőbb időjárás (kevesebb csapadék) miatt a biztonsági tényező kissé 1 fölé emelkedett, de amint a

csapadékból származó víz lecsökkentette a csúszólapon a nyírószilárdságot, a mozgás újra kialakult (a biztonsági tényező kevéssel 1 alatti lett).

#### 4 DUNASZEKCSŐ

A dunaszekcsői Várhegy és a Szent János-hegy keleti oldala közvetlenül a Duna meder felett magasodik (magassága jellemzően 30 m körüli, de a Várhegyen eléri az 50 métert is) és a folyam feletti, valamint azzal közvetlenül érintkező részleteik kizárólag olyan felső-pannóniai felületre települt negyedidőszaki laza üledékekből épülnek fel, melyek közül a kőzetliszt (közismertebben lösz) jelenléte meghatározó. Az eróziós hatásokra igen érzékeny kőzetliszt tömegében számos helyen, de leginkább alsóbb rétegeiben eltérő vastagságú és térbeli kiterjedésű egykori terepet vagy akkumulációs szinteket alkotó fosszilis talajok ismereteseek (Kraft 2004). A jelenleg is aktív mozgásos területrészek előtt a korábban lesüllyedt földtömegnek az ideiglenes megtámasztó hatása még ma is érvényesül.

Ezeknek a magaspartoknak az évszázadok óta tartó lepusztulása ismert tény (Farkas 1982). A múlt század hetvenes éveiben előfordult mozgásokat követően átmenetileg nyugalomba került. 2007. év nyarán 200 métert meghaladó hosszúságban repedések alakultak ki a magaspart egy szakaszán a hegyek tetején. Már akkor kirajzolódott egy nagy kiterjedésű (kb. 5000 m<sup>2</sup>) és jelentős térfogatú (350000 m<sup>3</sup>) felszínmozgás, ami 2008. február 12-én következett be a leszakadt partfal-részletek 10-15 m-es függőleges és 100 m-t is meghaladó vízszintes elmozdulásával. A partfal előtti kb. 50 m széles, mélyen fekvő ártéri öntésterületet egy kőgát választja el a Duna vonalától. Ezen az ártéri területén 5-8 m mélyen, az alámetsző csúszólapnak a közel vízszintes alsó síkja mentén felszínközeli gyűrődések, a partközeli folyó-mederben pedig, kb. egy hektárnyi területű félsziget keletkezett. (5. ábra)



**5. ábra.** A dunaszekcsői Várhegy és Szent János-hegy madártávlatból a károsodás után, 2008. márciusban (Kaszás 2011)

A partfal előtti lakott terület rész egy korábbi leszakadt „lepény”-re, illetve törmelékletőnek tekinthető leszakadt partfalra épült. A károsodás után készült vizsgálatok (Kaszás 2009) szerint elsősorban ennek a földtömegnek a vízháztartása, illetve a dunai árvíz visszaduzzasztó hatása okozhatta a lábvonali elmozdulást, amely felgyorsította a korábban már megmozdult földtömeg mozgását és végül a tönkremenetelt okozta.

A Várhegyen kialakult repedés láthatóan a sáncárokig tart, ahol ívesen kanyarodik le a folyó felé. Ebből feltételezhető, hogy a Várhegy melletti löszös magas-part védelmére épült támfalra és az előtte lévő lakott terület részre már a bekövetkező partmozgás nem fog kiterjedni (Kaszás 2011).

#### 5 MOZGÁSMÉRÉSEK AZ ÁRVÍZ IDEJÉN

A 2013. júniusi Dunai árvíz idején az Országos Műszaki Irányító Törzs elrendelte a tanulmányban bemutatott két felszínmozgásos terület mozgásmérését.

A folyó tetőzését követően egy héti napi, majd további két héti kétnapi rendszerességgel készültek mérések.

Műszakilag ehelyett az intézkedés helyett indokoltabb volna monitoring rendszer üzemeltetése, de mindez gazdasági okok miatt megoldhatatlan.

Dunaszekcsőn a mérési eredmények azt mutatták, hogy a Várhegy tetőszintjén, ahol már hónapokkal ezelőtt (2013 tavaszán) kialakult egy újabb hosszanti repedés (0,2-0,7 m-es süllyedési értékkel) további süllyedés nem indult be. Az 1-2 mm-es elmozdulások a mérési hibahatáron belüli értékeknek tekinthetők. Mindössze egyetlen mérési ponton mértek összesen néhány cm-es süllyedést, de ott a helyszínen egyértelműen azonosítható volt, hogy ez egy lokális jelenségre (friss töltés konszolidációjára) utal.

Kulcson a BME Általános és Felsőgeodéziai Tanszék által elvégzett ismétlődő mérések (az adatok körülményektől függően  $\pm 1$  mm és  $\pm 2$  mm középphiba közöttiek (Takács & Kiss 2013), tehát a mérési módszerek számára nagyon kedvezőtlen terepviszonyok ellenére rendkívül pontosak). Mind a négy felszínmozgásos területre kiterjedtek és néhány mm-es változást mutattak ki, melyek elsősorban függőleges értelműek voltak (süllyedés). Vízszintes elmozdulás csak elvétve, a nagyobb magasságváltozású pontokban fordult elő. A vízszintes elmozdulás egyértelműen lejtő irányú volt, azaz a Duna felé haladt. A mozgást elszenvedett pontok többségének elmozdulás értéke 1-5 mm között maradt; 5-10 mm közötti mozgást a Sötér sétányon két, a Kikötő fölötti területen egyetlen pont szenvedett el.

A megfigyelt pontok között a legnagyobb mozgást a Sötér sétányon (a strand felett) elhelyezett egyik pont esetében mérték (ahogy az előzetesen is várható volt, hisz az azt megelőző hónapokban is folyamatos volt ott az elmozdulás). Összegzett vízszintes elmozdulása 6 mm volt a Duna irányába, míg függőlegesen a méréssorozat végén 10 mm süllyedt (időközben ennél néhány mm-rel nagyobb elmozdulást is mértek).

## 6 ÖSSZEFOGLALÁS

A legnagyobb kiterjedésű hazai felszínmozgásos területek Kulcs és Dunaszekcső területén találhatóak. A 2013. évi Dunai árhullám olyan ritka körülményeket teremtett, amikor a hirtelen vízszintcsökkenés úgy alakult ki, hogy vele egyidőben kevés felszíni víz és rétegvíz érkezett az elmozduló földtestekre. Az elvégzett mozgásvizsgálatok során meghatározott kis elmozdulások látszólagos „eredménytelensége” fontos tanulságot jelent a hazai magaspártok felszínmozgásainak a vizsgálatában.

A tönkremenetel legfőbb okozója bizonyítottan a vízhez köthető (Farkas 1982, Takács 2012), de most egyértelművé vált az is, hogy az elmozdulásokra a felülről érkező vizeknek (csapadék, felszíni víz, elszikkasztott szennyvíz, talajvíz, rétegvíz, stb.) lényegesen nagyobb befolyásuk van, mint a folyó hirtelen apadásából származó hatásoknak. Ugyanakkor a felszínmozgások részletes megismeréséhez a szokásos geotechnikai vizsgálatokon túl elengedhetetlenek – a monitoring rendszer részeként – a folyamatos mozgásmérések is.

## 7 HIVATKOZÁSOK

- Czap Z. (2012): Rézsűkárosodások megelőzése. Műszaki ellenőr 1:(10), pp. 38-40.
- Czap Z. (2013): Rézsűkárosodások megelőzése 2. Műszaki ellenőr 2:(01), pp. 36-39.
- Dövényi Z. (szerk.)(2011): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztud. Kut. Int., Bp.
- Farkas J. (1982): Agyakok réteghatárán meglévő anomáliák szerepe a hazai rétegcusúsások kialakulásában. Kandidátusi értekezés, p265.
- Farkas J.; Takács A. (2011): Szakértői vélemény Kulcs felszínmozgásos területének vizsgálatáról, Farkas Geotechnikai Kft., Geotechnikai szakvélemény, p76.
- Kaszás F. (2009): Geotechnikai – Mérnökgeológiai szakvélemény Dunaszekcső Árpád u., Halász u., Felsődunasor u., Somogyi B. út, Várhegy, Halász u., Vár u. által határolt magaspárt területére. Szakvélemény, 2009., Trilobita Bt., 2009.
- Kaszás F. (2011): Dunaszekcső, Várhegy előtti partfal stabilizációja. VIII. Földtani Veszélyforrások Konferencia (előadás), Visegrád, 2011. 06. 1-3.
- Kraft J. (2004): A dunaszekcsői Töröklyuk kialakulása és fennmaradása. Mecsek Egyesület Évkönyve a 2004-es egyesületi évről. Új Évfolyam 8: pp. 133–153.
- Nagy L. (2007): Védekezés az árvízvédelmi gátak suvadása ellen. Innova-Print Kft. nyomda, p.118.
- Takács A.; Farkas J. (2010): Ahol a beépítés miatt mozog a föld, Építés-Építészettudomány., **38**(1-2) 75-94.
- Takács A.; Farkas J. (2012): Rétegcusúsások néhány különleges kérdése. Műszaki ellenőr 1:(4): 36-38.
- Takács A. (2012): Hazai lejtők és rézsűk állékonysági vizsgálata. PhD értekezés, p119.
- Takács B.; Kiss A. (2013): Összefoglaló jelentés a kulcsi felszínmozgásos területek elmozdulásméréseiről. BME Általános és Felsőgeodéziai Tanszék, 2013. július