

Rudas Közgazdasági Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium

Emberek élnek ott, ahol a part szakad...
a táborállási és a kulcsi magaspartok
csuszamlásos domborzatfejlődése

Készítette: Vida Zoltán

Felkészítő tanár: Horváth Csaba



Dunaújváros

2014.

Tartalomjegyzék

Célkitűzés	3
1. Helyszíni viszonyok	4
1.1. Dunaújváros-Táborállás földrajzi fekvése	4
1.2. Kulcs földrajzi fekvése	6
2. Földtörténeti áttekintés	7
3. Geológiai- és talajadottságok	8
3.1. A löszösszlet tagolódása	9
3.2. Talajtípusok	10
4. Éghajlat.....	10
5. Grass GIS Térinformatikai modellek	12
6. Kulcs és Dunaújváros közötti magaspárt szakasz	15
7. A dunaújvárosi löszpartfal védőmű-rendszere	17
7.1. A védőmű kialakításának előzményei	17
7.2. A védőmű működése	17
7.3. A védőmű a tervezett stabilitási műveletei Táborálláson	18
7.3.1. Tervezett stabilizálási feladatok ütemezése	18
7.3.2. I.1 ütem megvalósult létesítményei	20
7.3.3. I.2 ütem tervezett létesítményei	22
7.3.4. I.3. ütem tervezett létesítményei	23
7.4. Mozgás időbeli változása.....	24
8. Kulcs település partfalrendszere.....	25
9. Összegzés	30
Irodalomjegyzék.....	31

Célkitűzés

A domborzat a földrajzi környezet, illetve a táj egyik alapvető és meghatározó tényezője, melyet a természeti folyamatok mellett az ember műszaki-gazdasági tevékenysége, az ún. antropogén folyamatok is formálnak. Ennek egyik eleme az építkezés, amely a természeti erők és a mostoha környezeti körülmények elleni védelmet, a mindenkori személyi, majd társadalmi biztonságot, az életkörülmények javítását szolgálta. A hazánkra jellemző urbanizáció következtében erősen növekszik az élet- és mozgásterületünket meghatározó mesterséges környezet, a technoszféra jelentősége, amely egyre jobban elszigetelt a természeti környezettel való érintkezés lehetőségeitől.

Az építési munkálatok, eljárások alapvetően építmény-centrikusak és erőszakos beavatkozást jelentenek a korábban kialakult környezeti egyensúlyba. A beruházások, különösen a nagyberuházások, jelentős terület-felhasználással járnak, s sokszor nem pótolható, nem újratermelhető természeti adottságok megváltoztatását, eltűnését eredményezik. A beruházás folyamán elmulasztott, tudatosan elhagyott vagy gondatlanul végrehajtott megoldások, az „önző”, ám ideiglenesnek bizonyuló megtakarítások a későbbiekben hatványozott veszteségforrássá, pótköltség-ráfordításokká válhatnak.

Dolgozatomban Dunaújváros-Táborállás és Kulcs települések magas partjainak múltját és jelenét fogom bemutatni. Kísérletet teszek arra, hogy átfogó képet nyújtsak a csuszamlások helyi vonatkozásairól. Ennek megértéséhez fontos kitérni a terület természeti adottságaira és az emberi beavatkozás során bekövetkező változásokra is. Munkámban a vizsgált terület rövid földrajzi – földtörténeti, talajtani, éghajlati, morfológiai, vízrajzi – áttekintése után a csuszamlások elleni védekezés állomásait mutatom be részletesen. A város múltjának áttekintésében az elmúlt 60 év jelentősebb csuszamlásai kerülnek bemutatásra, majd a jelenlegi védekezés szakaszainak létesítményei következnek.

1. Helyszíni viszonyok

1.1. Dunaújváros-Táborállás földrajzi fekvése

Dunaújváros-Táborállásnak az alföldi Duna menti fekvése a legjelentősebb földrajzi tényezője. A folyó itt két alföldi középtáj határán folyik. A folyót K felől 20-25 km széles ártér, a Dunamenti-síkság kíséri Budapesttől Bajáig. A Duna jobb partján pedig a lösszel és a homokkal borított alacsony, hullámos felszínű átmeneti terület, a Mezőföld terül el. A Mezőföld a Duna árterénél itt átlagosan 40-80 m-rel fekszik magasabban. Érd és Paks között a Duna ártere felett meredek, omladékos magas parttal végződik, amelyet egyrészt a Mezőföldet átszelő vízfolyások tágas eróziós völgyei (Benta-patak, Váli-Szent László-víz völgye), másrészt pedig rövid száraz völgyek és eróziós árkok réselnek be. Bár a Mezőföld kiemelt felszíne tagoltabb, mint a homokos és löszös Duna-Tisza közti hátság, domborzatának síksági jellege, kontinentális éghajlata, veszteséges vízháztartása, növényzeti képe és típusos mezőségi talajai alapján mégis az Alföldhöz soroljuk.

Dunaújváros és környéke a Pentelei-löszplatón helyezkedik el, a mezőföldi magaspárt mentén, Budapesttől 67 km-nyire. Az 50-60 m magas, meredek löszfalat Kulcs és Dunaföldvár között csak néhány helyen szakítják meg a Duna ártere felé kifutó kisebb völgyek. (1. ábra)

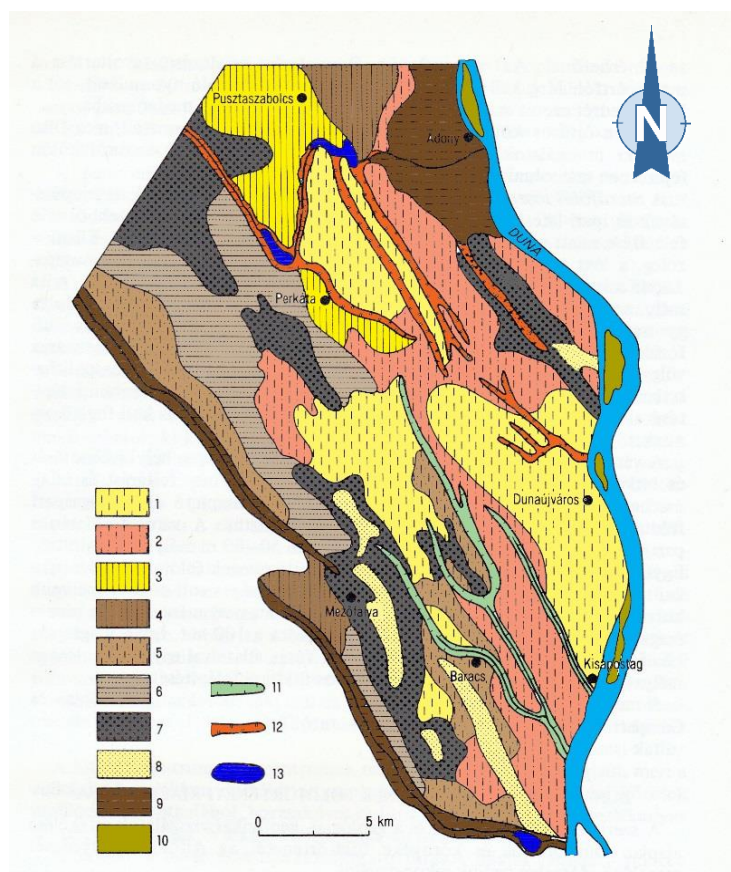


1. ábra A vizsgált terület elhelyezkedése
(Forrás: Google Earth)

Dunaújváros és körzetének természetföldrajza azonban nem jellemezhető a Mezőföld általános, alföldi jellegű tulajdonságaival. A város alapvetően három eltérő felszínforma-típus határán fekszik. Területén található a mezőföldi löszplató és a dunai ártér, a kettő határvonalát pedig a Duna menti magaspart képezi. A város területének emberi léptékben is érzékelhető természetes felszínformálódásában Európa második legnagyobb folyója, a Duna játssza a főszerepet. A meredek magaspartokról elmondható, hogy a leggyorsabban változó formák. Ez igaz a Dunaújváros-táborállási, tágabb értelemben a Kulcs-Rácalmás-Dunaújváros-Dunaföldvár vonal mentén húzódó magaspartra is. A Duna menti magaspart fokozatos hátrálását, ismétlődő csuszamlásait a folyó keletről nyugatra történt/történő „vándorlása” okozza.

A település szinte teljes egésze – az Óváros, az egykori Dunapentele egyes részeinek kivételével –, az egykori szocialista mintaváros centruma és más városrészei a Pentelei-löszplatón találhatók. A plató a Seregélyesi-völgy és a Duna között helyezkedik el, a környező hordalékkúppal borított alacsonyabban fekvő területekből asszimmetrikusan, féloldalasan kibillent

helyzetben emelkedik ki. Dunaújváros körzetében ennek átlagos vastagsága 60 méter, magassága a tengerszint feletti 180 métert is eléri. A lösztakaró kiterjedése délkelet felé keskenyedik (2. ábra). A lösz, mint felépítő kőzet, jellegzetes tulajdonságai, nagyfokú porózussága miatt a terület szintén gyorsan változó felszín típusnak tekinthető. Nagy csapadékmennyiség esetén a kőzet átnedvesedik és beroskadhat, a mészkőfelszíneken kialakulókhöz hasonló képződmények: mély árkok, völgyek, löszdolinák, löszvölgyek, mélyutak jöhetnek létre. (Ádám, Boros, 1979)



1=típusos lösz; 2=homokos lösz; 3=átmosott lösz; 4=átmosott homokos, agyagos, kavicsos lösz; 5=löszös homok; 6=löszös, agyagos homok – alatta murvás folyóvízi homok; 8=szél fújta homok; 9=iszapos, homokos, agyagos ártézi üledék; 10=löszös, lösziszapos ártéri üledék; 11=eróziós völgy; 12=eróziós-deráziós völgy; 13=mesterséges halastó

2. ábra Dunaújváros és környékének litológiai térképe
(Forrás: Szerk.: Ádám L., 1979) (Színezte: Vida Zoltán)

1.2. Kulcs földrajzi fekvése

Kulcs a Mezőföld K-i peremén, a Duna jobb partján, Adony és Rácalmás között található, Dunaújvárostól 15 km-re északra, ahol a folyó magaspartja 50 – 70 m-rel emelkedik a középvízszint fölé. A magaspart mögötti löszfennsík alacsony dombvidéki jellegű terület, 130 – 168 mBf közötti magassággal. A löszfal lába előtt törmelékes, mállott lösz altalajú lejtő húzódik. Domborzati megjelenésében átmenetet képez a Dunántúli dombság és a kiegyenlítettebb felszínű Duna-menti síkság között. Felszínét ÉNy-i csapású teraszos völgyek völgyközi hátakra tagolják. A deráziós völgyekre jellemző, hogy állandó vízfolyás nem található bennük; lapos, teknő alakú völgytalp nélküli mélyedések. E völgyek eróziós folyamatokkal formált szakaszait kisebb-nagyobb magasságú, omlásveszélyes löszfalak jellemzik.

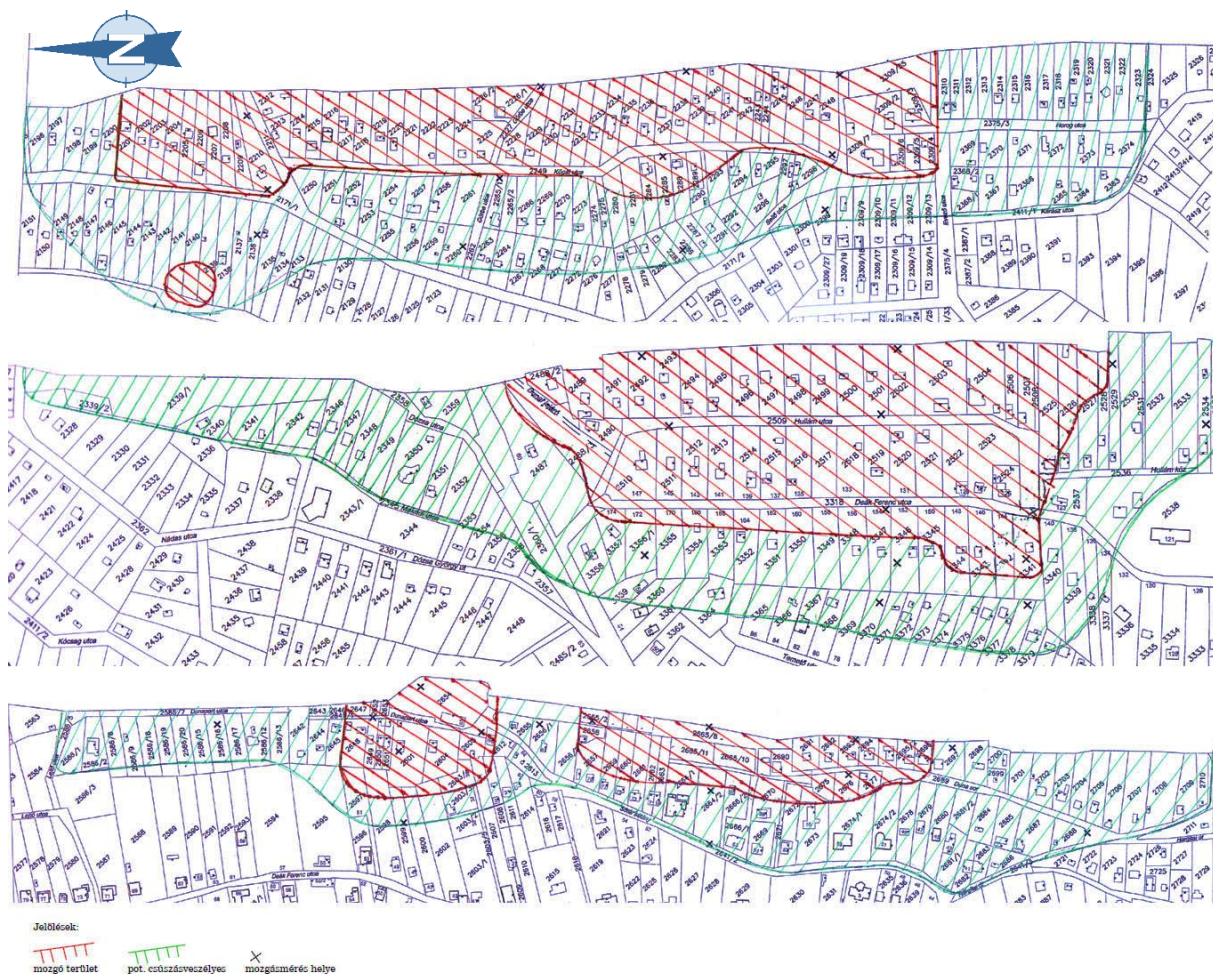
A magaspartról több ezer év alatt leszakadt, korábbi talajmozgások viszonylagos nyugalomba került földtömegeire települt Kulcson már az 1920-as, 1930-as években is építettek hétvégi házakat a domboldalra; de a település fejlődése, a beépítés, igazából csak az 1960-as évek második felében kezdődött el, amikor Dunaújváros és Budapest nyaraló településévé vált.

Az 1970-es évek elején a Honvédség bevonásával – a növényzetet is beleforgatva rendezték, teraszosították a domboldalt. Ekkor került sor a parcellázásokra is. A telkekre épített hétvégi házak, nyaralók fennmaradási engedélyt kaptak. A tereprendezés során több, a lejtőláb közelében fakadó forrást „lefojtottak”. 1990 után építették ki a vízvezeték hálózatot, az utakat burkolták. 1994-ig közigazgatásilag Rácalmáshoz tartozott. Azután lett önálló község, amelynek jelenleg 2900 fő körüli állandó lakosa van. Nyáron kb. 6 – 7 ezer fő lélekszámú. A település az utóbbi években egyre terjeszkedett, és egyre jobban beépült a panorámás, de erősen mozgásveszélyes, a Dunáig lenyúló „törmeléklejtő”, ahol felújított nyaralók, régebbi, hagyományos épületek, kisebb családi házak, de új, korszerű, luxuskategóriájú építmények is előfordulnak.

A vízvezeték hálózatot – mint említettük – kiépítették; azonban a csatornázást és a felszíni vízelvezetést nem oldották meg. A szennyvizet többnyire az altalajba szikkasztották, locsolták a fűvet, a kertet. Kerti úszómedencékkel is találkozunk, amelyeknek vizét a térszínre szivattyúzva, a kertekben elszikkasztották.

A partfal mögötti fennsíkra települt falu szennyvizét is többnyire elszikkasztják, mely – emelve a talajvíz szintjét – a Duna felé áramlik a lösz-omladék alatt, a mozgásveszélyes domboldalt is érintve. Tovább – és jelentős mértékben – rontja a helyzetet, hogy a partfal mögötti részen a nagy csapadékú időszak után, gyakran tavaszonként megemelkedik a talajvíz, amely a pincéket

is előnti. Végző soron ez a víz is a Duna felé szivárog, érintve és átáztatva a csúszásveszélyes területet. (3. ábra)



3. ábra Kulcs mozgásveszélyes területei (Forrás: Kulcsi Krónika, 2011)

2. Földtörténeti áttekintés

Az általános települési törvény szerint, a földkéregben mélyebbre haladva, egyre idősebb korú kőzeteket találunk. Kivételt csak a gyűrődéses formakincsű, elsősorban áttolt-, más néven takarórédekkel tarkított felszínek képezhetnek. A kutatófúrásoknak köszönhetően Dunaújváros és körzetének felszínétől mélyebbre haladva a legfiatalabb kőzetek mellett, kb. 1000 méteres mélységben, már több száz millió éves kőzeteket is találtak. (Fülöp, 1994)

A felszín alatt elhelyezkedő legidősebb kőzetek a körülbelül 60 méter vastag löszréteg és a több száz méter vastagságú más üledékes kőzetek (agyag, homokkő, homok, márga) által képzett

lössösszlet alatt található. Ezek harmadidőszaki miocén korú, vulkáni eredetű riolittufák, a még mélyebben fekvők pedig óidei kristályos palák. *(Ádám, Boros, 1979)*

A város alatt 1000 méter mélységben található csillámpala az óidőben sasbércként emelkedett, körülbelül 200 millió évig szárazulat volt, időnként pedig tengerek öntötték el. A miocénben erőteljes vulkáni tevékenység zajlott a környéken, a savanyú vulkanizmusból származó riolittufa, az akkor itt elterülő tengerben halmozódott fel és rakódott rá a kristályos kőzetre. A miocén végéig süllyedt, majd általános tengerelőntés jellemezte a területet. A miocén végi kiemelkedés után újra előntés következett, melynek következményeként általános üledékképződés játszódott le. Ekkor, a pliocénben a Pannon-tenger előntésekor keletkezett a mai 600-650 méter vastagságú homokos, homokköves, agyagos üledékes kőzetösszlet. *(Juhász, 1987)*

A mai felszínformát azonban a harmadidőszak utolsó kora, a pliocén és a negyedidőszak pleisztocén és holocén korának eseményei, elsősorban a löszképződés alakította ki.

Dunaújváros körzetének földtörténeti érdekessége, hogy itt halad át az ún. Zágráb-Dunaújváros (Kulcs) – Hernád vonal, mely az Eurázsiai- kőzetlemez és az abba ékelődő afrikai eredetű lemeztöredék határát képezi. *(Dr. Karátson, 2010)*

3. Geológiai- és talajadottságok

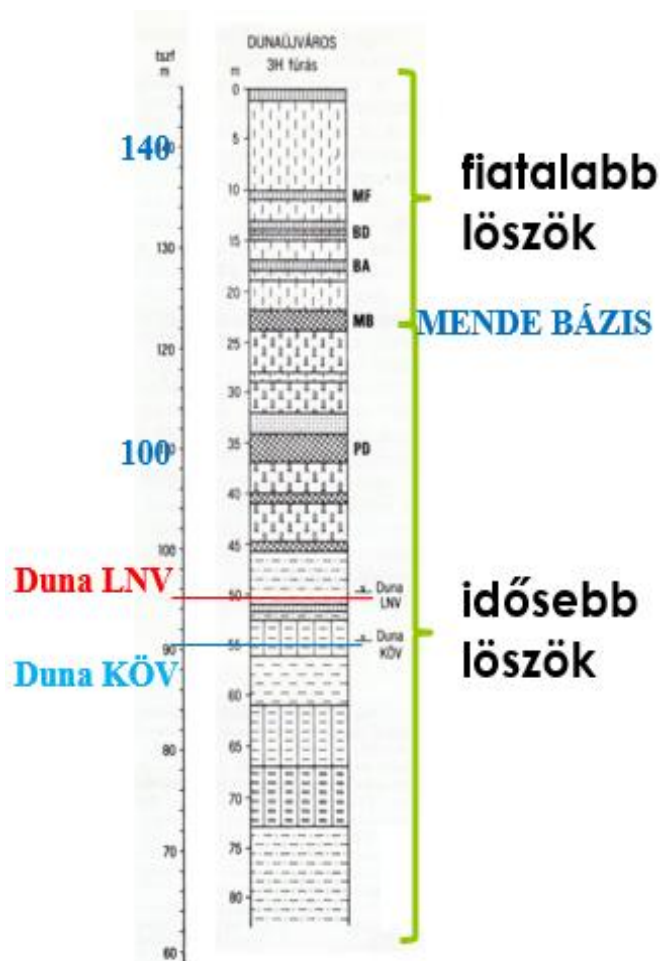
A lösz (típusos lösz) nagyrészt homokliszt szemcsékből álló, mésszel lazán összecementálódott, egynemű, fakósárga színű, vízáteresztő, laza, porózus kőzet. Keletkezésekor a szél által szállított por felhalmozódott, majd fokozatos mállás és talajképződés útján alakult kőzetté. *(Borsy, 1993)*

A Pentelei-lössplató nem tekinthető egynemű típusos löszkötegnek. Benne finoman elkülönült rétegek alakultak ki. A viszonylag vastag típusos löszkötegek mellett a szél felszínformáló, felhalmozó munkája, a folyóvíz és a lejtőleemosás folyamatai létrehozták a homokos löszök, lösszerű képződmények, eltemetett talajok és homokrétegek egyedi rétegződését. Ezen különböző, eltérő eredetű rétegek, más, nem löszeredetű rétegekkel együtt alkotják a dunaújvárosi löszösszletet. A löszösszletben részletes vizsgálatok alapján különböztették meg a különböző löszfajtákat, melyek így löszsorozatot alkotnak.

(Pécsi, 1993)

3.1. A löszösszlet tagolódása

A magyarországi löszök litológiai tulajdonságaik alapján két, jól elkülöníthető egységre, a fiatal lösz és az öreg lösz sorozatra bonthatók. Miután a löszök kronológiája mára vitatott kérdéssé vált, dolgozatomban a Pécsi Márton féle beosztást tekintem kiindulási pontnak.



4. ábra Löszösszlet tagolása
(Forrás: Ádám, Boros, 1979, Szerk.: a szerző)

Ugyanakkor tisztában vagyok a legújabb kutatásokkal, mely szerint a MB (Mende Bázis) korát 100-130 ezer év és 420-450 ezer év közöttire datálják (4. ábra). A 10-20 m vastag, gyengén tömörödött fiatal lösz mészen gazdag, rendszerint több csernozjomszerű, sötétbarna fosszilis talaj tagolja. A homoktartalom részaránya a löszsorozat felső részében növekszik. Az öreg lösz erősebben tömörödött és kevesebb benne a mész, bár a mészkonkréciók (löszbabák) előfordulása az egyes löszrétegekben is gyakori. Az öreg lösz közé folyóvízi homokos rétegek és ártéri képződmények is települnek. Túlsúlyban vannak az eltemetett vörösesbarna és okkervörös erdőtalajok. (Pécsi, 1993) A 60 méter

vastag dunaújvárosi löszösszlet körülbelül 20 rétegre tagolható. Ezek közül 7-8 eltemetett talaj, 8-9 löszréteg és egyes részeken 2 egyedi homokréteg különíthető el. A felső 20 méterben a fiatalabb lösz-típusok az uralkodók, itt homokos és típusos löszrétegek találhatók. Ezek a löszfajták kevésbé koncentráltak, kis keménységűek. A 20 méter alatti rétegekben idősebb löszképződményeket találunk. E képződmények jóval koncentráltabbak, agyagosabbak, löszbabák is megfigyelhetők bennük. Legnagyobb mélységben iszapos, homokos lösszerű rétegek különíthetők el, melyek vöröses vagy szürkés színűek is lehetnek. A 4. ábrán az általam kiemelt közepes- és legnagyobb Duna vízállás áztatja a rétegeket, melyet csúszó pályái a későbbi mozgásoknak.

3.2. Talajtípusok

A Közép-Mezőföld legnagyobb területre kiterjedő talajtípusa a mészlepedékes mezősségi talaj (csernozjom), mely a terület 65%-át fedi. A fennsík löszanyaga és az azon kialakult csernozjom talajok jó vízáteresztő képessége nagyban hozzájárulhat a partfal agyagos alapközeten történő megcsúszásához.

A dunaújvárosi löszplató legfelső, 12 méter vastag rétegében nem túl termékeny humuszos talaj alakult ki. Ez a réteg a pleisztocén végén, hideg, de csapadékos környezetben egy akkori ligeterdő talajaként keletkezett 26-11 ezer évvel ezelőtt. 12 és 17 méter mélység között eltemetett sötétbarna csernozjom és réti csernozjom talajok találhatók. 24 méter mélységig folyó által szállított és felhalmozott homok-, iszap- és agyagrétegek települtek egymásra. E talajokkal azonos szintben a plató északi részén vörösbarna erdőtalaj is képződött. (Dr. Marosi, Dr. Somogyi, 1990)

4. Éghajlat

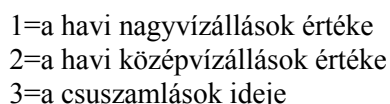
A Mezőföldön uralkodó éghajlat átmenetet képez három nagytájunk; az Alföld, a Dunántúli-középhegység és a Dunántúli-dombság között. Területén két nagy éghajlati körzet, a meleg és a mérsékelt meleg éghajlat találkozik. A Mezőföld keleti, délkeleti részén, tehát Dunaújváros területén is kissé szárazabb, forróbb nyarú, a nyugati részen enyhén hűvösebb nyarú, enyhe telű éghajlat uralkodik. A borultság átlagosan 50-56 %, a délkeleti részen 50 % alá is eshet. A felhőzet tehát viszonylag csekély, a napsütéses órák évi összege meghaladja a 2000 órát. A téli hónapok általában borultabbak az év többi időszakához képest, ez elsősorban a gyakori téli sugárzási ködöknek is betudható. A tél mérsékelt hideg, a középtáj nyugati határán enyhébb, nyugatról keletre egyre hidegebb. A januári középhőmérséklet $-1,5$ és 2 °C között mozog. Az uralkodó szélirány a Dunántúlra jellemző ÉNy-i, amely a Móri- és a Tatai-árok vonalában felgyorsulva, nagy erővel tör be a Mezőföld területére. Magyarország többi tájához hasonlítva a Mezőföld hazánk száraz középtájai közé tartozik. Az évi csapadékmennyiség 500-600 mm között változik, nyugatról keletre csökken. Dunaújváros és környéke szárazabb éghajlatú, előfordulhat, hogy az évi csapadékmennyiség 400 mm alá esik (5. ábra). Ilyen rendkívül száraz év volt a 2009-es, melyet viszont az elmúlt 100 év legcsapadékosabb 2010-es éve követett. A Partvédelmi Vállalat által mért, és az OMSZ által közölt térképről leolvasható, hogy az átlag csapadék a területre 550-560 mm/év. Ehhez képest a met.net által, a térségre megadott 2010-es csapadék 700-708 mm, ami a 2009-es csapadékösszeg átlagától 50%-kal tér el. A klimatikus hatásoknak tehát lényeges szerepük van a magaspartok fejlődésében, ugyanis a csuszamlások

Csapadék (mm)

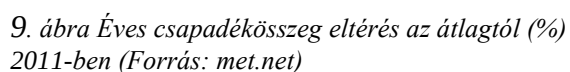
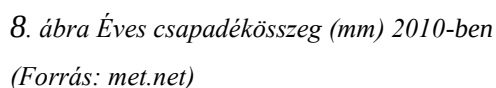
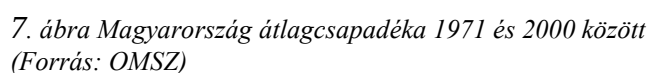
49 év átlaga: 556,7 mm

Év	Csapadék (mm)
1961-1990	536,0
1991	590,0
1992	434,0
1993	537,0
1994	405,0
1995	800,0
1996	644,0
1997	440,0
1998	743,0
1999	775,0
2000	433,0
2001	636,0
2002	489,0
2003	462,0
2004	636,6
2005	680,6
2006	591,8
2007	506,3
2008	1016,6
2009	376,3

(Forrás: Dunaújváros Partvédelmi Vállalat)



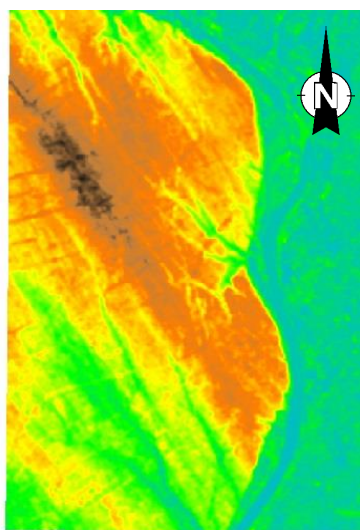
6. ábra A Duna vízállásai, illetve kapcsolatuk a csuszamlásukkal (Forrás: Pécsi et al., 1979)



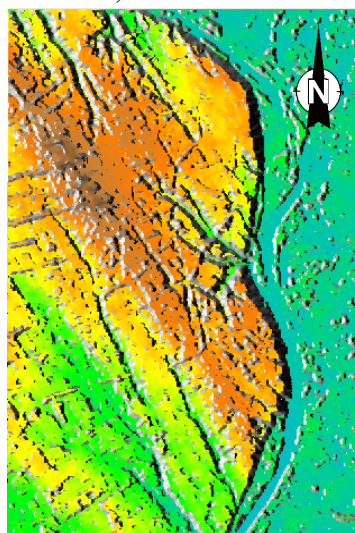
5. Grass GIS Térinformatikai modellek

A dolgozat készítése során a domborzatmodellek kezelését, elemzését modern geoinformatikai eszközök és módszerek alkalmazásával, illetve Józsa Edina (PTE TTK) segítségével valósítottam meg. A munkafázisok végrehajtásakor több programot is felhasználtam. A felhasznált programok ún. szabad szoftverek, s mivel ezek ingyenesen elérhetőek az internetről, így anyagi ráfordítás nélkül tudtam a saját számítógémemen is dolgozni. A vizsgált térségben a felszín földtani képződményei és a domborzat aránylag egyveretű. Három különböző domborzati formátípus; a mezőföldi löszös plató, a dunai ártér és a kettő határvonalán a Duna menti magaspart kapcsolódik genetikailag egymáshoz. Ezek jól elkülöníthetők a 2,5 D-s domborzati képen. A domborzati modellt, elsajátítva annak használatát, a Grass GIS térinformatikai programmal készítettem. Segítségével az építészeti szempontokat is figyelembe vevő lejtőkitettség, lejtőszög, reliefenergia térképeket készítettem el, melyek a geomorfológiai térképnél egyszerűbbek, nem tartalmazzák az összes információt. Viszont a formák állapotáról és dinamikájáról pontosabb tájékoztatást nyújtanak.

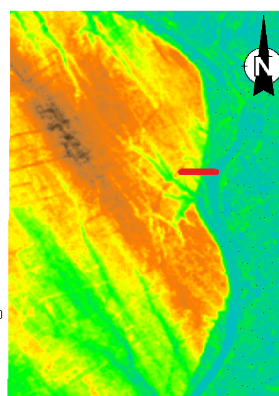
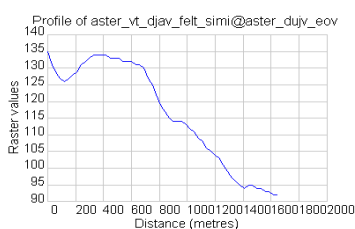
Alább az elkészített térinformatikai modellek láthatók (10-17. ábra).



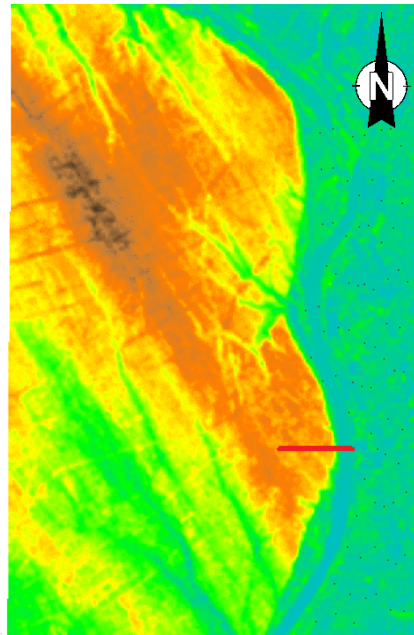
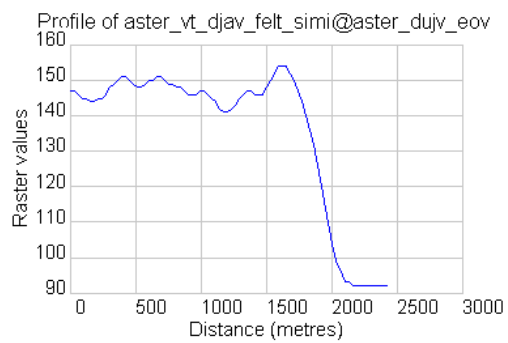
10. ábra Grass 2 D-s domborzati modell



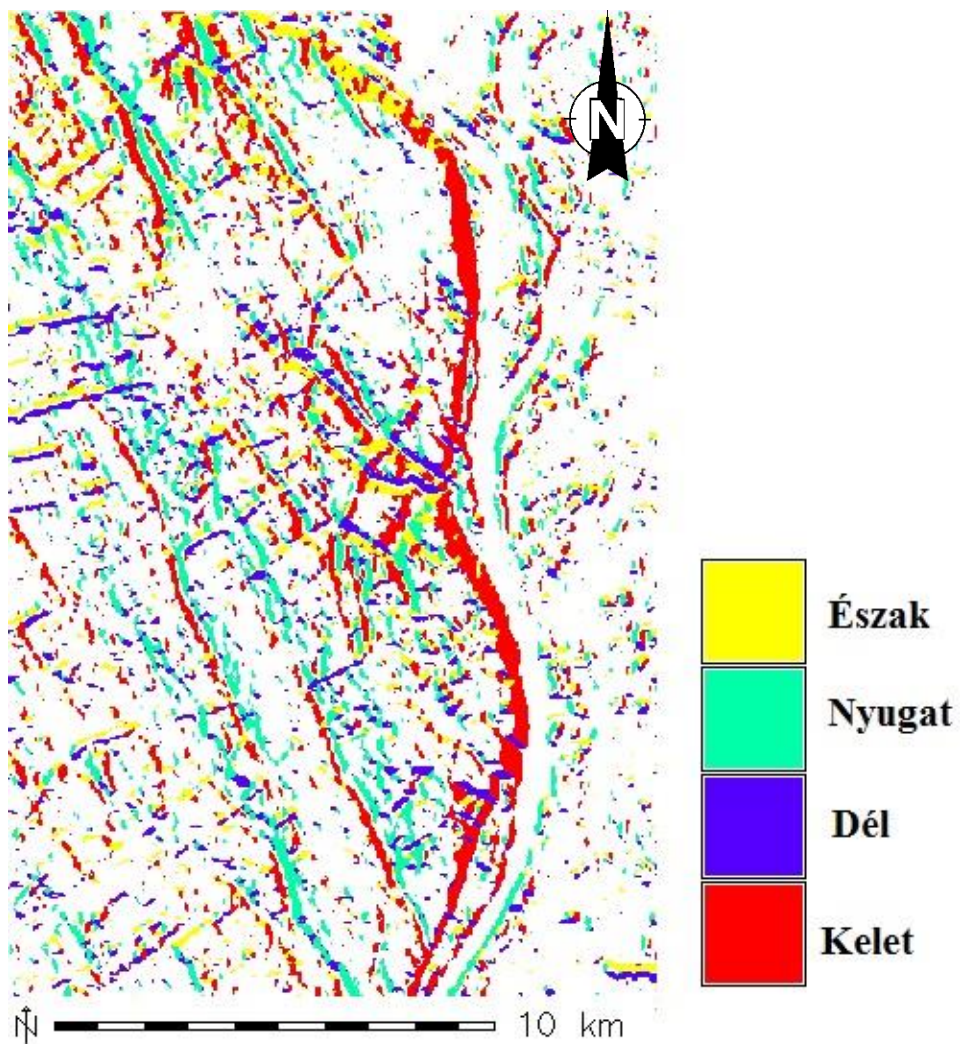
11. ábra Grass 2 D-s domborzati modell



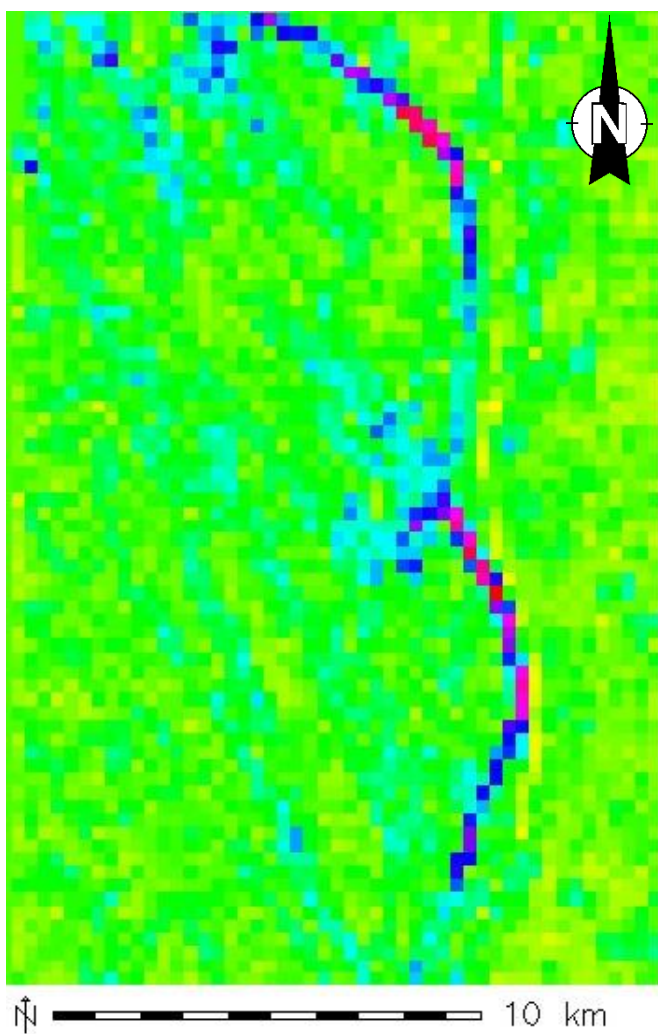
12. ábra Metszet a domborzati modellből



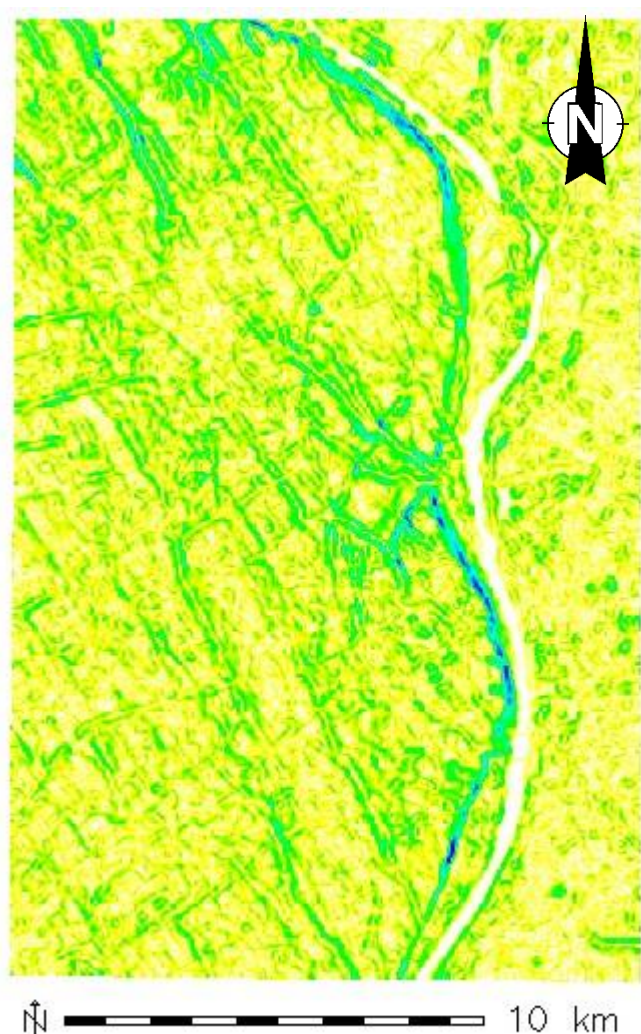
13. ábra Metszet a domborzati modellből



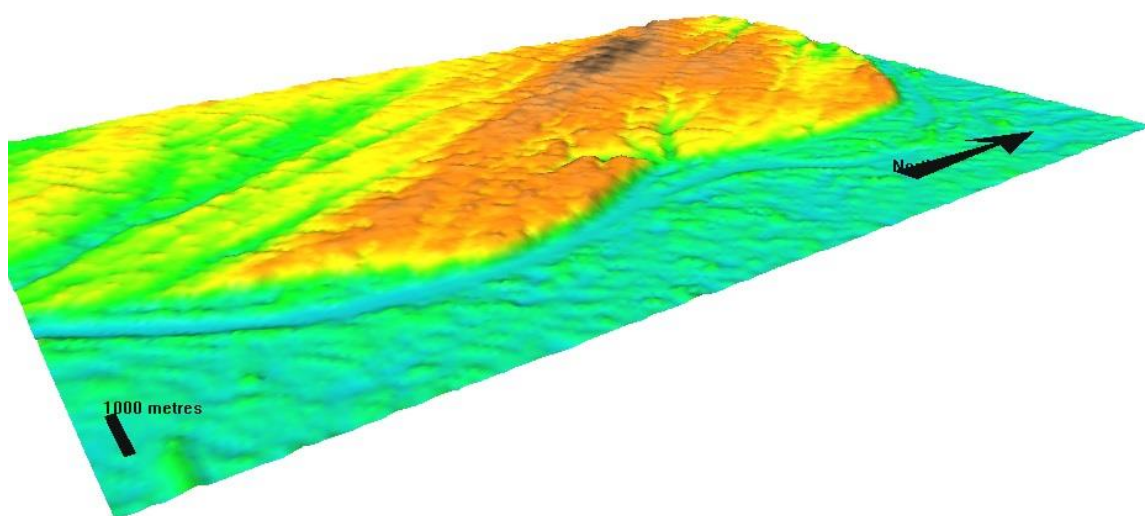
14. ábra Lejtőkitettség térkép a vizsgált területről



15. ábra Reliefenergia térkép



16. ábra Lejtőszög térkép



17. ábra 2,5D-s domborzati modell

6. Kulcs és Dunaújváros közötti magaspart szakasz

A vizsgált terület mintegy 20-25 km hosszan húzódik. A pannóniai korú tengeri agyagon 40-50 m vastag lösztakaró halmozódott fel. A magaspart a Duna medrétől 200-300 m-re helyezkedik el. Belső területeit régi és új csuszamlásos halmazok foglalják el. Kulcson a tömegmozgásos folyamatok a 21. századtól aktivizálódtak és szinte kiszámíthatóan, a partfal műszaki rehabilitációjának hiányában, katasztrofális mértékeket öltöttek.

A problémát a Mezőföld felől nyomás alatt érkező rétegvizek hegylábi omladékában történő feltorlódása okozza, a korábbi nagy tektonikai mozgások aktív zónájában. A teljes Duna-parti sáv, illetve a szakadó parttal lezökkent magasparti szakasz, a mozgásokkal veszélyeztetett területhez tartozik a kisebb mellékvölgyekkel együtt. A problémát fokozza a szennyvízcsatorna hiánya.

A löszből és löszszerű üledékekből felépült felszín sajátos morfológiai elemei a meredek partfalak, amelyek 5-35 m magasak. Előterükben a tömegmozgások okozta formatípusok számos változata megtalálható, amelyek közül a fosszilis földcsuszamlások és suvadások jellemzik a felszínt. (12., 13. ábra)

A felszeletelődött fosszilis csuszamláshalmazon belül több lokális mozgás történt. A mozgások kiváltó oka a feltorlódott rétegvíz, illetve a mozgásveszélyes zónán belüli közműhibás csőtörések, és szennyvíz-szikkasztások okozta elvizesedés. Emellett az eróziós tevékenység folytán kialakult mélyutak partfalai is omlásveszélyesek.

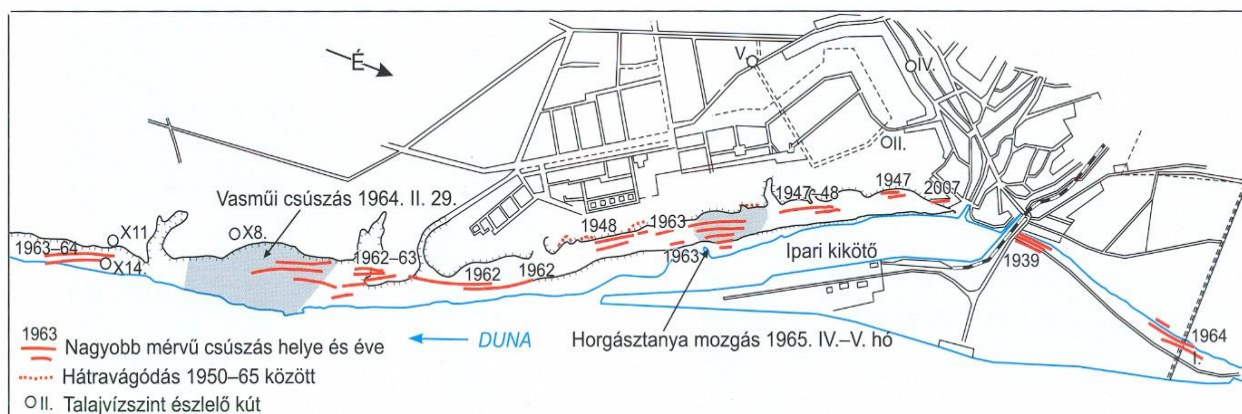
Dunaújváros térségében a város lakótelepei és gyárai mind a mezőföldi löszös fennsíkra települnek, míg a Duna-völgyi ártér zöldövezetként hasznosult. A Duna ártéri szigetére pedig a kikötő, s berendezései épültek. A mezőföldi löszfennsík, a Duna menti ártér, a löszös magaspart lényegében külön-külön egy-egy geomorfológiai formatípust képvisel.

Dunaújváros környékén a régi történelmi, régészeti adatok, továbbá a különböző időszakokban készült katonai térképek alapján megállapítható volt, hogy a római idők óta napjainkig a magaspart pereme mintegy 60 m-es eltolódást szenvedett. Ez azt jelenti, hogy a magaspart pereme évszázadonként mintegy 3-5 m-t tolódott nyugat felé. Dunaújváros, illetve az egykori Dunapentele lakói is számos régi partfalmozgásra emlékeznek vissza. (Dr. Frisnyák, 1995)

A második világháború alatt és után is több csúszásra került sor. Különösen számottevőek voltak az 1943-44-ben és 1947-48-ban végbement magasparti csuszamlások. Már az új város és a Dunai Vasmű építésének szakaszában is jelentkeztek mozgások. A Szalki-szigettel

szembeni partszakaszon 1952-ben következtek be jelentős méretű csuszamlások. Ezeket a mozgásokat a kikötő menti holtág kotrásával hozták kapcsolatba. 1960-63 között újabb mozgások voltak észlelhetőek, az ún. Radari barakktábor épületeinek és a Vasmű I. sz. vízművének környezetében.

A legnagyobb méretű földmozgás 1964. február 29-én ment végbe. mintegy 1300 m hosszú szakaszon 20-25 m szélességben, közel 10 millió m³ anyag csúszott meg a Duna felé. A földmozgás viszonylag gyorsan ment végbe. A megcsúszott partszakasz előterében a Duna mederfenék 34 m-rel emelkedett a középvízszint fölé. Szigetek, szigetsorok keletkeztek a mederben. A magaspart szeletekben, lépcsősen szakadt le. A mozgások szerencsére emberéletben nem okoztak kárt, de a Vasmű vízellátása megszakadt, ezért a termelésben zavarok keletkeztek.



18. ábra Jelentősebb csuszamlások Dunaújvárosban 1963-2007 között (Forrás: Schweitzer, 2011)

A dunaújvárosi partszakaszon gyors egymásutánban lezajlott mozgások (18. ábra) miatt elhatározták a magaspart védelmét, annak teljes műszaki rendezését. Ennek során igen jelentős földtani és hidrogeológiai felmérés készült. A csuszamlások azokon a területeken következtek be, ahol az ún. „talajvízdómok” voltak, vagyis a talajvíz gyors emelkedése volt a csuszamlás fő okozója.

Ezen álláspont szerint a Duna felé szivárgó talajvíz áramlási nyomása annyira megnövekedett a város alatt, hogy a partfalak labilis egyensúlyi helyzete megbomlott, és ez a tényező is nagymértékben hozzájárult a csuszamlás tér- és időbeli kiváltódásához. (Schweitzer, 2011)

7. A dunaújvárosi löszpartfal védőmű-rendszere

7.1. A védőmű kialakításának előzményei



1. kép Partvédőmű
(<http://sztalinvaros.uw.hu/dunaujvaros2.php>)

Tulajdonképpen az 1964-65-ös esetek készítették az akkori döntéshozókat és mérnököket arra, hogy megkeressék a város tervezésében és kivitelezésében egyaránt fellelhető esetleges meggondolatlanságokat, hibákat. A város építése során durván beavatkoztak a természetes ökológiai viszonyokba. Nem vizsgálták meg kellőképpen a talaj- és talajvízviszonyokat, ráadásul a közművek gyorsan, alacsony színvonalon épültek ki, nem ügyeltek a talajba folyó csapadék elvezetésére, így a talajvíz szintje néhol akár 13 cm-rel is megemelkedett. A történetek után 1968-ban létrehozták a

Partfigyelő és Fenntartó Költségvetési Üzemet. Ez a szervezet építette ki (1. kép) és üzemeltette a ma is látható és működő partfalvédelmi rendszert 1992-ig. Nevét változtatva Dunaújvárosi Partvédelmi Vállalként ma is működik. Feladata a dunaújvárosi magaspart speciális védelme és egy esetleges löszmegcsúszási katasztrófa megelőzése, elhárítása. A vállalat ellenőrzése alatt álló terület nagysága 176,3 hektár. A legtöbb településen nem épült ki átfogó védelmi rendszer a partfal megcsúszásának megelőzése érdekében. Ilyen szempontból Dunaújváros egészen egyedülálló, a város beépített területe és a Duna között létrehozott rendszernek Európában sincs párja.

7.2. A védőmű működése

Felszínét tekintve a védőmű a város felől egy, a város szintjével egybeeső sétánnyal övezett övárokból kezdődik. A sétányról lenézve láthatjuk a rézsűszerűen kialakított tereplépcsőket (2. kép). A lépcsők fokai kialakításuk idején derékszöget zártak be, ma már kissé a Duna felé lejtnek. A meredek lépcsőrendszer egy kisebb lejtésű, ún. törmelékletjtőben folytatódik. A törmelékletjtő pedig a teljesen vízszintes, feltöltött kazettákba torkollik.

A védelem lényege tulajdonképpen a löszpartfalba beszivárgó víz Duna irányába való kivezetése. Ehhez a nagy partfalcsúszás után a védőmű lényegi részét képező víztelenítő berendezéseket építettek ki.

Ilyenek a források, víztelenítő aknák, -kutak, -horhosok és -tárók. A berendezések üzemeltetése és karbantartása mellett a Partvédelmi Vállalat meteorológiai és hidrológiai méréseket is végez, illetve gondoskodik a megfelelő növénytakaró biztosításáról, annak ápolásáról.



2. kép A rézsűszerűen kialakított tereplépcsők

A csapadék-, légnyomás-, (Forrás: a szerző) hőmérsékletadatok begyűjtése a kisapostagi és a dunaújvárosi meteorológiai megfigyelőállomás mérései alapján történik. A vízföldtani mérések nem csupán a talajvízszint folyamatos ellenőrzésére korlátozódnak. A dunaújvárosi Szalki-szigeten található vízmércén a Duna vízjárását, vízállás-változásait is rendszeresen ellenőrzik, hiszen a folyó vízszintingadozásai, különösen az árhullám hirtelen levonulása és az ezzel járó nagymértékű nyomásváltozás jelentősen gyengítheti a löszpartfal stabilitását.

7.3. A védőmű a tervezett stabilitási műveletei Táborálláson

7.3.1. Tervezett stabilizálási feladatok ütemezése

A védőmű Táborállás területén nem épült ki. Így a partmozgások Dunaújváros ezen területét érintették az ezred forduló után. A lakott területen a bekövetkező csúszások és omlások miatt kezdődött a védőmű kiépítésének első szakasza. A tervezett stabilizációs feladatok ütemezésének műszaki és gazdaságossági szempontjai is vannak, így a táborállási partszakasz I. ütemének stabilizációs feladatait további 3 szakaszra bontva javasolták kialakítani.

A stabilizációs munka 1. ütemének elsősorban a mozgásban lévő talaj gyors kiszárítása és a mozgások mérséklése volt a feladata, hogy a későbbi stabilizációs beavatkozásokat (kőbordázás, szennyvízcsatornázás, cölöpözés, felszíni vízelvezetés, felső partfaltag vasbeton gerendarácsa, stb.) el lehessen végezni.

A partszakasz ideiglenes víztelenítése (I.1 ütem)

Tervezett feladatok:

- a Duna-ártérrel az Ivó utca alá menő réselt szűrőcsöves drénrendszer és az azokra telepített ejtőkutak (3. kép)
- Harcsa utca vágás vízelvezetése és Dunai vízkivezetése
- a partéli repedés betömése és a terep elegyengetése
- az Ivó utca ideiglenes vízelvezetése
- 10 db talajvízszint ellenőrző (monitoring) kút és 24 mozgásmérő pont létesítése.



Az I.1. ütem 2013. nyarára elkészült. A terület jelenleg „próbaüzemként”, monitoring üzemmódban funkcionál.

3. kép Drének felszínre bukkonása a Harcsa utcában
(Forrás: a szerző)

Végleges stabilizációs feladatok (I.2 ütem)

Tervezett feladatok:

- víztelenítő kőbordák építése a Harcsa utca és az Üdülősor utca közötti szakaszon, a dunai ártérre történő kivezetéssel
- a meredek magasparti szakasz rendezése (lépcsőzés, rézsűzés, felületvédelem, stb.)
- Ivó utca vonalában kialakított ejtőkutas víztelenítő kútsor, gyűjtő aknákkal, a dunai ártérre történő kivezetéssel
- Ivó utca végleges felszíni vízelvezetése, szennyvízelvezetése

Opciók stabilizációs feladatok (I.3 ütem) (a monitoring eredmények figyelembevételével):

Tervezett feladatok:

- Harcsa utcai hátrahorgonyzott cölöpsor kialakítása
- az Üdülősor utcai rézsűláb megtámasztása és védelme kőszórással
- legyezőcsápos víztelenítés a vasbeton aknákból (3. védelmi vonal)

- a magasparti koronaél hátrarágódásának megakadályozása horgonyzott vasbeton gerendaráccsal a felső épületek vonalában
- szennyvízcsatorna építés az Üdülő soron

7.3.2. I.1 ütem megvalósult létesítményei



4. kép Drén kivezetése
(Forrás: a szerző)

Víztelenítő szűrőcsövek (drének)

A kavics anyagú függőleges ejtőkutak elkészítése után készültek el a réselt tekercselt PVC szűrőcsövek (D1, D2, D3, ..., D30 jelű vízszintes csápok) irányított (pilótafuratos, vagy rádiószondás vezérléssel) fúrással, esetleg sajtolással (5. kép). Ezek a létesítmények a háttér-összletből érkező talaj-és rétegvizek gyors elvezetését (az összlet szárítását) biztosítják a Dunába. Összesen 23 db drén

készült, a mozgási intenzitáshoz igazított 10-20 m-es távolsággal. (3., 4. kép)

A víztelenítő csápok a függőleges ejtőkutakkal körülvett terület, az Ivó utcai szakadó partél mögé mennek. Pontos elhelyezkedésüket, mélységüket és irányukat a kavicsok furatainál elvégzett geotechnikai vizsgálatok pontosították.

A víztelenítő szűrőcsövek 65 mm átmérőjű speciális tekercselt - műanyag csövek, befelé szélesedő rés-kialakítással (5. kép). Hatásmechanizmusuk olyan, mintha kavicsolással alakítanánk ki körülötte szűrőtestet. Kezdetben a környező talajból a résméret alatti tartománynak megfelelő szemnagyságú kisebb anyag-bemosódás (finom szemcsék) történik, de amikor a természetes szűrőtest kialakul a cső körül, a bemosódás megszűnik.

Működése kb. fél évig igen intenzív lesz (amíg a talajvízszint magas), majd szakaszos intenzitással végzi a löketszerűen emelkedő talajvízszint folyamatos süllyesztését.

A Duna magas vízállása esetén a dréncsövek az ellenkező hatást fejtik ki, mivel a vizet visszavezetik az összlet alsó részeibe. Ennek a hatásnak a csökkentésére a dréncsövek végére visszacsapó szelepet helyeztek.

Függőleges kavicsoszlopok (ejtőkutak)

A 10-20 m sűrűséggel közel vízszintesen befűrt víztelenítő drénekre a projekt 1. ütemének teljes területén (400 m-en) a közterületeken és a magán-ingatlanokon egyaránt függőleges kavicscölöpöket, ún. ejtőkutakat készítettek.

Az ejtőkutak célja: egyrészt, a vízzáró agyag felszínéhez közeli szintre lecsökkenteni a Mezőföld irányából



5. kép Mélyszivárgó drének sajtolása (Forrás: Sycons Kft.)

érkező talajvízszintet; másrészt a telkeken belül, illetve, az onnét szivárgó "kóbor" vizeket összegyűjteni és a befűrt gyűjtődrénekbe továbbítani. Végző célja tehát a háttér-vizek távoltartása a mozgó földtömegektől.

Felszínen megjelenő nyoma az ejtőkút rendszernek nincsen, csak a megfigyelő kúttá kialakított béléscső jelenik meg a közterületeken (6. kép).

Vápás vízelvezető, vízkivezetéssel

A Harcsa utcai partfal körömvonalon futó szakasza 190 m hosszban kétfunkciós (út-vízelvezető) létesítményként épült meg. Ami kétoldalt kiemelt "K" szegélyes létesítmény, mely közepre 10 cm mély vápába lejt. A partfalról lefolyó vizek a mélyponton (Üdülő sor 42. mögött) létesülő rácsos aknába jutnak.

(7. kép)



6. kép Az ejtőkutak megjelenő nyoma (Forrás: a szerző)

Repedés betömése, partél tereprendezése

A partélen kb. 10 m-es sávban a repedés mentén a növényzetet kiirtották, a károsodott kerítéseket, melléképületeket elbontották. A bontások, irtási munka után a repedést helyben kitermelt löszanyaggal betömték. A területet füvesítették.



7. kép Vápas vízelvezető a Harcsa utcában (Forrás: a szerző)

Monitoring kutak kialakítása

Mivel a partszakasz stabilizálásának legfontosabb tényezője a talajvízszint csökkentés, ezért ennek ellenőrzésére 10 db figyelőkutat terveztek. (8. kép)



8. kép Monitoring kút (Forrás: a szerző)

7.3.3. I.2 ütem tervezett létesítményei

A I.2 ütem kivitelezési munkálatainak akkor szabad csak nekikezdeni, ha az I.1 ütemben kialakított ideiglenes víztelenítő rendszerrel a megfelelő mértékben sikerült lecsökkenteni a talajvízszintet és így a közvetlen veszély elhárult, valamint a lassú kúszó mozgás megszűnt. a 2. ütem tervezett létesítményei:

Víztelenítő bordák

A kőbordák funkciója kettős: egyrészt összegyűjtik és kivezetik a felszín-közelben szivárgó vizeket, másrészt tehetetlenségénél és belső súrlódásánál fogva megtámasztja a földművet. A kőborda távolsága ~25-30 m, mélységük 5-6 m, szélességük 1,2-1,5 m. A kőborda aljára homokba ágyazott dréncsővet helyeznek, mely a kőborda vizét az ártérre vezeti ki.

A kőbordák csak akkor építhetők meg, ha az ideiglenes víztelenítés drénjei az összletet már kiszáritották és a munkaárkokat biztonságosan ki tudják emelni.

Magaspart rézsűrendezése

A frissen leszakadt partéltól,- a szakadóél mögött 4-6 m-re indított középütt 3-4 m széles padkával kell a partfalat lerézsűzni. A kitermelt anyag az alsó magas- ártéri részen felhalmozható. A rézsűket a két szélén az eredeti terephez átmeneti felületekkel kell kifuttatni.

A rézsűfelületre 4x4 m-es területen kúszó növényeket, cserjéket, kell telepíteni. A padkán alacsony növésű, mély gyökérzetű fasor ültetendő.

Ivó utca felszíni vízelvezetése

Az Ivó utca mélypontjába az ejtőkútsor víztelenítő drénjének aknája a hegyoldali útpadkában készül. Ez az akna lesz a befogadója az Ivó utcai vápás felszíni vízelvezetőnek is.

Szennyvízcsatorna hálózat kiépítése

A magasparti településen a közművek hibái és a szennyvíz szikkasztás közismerten emelik a plató alatti talajvízszintet, állandóan fokozva ezzel a csúszásveszélyt, így ezek megszüntetése fontos feladat.

A II. ütemben már el lehet készíteni legalább az Ivó utca és a csatlakozó felső utcaszakaszok (Borgóz u., Csabagyöngye u., Európa Tanács u.) szennyvízcsatorna hálózatát.

7.3.4. I.3. ütem tervezett létesítményei

Ezek a létesítmények akkor készülhetnek el, ha a 2. ütemben megvalósult létesítmények működése ellenére, néhány év megfigyelés és a monitoring adatok elemzése alapján tovább folytatódnak a felszínmozgások. Ekkor további víztelenítés szükséges, ill. meg kell fogni a partfal körömvonalát, valamint meg kell védeni a partéli épületeket. Elkészülhet az Üdülő sor szennyvízcsatornázása és a vápás vízelvezetés, a Dunai ártér felőli kőszórásos vezetóművel együtt. (Kisely, 2011)

7.4. Mozgás időbeli változása

A 2010 novemberében kezdődött mozgás azóta sem állt le, a leszakadt partfal mozgása változó sebességgel, de folyamatosan halad. Az alábbi képekből (9-12. kép) a mozgás nagyságára és ütemére lehet következtetni (Kisely, 2011):



9. kép Ivó utcával párhuzamos szakadás 1/1 (2010-10-13) (Forrás: Sycons Kft.)



10. kép Ivó utcával párhuzamos szakadás 1/2 (2010-11-05) (Forrás: Sycons Kft.)



11. kép Ivó utcával párhuzamos szakadás 1/3 (2011-01-21) (Forrás: Sycons Kft.)



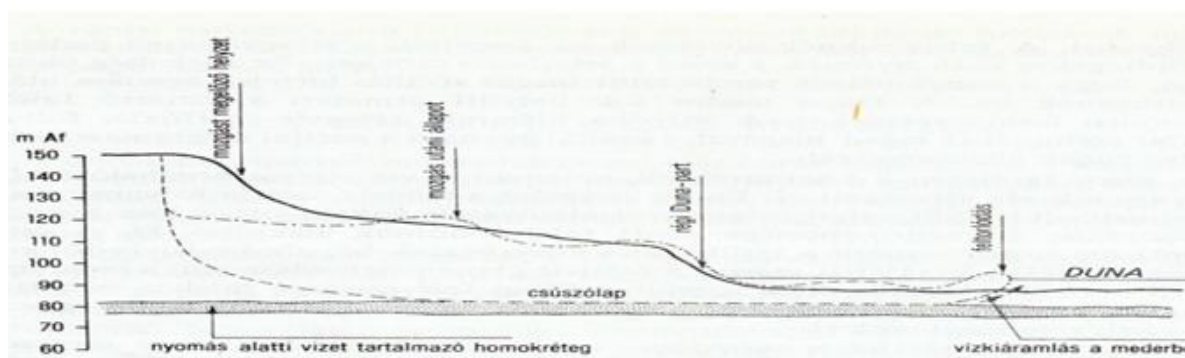
12. kép Ivó utcával párhuzamos szakadás 1/4 (2011-01-21) (Forrás: Sycons Kft.)

8. Kulcs település partfalrendszere

A Duna jobb partján fekvő település üdülőterületének nagyobb része az évezredekkel, évszázadokkal korábbi csúszások, talajmozgások földtömegeire, a partomlások törmeléklejtőjére esik. A mozgások az elmúlt évtizedekben is folytatódtak, komoly károkat okozva az egyre jobban beépülő területen.

A mozgásokkal érintett területeken főként hétvégi házak vannak/voltak, de néhány, télen-nyáron lakott családi ház is található.

Az utóbbi időszak mozgásait, a terep, a lépcsők, a 2665/7 hrsz. ingatlanon állt hétvégi ház repedéseit már a 2010. májusi nagy esőzések után észlelték. Később újabb repedések keletkeztek, a régebbiek tágassága nőtt. Október közepén azután a Dunasor É-i végénél, a Sötér sétány alatti domboldalon jelentős mértékű felszín közeli talajmozgások történtek. A Duna árhullámának a levonulása után a mozgások észrevehetően felerősödtek. A megcsúszott tömeg feltorlódott a Dunában a part közelben. (19. ábra, 15. kép)



(Forrás: Szerk.: Ádám, Boros, 1979.)



19. ábra A kulcsi mederfenék felgyűrődése (Fényképeket készítette: a szerző)

2011. január 17-én 23 óra körül hangos robajjal megcsúszott a Dunára néző Deák F. u. – Hullám u. környezetének altalaja. Több ház életveszélyessé vált. A sérült házakat statikusok vizsgálták. A talajmozgás három területen nagyszámú ingatlant érintett.

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 (19. ábra). Épületek, utak, járdák, kerítések, vízelvezető folyókák károsodtak, több helyen elszakadtak a villanyvezetékek (13-14. kép). A felszínen nagy tágasságú repedések alakultak ki. A lejtős felszínű domboldal altalaja a tömegének a hatására lefelé és kifelé mozdult



13-14. kép Kulcsi utcaképek
(Forrás: Dunaújváros Online, 2011)

el több deciméteres nagyságrendben. Helyenként a megcsúszott terület felett, a „lezökkenések” mögött mozdulatlanul maradt meredek (közel függőleges) rész megtámasztás nélkül maradt, így a felszínmozgás várhatóan „hátrálni” is fog.

A második 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, Sőtér sétány alatti, 170 m hosszú és c.ca 50 m széles domboldal-rész. Az ott bekövetkezett felszínközeli talajmozgások jellege, mechanizmusa a Deák F. u. – Hullám u.-ihoz hasonló lehet. Méreteit tekintve a kulcsi földcsuszamlások a Magyarországon

eddig bekövetkezett legnagyobbak közé sorolhatók.

Az elsőként említett, katasztrófaövezetnek minősített területet lezárták, a Hullám utcát és a Deák Ferenc utcát életveszélyesnek nyilvánították. A Rendőrség, a Katasztrófavédelem, a Tűzoltóság és a Polgárőrség bevonásával a lakókat kiköltöztették; a víz-, villany és gázvezetékeket lezárták.

Lényegében a 2010. októberi, a 2011. januári mozgások okai megegyeztek a korábbi csúszásokat előidéző hatásokkal.

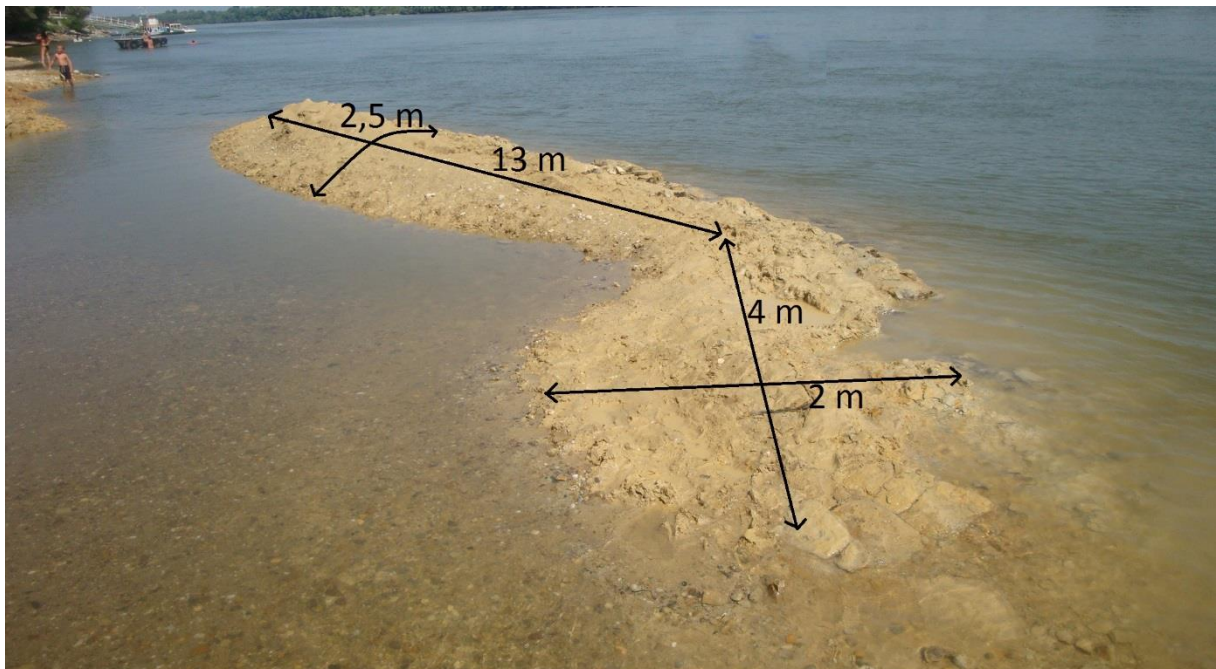
Mint már említettem, a fő „baj” az volt, hogy az utóbbi hónapokban egyre több víz került a domboldal altalajába. A talajvíz szintjét, a rétegvizek mennyiségét a korábban is meglévő vízutánpótláson (magaspart felől érkező felszín alatti vízen, a magaspart mögött és a beépített domboldalon álló házak, nyaralók nem kis mennyiségű elszikkasztott szennyvizein) kívül emelte, növelte a nagy csapadékos időszak felszíni elvezetési hiányosságok miatti víz-

beszivárgása, a partfal mögötti, lefolyástalan területeken összegyűlt belvíz, a korábbi talajmozgások miatt sérült víznyomócsövekből elfolyó egyre több víz is. Erre utalt az ásott kutak vízszintjének megemelkedése, a Duna vízszintje felett 8 – 15 m magasságban fakadó források sora, az egyes pincékben megjelenő talajvíz.

A vízszintemelkedés miatt megnőtt az agyagrétegek közé zárt homokos iszap, finomhomok erekben a nyírószilárdságot csökkentő pórusvíznyomás (semleges feszültség), de jelentősen nőtt a nyírófeszültségeket fokozó, a folyó felé való áramlásból származó tömegelőerő is.

A felszínközeli talajmozgások „bombája” tehát a térszín alatt „elrejtve jelen volt”. „Gyújtó-zsinórként” valószínűleg a partfalak mögötti területen: a Kulcs – Rácalmás összekötő út mentén, a Nefelejcs utca, a Virághegyi u., a Família u., a Nyár u., a Tavasz u. mentén és a környéken, szokatlanul nagy területen összegyűlt, és az „agyagteknőből” túlfolyó belvíz szolgált.

A „gyújtó-zsinórt lángra lobbantó gyufát” a Duna áradása jelentette, amely a domb lábánál visszaduzzasztotta a talajvizet, aminek hatására csökkent a lejtőláb erősen felpuhult talajának a nyírószilárdsága, és így a csúszást akadályozó erő is; és ez a biztonsági tényező drasztikus csökkenését idézte elő. Tovább rontotta azután a „helyzetet” a gyors dunai apadás, és az azzal járó talajvíz áramlási nyomás növekedés.



15. kép A kulcsi mederfenék felgyűrődés méretei a Dunában (Forrás: a szerző)

Az említett okok miatt nagy területeken be is következett a felszínközeli talajmozgás, amit a víznyomócső törések sora még fel is gyorsított. Vagyis a kötött rétegek feletti „felpuhult”

altalajzónában a nyírószilárdság mobilizálódott, majd másodlagos jelenségek zajlottak le: a felső részen lévő talajtömeg (döntően áthalmozott löszomladék) húzott állapotba került. Ennek a húzásnak ez a fellazult lösz csak igen rövid ideig tudott ellenállni, hiszen még a „termett” kötött talajoknál is az egyirányú nyomószilárdság és húzószilárdság viszonya a tapasztalataink szerint 10 – 15. Ezért a felső tömeg leszakadt, és a törés síkja feletti földtömeggel együtt mozgott lefelé és kifelé. A Strand mögötti domblábnál, a Duna-meder szélénél (a középvízi partélnél kissé lejjebb) a lecsúszott alsó földtömeg feltorlódott, kissé szétterült, és önmagát (a mozgást) blokkolta. 2014. január végén, február elején még a Duna vízszint alatt volt ez a parttal párhuzamosan húzódó, feltorlódott „szigetecske”; amely március közepén már egy fellazult, puha anyagú gátként emelkedett ki a Strand kavicsstakarójából. (15. kép) .

9. Összegzés

Napjainkban a partvédelem szükségességét mutatják azok a tömegmozgásos folyamatok, amelyek Dunaújváros- Táborállásban és tágabb környezetében, Kulcson az elmúlt években aktivizálódtak. Kérdésként merülhet fel: Mennyi pénzt érdemes beleölni a védekezési munkákba? Hány Dunaújváros, Kulcs kell ahhoz, hogy a Duna jobb partján ne lehessen építkezni? Van-e felelősségük az önkormányzatoknak abban, hogy kiadták az építési engedélyeket? A feltett kérdésekre nem ez a munka, hanem a döntéshozók hozhatják meg a választ. Más nem tehetek, mint felhívom a figyelmet azokra a potenciálisan veszélyes területekre, amelyek életvitelszerűen lakottak, így emberáldozatokkal járnak/járhatnak katasztrófa esetén. Hiszen mindannyian tudjuk, - amiről gyakran megfeledkezünk - : a kis erő - nagy idő elvet. Eszerint a látszatra jelentéktelen erőhatások hosszú geológiai időszakok alatt komoly felszínalakításra képesek.

Irodalomjegyzék

(2011.. Március). *Kulcsi Krónika*.

Ádám, L., & Boros, F. (szerk.). (1979). *Dunaújváros földrajza*. Budapest: Akadémiai kiadó.

Borsy, Z. (Szerk.). (1993). *Általános természetföldrajz, Fejezetek az általános természetföldrajz köréből*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

Cartographia. (1999). *Magyarország atlasz*. Budapest: Cartographia Kft.

Dr. Fodor, T., & Dr. Kleb, B. (1986). *Magyarország mérnökgeológiai áttekintése*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.

Dr. Frisnyák, S. (1995). *Magyarország történeti földrajza*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

Dr. Karátson, D. (Szerk.). (2010). *Pannon Enciklopédia - Magyarország földje*. Budapest: Urbis Könyvkiadó.

Dr. Marosi, S., & Dr. Somogyi, S. (1990). *Magyarország kistájainak kataszere I*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Földtudományi Intézet.

Fülöp, J. (1994). *Magyarország geológiája, Paleozoikum II*. Budapest: Akadémiai Kiadó.

Google Earth. (dátum nélk.).

GRASS GIS (Térinformatikai Program). (dátum nélk.).

<http://sztalinvaros.uw.hu/dunaujvaros2.php>. (dátum nélk.).

Juhász, Á. (1987). *Évmilliók emlékei, Magyarország földtörténete és ásványi kincsei*. Budapest: Gondolat Kiadó.

Kisely, T. (2011). *Dunaújváros Táborállás területén lévő mozgásveszélyes partfalak stabilizálása*. Budapest: MÉLYÉPTERV Kultúrmérnöki Kft.

Mezősi, G. (2011). *Magyarország természetföldrajza*. Budapest: Akadémiai Kiadó.

Pécsi, M. (1993). *Negyedkor és löszkutató*. Budapest: Akadémiai kiadó.

Pécsi, M., & és társai. (1979b). *Engineering geological and geomorphological investigation of landslides in the loess bluffs along the Danube*. Budapest: MTA.

- Schweitzer, F. (2011). *Katasztrófák nyomában (Stratégiai jellegű természetföldrajzi kutatások)*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Földtudományi Intézet.
- Szabó, J. (1996). *Csuszamlásos folyamatok szerepe a magyarországi tájak geomorfolóiai fejlődésében*. Debrecen: Kossuth Egyetemi Kiadó.
- Tóth, T. (2012). *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról 2010/2011*. Dunaújváros: Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.