

## A 2013. évi dunai árhullám néhány tanulsága Mohács példáján

### The lessons learnt from the 2013 Danube flood in Mohács

Mecsi József

Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar. E-mail: [jmecsi@gmail.com](mailto:jmecsi@gmail.com)

Schubert József

GEO STAT Mérnöki Szolgáltató és Fővállalkozó Kft, Pécs. E-mail: [postmaster@geosch.t-online.hu](mailto:postmaster@geosch.t-online.hu)

**ÖSSZEFOGLALÁS:** 2013. év júniusában a Dunán levonuló különösen nagy árhullám Mohács városában a vízmérce adatai alapján a 990 cm-nél, abszolút magasságban 88.625 mBf szinten tetőzött június 13-án. 2013. június 11.-én éjjeli órákban a Szent János utca - Gózhajó utca elágazásában közterületen a szilárd burkolatú út nagymértékben megsüllyedt, a burkolatot alátámasztó talaj megroskadt, kimosódott. A radikális burkolat süllyedés kiterjedése mintegy 30-40 m<sup>2</sup>, a kialakult mélyedés legmélyebb része 80-90 cm nagyságrendű volt, ami a későbbiekben még tovább növekedett, és a közművek is károsodtak.

Az altalaji rétegek fellazulásával, kimosódásával a nagy átmérőjű beton anyagú csapadékvíz-, szennyvízcsatorna sérülést szenvedett, és a talajvíz a bemosott iszappal együtt a sérült csatornán keresztül a városi szennyvíz végátemelőjébe ömlött. A károsodás közelében lévő földszintes épület alapjai megsüllyedtek, szerkezeti károsodást szenvedett, a lakhatatlanná vált épületből a lakókat ki kellett költöztetni. A cikk elemzi a károsodások geotechnikai körülményeit, a károsodások okait és összefüggéseit.

**ABSTRACT:** In June 2013, the Danube flood flows particularly high flood on the basis of Mohács city the Danube level was 990 cm, the absolute level peaked at 88,625 m above the Baltic Sea level on 13 June. 11 of June 11 am of the night of Szent János street- Gózhajó street of the public areas of the paved road largely subsided, the underlying soil cover sagged, washed out. The radical settlement enclosure descent of about 30-40 m<sup>2</sup>, the deepest part of the recess formed was 80-90 cm scale, which subsequently has continued to increase, and public works is damaged.

Loosening the subsoil layers, leaching of large diameter concrete has suffered material storm-water, sewer damage, and groundwater along the fine particle soil mud through the damaged canal in urban sewage spilled end of pumping station. Storey building close to the bases collapsed, suffered structural damage to the building uninhabitable for residents who had to move. This article describes the geotechnical conditions of the damage, the causes and context of the lesions

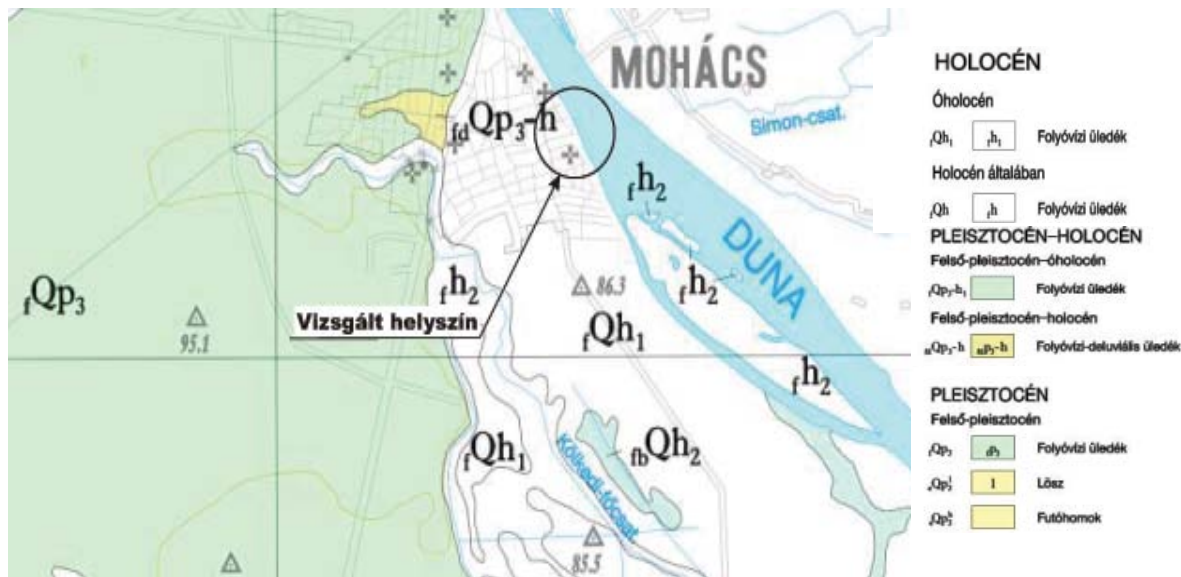
*Keywords:* Danube flood, leaching of soil.

## 1 BEVEZETÉS

### 1.1 A vizsgált, károsodott terület általános viszonyai

A vizsgált terület Mohács város belterületének DK-i része és a Duna nyugati partja mellett húzódó Szent János u. és a Gózhajó utca kereszteződés környezete. A helyét az 1. számú ábra szemlélteti a Magyar Állami Földtani Intézet fedett földtani térképrészletének megfelelően. A vizsgált helyszín a Duna völgye és a Baranyai dombság átmeneti szakaszához tartozik. A felszíni rétegződést a pannon medence pannon kori üledékeire (homok, agyag) települt változó vastagságú pleisztocén, és holocén kori löszös iszap, agyag, ill. öntéshomok, öntésiszap és öntésagyag képződmények alkotják.

A terület összes közművel ellátott, a szennyvíz és a csapadékvíz elvezető csatorna és az aknák alapja az útfelszín alatt 3-4 m mélységben vannak. A károsodások talajmechanikai - geotechnikai okainak vizsgálatára a GEO STAT Mérnöki Szolgáltató és Fővállalkozó Kft kapott megbízást, és Schubert József ny. főisk. docens irányításával végeztek helyszíni talajfeltárásokat, laboratóriumi talajvizsgálókat, készítettek a vizsgálatokról értékelő jelentést. Az elvégzett vizsgálati jelentés alapján a káreset geotechnikai körülményeinek, a károsodások okainak és összefüggéseinek vizsgálatába szakértőként bevonták a Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Karát, és Mecsi József professzor irányításával állítottak össze értékelő jelentést.



1. ábra. A vizsgált terület fedetlen földtani térképének részlete a MÁFI dokumentációja szerint (The investigated area with uncovered geological map from the documentation by the Hungarian Government Geological Institute)



2. ábra. A kialakult károsodás fényképe, helyszínrajzi helyzete, metszete és a talaj rétegszelvénye. (The resulting damage photography of the road surface, layout position, cross section with the soil layers.)

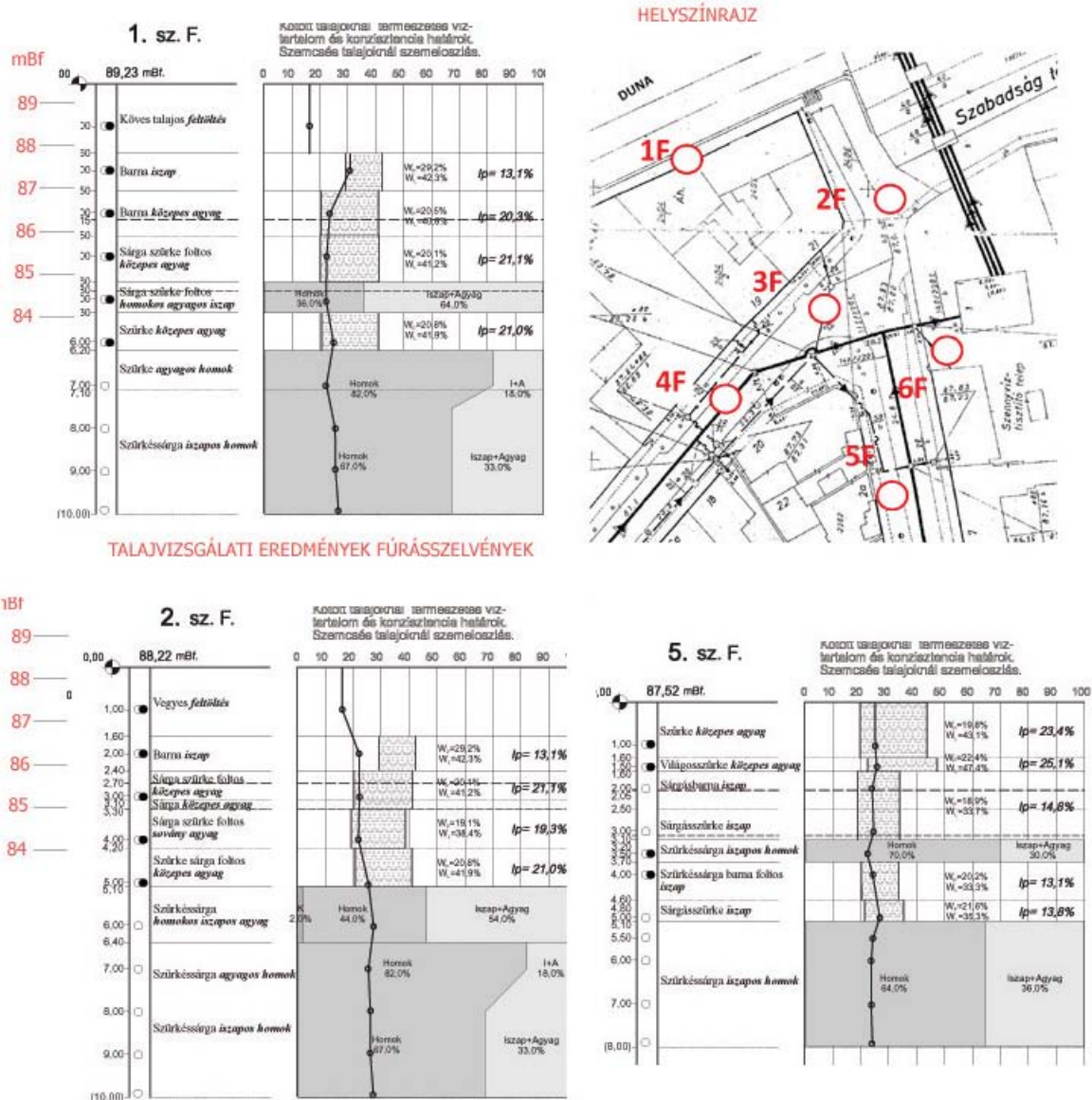
## 2 A KÁROSODÁSOK MÉRTÉKE, TALAJFELTÁRÁSI ADATOK

A 2. számú ábra mutatja be általánosságban a károsodást a 2013. év június 24-i fényképen, továbbá a károsodást követően készített geodéziai helyszínrajzon bejelölt terepszintű illetve burkolatszintű magassági adatokkal.

Az érintett területen 6 helyen készült talajfeltáró fúrás Borro típusú gépi felszereléssel, zavart és zavartalan állapotú talajminták vételével. A 3. és 4. ábrák szemléltetik a talajvizsgálati eredményeket.

A terület altalajviszonyai, a talajok rétegződési összetétele különös figyelmet igényel. Alapvetően megállapítható, hogy a 82 mBf szint alatt szürkés sárga iszapos homokréteg települt nagyobb vastagságban, és ezt a vízvezető réteget különböző összetételű és vastagságú agyagrétegek fedik. Ennek a homokrétegnek a homokfrakció tartalma 65-75%, változó iszap és agyagfrakció összetétellel.

A fúrások talajfelszíni magassága 88,2-87,65 mBf szintek között változik a vizsgált területen, azaz a homokréteg felszíne a terepszint alatt 5,7-6,2 m mélyen van.



3. ábra. A vizsgált területen végzett talajfeltárások szelvényei. (GEO LINEA Kft és GEO STAT Kft.adatai alapján.(The soil boring logs with laboratory investigations) (By Geo Stat Ltd and GEO Linea Ltd.)

Az 5,7-6,2 mélységű homokrétet változó összetételű agyagrétegek fedik, mintegy „agyagdombot” képezve. Az 1. ábrán jobb felső részén bemutatott I-I számú rétegszelvény jól mutatja a fedő agyagréteg térbeli vastagsági méreteit.

Az agyagréteg vastagsága a Szent János utca 19. szám előtti részen 6 m vastag, de tőle 17 m-re eltávolodva északnyugati irányba már csupán 2,9 m, azaz az agyagfelszín esése az 15%-os nagyságrendű.

Az így kialakult „agyagfelszínű medencét” rendkívül kedvezőtlen, megfolyósodásra hajlamos homokrétet és feltöltés töltötte fel.

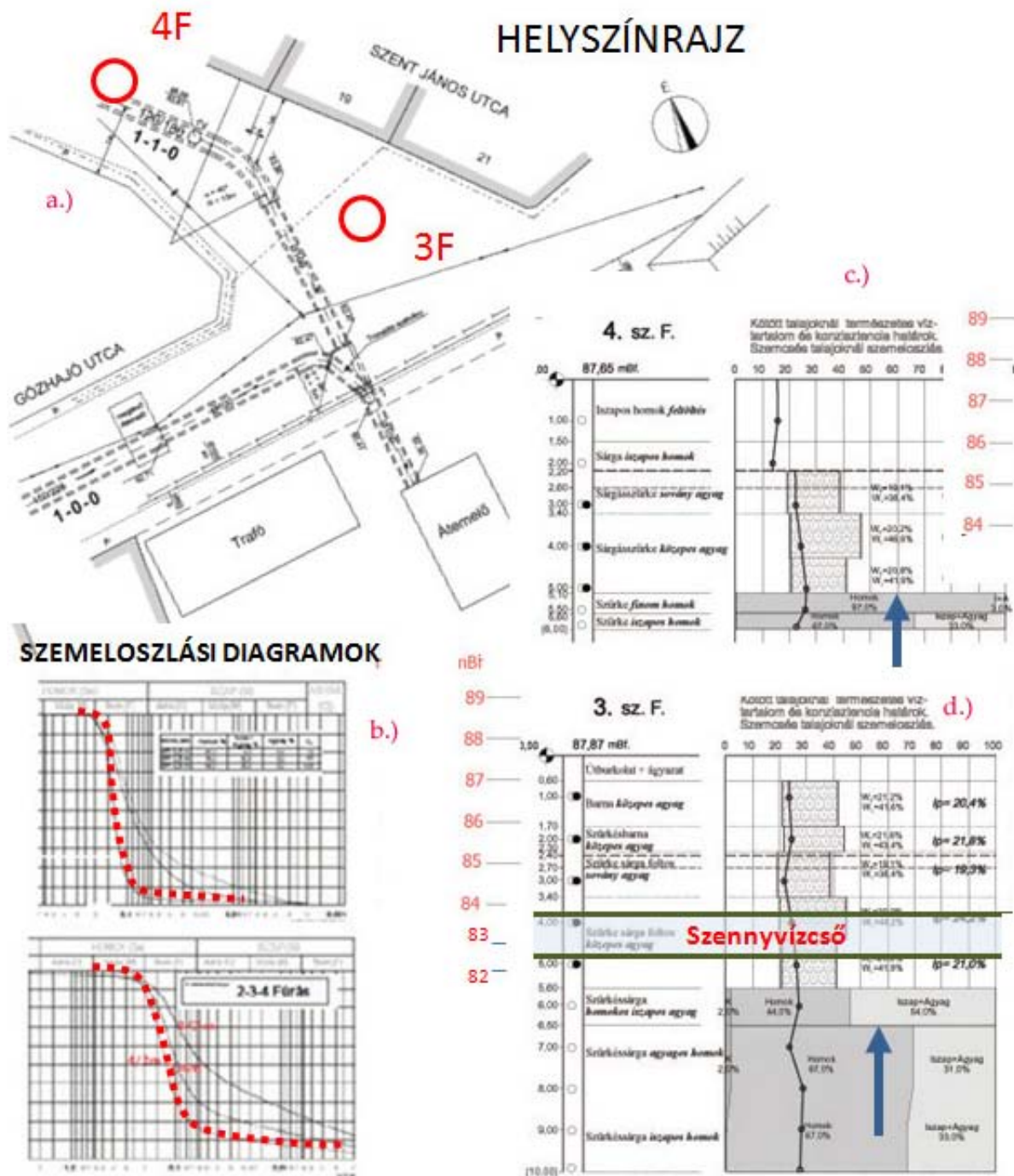
Jól mutatja a réteg megfolyósodási hajlamát a szemeloszlási diagram meredeksége. A 4. számú fúrás 2 m mélységű talajmintájának szemeloszlási diagramja rendkívül meredek (Lásd 4. ábra alsó részén külön is kiemelve.)

A homokrétet szűk öt századmilliméter eltérésű szemcseméretű alkotórészei a teljes halmazban 70%-ot képviselnek, azaz a talaj egyszemcsés, ami rendkívüli megfolyósodási hajlamra utal. Az egyenleteket sorszámmal el kell látni (lásd a mellékelt példát).

Ez az „agyag záródomb” mögötti termelt talajréteg és feltöltési homokrétet rendkívül érzékeny a víznyomások változásaira, mert sűrű folyadékként viselkedik.

A kedvezőtlen térbeli elhelyezkedése miatt, valamint a megnövekedő víznyomások miatt, ha szabad lehetőséget kap arra, hogy valamilyen irányban meginduljon a talaj elfolyása, akkor rendkívül gyorsan, mint sűrű folyadék eltávozik, így az „anyaghiány” miatt az útburkolat megrogyik.

Az útburkolat radikális lerogyása, a talaj-alátámasztás hiánya miatt, és nem az altalaj összenyomódása-roskadása miatt következett be.



4. ábra. A vizsgált területen végzett talajfeltárások szelvényei. (GEO LINEA Kft és GEO STAT Kft. adatai alapján. (The soil boring logs with laboratory investigations . (By Geo Stat Ltd and GEO Linea Ltd.)

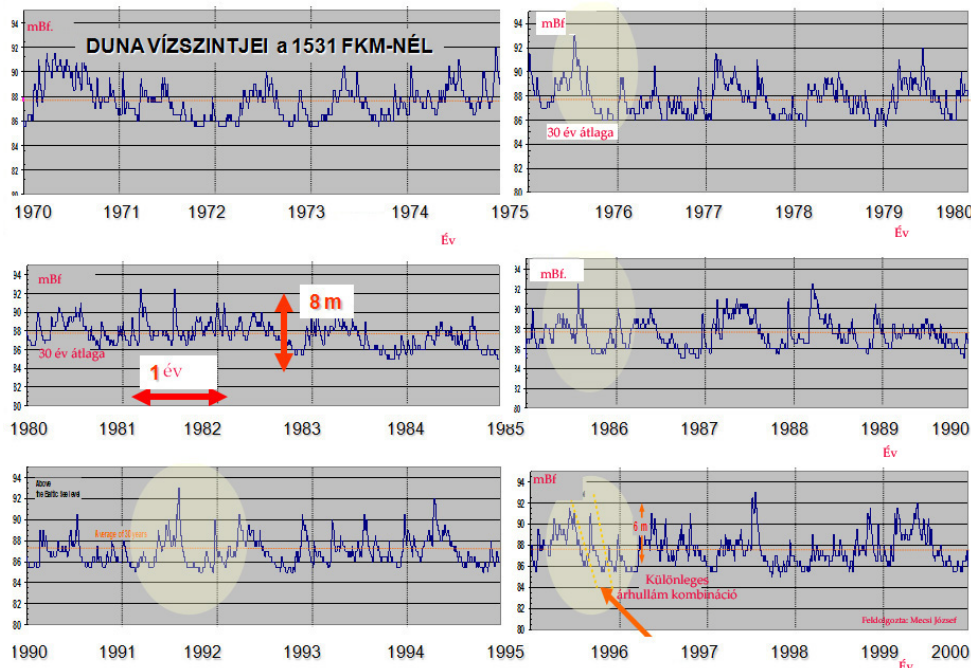
A talajvizsgálatok azt mutatták, hogy a talajrétegződés más irányban (F5 fúrás irányában) már nem ilyen kedvezőtlen.

Meg kell jegyeznünk, hogy a megfolyósodás kérdése abban az esetben jelent veszélyhelyzetet, ha a megfolyósodáshoz szükséges víz ehhez a talajréteghez juthat, továbbá olyan víznyomások alakulhatnak ki, ami ezt a talajréteget mozgásba hozhatja.

### 3 DUNA ÁRHULLÁMJÁNAK MILYEN SZEREPE VOLT A KÁROSODÁSOKBAN?

A Duna árhullámának szerepét megvizsgálva tekintsük át a Duna vízjátékát, a jelentős árhullámi kialakulások valószínűségét.

A bemutatáshoz a feldolgozott Paksi vízmércze adatait használjuk fel, megjegyezve azt a tényt, hogy Paks vízmércéje a 1478,7 fkm-nél, míg Mohács vízmércéje 1531,3 fkm-nél van, de az árhullámi tendenciákról tájékoztató információkat nyerhetünk. Az 5. sz. ábra mutatja be több évre visszamenőlegesen az árhullámok magasságait.



**5. ábra.** A 1531fkm-nél megfigyelt Duna vízszintek heti átlagainak idősora. (VITUKI adatbázisa alapján feldolgozta Mecs József) (The observed weekly averages Danube water levels at the 1531 fkm position (processed on the basis VITUKI database József Mecs)

Megállapítható, hogy az extrém magas és intenzíven felnövekvő árhullámok gyakorisága nem nagy, 6-10 évente fordul elő, tehát a károsodással összefügghető vízállások gyakorisága kicsi.

A Duna vízgyűjtőként viselkedik, csak ritka amikor a Duna magas vízszintje növeli meg a talajvíz nyomását.

A folyóhoz közeli területeken a legtöbb károsodás a talajvízszint hirtelen süllyedéséből adódik a megfigyelések szerint, ami a talajtömeg mélységbeli súlyának növekedéséből jön létre a felhajtóerő megszűnése miatt. Esetünkben azonban a Duna árhullámának felnövekvő időszakában jött létre a károsodás 2013. június 11-én éjjel, és a Duna vízszintjének a tetőzése a vízmérce adatai alapján június 13-án volt.

A 6. számú ábra jobb felső része mutatja be az árhullám magasságait az idő függvényében, míg az ábra alsó részén a talajfeltáró fúrások talajvízszint megfigyelési abszolút magassági adatait ábrázoltuk, és feltüntettük a terepszintek magasságait is.

Két héttel az árhullám elvonulása után a megütött talajvízszint a terepszint alatt 2,7-3,1 m mélységek között volt, a Dunához közeli 1. sz. fúrásban pedig 4,6 m. A nyugalmi talajvízszint 0,6-1,0 m-rel megemelkedett a fúrásokban a megütött vízszintekhez képest.

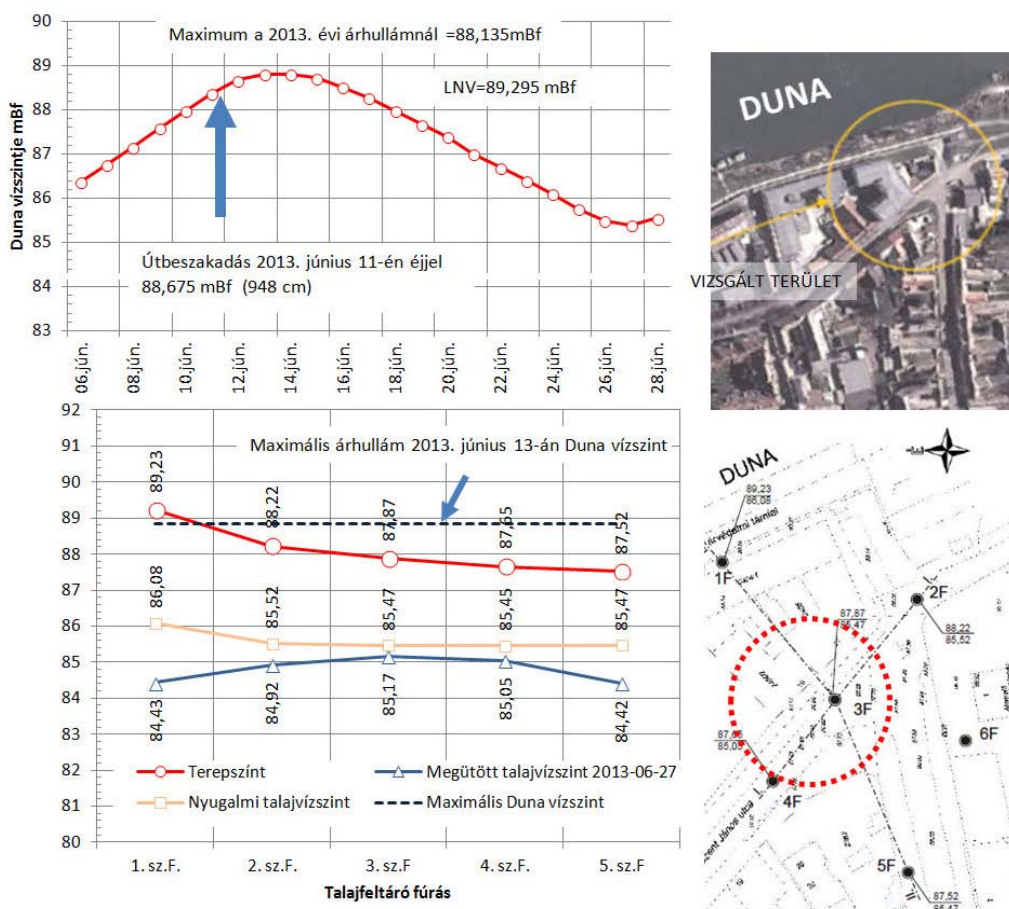
A megfigyelt adatok is érzékeltetik, hogy a felszínhez közeli rétegekből a vízhozáfolyás jelentősebb, míg a károsodás közeli fúrásban a talaj vízzáróbb tulajdonságú. Összefoglalva megállapítható, hogy a talajréteg most megismert felépítésével összhangban a talajvíz-áramlási, víznyomási adatok kedvezőtlenek az árhullám növekedési szakaszában. A talajvíz nyomása jelentősebb lehet, az alsó vízvezető homokréteg miatt a talajban lévő csővezetékekre egyenlőtlen és jelentős, kedvezőtlen felfelé irányuló nyomás hatott.

#### 4 A TERÜLET KÖZMŰVEINEK SZEREPE A KÁROSODÁS KIALAKULÁSÁBAN

A 4. számú ábra jobb felső része mutatja be helyszínrajzilag a terület nagyobb szennyvíz csatorna hálózatát. Az 1 m átmérőjű csatorna fenékmélysége 82,4 mBf szinten volt.

Az árhullám levonulása után készített szakvélemény alapján feltételezhető volt, és később a helyreállítások után be is bizonyosodott, hogy a viszonylag nagy mélységben lévő és nagyobb szelvényű betonanyagú csatorna meghibásodása játszotta a fő szerepet a kialakult károsodásban, mert lehetőséget adott, hogy a rendkívüli árhullám víznyomása miatt megsérült csatorna elvezesse a megfolyósodott talajt, a víznyomás nagyobb kimossa a talajt az épület alapjai alól.

A talajjal kevert víz a sérült csatornán keresztül a városi szennyvíz végátemelőbe ömlött. A városi szennyvízátemelő szükséges kapacitáson való működtetése ellehetetlenült. A csatornát a kivitelező feltárta, a sérüléseket kijavította, a kedvezőbb feltöltési anyaggal, talaj javításával és megfelelő tömörítésével biztosította, hogy elkerülhető legyen a hasonló jellegű károsodás kialakulhatósága.



6. ábra. A Duna megfigyelt vízszintje az árhullámnál, és a talajvíz szintjeinek alakulása az árhullám levonulása után. (Observed water level of the Danube after the flood and the ground water levels at the boring logs)

## 5 ÖSSZEFOGLALÁS, TANULSÁGOK

A talajfeltárások, talajvizsgálatok és elemzések bemutatták, és az utólagos feltárások is megerősítették, hogy a károsodás szoros összefüggésben volt a Dunán kialakult rendkívüli árhullám hatásával. A kedvezőtlen lefolyású és különösen ilyen nagy magasságú árhullám előfordulási lehetősége évszázados léptékű, és rendkívüli. A Dunához közeli területeken, ahol a talajvízszint magassága gyorsan változik – emelkedik és utána süllyed – fokozott figyelemmel kell lenni a csővezeték körülvevő ágyazó anyagok tulajdonságaira, alapvetően a visszatöltött anyag megfolyósodási hajlamára, a csővezeték alatti talajok tömörségére, merevségi viszonyaira.

## 6 A VIZSGÁLATOK SORÁN FELHASZNÁLT ÉS FIGYELEMBE VETT DOKUMENTUMOK

Schubert J. 2013. Műszaki szakvélemény kézirat: Mohács, Szent János utca –Gőzhajó utca 2013. évi dunai árvíz káresemény Vis Maior helyreállítása. Munkaszám: I-030-2013 GEO STAT Mérnöki Szolgáltató és Fővállalkozó Kft (7634 Pécs, Ürögi fasor 28)

Schubert J. 1997. Talajmechanikai szakvélemény a Mohács városi szennyvíztelep és – csatorna tervéhez (GEO STAT Kft. Pécs, 1997.02.24.)

A burkolatsüllyedés során készült első geodéziai felmérés és a későbbi folyamatos pontbemérések adatai,

Közmű helyszínrajz és a tervezett talajfeltáró fúrások helyét ábrázoló helyszínrajz

A Duna vízállási adatsora 2013. 06. 13. és 2013. 06. 28. közötti időszakra vonatkozóan.

A Mohácsi Árvízvédelmi partfal III. ütem kiviteli tervlapjai (Dél-Dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság Pécs, 1990. június).