



TÉR-TEAM MÉRNÖK KFT. Székhely, iroda: 1094 BUDAPEST, PÁVA U. 6. IV/5.

Tel: (1) 299-0825, Fax: (1) 299-0826, e-mail: iroda@ter-team.hu

TM486

CSILLAGHEGYI-ÖBLÖZET ÁRVÍZVÉDELMI FEJLESZTÉSE VÍZJOGI LÉTESÍTÉSI ENGEDÉLYEZÉSI TERV

KOMPLEX KOCKÁZATKEZELÉSI TANULMÁNY (a műszaki leírás melléklete)

2017. május 15.

CSILLAGHEGYI-ÖBLÖZET ÁRVÍZVÉDELMI FEJLESZTÉSE
VÍZJOGI LÉTESÍTÉSI ENGEDÉLYEZÉSI TERV

KOMPLEX KOCKÁZATKEZELÉSI TANULMÁNY
(a műszaki leírás melléklete)

ÉPÍTETŐ/ENGEDÉLYES: Budapest Főváros Önkormányzata, 1052 Budapest, Városház u. 9-11.

MEGRENDELŐ, GENERÁLTERVEZŐ:

Fővárosi Csatornázási Művek Zrt., 1087 Budapest, Kerepesi út 19.

SZAKMAI EGYEZTETŐ: ENVIRODUNA Beruházás Előkészítő Kft., 1052 Budapest, Curia u. 3.

SZAKTERVEZŐ:

TÉR-TEAM Mérnök Kft., 1094 Budapest, Páva u.6.

Tel.: (1) 299-0825, Fax: (1) 299-0826; iroda@ter-team.hu

VÍZÉPÍTÉSI VEZETŐ TERVEZŐ:

RÉDLY LÁSZLÓ

okl. építőmérnök

Települési víziközmű vezető tervező VZ-TEL/01-1766

Vízgyűjtő-gazdálkodási építmények vezető tervező VZ-TER/01-1766

Vízkielvezés-gazdálkodási építmények vezető tervező VZ-VKG/01-1766

Geotechnikai tervező GT/01-1766

Vasúti építmények vezető tervező KÉ-VA/01-1766

Közúti építmények vezető tervező KÉ-K/01-1766

Légi közlekedési építmények vezető tervező KÉ-L/01-1766

Hajózási építmények vezető tervező KÉ-HA/01-1766

Hidrologiai, vízgyűjtő-gazdálkodás, vízkészlet-gazdálkodás, nagytérségi vízgazdálkodási rendszerek
szakértő SZVV-3.1/01-1766

Árvízmentesítés, árvízvédelem, folyó- és tószabályozás, sík- és dombvidéki vízrendezés,
belvízvédelem, öntözés szakértő SZVV-3.5/01-1766

Vízépítési nagyműtárgyak szakértő SZVV-3.6/01-1766

Hidraulikai szakértő SZVV-3.7/01-1766

Vízgyűjtő-gazdálkodási építmények szakértése SZÉM3/01-1766

Közlekedési építmények építési munkái, műszaki ellenőr ME-KÉ/01-51470

Vízgyűjtő-gazdálkodási építmények építése, műszaki ellenőr ME-VZ/01-51470

Vízgyűjtő-gazdálkodási építmények építési-szerelési munkái,
műszaki ellenőr MV-VZ/01-51470

VÍZÉPÍTÉSI VEZETŐ TERVEZŐ, GENERAL SZAKTERVEZŐ:**SZABÓ GÁBOR**

okl. táj- és kertépítész mérnök
okl. városrendezési és városgazdasági szakmérnök
Települési víziközmű vezető tervező VZ-TEL/01-6086
Vízgazdálkodási építmények vezető tervező VZ-TER/01-6086
Vízkezelési gazdálkodási építmények vezető tervező VZ-VKG/01-6086
Táj- és kertépítész vezető tervező K/1 01-5073
Tájvédelmi szakértő SZTjV SZ-038/2010

ÉPÍTŐMÉRNÖK TERVEZŐK:

MÓCZÁRNÉ JOBBÁGY RÉKA (sk.)
okl. építőmérnök

FÜRT RENÁTA (sk.)
okl. építőmérnök

KÖZMŰ VEZETŐ TERVEZŐK:

HANCZÁR GÁBOR
okl. építőmérnök

TÓTH GÁBOR
okl. építőmérnök
KÉSZ Tervező Kft., 1016 Budapest, Naphegy u. 26.

SZAKÉRTŐ, KONZULENS:

RÁCZ TIBOR (sk.)
okl. építőmérnök, Árvízvédelmi Osztályvezető
Fővárosi Csatornázási Művek Zrt., 1087 Budapest, Kerepesi út 19.



Szabó Gábor
ügyvezető



Rédly László
ügyvezető

Budapest, 2017. május 15.

Ez a terv a TÉR-TEAM Mérnök Kft. szellemi terméke, védelmét jogszabály biztosítja!

CSILLAGHEGYI-ÖBLÖZET ÁRVÍZVÉDELMI FEJLESZTÉSE VÍZJOGI LÉTESÍTÉSI ENGEDÉLYEZÉSI TERV

KOMPLEX KOCKÁZATKEZELÉSI TANULMÁNY (a műszaki leírás melléklete)

Tartalomjegyzék

Összefoglalás	- 6 -
A Komplex Kockázatkezelési Tanulmány (KKT) célja	- 7 -
A Csillaghegyi-öblözet meglévő és tervezett árvízvédelmi rendszerének áttekintő leírása	- 9 -
A Csillaghegyi-öblözet meglévő árvízvédelmi művei	- 9 -
A Csillaghegyi-öblözet tervezett árvízvédelmi művei.....	- 10 -
A Csillaghegyi-öblözet vízkár kockázatai – veszélyek azonosítása	- 13 -
Árvíz.....	- 13 -
Belvíz.....	- 14 -
Helyi vízkár	- 14 -
A Csillaghegyi-öblözet vízkár kockázatait kiváltó vagy kísérő kockázati tényezők.....	- 16 -
A kockázatok vizsgált kategóriái.....	- 16 -
A természeti hatásokból eredő kockázati tényezők részletes bemutatása	- 18 -
Földtani eredetű kockázati tényezők	- 18 -
Éghajlati jellegű hatások	- 20 -
Kozmikus eredetű hatások	- 25 -
Jelentős jégmentes árvíz, LNV közeli, tovább áradó víz, töltésszakadás veszélye	- 25 -
Jelentős jégmentes árvíz esetén uszadékfa vagy egyéb úszó testek ütközésének hatása -	32 -
Jeges árvíz, jégtorlasz, vagy védelmi helyzetben kialakuló jégzajlás	- 32 -
Jelentős árvíz a kisvízfolyásokon, a kisvízfolyás árvízének egybeesése a Duna árvizével .	- 33 -
Kockázat a rendszer felállításához szükséges tevékenység késedelve miatt	- 35 -
Kockázat a szükséges anyagok ellopása vagy rongálása miatt	- 36 -
Kockázat a védelmi anyagok használat közbeni rongálódása miatt	- 37 -
A rendszer működtetésének zavara a kommunikáció/ energiaellátáskiesése miatt	- 38 -
A rendszer működtetésének zavara a szabotázs/terrorcselekmény miatt	- 38 -
Releváns kockázati tényezők felsorolása	- 39 -
A kockázati tényezők prioritási sorrendje	- 40 -
Halmozódó kockázati tényezők lehetséges kombinációi	- 42 -
A feltárt kockázatok kezelése	- 46 -

A kockázatkezelés egyes általános kérdései	- 46 -
Kockázatkezelés a létesítmény építése során	- 46 -
A kiemelt veszélyeztetést jelentő kockázatok kezelése	- 46 -
A kiemelt veszélyeztetést nem jelentő kockázatok kezelése	- 48 -
Kockázatkezelés a létesítmény üzemelése során	- 49 -
A kiemelt veszélyeztetést jelentő kockázatok kezelése	- 49 -
A kiemelt veszélyeztetést nem jelentő kockázatok kezelése	- 52 -

CSILLAGHEGYI-ÖBLÖZET ÁRVÍZVÉDELMI FEJLESZTÉSE VÍZJOGI LÉTESÍTÉSI ENGEDÉLYEZÉSI TERV

KOMPLEX KOCKÁZATKEZELÉSI TANULMÁNY (a műszaki leírás melléklete)

Összefoglalás

A Csillaghegyi árvízvédelmi öblözet tervezett fejlesztéséhez készített komplex kockázatkezelési tanulmány (KKT) vizsgálata kiterjed az öblözet vízkár veszélyeztetettségének alakulására a létesítmények megvalósulási fázisában, valamint működtetése során, az árvízvédelmi helyzetek kezelése időszakában.

A vizsgálat során a jogszabályokban foglalt, valamint a szakmai ismeretek alapján vélelmezhető kockázati hatások lettek figyelembe véve. A vizsgálat során alapul vettük az Árvízi Kockázatkezelési Tervezés, valamint a katasztrófavédelemmel, így a kritikus és létfontosságú infrastruktúrákkal kapcsolatos jogszabályok. A vizsgálathoz felhasznált adatok köre a mindenki számára elérhető vízügyi és meteorológiai, valamint az ugyancsak nyilvános szaktudományos földtani adatokon, valamint a korábbi tervekben előállított, a jelen tervezés során megtartható egyes megállapításokon (előntési számítás) alapul. A feltárt hatások két köre a természeti és a társadalmi tényezőkön alapuló kockázatokat fedli le. A kockázatok vizsgálata során a természeti, alapvetően a földtani és éghajlati hatásokat vizsgálatára került sor az árvízvédelem összefüggésében. A társadalmi hatások témakörében mindazokat a kockázatokat számba vettük, amelyek az öblözet árvízvédelmének biztonságos működtetését befolyásolják, illetve veszélyeztethetik. A kockázatok várható előfordulásuk és hatásuk szerint egyenkénti értékelésnek lettek alávetve.

A kockázatok elemzése során a vizsgálat kiterjedt az egyes tényezők lehetséges halmozódásának vizsgálatára. Ennek során a különféle események együttes bekövetkezési esélyei alapján meghatározásra kerültek olyan három, illetve négytagú eseményláncolatok, amelyek előfordulásuk és hatásuk tekintetében kritikusnak tekinthetők.

A vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy a rendelkezésre álló tervanyag és a környezetre vonatkozó adatok birtokában leginkább a létesítmény működtetése jelent kockázatot, a műszaki megoldások a természeti hatások halmozódására – tekintettel azok egybeesésének alacsony bekövetkezési valószínűségére – megfelelő védelmet biztosíthatnak.

A kockázatok közül legjelentősebbnek a vandalizmus és a különféle okok miatt a létesítmény egyes elemeinek (mobilfal) késedelmes felállítása bizonyult. Ezt a felállítást utáni sérülések – uszadék okozta és védekezés során bekövetkező rongálódás – és az infrastruktúra leállása miatti villamos energiaellátás-kiesés vagy kommunikációs zavar követi.

A kockázatok kezelésére a KKT javaslatokat ad, amelyek részben műszaki, részben pedig további védelemtervezési javaslatokat jelentenek. Ezek a javaslatok a prioritásokra tekintet nélkül minden releváns kockázati elemre elkészültek.

A javaslatok közül kiemelendő a vandalizmus miatti veszélyeztetés kezelése, amely kapcsán a szerkezet ideiglenes, gyorsan kialakítható, műszaki-biztonsági szempontból megfelelő pótlásának műszaki megoldási lehetőségeit kell célozza a további tervezés.

Javaslat az előrejelzés pontosítása is, amely az országos szervezet vagy a védelemre kötelezett önkormányzat saját fejlesztésében is megvalósulhat, és a veszélyes vízrajzi helyzetben időelőny többletet biztosít.

A KKT megállapításai alapján a Csillaghegyi-öblözet tervezett árvízvédelmi fejlesztésének megfelelő és tartós védképessége az üzemeltetés – pénzügyi és erőforrásokra vonatkozó – feltételrendszerének megteremtésének és tartós fenntartásának függvénye, a szakszerű megvalósításon túlmenően.

A kockázatkezelési terv csak a jelenlegi ismeretek alapján értelmezhető, amennyiben az üzemeltetési körülményekben változás áll be, úgy a kockázatkezelési tanulmány frissítése elengedhetetlen.

Erre lehetőség szerint a változást megelőzően kell sort keríteni.

A Komplex Kockázatkezelési Tanulmány (KKT) célja

A Komplex Kockázatkezelési Tanulmány célja az, hogy a budapesti Buda-Észak árvízvédelmi szakasz területére eső Csillaghegyi-öblözet fejlesztésével kapcsolatos kockázatokat vizsgálja, a megvalósítás és az üzemeltetés szempontjából.

A tanulmány megfogalmazása az alábbi szempontok kidolgozásával történt:

1. a veszélyek és kockázatok azonosítása, a veszélynek való kitettség értékelése;
2. a kockázatelemzés végrehajtása, a kockázatok jellemzése;
3. a kockázatok kiértékelése;
4. kockázatkezelés módjának bemutatása, illetve javaslattevél.

A tanulmányban a veszélyek és kockázatok azonosítását követően a kockázatok mértékére becslés készült. A releváns kockázatok meghatározását követően vizsgálja a feltárt hatótényezők összefüggéseit, halmozódási lehetőségeit, és bekövetkezésük forgatókönyveit. A becslt kockázati forgatókönyveket értékeli, majd a kockázatok csökkentésének, kezelésének módjára megtett intézkedéseket bemutatja, illetve azok kezelésére javaslatokat tesz.

A kockázatkezelés során a tervezett védvonalrendszer illetve rendszerfejlesztés megvalósítási és működtetési biztonságához szükséges feltételek és követendő eljárások meghatározására nem kerül sor, azt külön tervek tartalmazzák. Az alapfeltevés az, hogy az azokban a tervekben foglalt műszaki megoldások és erőforrások alkalmasak a létesítmény biztonságos működtetéséhez.

A kockázatkezelés megközelítése két részre bontható.

A műszaki beavatkozások megtételére vonatkozó javaslatok a rendelkezésre álló műszaki ismereteken alapuló intézkedéseket tartalmazzák. A feltárható kockázatok kezelésének másik köre viszont a jövőre vonatkozik annak gazdasági és döntési vonatkozásaiban, amely a tervezői és üzemeltetői felelősségen túlmutat. A kockázatkezelés ilyen értelemben alapvetően konzultáció jellegű tevékenység, amely során a kockázatkezelés módját a beruházásban érintett azon felek határozzák el, amelyek megfelelő hatásköri és pénzügyi garanciákat biztosíthatnak a létesítmény tartós, élettartama egészére vonatkozó működéséhez. Erre a jelen tanulmány csak mint a tennivalók feltárására szolgáló dokumentum szolgálhat. A jelen tanulmányon kívül lehet lefolytatni azt a

konzultációt, amely, tekintettel a kockázatértékelésre és az egyéb indokolt tényezőkre, a hosszú távú működtethetőség jelenlegi tudás szerinti biztosítéka lehet. A kockázatkezelés meghatározása tehát a műszaki-tudományos megközelítést alkalmazó, de a társadalmi – gazdasági hatásokat is mérlegelő szubjektív döntéshozó folyamat. A kockázatkezelés időben változó körülményeket kell figyelembe vegyen, amely a tanulmány jelen változatában csak a jelenleg ismert helyzet alapján készülhetett el. A működtetés feltételrendszerének bármilyen lényeges változása során a kockázatkezelés revíziója elengedhetetlen feladat. Erre megfelelő ütemezési rend kialakítása szükséges az érintett katasztrófavédelmi hatóság bevonásával.

A tanulmány a kockázatok értelmezhetősége érdekében vázlatosan bemutatja az öblözet árvízvédelmi rendszerének jelenlegi kiépítettségét, valamint a tervezett létesítményeket, amelyek körében a kockázatok vizsgálata szükséges. Bemutatja továbbá azokat a vízkár kockázatokat, amelyek az öblözet területén veszélyeztető hatásként értelmezhetőek.

A katasztrófavédelmi gyakorlatban a kockázatot valamilyen társadalmi értéket veszélyeztető tényezőként értékeli. A társadalmi értékek három körbe sorolhatók:

1. az emberek életét és egészségét veszélyeztetik;
2. a környezetet vagy a gazdaságot súlyos kárral fenyegetik;
3. a társadalmi rendet veszélyeztetik.

A társadalmi rend fenyegetettsége körébe a nemzeti katasztrófavédelmi dokumentumok szerint az ország biztonságát veszélyeztető külső vagy belső támadás (pl. terrorizmus) sorolható¹. Ebben a dokumentumban az ország biztonságát érintő hatás nem értelmezhető, de létezik olyan katasztrófa szcenárió, amely a társadalmi rend veszélyeztetésével járhat.

A veszélyeztető hatások kiváltásában számos természeti és társadalmi eredetű hatás szerepet játszhat. Az árvízvédelmi létesítményeket a természeti és társadalmi környezetből érkező hatások veszélyeztethetik, ezek okozhatnak olyan helyzeteket az építés és az árvízvédekezés során, amelyek ellen megfelelő kockázatkezelési intézkedésekről kell gondoskodni. A kockázatkezelési intézkedéseket és az intézkedésekre vonatkozó javaslatokat a tanulmány végén külön fejezet foglalja össze.

A kockázatok és a kockázatkezelés összefüggő kérdésköre időben nem állandó. Ebből a körülményből az következik, hogy a jelen tanulmányban csak a jelenleg ismert kockázatok mérlegelése és kezelése történhet meg, és csak a jelenleg ismert adatok (bemenő alapadatok és egyéb peremfeltételek) bázisán. A kockázatelemzés és -kezelés folyamatos tevékenység, amelyet a létesítmény teljes élettartama során végezni szükséges az időközben kialakuló újabb kockázatok feltárása és kezelése érdekében, valamint az alapadatok és peremfeltételek folyamatos változása miatt.

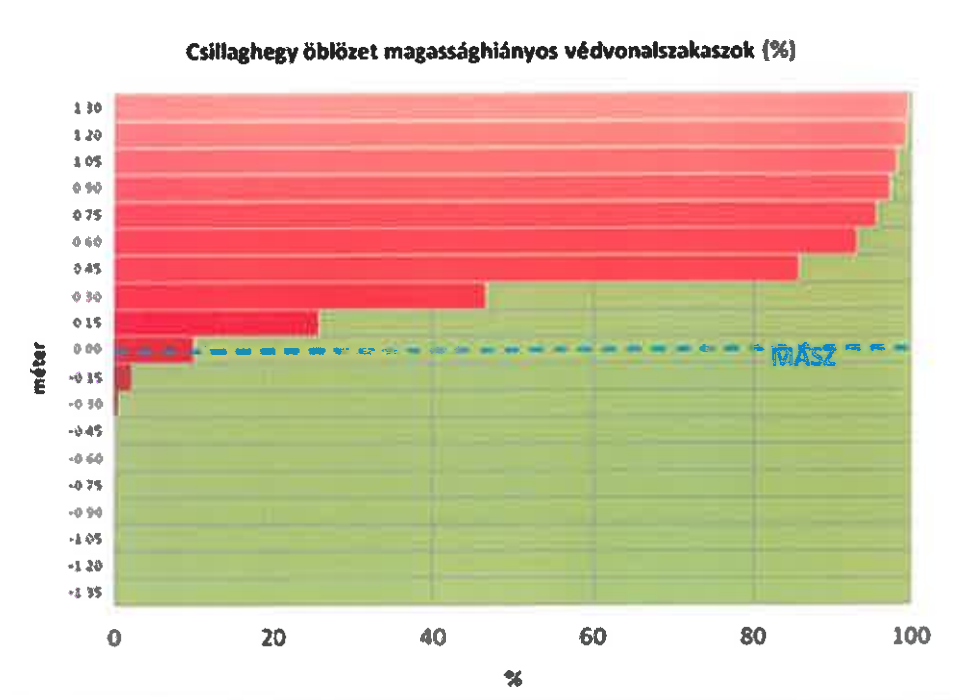
A kockázatok vizsgálatára és a kockázatkezelés tervezésére, ennek biztosítására az árvízvédelem ellátásáért felelős szervezetnek alkalmas menetrendet és eljárást kell létesítenie.

¹ Jelentés Magyarország nemzeti katasztrófa-kockázat-értékelési módszertanáról és annak eredményéről. 2014. (A 1384/2014. (VII. 17.) Korm. határozat Magyarország nemzeti katasztrófa-kockázat-értékelési módszertanáról és annak eredményeiről szóló jelentésről; <http://docplayer.hu/29068652-Jelentes-magyarország-nemzeti-katasztrofakockazat-ertekelesi-modszer-tanarol-es-annak-eredmenyeirol.html>)

A Csillaghegyi-öblözet meglévő és tervezett árvízvédelmi rendszerének áttekintő leírása

A Csillaghegyi-öblözet meglévő árvízvédelmi művei

A Csillaghegyi-öblözet Budapest Buda-Észak árvízvédelmi szakaszának különállóan értelmezhető része a védvonalai és a domborzati adottságok révén. A védvonalakra a 2013-as árvízet követően magassági felmérés készült, amelynek eredményét egy azóta – a védművek fejlesztésével párhuzamosan - többször korszerűsített tanulmány foglalta össze².



1. ábra A Csillaghegyi-öblözet meglévő védműveinek magassági megfelelése a mértékadó árvízszintnek (a védvonal hosszának %-ában)

²Budapest árvízvédelmi műveinek magassági értékelése a mértékadó árvízszint változását követően, FCSM Zrt. 2015, 2016



2. ábra A Csillaghegyi árvízvédelmi öblözet meglévő védművei

Az öblözet a következő védvonalszakaszokat foglalja magába:

1. Barát-patak jobb parti töltés;
2. Római-part, Pünkösdfürdői töltés;
3. Kossuth üdülőpart elsőrendű töltés;
4. Királyok útja-Nánási úti töltés;
5. Aranyhegyi-patak bal parti töltés.

A védvonal teljes hossza 8248 m melynek 10%-a nem felel meg a MÁSZ-nek sem. A kiépítettség teljes mértéke lényegében sehol nem valósul meg, a MÁSZ+1,00 m-es biztonság is mindössze a védvonal 2 %-án mérhető (1. ábra).

A magassági és keresztmetszeti hiány tekintetében az Aranyhegyi-patak bal parti töltése, valamint a Királyok útja-Nánási úti töltés a legkedvezőtlenebb adottságú védvonalszakasz.

A Csillaghegyi-öblözet tervezett árvízvédelmi művei

A Csillaghegy védelmére tervezett munkálatok során a védvonal rendszer minden elemén beavatkozás történik. Ennek kapcsán az ismert hiányosságok felszámolása és a védett területek kiterjesztése a beruházó célja. Az egyes létesítményeken végzendő beavatkozások rövid összefoglalása az alábbiakban védvonalanként kerül bemutatásra.



3. ábra A Csillaghegyi árvízvédelmi öblözet védvonalai a tervezett állapotban (szaggatott vonallal jelölve: ideiglenesen megmarad Királyok útja – Nánási úti védmű)

1. Barát-patak jobb parti töltés;
2. Római-part, Pütkösdűfűdői töltés;
3. Kossuth üdülőpart elsőrendű töltés;
4. Duna parti védmű, Római-parti védvonalszakasz;
5. Aranyhegyi-patak bal parti töltés.

A Barát-patak jobb parti töltése

A Barát-patak jobb parti töltése teljes hosszában földmű kialakítású. A létesítmény üzemeltetése során tapasztalt kisebb szivárgási problémák, valamint az új mértékadó árvízszint miatt szivárgásgátló fal és mellvédfalas magasítás készül a töltés vízdoldali részén. A beavatkozások eredményeképp a védvonal teljes hosszán teljesülnek majd a kiépítési előírások. A keresztezések kialakítására tervezett megoldások közül különös fontosságú a HÉV kulisszanyílása, amelynek magasítása és védelmi megoldásának újragondolása (könnyűfém záróelemekkel megoldott kulisszazárás) a terv részét képezi.

Római-part, Pütkösdűfűdői töltés

Az 1981-ben épített töltés a főváros északi határától (Barát-patak) a Pütkösdűfűdő utcáig a Duna partján található. A kétoldali közbenső padkával kialakított töltés a víz felőli oldalon kb. 600 cm-es Vígadó téri vízállásnak megfelelő szintig gyephézagos betonlap burkolatú. A korábban tapasztalt intenzív fakadóvízes jelenségek és anyagkihordás nélküli buzgárok megjelenésének megelőzésére a 2007. év során az FCSM Zrt. mentett oldali előtér-magasítási munkákat végeztetett. A védelmi szakaszon 2005-ben részleges szivárgásgátlási munkálatokat végeztek. A jelen terv szerint a teljes szakaszt érintő magasságihiány és a szivárgási hiányosságok megszüntetésére sor kerül. A tervezett megoldás szerint a szivárgás gátlását szádfal biztosítja, amely a védmű teljes hosszán kialakításra kerül. A szádfal nem zárja le a teljes vízvezető réteget azért, hogy az öblözet felől érkező talajvízekkiszvízi időszakban a Dunát elérhessék, ugyanakkor a szivárgások ellen az árvizek alkalmával a fal a tervek szerint megfelelő biztonságot nyújt. A szivárgásgátló fal tetején magasítás készül, amely a jogszabályi kiépítési szintet teljesíti.

Kossuth Lajos üdülõpart I. rendû töltés

A Pünkõsdfürdõi töltés folytatásában 1995-ben kialakított töltés csatlakozik (a Pünkõsdfürdõi hajóállomástól északra) az elõzõ védvonal szakaszhoz. Jelenlegi kialakítása (az átépítéssel érintett szakaszon) 280 m hosszban mellvédfallal magasított töltés. A védvonal magassági és szivárgási szempontból nem megfelelõ. A terv szerint szivárgásgátló fal készül. Ezt a meglevõ mellvédfallal helyén kialakított a megfelelõ védelmi szintet biztosító parapetfal egészíti ki, ez biztosítja az elõírások szerinti védképességet. A védmû a jelenlegi Kossuth II. kapuig épül át, további szakaszai a késõbbiekben közvetlen árvízvédelmi szerepet nem töltenek be (a Fõvárosi Közgyûlés 231/2017.(04.05.) számú határozata szerint az átmeneti idõre meglevõ jelenlegi védvonalszakasz részét képezi).

Királyok útja - Nánási út töltés

A töltés közvetlen árvízvédelmi szerepe megszûnik (az említett közgyûlési határozat szerint az átmeneti idõre meglevõ jelenlegi védvonalszakasz részét képezi). Ezen a védvonalszakaszon fejlesztés nem történik, helyette a Duna partján mobil árvízvédelmi fallal új védvonal épül.

Duna-parti védmû, Római-parti védvonalszakasz (a tervezett új védvonalszakasz)

A Duna-parti védmû három magassági szerkezeti elrendezéssel készül.

777 cm Vigadó téri vízállásnak megfelelõ vízfelszínig fix építésû, afelett a MÁSZ+130 cm magasságig mobil árvízvédelmi falként épül ki 2.776 m hosszban. A védvonal az 1+776 – 2+100 tkm szelvény közötti szakaszon a rendezett terep felett 1,1 m magas fix fallal készül, egyébként 50 cm magas „ülõfalra” telepített kialakítású lesz. A mobilgát magassága ezen a szakaszon a kulisszák kivételével 2,8 m, a kulisszákban a terepszinthez igazodik.

A védmû 324 m hosszban 877 cm Vigadó téri vízállásnak megfelelõ vízfelszínig fix építésû, afelett a MÁSZ+130 cm magasságig mobil árvízvédelmi falként épül ki. A mobilgát szerkezete itt a kulisszák kivételével 1,8 m magasságú.

Fix árvízvédelmi falkészül 112 m-en a MÁSZ+130 cm magasságig.

A szerkezetet az eltérõ felszíni kialakítás mellett a szivárgásgátlás érdekében vízzáró szádfal szerkezet biztosítja, amely általában a vízvezetõ réteg 80%-át zárja le. Egy szakaszon a geotechnikai adottságok miatt, a biztonság érdekében ez 90% lesz.

A szivárgásgátlást, illetve a talajvíz káros mértékû megemelkedésének korlátozását biztosítja a tervezett szivárgó rendszer, amely vizét árvíz idején áttemelõk juttatják a Dunába.

A csapadékvíz elvezetõ rendszer gravitációs és szivattyús átvezetéssel juttatja az öblözet Római-parti területére jutó csapadékvizeket a Dunába.

Aranyhegyi-patak bal parti töltése

Az Aranyhegyi-patak bal parti védmûve magasságihiányos és a védmûvön jelentõs árvizek idején szivárgás észlelhetõ. A problémák megoldására a meglevõ töltés rendezése mellett árvízvédelmi falas magasítással és szivárgásgátló fal kialakításával kerül sor.

A Csillaghegyi-öblözet vízkár kockázatai – veszélyek azonosítása

Árvíz

Az öblözet árvíz kockázatát az öblözetet határoló árvízvédelmi vonalakon bekövetkező esetleges havária okozhatja. Az ilyen kockázatok kialakulhatnak a védvonalak magasságát meghaladó árvizek esetén, vagy a védművek teherbírásának kimerülése, avagy egyedi meghibásodása következtében.

A védmű magasságát meghaladó árvíz a jelen állapotban a nem megfelelő kiépítettség miatt lényegében MÁSZ-30 cm (kb. 900 cm) vízállástól veszélyt jelent, amint azt az 1. ábra mutatja.

A tervezett állapotban a jogszabály által előírt biztonsággal a védvonal magassági kimerülése a tervezési paraméterekben foglalt biztonsággal nem következhet be. A méretezés a védművek magasságát jogszabálynak³ megfelelően az 1% meghaladási valószínűségűnek tekintett árvízszintet 130 cm magassági biztonsággal határozza meg, ebben a magassági biztonságban a 0,1% meghaladási valószínűségűnek tekintett árvízszint is levezethető kb. 40 cm magassági biztonság fennmaradása mellett (2. táblázat).

A teherbírás kimerülése a megfelelő magasságú töltések esetén a keresztmetszet vagy a töltés anyagának elégtelensége miatt következhet be. A Csillaghegyi-öblözet jelenlegi védelmi létesítményeinek zöme keresztmetszet-hiányos, esetenként nem megfelelő anyagú. Ez különösen az Aranyhegyi-patak bal parti töltésére és a Királyok útja – Nánási úti töltésre igaz. Utóbbi állékonyságát 830 cm feletti árvízszintek esetén már mindenképp mentett oldali megtámasztó töltéssel kell biztosítani. A tervezett szerkezetek ilyen jellegű meghibásodása a tervezési előírások betartása és a méretezési szabványok biztonsági tényezői miatt kizárható.

Az egyedi meghibásodásból fakadó gátszakadás olyan okokra vezethető vissza, amelyek jellemzően rejtett jellegűek, így például

- közműkeresztezések, műtárgyak környezetében kialakuló intenzív szivárgás,
- olyan meghibásodás, amely valamely szerkezet anyaghibájára, sérülésére vezethető vissza, vagy
- rejtett életmódú állapotok által kialakított járatrendszerek hatása miatti károsodások, stb.

Az öblözetet fenyegető esetleges árvízi elöntés veszélyessége a többi később tárgyalandó vízkárral szemben lényegesen magasabb, mivel egyrészt méter nagyságrendű (akár több méteres) vízborítás kialakulását eredményezheti jelentős anyagi kár kialakulása mellett, másrészt váratlan helyzetben jelentős életveszélyt okoz, amennyiben a hirtelen bekövetkező elöntés elől a lakosság nem tud elmenekülni. Az ilyen káresemény materiális és emberélet veszélyeztetettségében megfogalmazható kockázatán túl – következményként - a társadalmi stabilitást veszélyezteti, és megingathatja az államba vetett bizalmat, széles körű lakossági elégedetlenséget válthat ki, így politikai vonatkozásai is vannak.

Belvíz

A belvíz fogalmát illetően számos értelmezéssel lehet találkozni a szakirodalomban.

A jelen tanulmányban a következő meghatározást tekintjük érvényesnek: belvízkár kialakulására akkor kerül sor, amikor a talaj vízelvezető képessége hosszabb időre lecsökken például a talajfagy, a magas talajvíz vagy a csapadékos időjárás miatti telített állapot következtében; az ilyen időszakokban a talajban elszivárgásában gátolt víz a felszínen összegyűlik, megjelenik, egybefüggő vízfelületet alkot.

A károsodás jellegéből adódóan a mélyfekvésű területeket érinti elsősorban. A Csillaghegyi-öblözet esetében terület délnyugati sarkában található Mocsáros-dűlő területe belvízveszélyes.

A Mocsáros-dűlő egy része mély fekvésű, lefolyástalan terület, ahol a talajvíz gyakran megjelenik a térszínen tévégi időszakban, valamint hosszabb csapadékos időjárást követően. A Mocsáros-dűlő magasabb térszínű területeinek vízelvezetését belvízcsatornák biztosítják (Schaffer-árok). A terület fekvése miatt is kedvezőtlen helyzetben van, az Öröm-hegy oldalából lefolyó vizek itt összegyülekezhetnek a korábbiakban. A hegyoldalból érkező víz átvezetésére épült a Péterhegyi-árok, amely a mély területet függőmedrű szakaszával keresztezi. Amennyiben az ároknak a vízszállító képességén felüli vízhozam szállítását kell biztosítani, a mederből kilépő víz a belvizes területen terülhet szét.

Belvízvédelmi szempontból általában aggályos lehetett a terület hegylábi része az északabbra található Csillaghegyen és Békásmegyeren is, de itt a vízrendezés megoldása – és a terület feltöltése, a hegyi vizeket levezető vízfolyások kialakítása és a csatornázás – a belvizes problémák elejét vette.

A megemelkedő talajvíz okozza az árvízvédelmi művek mentett oldalán kialakuló fakadóvíz jelenséget, amely ugyancsak értelmezhető a belvíz egyik megnyilvánulásaként.

A belvíz veszélyessége elsősorban anyagi természetű károkozásban nyilvánul meg, ez Csillaghegy területén egyes mélyebben fekvő ingatlanok elöntését jelenti, alapvetően a Mocsáros-dűlőben.

Helyi vízkár

A helyi vízkár a belvízzel rokon fogalom, amelynek ugyancsak számos definíciója létezik. A jelen tanulmányban helyi vízkár alatt a hirtelen lezúduló csapadékokból keletkező elöntéseket értjük, amelyek oka elsősorban a beszivárgási sebességet lényegesen meghaladó intenzitással hulló jelentős mennyiségű csapadék. Ilyen helyzetben a sík területeken a felszín mikrodomborzatát követve a mélyedésekben gyűlik össze a víz, és általában néhány óra, egy-két nap leforgása alatt eltűnik a felszínről.

A helyi vízkár különleges esete az, amikor a felszínen azért gyűlik össze a csapadékvíz, mert a vízelvezető elemek vízelvezető képessége időlegesen megszűnik. Ez az eset például a heves széllel, vagy jégveréssel kísért felhőszakadások esetében a lehulló lombzat miatt alakulhat ki, amikor a levelek a víznyelőkben felakadva a lefolyás útját elrekesztik.

Domboldalakon a hirtelen megjelenő csapadékvíz a meglévő medreken kívül kisvízfolyások kialakulását eredményezheti, amelyekben az áramlás jelentős sebességű lehet. Ezek eróziót okozhatnak, kimosódások, alámosások jelenhetnek meg, majd a kisebb terepesésű területeken a hordalék kiülepedésével további kár keletkezhet.

A helyi vízkár jelentősebb esetekben az áramlási sebesség miatt életveszélyt is okozhat a meredekebb területeken az elsodrési veszély révén, de jellemzőbb az elöntésből származó károsodás, amely a méteres nagyságrendet jellemzően nem éri el.

A helyi vízkár kategóriához sorolható a jelen tanulmányban a kisvízfolyások árvize is, amely ugyancsak helyi – többnyire konvektív – nagycsapadékok kialakulására vezethető vissza. A nagyobb vízfolyások esetében (a Csillaghegyi-öblözetben az Aranyhegyi-patak) ez akár távolabbi felhőszakadásból is eredhet.

A felhőszakadások gyakorta szélviharral és villámlással együtt jelentkeznek.

A Csillaghegyi-öblözet vízkár kockázatait kiváltó vagy kísérő kockázati tényezők

A kockázatok vizsgált kategóriái

A Csillaghegyi-öblözet árvízvédelmi műveinek megvalósítását és üzemeltetését (a védekezést) befolyásoló kockázati tényezők a katasztrófavédelmi értelmezésben három fő kategóriába sorolhatók:

- természeti események,
- súlyos balesetek,
- szándékosan előidézett események.

A fejezetben ezek a hatások a következő megszorításokkal kerülnek elemzésre, illetve bemutatásra.

A természeti események kategória a földtani, éghajlati veszélyeztetések körét foglalja magában.

Ezen túlmenően említésre kerülnek egyéb természeti veszélyek, amelyek relevanciája elméleti, vagy egyéb kategóriában értelmezhető.

A súlyos balesetek kategória és a szándékosan előidézett események csoportja a társadalmi kockázatok megnevezés alatt kerül értékelésre. A súlyos baleset, mint lehetséges kockázati tényező csak a Csillaghegyi-öblözet védvonalai tekintetében kerülnek értelmezésre a továbbiakban azzal, hogy a védmű védképességének valamilyen romlását előidéző véletlen, nem természeti eredetű események kerülnek ebbe a csoportba. Erre azért van szükség, mert ez a kategória tartalmazhatna például az olyan árvizek kialakulásából eredő veszélyeztetést is, amely például valahol máshol bekövetkező súlyos baleset révén alakul ki vagy a meglévő veszélyhelyzetre „erősít” (a Duna vízgyűjtőjén valahol egy víztározó átszakadása miatti többlet vízhozam és többlet vízszint eleve magas vízállás mellett).

A természeti hatásokból eredő kockázatok vizsgált köre a 2011. évi CCXXXVIII. a katasztrófavédelemről szóló törvény (továbbiakban Katv. tv.), valamint a szakirodalomból külön jelzett források szerint, illetve további mérlegelés alapján lettek meghatározva.

A tanulmány a törvény felsorolása alapján értelmezett alábbi veszélyhelyzeteket vizsgálja:

1. árvízvédekezés során, ha az előrejelzések szerint az áradó víz az addig észlelt legmagasabb vízállást megközelíti és további jelentős áradás várható, vagy elháríthatatlan jégtorlasz keletkezett, vagy töltésszakadás veszélye fenyeget,
2. földtani veszélyforrások,
3. a veszélyes anyagokkal és hulladékokkal történő tevékenység során, vagy ipari baleset miatt a szabadba kerülő anyag az emberi életet, egészséget, továbbá a környezetet tömeges méretekben és súlyosan veszélyezteti,
4. tömeges megbetegedést okozó humánjárvány vagy járványveszély, valamint állatjárvány,
5. a kritikus infrastruktúrák olyan mértékű működési zavara, melynek következtében a lakosság alapvető ellátása több napon keresztül, vagy több megyét érintően akadályozott.

Az egyes veszélyhelyzeteket a tanulmány külön csoportosításban vizsgálja, így például a 3-4 pontokban felsorolt események a védekezés késedelmét okozhatják, így késedelemként lettek

értelmezve, kizárva ezzel az ipari balesetek rendkívül összetett vizsgálatát. A tanulmány a kockázatot kiváltó hatások körét a törvényi felsoroláshoz képest kiegészítve vette figyelembe. Tekintettel arra, hogy az árvízvédekezés során számos olyan éghajlati hatás is kialakulhat, amely a védekezés lefolytatását jelentősen befolyásolhatja, a feltárt tényezőkés ezek bekövetkezési esélyének megfontolása külön vizsgálat tárgyát képezik. Vizsgálatra került emiatt a:

- jelentős intenzitású nagycsapadék,
- jelentős csapadékmennyiséget okozó többnapos csapadék,
- hóesés,
- havas napok,
- szélvihar,
- hófúvás,
- villámlás.

A tanulmány az árvízvédelmi kockázatot több részben vizsgálja, mivel a jégmentes és jeges árvízi jelenségek előfordulása, az ezekkel együttesen jelentkező hatások vizsgálhatósága ezt indokolta. Ennek következtében a következő címek kerültek vizsgálatra:

- jelentős jégmentes árvíz, LNV közeli, tovább áradó víz, töltésszakadás veszélye,
 - jelentős jégmentes árvíz esetén uszadék vagy egyéb úszó testek ütközésének hatása,
 - jeges árvíz, jégtorlasz vagy védelmi helyzetben kialakuló jégzajlás,
- Ezek a pontok tartalmazzák az éghajlati hatások egyidejű előfordulásának vizsgálatát is.

A törvényi felsorolásban található:

- a veszélyes anyagokkal és hulladékokkal történő tevékenység során a szabadba kerülő anyag az emberi életet, egészséget, továbbá a környezetet tömeges méretekben és súlyosan veszélyezteti,
- tömeges megbetegedést okozó humánjárvány vagy járványveszély, valamint állatjárvány

jogszabályi hivatkozásokat a társadalmi kockázati tényezők pontba sorolva, késedelmet okozó kockázatként veszi figyelembe a tanulmány.

A társadalmi kockázati hatások körében a következő elemek kerültek vizsgálatra:

- kockázat a védelmi rendszer felállításának késedelme miatt,
- kockázatok társadalmi hatásokból a létesítmény építése során,
- kockázatok társadalmi hatásokból a létesítmény üzemeltetése során.

Az első pont – bár értelmezhető lenne a harmadik részeként – külön szerepeltetése a fontossága miatt indokolt. Ennek oka az, hogy a védelmi rendszer védképességének előállítása a szokásos árvízvédelmi létesítményekhez képest jelentős építési és szervezési feladatok pontos és ütemezett végrehajtását követően valósulhat meg. A második pont lényegében a jelenállapot körülményei közötti hatásokat foglalja össze az építéssel kapcsolatban felmerülő kockázatok figyelembe vétele mellett. A harmadik pont tartalmazza a vandalizmusból, véletlen balesetekből, vagy szándékossgal elkövetett mindazon cselekmények hatását, amelyek a létesítmény működtetése szempontjából lényeges következménnyel járnak, kockázatot okoznak.

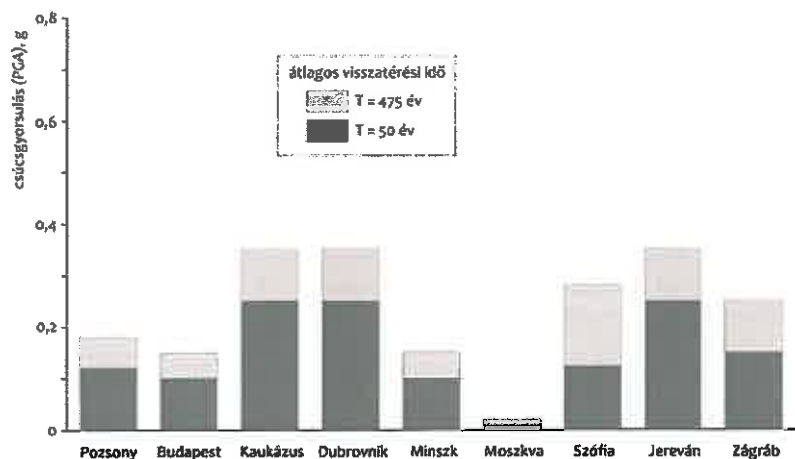
A természeti hatásokból eredő kockázati tényezők részletes bemutatása

Földtani eredetű kockázati tényezők

Földrengés

Földrengések szempontjából Magyarország mérsékelten veszélyes, közepesen aktív területnek számít⁴. A Kárpát-medence a szeizmikusan aktív mediterrán térség és a gyakorlatilag földrengésmentes Kelet-Európai-tábla között helyezkedik el.

Jelentősebb károkat okozó 5,5-6 magnitúdójú rengések előfordulása 40-50 év körül alakul Magyarországon⁵. A földrengések által okozott kár mértéke függ a rengés erősségétől valamint a földrengés epicentruma és a vizsgált objektum közötti távolságtól, továbbá a felszíni kőzetek jellegétől. A földrengés kockázat jellemzésére szolgál a horizontális gyorsulás gravitációs gyorsuláshoz viszonyított értéke (PGA), melyet az ismert tektonikai jellemzők figyelembevételével, statisztikai módszerekkel határoznak meg. Ez az érték világviszonylatban meglehetősen eltérő (4. ábra).



4. ábra Földrengések várható csúcsgyorsulás értékei néhány város, illetve terület esetében (forrás: Varga, P.: Földrengések előrejelzése. Magyar Tudomány, 172. évf. 2011/7 sz. pp:843-860)

A földrengés rendkívül ritka, igen rövid ideig tartó, de potenciálisan jelentős kár okozására képes jelenség. A magyarországi tapasztalatok szerint a létesítmények azon körét kell feltétlenül méretezni a földrengésekből adódó terhekre, amelyek különösen veszélyes tevékenységekre épülnek (pl. atomerőmű, vagy veszélyes vegyi üzem)

A magyarországi földrengések alapvetően tektonikai eredetűek. A horizontális kéregmozgás az Adriai-mikrolemez 2,5-4,1 mm/év nagyságú észak-északkeleti irányú lassú elmozdulásával valósul meg, amely nyomóhatást gyakorol az Eurázsiai-lemez által körülölelt Pannon-medencére. A komplex mozgások eredményeként kialakuló feszültségek egy része szabadul fel a földrengésekben, így a

⁴<http://www.seismology.hu/index.php/hu/szeizmicitas/szeizmicitas-es-foeldrengesveszely>

⁵<http://www.seismology.hu/index.php/hu/szeizmicitas/szeizmicitas-es-foeldrengesveszely/23-magyarorszag-szeizmicitasa>

komáromi $M \sim 6.3$, dunaharaszti $M \sim 5.6$, berhidai $M \sim 4.9$, móri $M \sim 5.4$, és az Oroszlány térségében kipattant $M \sim 4.7$ rengések is⁶.

Az árvízvédelmi mű szeizmikus eredetű meghibásodása közvetlen veszélyeztetést árvíz idején jelent. A földrengés szempontjából jelentősnek a 750 cm-t meghaladó vízállás esetén bekövetkező földmozgást tekintjük. Az ilyen árvizes napok előfordulási valószínűségét az 1924-től napjainkig rendelkezésre álló adatsor alapján határoztuk meg. Az ilyen árvizes napok előfordulása évente 1,87 nap, amely az egy évre vonatkoztatott egyenletes eloszlású valószínűségként értelmezve a nagyságrendi értékeléshez 0,0051 értéket jelent.

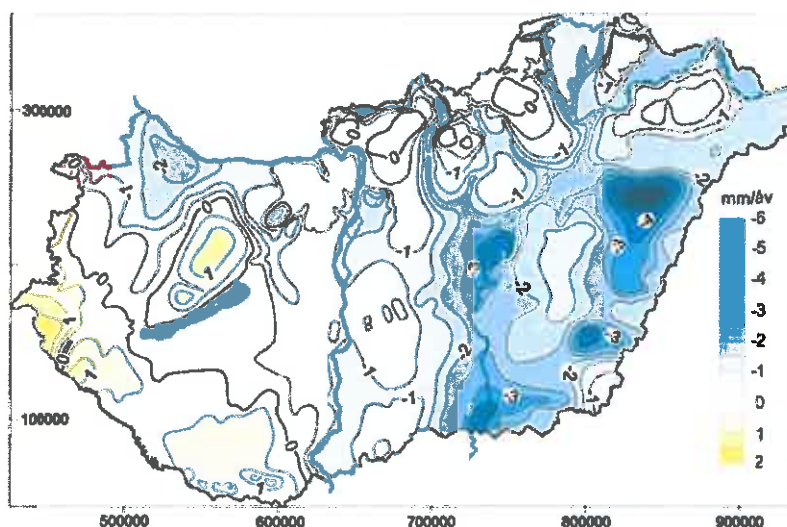
A 4. ábra szerint Budapestre jellemző 50 éves átlagos előfordulási gyakoriságú PGA 0,1 g csúcsgyorsulás értékkel jellemezhető földrengés valamely kiválasztott napon történő bekövetkezési valószínűsége 0,000055.

Annak a valószínűsége, hogy jelentős árvizes nap és mértékadó földrengés egy napon következzen be, a két valószínűség szorzata, azaz 0.000000281, vagyis együttes bekövetkezésük igen alacsony valószínűségű, években kifejezve kb. tízezer évente egyszer fordulhat elő átlagosan.

Időben elhúzó földtani folyamatok kockázata

A mérnöki létesítmények állékonyága és élettartama tekintetében jellemzően azok a mozgások jelentenek veszélyt, amelyek a létesítmény mérettartományán belül relatív elmozdulásokat okoznak. A magyarországi időben elhúzó földtani folyamatok körébe a tektonikai eredetű függőleges és vízszintes értelmű relatív elmozdulások, az esetleges antropogén eredetű felszínmozgások (pl. rétegyomás csökkenése vízkitermelés miatt, vagy bányászati tevékenység hatása), valamint a lejtőmozgások miatti kialakuló felszínmozgások sorolhatók.

A vízszintes irányú relatív mozgás összenyomódás vagy tágulás formájában fogalmazható meg. Ennek mértéke 2 mm/év nagyságrendű Budapest térségében, ez a létesítmény szempontjából nem releváns. A függőleges irányú elmozdulások mérése alapján 1992-ben szerkesztett térkép szerint a főváros érintett környezetének abszolút mozgása 1 mm/év nagyságrendű, a létesítmény szempontjából nem releváns⁷ (5. ábra).



5. ábra Vertikális elmozdulások Magyarországon, 1992-es felmérés alapján

⁶http://www.foldrenges.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=93:igy-mozog-a-foeldkeregalattunk&catid=5&Itemid=7

⁷<http://volgyesi.hotserver.hu/mszeizmo/pannon.pdf>

A terület alatt a felszín függőleges értelmű antropogén eredetű elmozdulását okozó bányászati vagy víztermelési tevékenység nincs.

Lejtőmozgások a terület síkvidéki karakteréből következően nincsenek.

Vulkanizmus

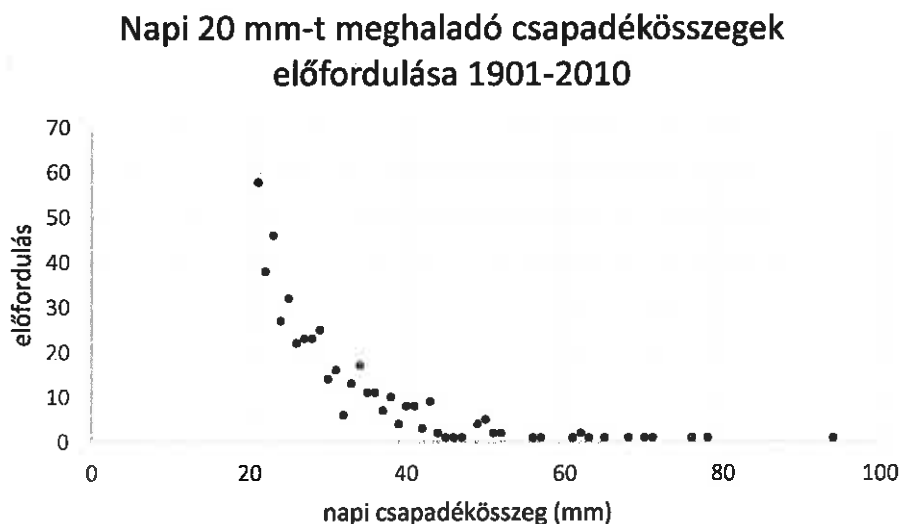
Magyarország területén nem releváns.

Éghajlati jellegű hatások

Jelentős intenzitású nagycsapadék

A jelentős csapadékmennyiséget hozó többnapos időszakokat a budapesti térségben fellelhető 1901-2010 időszak vonatkozásában nyilvánosan elérhető klíma adatsor (Budapest belváros, Kitaibel Pál utcai állomás) napi csapadékösszeg adatainak feldolgozása alapján készült⁸. A mérő a területtől mintegy 7-8 km-re helyezkedik el, hasonló domborzati viszonyok között, de eltérő felszíni borítottsággal (magas beépítés). Egyes éghajlati elemek szempontjából ezek a körülmények az adatok felhasználhatóságát megkérdőjelezhetik, de a csapadékok tekintetében ez a különbség nem okoz lényeges eltérést. A csapadékatatok szempontjából egyéb, kellő hosszúságú adatsor hiányában ezek az adatok analógiaként értelmezhetők a Csillaghegyi-öblözetre is.

A napi csapadékatatok közül a jelentősebb napi összegek – a csapadékösszeg emelkedésével – egyre inkább igen intenzív csapadékhullásból, felhőszakadásból származnak, amely helyi vízkárok kialakulásához vezethet. Az adatsor alapján vizsgálható volt az ilyen csapadékesemények előfordulásának nagyságrendje (6. ábra).



6. ábra 20 mm-t meghaladó napi csapadékösszegek előfordulása az 1901-2010 időszakban

A legnagyobb csapadékmagasság 93,9 mm volt. 40 mm-nél nagyobb napi csapadék 51 alkalommal hullott az 1901-2010 időszak alatt. Az ekkora csapadékok – amennyiben egy-két órán belül hullnak -

⁸http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok/Budapest/adatok/napi_adatok/index.php

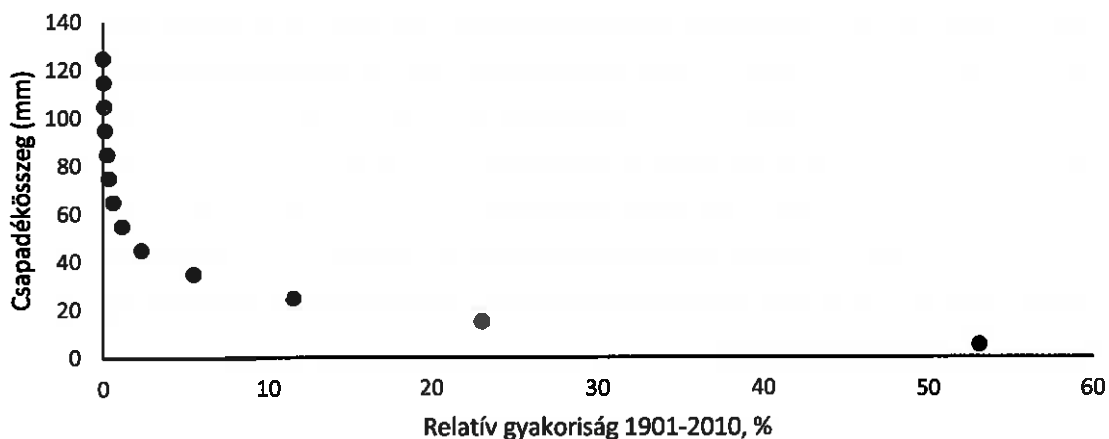
már meghaladják a helyi vízelvezető rendszerek kiépítési kapacitását, így időszakos vízborítást eredményeznek a mélyebb területeken.

A nagycsapadékok jelenségköre nincs összefüggésben a Duna aktuális vízszállításával, viszont összefügghet a területen található vízfolyások szélsőséges vízszállításával. A kisvízfolyásokon kiöntések kialakulhatnak ilyen csapadékesemények következtében. A hevesebb csapadéktevékenység befolyásolhatja a védműveken folyó munkálatokat, mobilgát felállítását, stb.

Jelentős csapadékmennyiséget okozó többnapos csapadék

A jelentős csapadékmennyiséget hozó többnapos időszakok az előbb használt adatok alapján voltak vizsgálhatók. Az adatsor csapadékadatai alapján a 2-3-4-5 napos (esőben hulló) csapadékösszegek legmagasabb értékei 90-130 mm közé esnek. Az ilyen események meglehetősen ritkák, a 60 mm csapadékösszegű időszakok száma összesen 32 volt, a 80 mm felettieké 10. Az események relatív gyakoriságát a 7. ábra mutatja.

2-3-4-5 napos, 40 mm csapadékösszeget meghaladó csapadékos időszakok előfordulása, 1901-2010



7. ábra A 2-3-4-5 napos esős időszakok csapadékösszegeinek relatív gyakorisága az 1901-2010 időszakban

A nagyobb csapadékszónák és a Duna nagyvizeinek kialakulása között fennállhat összefüggés, mivel egyszerre eshet az eső a Duna felső vízgyűjtőjén, és Budapesten is. A Csillaghegyi-öblözet területén és peremén elhelyezkedő kisvízfolyások vízszállítása ilyen időszakokban jelentős lehet, kisebb kiöntésük valószínűsíthető.

Az ilyen helyzet elsősorban az árvízvédekezés késedelmességét okozhatja.

Hóesés

A hóeséses napok száma és a hóesés során hulló csapadék mennyisége jellemzően csökkent az elmúlt évszázad során. A hóeséses napok átlagos száma 1924-2010 között 23 nap évente.

Egynapos havazásban hullott legnagyobb csapadék 20-30 mm közé 8 alkalommal esett.

A két- és háromnapos hóesések legnagyobb csapadékösszege 70-80 mm volt, egy-egy alkalommal.

A hóesés ebben az időtartamban az 50 mm csapadékösszeget jellemzően nem éri el.

A négynapos hóesések legnagyobb összege kétszer volt az 50-60 mm sávban.

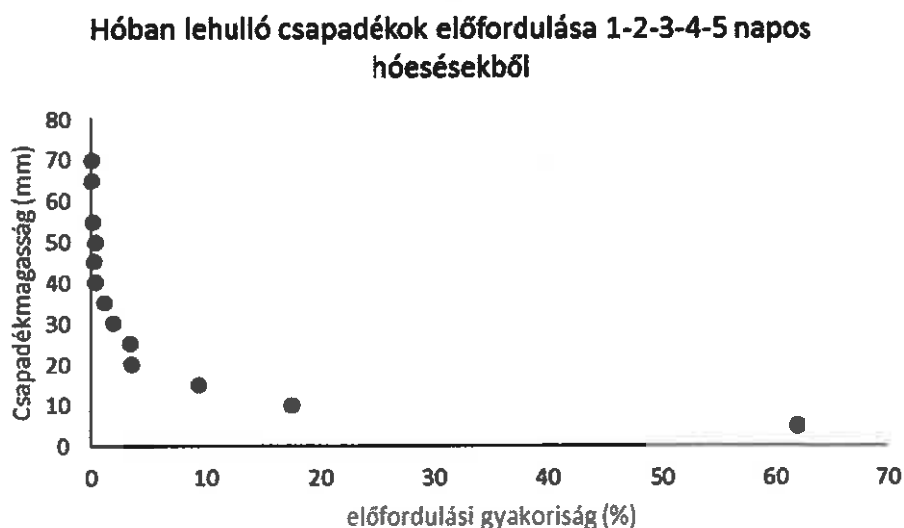
Nagy előfordulási gyakorisággal a 10-20 mm-es hóesésben hulló csapadékösszegekkel lehet számolni. A hóeséses napok hatása a havas napokéval azonos jellegű. Különbséget a hóesés folyamata során folyamatosan változó – romló – árvízvédelmi feltételek alakulása jelent, amely a közlekedési és szerelési-manipulációs munkaterületek tisztántartására fordítandó többlet erőforrás igényként jelentkezik.

Havas napok

A havas napok száma az 1971-2000 időszakban 31 nap volt. A havas napok az árvizek elleni védekezés körülményeinek kedvezőtlen jellegében jelentenek akadályt, így a szállítási, amellyel összefüggésben a szerelési feladatok elvégzése kockázatosabbá válik.

Jelentős hóolvadás

A jelentős hó illetve olvadás miatti károk előfordulása összefügg a hó megjelenésével és mennyiségével. A rendelkezésre álló klíma adatsor alapján becsléssel meghatározható a kihullott csapadékmennyiség alapján a friss hó vastagsága. A friss hó 10 mm-e kb. 1 mm csapadékmagasságnak felel meg. A hó vastagságának kezdeti értékére ennek alapján lehet következtetni. Ez a becslés nem veszi figyelembe a hó tömörödését, amely 20 cm vastagság fölött már kimutatható.



8. ábra Hóban lehulló csapadékok 1-2-3-4-5 napos hóesésekből a csapadékmagasság szerinti megoszlásban

Az adatokból leválaszthatók a hóban lehulló csapadékok. Ez a csapadékforma kisebb mennyiségi szélsőségeket mutat, mint az esőből keletkező. Az adatok alapján 50 mm-t meghaladó havazás négyszer, 40 mm-t meghaladó 13 alkalommal fordult elő. A csapadék idősor 110 évet átfogó adataiból tízes nagyságrendű volt az igen jelentős havat adó többnapos hóeséses napok száma, így önmagában ez az időjárási tényező a vizsgálat szempontjából nem releváns.

A hó hirtelen, nagytömegű olvadásához jelentős enyhüléssel járó tavaszi időjárás és/vagy esővel érkező olvadás szükséges. A jelentősebb hóborítottság kialakulása viszonylag ritka esemény, a jelentősebb hóesések száma, amikor 1-2-3-4-5 nap alatt 40 mm-t meghaladó vízmennyiségnek megfelelő hó hullott az 1901-2010 időszakban, 13 volt.

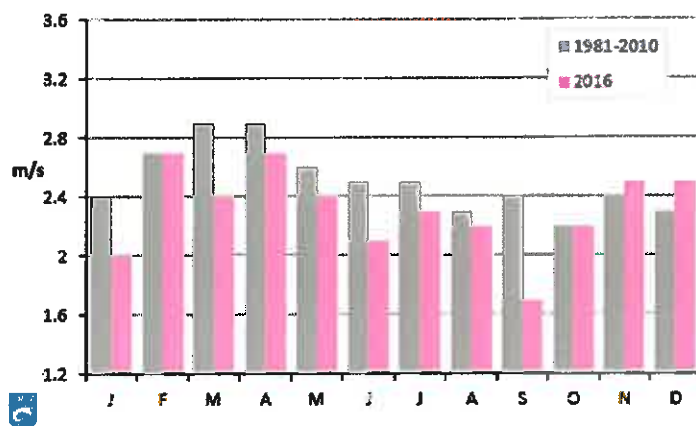
Tekintve, hogy a terület beépített és rendelkezik vízelvezető rendszerrel, a hó olvadásából eredő kockázat nem releváns.

Szélvihar

A globális légkörzés rendszerében a magyarországi földrajzi szélességeken a nyugatias szelek dominálnak, de a mérsékelt övre jellemző ciklontevékenység miatt a szélirányok gyakorta változnak. A leggyakoribb szélirány előfordulása 15-35% között ingadozik. Az uralkodó szélirány tekintetében az északnyugati elsődleges. A másodmaximum a délies szeleknél található⁹. A felszín közelében a szél irányát és részben a széllökéseket, és a szél sebességét is a helyi domborzat, valamint a beépítettség befolyásolja. A Csillaghegyi-öblözet területére egzakt szél adatok nem állnak rendelkezésre, az általános széltérképekből lehet kvalitatív következtetéseket levonni. A makrodomborzati adottságok miatt az uralkodó szélirány az Üröm-hegy, Róka-hegy, Ezüst-hegy vonulat, valamint az ezektől nyugatra elhelyezkedő Kevélyek vonulatai miatt befolyásolt. A „szélcsatornaként” működő Pilisvörösvári-árok miatt a terület délnyugati részén az uralkodó szélirány nyugatiasabb, míg az északabbi, valamint Duna menti területeken az északi irány uralkodó, gyakoribb. A délies szelek tekintetében ez a hatás kisebb mértékű.

Szeles napnak számít az, amikor a széllökések meghaladják a 10 m/s értéket, viharosnak pedig azok a napok, amikor a széllökés a 15 m/s értéknél nagyobb. Országos átlagban 122 szeles és 35 viharos nap jellemzi az időjárást. A legnagyobb széllökések 30-35 m/s között alakulhatnak.

Budapesten (Pestszentlőrincen) a havi átlagos szélesebségek 2,2-2,9 m/s, amely márciusban és áprilisban a legnagyobb, október során a legalacsonyabb (9. ábra). A sebesség legmagasabb értékei a statisztikában szinte kimutathatatlanul alacsony előfordulásúak, jellemzően a teljes év 1%-át teszik ki. A viharos napok száma havonta átlagosan 3-4.



9. ábra Szélesebségek havi átlagértéke és a 2016. évi értékek. (Országos Meteorológiai Szolgálat nyomán)

Hófúvás

A hófúvások a szél által mozgatható, jellemzően hideg időjárásban kihullott, meg nem olvadt hó esetében alakulhat ki. A hófúvás feltételezi a téli árvízvédekezést. Téli, hideg időszakban jelentős árvíz kialakulásának veszélye alacsony. A télvégi, tavaszi időszakban, jeges árvizes helyzetben is kialakulhat hófúvás. Ebben az esetben az árvízvédekezést a jelenség akadályozhatja.

⁹http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/

Tekintve, hogy a hóeséses napok száma alacsony, valamint a viharos napok száma kb. az év összességében 10%-ra tehető, hóesés előfordulása jelentős széllel igen alacsony. A szél által felkapható hó és szélvihar együttes előfordulási esélye alacsony.

Villámlás

Szervezett, műszeres villámdektálás az 1980-as évek vége óta folyik Európában. Az elektromos kisülések rádiójel alapú térbeli eloszlásmérése alapján Anderson és Klugmann készített térképet a 2008-2012 időszakra. Ennek alapjára magyarországi, Budapest környéki régióra átlagosan 1,6-2,5 villámlással lehet számolni évente, km²-ként¹⁰. Mivel a rádiójelekből nem vehető ki az, hogy a villám lecsapott, vagy a felhők közötti kisülés zajlott le, a mérések a kisülések teljes számát adják meg.

A villámok havi eloszlására ugyanők adnak tájékoztatót, illetve térképes adatokat a kutatásról írott publikációban. Lényegében „villámmentes” a novemberrel kezdődő és február végéig terjedő időszak. Márciustól folyamatosan emelkedik a villámok száma, júniusban érve el a csúcst.

Ekkor km²-ként 6-10 villámot észleltek. Ezt követően a nyár hátralevő részében lassan csökken a villámcsapások száma, és szeptemberben-októberben 0,4-0,65 értékkel jellemezhető (1. táblázat).

hónap	db/km ²
január	0
február	0
március	0,25
április	0,65-1
május	2,5-6,5
június	6-10
július	4-6,5
augusztus	4-6,5
szeptember	0,4-0,65
október	0,4-0,65
november	0
december	0

1. táblázat Villámiások havi megoszlása Budapest térségében (Anderson és Klugmann térképe nyomán)

A villámcsapások számának helyi alakulásában a helyi mikrokörnyezet adottságai is közrejátszanak. Az elektromos kisülés a környezetből kimagasodó tereptárgyakon könnyebben végbemegy. Ugyanakkor egyéb tényezők növelhetik a villámcsapás helyi valószínűségét. A vízpart önmagában is emelheti a villámcsapások számát, amint a nedves talaj vagy a nedves aljnövényzet. A vasúti sínek is kedveznek a kisülések végbemenetelésében, és ebben a tekintetben a fémszerkezetes mobilgátak alighanem hasonló tulajdonsággal rendelkeznek.

A villámlás elsősorban – szinte mindig – a zivatarokat kíséri, így a havi adatokon túlmenően a jelenség előfordulása leszűkíthető a konvektív csapadékhullással jellemezhető május-szeptember időszakra, azon belül pedig a zivatarok idejére. A zivatarok átlagos előfordulása egy-egy területen évente 25-28 db, ezen belül a legtöbb a május-augusztus időszakban észlelhető. A villámcsapások előfordulási valószínűségének becslése ezekre az adatokra támaszkodva elvégezhető.

¹⁰ Anderson G., Klugmann D.: A European lightning density analysis using 5 years of ATDnet data. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14,815-829,2014

A villámtevékenység az építési-szerelési munkák során jelent veszélyeztetést. A tervezett árvízvédelmi mű fém szerkezetei jól földeltek, a vízfelület és fás vízszegély közelében található, így a statisztikai átlagnál nagyobb villámcsapás veszélynek vannak kitéve.

Kozmikus eredetű hatások

A kozmikus eredetű hatások két csoportja befolyásolhatja az árvízvédelmi rendszer létesítését vagy üzemeltetését. Ezek az alábbiak:

- a védelmi képességen túl a teljes védett rendszert elpusztítani képes hatások,
- a védelmi képességet befolyásoló hatások.

Az első kategóriába sorolható események az energiájuknál fogva a létesítményen túlmenően globális közvetlen pusztító erejű kockázatot jelentenek, amelyre sem megelőzési, sem védelmi megoldások nem állnak rendelkezésre (meteor, kisbolygó ütközése, gamma-kitörés, stb.).

A második kategóriába tartoznak azok a kozmikus eredetű hatások, amelyek például elektromágneses hatásuk (a Nap sugárzásának hirtelen változása, elektromágneses vihar) miatt a telekommunikációt – és ennek révén szélsőséges esetben akár az energiaellátást is – időlegesen vagy tartósan akadályozzák, esetleg berendezések tönkremeneteléhez vezethetnek. Ezek a kockázatok a kommunikációs és energetikai infrastruktúra kiesésével foglalkozó bekezdésbe lettek sorolva.

Jelentős jégmentes árvíz, LNV közeli, tovább áradó víz, töltésszakadás veszélye

A katasztrófavédelemről szól 2011. évi CCXXXVIII. törvény szerint a jelentős jégmentes árvíz, ha az előrejelzések szerint az áradó víz az addig észlelt legmagasabb vízállást megközelíti és további jelentős áradás várható vagy töltésszakadás veszélye fenyeget, veszélyhelyzetnek minősül. A Duna jégmentes árvizeinek elemzése és a legutóbbi időszak tapasztalatainak figyelembevételével 2014 során új mértékadó árvízszintet (MÁSZ) határoztak meg¹¹. A MÁSZ új értéke a hidrológiai számítások szerint a 100 évente egyszer bekövetkező árvízi vízhozamhoz tartozó kalibrált vízfelszín alapján lett meghatározva. Ennél magasabb jégmentes vízállás is kialakulhat, amelyhez a hidrológiai vizsgálatok során bekövetkezési valószínűségeket rendeltek. A statisztikai értelemben vett 100 éves visszatérési időhöz rendelt mértékadó vízállás a Vigadó téri vízállás értékben lett meghatározva. A 200 éves visszatérési idejű árvíz tetőző vízállása a Vigadó tér szelvényében a számítások szerint 29 cm-rel haladja meg az MÁSZ értékét. Az 1000 évente átlagosan egyszer előforduló árvíz tetőzése ugyanezen megfontolások alapján 89 cm-rel lenne magasabb a MÁSZ értékénél, tehát a magassági biztonság 130 cm-es értékén belül várható a Vigadó téri szelvényben.

A 2. táblázat mutatja be a Duna három budapesti vízmércéjének számított vízhozam és vízállás adatait a különféle visszatérési időkhöz rendelt¹²:

1174/2014. (XII. 23.) BM rendelete folyók mértékadó árvízszintjeiről

¹² VIZITERV ENVIRON Kft.: „Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése. Összefoglaló tanulmány”, 2016.

Vízmerce				NP Vízállás (H) túllépési valószínűség (cm)					NP Vízhozam (Q) túllépési valószínűség (m ³ /s)				
Azonosító	Megnevezés	Szelv. szám (fkm)	"0" pont (mBf)	H _{0,1%}	H _{0,5%}	H _{1%}	H _{5%}	H _{10%}	Q _{0,1%}	Q _{0,5%}	Q _{1%}	Q _{5%}	Q _{10%}
AAM587	Budapest	1646,5	94,97	1016	956	927	875	803	11700	10400	9850	8900	7800
AAQ520	Kvassay zsilip	1642,2	94,82	958	898	866	810	738	11600	10400	9800	8850	7800
AAM571	Budafok	1636,9	94,36	888	834	812	775	729	11600	10300	9750	8850	7750

2. táblázat Budapesti dunai vízmércékre vonatkozó jellemző vízállás és vízhozam adatai (VIZITERV ENVIRON Kft)

A Csillaghegyi-öblözet partszakaszára a jogszabály szerint a MÁSZ szintek tengerszint feletti magassági értékei 105,07 mBf és 105,45 mBf közé esnek, a jogszabály által előírt védmű kiépítési szint így 106,37 és 106,75 mBf közé esik.

A Duna óbudai vízmércéjére a 2007-2010 időszak alapján számolt mércekapcsolat¹³ alapján a 100 éves visszatérési időhöz tartozó vízszint 105,38 mBf, az 1000 éves visszatéréshez pedig 105,99 mBf vízszint tartozik. Az 1000 éves árvízszint mércekapcsolati vonallal transzportált értéke a Csillaghegyi-öblözetben is a kiépítési biztonság mértékén belül található.

Az eredményekből láthatóan a statisztikai vizsgálat szerinti vízállások – várhatóan – nem érik el a MÁSZ kiépítési biztonság előírt mértékével növelt szintjét, vagyis a tervezett létesítmények előírt kiépítési szintjét.

Az esetleges védmű meghibásodás miatti elöntés hatásának becslésére a 2013-ban készített elöntési számítás elfogadható támpontot ad¹⁴, mivel a területen időközben a víz áramlását befolyásoló változtatások nem történtek. Ennek megállapításai szerint a Nánási út- Királyok útja vonaláig 1 óra alatt eljuthat a víz a mobilgát esetleges átszakadása miatt. Az öblözet távolabbi területeinek feltöltése további 6-12 óra leforgása alatt megtörténik.

Az árvizekhez rendelt visszatérési idő csak hosszú időszak átlagában értelmezhető. A 2002-2013 közötti időszak jelentős árvizei az 2. táblázat szerint a 10-33 éves átlagos visszatérési idővel jellemezhetők. Az elmúlt másfél évtizedben tapasztalt sűrűbb előfordulásuk statisztikai ingadozás is lehet. Egy meghatározott tetőző vízállással levonuló árvíz előfordulásának a statisztikai átlagértéke az észlelések alapján becsülhető, de a bekövetkezési valószínűségük a statisztikai adatok alapján minden évben azonos, akármekkora volt a megelőző évben a legnagyobb vízállás.

Budapesten védekezés szempontjából a 750 cm-t meghaladó vízállással levonuló árvizek jelentősnek tekinthetők, de töltésszakadás veszélye a különösen nagy árvizek esetén (Vigadó téri tetőzésben kifejezve 800 cm feletti tartomány) a védművekre ható jelentős terhelés miatt magas. A védművek esetleges meghibásodása ilyen esetben jellemzően két okból következhet be, így az altalaj valamilyen meghibásodásából, vagy feltáratlan anomáliája következtében, valamint a tervezett árvízvédelmi szerkezet hibájából. E kockázatok kiküszöbölésére az új építésű szerkezetek tekintetében a szabványos mintavételi szabályok és a geotechnikai és szerkezetiméretezési eljárások biztonsági tényezőinek alkalmazásával van mód.

A magas vízállású és árvizes napok átlagos éves előfordulása az 1924-2015 időszakban az alábbi táblázat szerint alakult.

¹³ Rácz Tibor, Bana Zsolt, Székely Árpád, dr. Szilágyi Mihály: A Duna budapesti legnagyobb vízállásainak burkológörbéje 2006-ban. Vizsgálat a Vigadó téri és az Óbudai vízmerce adatai alapján. Hidrológiai Közlöny, 2013. 3. szám

¹⁴ Elöntés számítás. ERBOPLAN Kft, 2013

vízállás osztály	átlagos előfordulás (nap)
850-900	0.05
800-850	0.29
750-800	0.51
700-750	1.15
650-700	1.61
600-650	2.59
550-600	6.45

3. táblázat: Vízállás gyakoriságok átlagértéke (nap/év) az 1924-2015 időszakra

Helyi vízkár veszélyeztetettség magas vízállások időszakában

A helyi vízkár veszélyeztetettség tekintetében a magas dunai vízállással együtt bekövetkező zivatarok különösen veszélyesek lehetnek. A magas vízállású napokon hulló jelentős csapadékok vizsgálatára az 1924-2010 közötti időszak adatai kerülnek bemutatásra.

A rövididejű nagycsapadékok helyi vízelvezetési gondokat, helyi vízkárokat okozhatnak.

A csapadékadatok vizsgálata szerint Magyarországon bárhol előfordulhat 100 mm-t meghaladó napi csapadékösszeg 50-100 éves átlagos visszatérési idővel. Az esemény előfordulásának becslése igen körülményes, mivel a mérési adatok időszora nem elég hosszú a pontosabb statisztika előállításához. A statisztikai vizsgálat szempontjából az eleve ritka események kezelése nehézkes. Egyéb körülmények is befolyásolják a kérdés vizsgálatát, például a meteorológiai viszonyok hosszabb időtávon bekövetkező változása (klímaváltozás).

A vízelvezető rendszerek esetében a napi 20 mm-t meghaladó csapadék már okozhat gondokat, és amennyiben ez felhőszakadésként érkezik, úgy a vízelvezető rendszereket néhány órára jelentős túlterhelésnek teheti ki. A 40-60-80 mm-es csapadékot hozó 60-90 perc időtartamú nagycsapadékok 30-50 évente előfordulhatnak a területen. Ilyenkor a Duna befogadóképességétől függetlenül is elöntések alakulhatnak ki az öblözet területén.

A Duna vízállásának a Budapest belváros csapadékmérő állomás 1924-2010 időszakra vonatkozó adatainak együttes vizsgálata alapján az alábbi táblázat állítható össze. Látható, hogy az igen magas vízállású napok és a rövididejű nagycsapadékok előfordulása ritka esemény, amelyen az sem változtat lényegesen, hogy 2013-ban a tetőzés előtti napon 43 mm-es csapadékmagasságot regisztráltak, így a CS 40-60 mm teljes sor adatai egy eseménnyel növelhető (ld. a zárójeles értékeket az alábbi táblázatban). Az adatok szerint jelentős zivatar és árvíz egybeesése igen alacsony eséllyel következik be.

Duna >	350 cm	450 cm	550 cm	650 cm	750 cm
CS 0-20 mm	451	182	53	16	3
CS 20-40 mm	14	3	1	0	0
CS 40-60 mm	3 (4)	2 (3)	1 (2)	0 (1)	0 (1)
CS 60-80 mm	1	0	0	0	0

A zivatar, vagy felhőszakadás előfordulása alacsony valószínűségű esemény, amelynek önmagában – hidrológiai eseményként – a kialakítani tervezett vízelvezető megoldások mellett az árvízvédelmi rendszerre alacsony a kockázata.

A tartós, 2-5 nap hosszúságú csapadékos időszakok jelentős mennyiségű csapadékot hullathatnak. Ezek egybeesése a magas Duna vízállással a vízelvezető rendszereket jelentős mértékben megterheli,

a talajvíz szintjét a jó beszivárgási adottságú területeken megemelheti. Ez a Duna menti, a folyó vízállása által befolyásolt sávban számottevő mértékben befolyásolhatja a talaj telítettségét.

A 2-5 napos csapadékösszegek valamekkora Duna vízállás meghaladása, mint feltétel melletti feltételes gyakoriságát az alábbi táblázatok mutatják be. A 4. táblázat adatai alapján látható, hogy az 550-es vízállás felett, amikor a csapadécsatorna zsilipek zárasi tartományát meghaladja a Duna vízállása, a legnagyobb csapadékösszeget egy ötnapos esemény adta 70-80 mm csapadékösszeggel, ami önmagában nem kevés, de öt napi megoszlásban már nem szélsőséges adat, igaz, a táblázatból nem derül ki a csapadékok napok közötti megoszlása.

A további jelentősebb csapadékösszegek a 650-750 vízállások közötti tartományban láthatók, így a kétnapos 40-50 mm-es, valamint a négynapos 50-60 mm-es érték (4. táblázat 550 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos esőzések előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

).

A 750 cm feletti vízállások tartományában elenyésző 10-20 és 0-10 mm csapadékösszeggel jelentkező csapadékokat látni, amelyek hatásuk tekintetében lényegében elhanyagolhatók (5. táblázat 650 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos esőzések előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

).

DUNA>550cm	2 NAP	3 NAP	4 NAP	5 NAP
CS 70-80 mm	0	0	0	1
CS 60-70 mm	1	0	0	0
CS 50-60 mm	0	0	1	0
CS 40-50 mm	3	0	0	2
CS 30-40 mm	5	1	2	0
CS 20-30 mm	2	1	0	1
CS 10-20 mm	10	8	3	2
CS 0-10 mm	34	8	5	1

4. táblázat 550 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos esőzések előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

DUNA>650cm	2 NAP	3 NAP	4 NAP	5 NAP
CS 60-70 mm	0	0	0	0
CS 50-60 mm	0	0	1	0
CS 40-50 mm	1	0	0	1
CS 30-40 mm	1	1	2	0
CS 20-30 mm	2	1	0	1
CS 10-20 mm	2	2	0	1
CS 0-10 mm	11	3	2	0

5. táblázat 650 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos esőzések előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

DUNA>750cm	2 NAP	3 NAP	4 NAP	5 NAP
CS 60-70 mm	0	0	0	0
CS 50-60 mm	0	0	0	0
CS 40-50 mm	0	0	0	1
CS 30-40 mm	0	1	0	0
CS 20-30 mm	0	0	0	0
CS 10-20 mm	1	0	0	0

CS 0-10 mm	3	0	0	0
------------	---	---	---	---

6. táblázat 750 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos esőzések előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

Magas talajvíz miatti elöntés veszélye

A Csiglaghegyi-öblözet védvonalaktól egyes távolabbi területei, mint a Mocsáros-dűlő, mélyfekvésűek, de alacsony térszínű a Római-part jelentős része is.

Az alacsony területeket nyugatról dombok, hegyek kísérik, ahonnan mind a lefolyó vizek, mind a törmelékrétegekben leszálló vizek, mind pedig a mélységi víztestekből felfelé törő karszt eredetű vizek (Római fürdő) megjelenhetnek. A felső talajvízemeletben áramló víz befogadója a Duna. Szélsőséges helyzetben elvileg a Duna vízállásától függetlenül is elképzelhető olyan helyzet, hogy tartós, bőséges csapadék, vagy hóolvadással együtt kialakuló folyékony csapadék miatt a talajban áramló víz szintje a felszínig emelkedik, vagy a felszín fölött alakul. Ebben a helyzetben a mélyebb területeken (Mocsáros-dűlő) vízállások alakulhatnak ki. A Duna menti szegély vízállását a folyó befolyásolja, így amennyiben a vízállás a partot nem éri el (és nem közvetlen árvízi időszak utáni időszakban történik intenzív csapadékhullás), felszínen tartósabb, vagy jelentősebb elöntés nem alakulhat ki.

A vízborítás kialakulása a Mocsáros-dűlő legmélyebb, nyugati kb. 30 ha-nyi területét érintheti, amely lefolyástalan. Ezen a területen ugyanakkor a Duna talajvízre gyakorolt hatása már nem érvényesül.

Az itt keresztülhaladó, az Üröm felé emelkedő hegyoldal vizeit levezető Péterhegyi-árok függő medrű, azaz a mély terület víztelenítésében nem vesz részt. A Mocsáros-dűlő keleti felének vizeit a Schaffer-árok és az oda bekötő belvízcsatornák elvezetik.

Az öblözet további területének felszíni vízvezető rendszere – valamilyen módon – kiépített.

A hegyoldalak felől érkező csapadékvizeket a hegyi árkok elvezetik (pl. Ürömi úti árok, Kőbánya úti árok, Kerti-árok, Békásmegyéri-árok és Csiglaghegyi-árok). A Duna felé közeledve ezek az árkok az egyesített csatornáknak folytatódnak tovább. A hegyi árkok miatt a hegyoldalakból lefolyó víz átfut a mélyebb területeken, így a talajvíz utánpótlásában a hegyoldalakra hulló csapadékvíz csak kisebb részben vesz részt. Az egyesített csatornák a belvíz kialakulásának megelőzésében jelentős szerepet játszanak.

A Duna, mint befogadó, a teljes öblözet talajvízállására kihatással van, de a Duna ár hullámai csak a partvonalat követő 500-700 m-es sávban észlelhetők. A Duna vízállása (vízszintje) ezen a sávon kívül a sokéves átlagértékével jelent hatást, amennyiben a parti zónában árvizek idején a talajvízszint megnövekedik ugyan, de a dunai vízszint csökkenésével intenzív áramlás indul meg a talajban a folyó felé. Ez az áramlás a vízvezető rétegben tározódó talajvizet néhány hét leforgásával lecsapolja.

A talajvíz lecsapolását követően helyreáll a szokásos áramlási helyzet. Ezen a helyzeten az időjárási szélsőségekből származó többletbeszivárgás igen lassan változtat. A többletbeszivárgás alapvetően nedves időjárású időszakok (hetek, hónapok) révén következhet be.

A tervezett Római-parti védmű mögött létesülő mélyszivárgó megfelelően biztosítja a védmű mélyépítési szerkezetei alatt – tartós dunai árvízi helyzetben – az átszivárgó vizek eltávolítását és áttemelését a Dunába. Az elvégzett hidrogeológiai modellezés (Dr. Mahler – BME; 206-2017.) és a nagytérségi hidrogeológiai modellezés (Dr. Völgyesi és Rédly – TÉR-TEAM Kft.; 206-2017.) megnyugtatóan igazolta az engedélyezési terv készítésének szintjén, hogy tartós dunai nagy

árhullám és tartós extrém nagy csapadékos időszak (az Aranyhegyi- és a Barát-patakok teljes vízgyűjtőjén) együttállása esetén sem kell tartani a mentett oldalon 200-250 méteren belül a talajvíz (rétegvíz) felszínre kerülésétől; amennyiben a kiépítendő szivárgó rendszert megfelelően üzemeltetik. méter

Szélvihar

A természeti kockázatoknál leírtak szerint országos átlagban 122 szeles és 35 viharos nap jellemzi az időjárást. A legnagyobb széllokések 30-35 m/s között alakulhatnak. A viharos napok relatív gyakorisága 0,095.

Annak átlagos gyakorisága, hogy az árvízvédekezés 650 cm feletti vízállás alakuljon ki, 3,48 nap évente, relatív gyakoriságként kifejezve 0,0095. A gyakoriság alapján a két esemény együttes bekövetkezésének relatív gyakorisága (becsült valószínűsége) – mivel független eseményekről beszélünk – a relatív gyakoriságok szorzata, $0,095 \times 0,0095 = 0,0009$. Ez azt jelenti, hogy ilyen magas vízállás viharos széles nappal történő egybeesése átlagosan valamivel kevesebb, mint 1/1000. Másként lefordítva 650 cm feletti vízállás átlagosan három évente egy napon esik egybe viharos erejű széllel.

Itt jelezni szükséges, hogy ezek a ritka eseményekre vonatkozó becsült előfordulások átlagos értékek, lehet, hogy tízévente két-három olyan magas vízállású nap lesz, amikor a széllokés szélessége a jelzett küszöbértéket meghaladja.

Hóesés-havazás-hóolvadás

Amint azt a természeti kockázatoknál jelzett átlagos előfordulási gyakoriságokat mutatják, jellemzően alacsony értékekkel kell számolni. A havas árvízvédekezés az eddigi időszakokban ritka esemény volt. A hóeséses napok valamely értéket meghaladó Duna vízállásra vonatkozó feltételes gyakorisága az alábbi táblázatokban látható az 1924-2010 időszakra.

Az egynapos hóesések száma a tényleges árvizes időszakban (650 cm feletti vízállás) 10 volt, amelyek mindegyike 0-20 mm csapadékot hozott (7. táblázat).

A tartósabb havazással együtt bekövetkező nagyvízes időszakok tekintetében az 550 cm feletti vízállások esetén viszonylag gyakori volt a hóeséses esetek száma (8. táblázat), de láthatóan a 650 cm-t meghaladó vízállások esetén ez a szám jelentősen csökken. A többi esemény elhanyagolható csapadékot okozott (9. táblázat). Ugyanez igaz a 750 cm feletti adatokra is (9. táblázat 650 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos havazások előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

).

Duna >	350 cm	450 cm	550 cm	650 cm	750 cm
CS 0-20 mm	166	71	30	8	2
CS 20-40 mm	13	0	0	0	0
CS 40-60 mm	0	0	0	0	0
CS 60-80 mm	0	0	0	0	0

7. táblázat Egynapos havazással hullott csapadék vízállásokra vonatkoztatott feltételes gyakorisága

DUNA>550cm	2 NAP	3 NAP	4 NAP	5 NAP
CS 60-70 mm	0	0	0	0
CS 50-60 mm	0	0	0	0
CS 40-50 mm	0	0	0	0
CS 30-40 mm	0	0	0	0
CS 20-30 mm	1	0	1	0

CS 10-20 mm	0	0	0	0
CS 0-10 mm	5	1	0	1

8. táblázat 550 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos havazások előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

DUNA>650cm	2 NAP	3 NAP	4 NAP	5 NAP
CS 60-70 mm	0	0	0	0
CS 50-60 mm	0	0	0	0
CS 40-50 mm	0	0	0	0
CS 30-40 mm	0	0	0	0
CS 20-30 mm	0	0	1	0
CS 10-20 mm	0	0	0	0
CS 0-10 mm	0	0	0	0

9. táblázat 650 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos havazások előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

DUNA>750cm	2 NAP	3 NAP	4 NAP	5 NAP
CS 60-70 mm	0	0	0	0
CS 50-60 mm	0	0	0	0
CS 40-50 mm	0	0	0	0
CS 30-40 mm	0	0	0	0
CS 20-30 mm	0	0	1	0
CS 10-20 mm	0	0	0	0
CS 0-10 mm	0	0	0	0

10. táblázat 750 cm feletti vízállások mellett bekövetkezett több napos havazások előfordulása Budapesten egy csapadékmérő állomás adatai esetén az 1924-2010 időszakban

A téli árvizek az utóbbi időszakban ritkák, korábban februárban-márciusban előfordultak magas jeges vízállások, amelyek havazással egybeeshettek. 1956 óta jeges árvíz nem volt, kifejezetten téli árvíz egy alkalommal a vizsgált adatsoron kívül, 2011-ben következett be. Akkor viszont nem télies, hanem esős, késő őszire emlékeztető időjárás alakult ki, fagy nélkül. A meteorológiai scenáriók közül több is az ilyen, esős téli árvizek gyakoriságának növekedését vetíti előre, de ugyanakkor viszonylag alacsonyabb tetőzési szintekkel. A havazással együtt bekövetkező árvíz esélyét csökkenti a klímaváltozás hatása, amely a hó formájában kihulló csapadék előfordulásának és mennyiségének csökkenésével jár.

A havazással egyszerre történő árvízi védekezés a bemutatott adatok alapján ritka esemény. Szélsőségesen nagy havazás nagyobb, 650 cm-t meghaladó árvízzel egyidejűleg alacsony valószínűségű, de bekövetkezhet. A téli időjárással kapcsolatos nehéz körülmények előfordulásával számolni kell.

A hófúvás előfordulása árvízi védekezés során valószínűtlen, mivel a téli árvizek előfordulása eleve alacsony, a havazásos napok száma a kb. 90 napos téli időszakban átlagosan 20-23 nap, amelyen egyszerre viharos szélnek is fújnia kell.

Villámlás

A korábban bemutatott mérések alapján a villámok becsült előfordulása négyzetkilométerenként és évente 18-32. Ezek a villámok nem mind érik el a felszínt, a mérések erre támpontot nem nyújtanak, mivel csak a kisülés megtörténtéről értesülnek a villámlás rádiójele alapján. A felhő-felszín villámok

aránya becslés alapján az összes kisülés 20 %-a. Ennek alapján a lecsapó villámok száma évente egy négyzetkilométerre kb. 3-5 lehet. A villámítások alapvetően a zivatarokhoz kötődnek, így a zivatarok éves 25-28 db-os átlagos előfordulásával kell számolni. A villámcsapás veszélye elvileg alacsony, de veszélyességénél fogva számolni kell ezzel a tényezővel a szerelés és védekezés időszakában.

Jelentős jégmentes árvíz esetén uszadékfa vagy egyéb úszó testek ütközésének hatása

Az előbbiekben definiált különösen nagy árvizek alkalmával is jelentős mennyiségű és méretű uszadékok, egyes esetekben elszabadult kishajók, pontonok sodródhatnak az árvízzel. Ezek a tárgyak közvetlenül is végigvonulhatnak, végig vonzódnak az áramlásnak kitett árvízvédelmi vonalak mentén, és amennyiben azok érzékenyek az ilyen igénybevételekre, jelentős károkat is elszenvedhetnek. Az uszadékok ütközéssel és nyomással is káros hatást gyakorolhatnak a létesítményekre.

Az ütdések jellemzően a vízállításban aktív szerepet játszó meder közelében elhelyezkedő létesítmények esetében kell számolni. Az ütközések hatásában a sebesség és az ütköző tárgy tömege játszik szerepet. Az ütközési sebességet a folyó sebessége határozza meg, ez a vízállításban aktív mederszelvényben akár 1,5-2,0 m/s is lehet, a part mentén ez ennél várhatóan alacsonyabb.

Az ütközések ebben a jellemzően a védvonalakkal párhuzamos áramlási térben abból adódnak, hogy az úszó tárgyak (farönkök) egyik vége fennakad valamiben, a másik szabad végét pedig a víz ráfordítja a védvonalra, amely így üttést kénytelen elszenvedni.

Nyomás általában akkor alakul ki, ha az uszadékok fennakadnak, megszorulnak a védvonal és a víz alá kerülő hullámtéri terület valamely építményei vagy fái között, és az áramlással szemben átboltozódva a falra merőleges komponenssel rendelkező erőt fejtenek ki a védvonalra.

Ez az esemény akkor fordulhat elő, ha a vízállás a 777 cm értéket meghaladja. Az e feletti vízállások összes előfordulása átlagosan, egy évre vetítve 1,3 nap. A mobilgát esetében az ütközés végzetes meghibásodást eredményezhet, ennek esélye alacsonyabb, mint a vonzóódásos-karcolásos, vagy a többletnyomás kialakulásával járó helyzeteké. A vonzóódás és a nyomás miatti sérülések lokális jellegűek, várhatóan végzetes következménnyel nem járnak. Az eseményt alacsony előfordulású, de közepes veszélyeztetést jelentő kockázati tényezőként kell figyelembe venni.

Megjegyezzük, hogy az EUROCODE 7 szabvány-rendszer szerint történt a mobilfal méretezése.

Az EUROCODE 7 a német és Osztrák, valamint Észak-Amerikai tapasztalatok alapján kiterjed az ütközések és az uszadékok mint teher megfelelő statikai vizsgálatára. A mobilfalat gyártó szervezetek megfelelő garanciát vállalnak a szabvány szerint méretezett és megépített rendszer egészére.

A parti sávban, a mentetlen oldalon minél nagyobb mértékben megtartandó és többlet fatelepítéssel igetes-rendszerben kiegészítendő fűz-nyár ligeterdő ill. fásítás szerepe nem pusztán tájéztétikai vonzerő, hanem igen jelentős a fentiekben leírtakon felül a különböző uszadékok „megszűrésében”, kifogásában.

Jeges árvíz, jégtorlasz, vagy védelmi helyzetben kialakuló jégzajlás

A jeges árvíz a Duna korábbi évszázadai során jellegzetes veszélyforrás volt, amely átlagosan 10 évente pusztított a folyam mentén. Kialakulása jellemzően ahhoz kötődött, hogy a beállt jégfelszint a felvíz felől érkező árhullám felszakította, és a meginduló zajlás során egy összetörődött jégtáblákból

álló torlasz képződött. A torlasz a meder jelentős részét elzárhatta, így a zátonyokon, kanyarulatokban felakadva a víz hirtelen emelkedését eredményezte időről időre. Amikor a torlasz mögött megemelkedő víz nyomása a torlaszt megmozdította, a jég elmozdult, hogy aztán távolabb újra fennakadjon. A torlasz és a mögötte felhalmozódó jég a folyamattal párhuzamos, áramlásnak kitett védvonalakra az uszadékhoz hasonló vonszolódásos, ütésben és nyomásban megnyilvánuló terhelést, illetve hatást gyakorolhat. A jég tömege igen jelentős lehet, egy 20 cm vastag, egy m²-es tábla 200 kg tömegű, a táblák között több, akár több tíz m²-es darabok is előfordulhatnak. Ütközésük komoly károkat képes okozni a védvonalban. A jeges árvíz e típusának kialakulásához számos előfeltétel szükséges volt. Kellett az álló (de legalább igen nagy felületet fedő) jégtakaró, amely kialakulásához hosszantartó hideg téli vagy zord időjárásra volt szükség. A jég fennakadásához rendezetlen, kanyargós meder kellett, sok zátonnyal. A Duna szabályozása folytán a meder – éppen a jeges árvizek kialakulásának elkerülése érdekében – olyan állapotba került, amely a jég megállásának nem kedvez. A jégtörés kialakult gyakorlata ugyancsak csökkentheti a folyami jég veszélyességét.

Az utóbbi időszak melegebb telei nem voltak alkalmasak számottevő jég képződésére, így a torlaszveszélyes helyzetek kialakulása között évtizedek telnek el. Fel kell hívni ugyanakkor a figyelmet arra, hogy a téli időszak az éven belül a legszélsőségesebb helyzeteket képes hozni, a felmelegedés ellenére ez az évszak igen hideg lehet a továbbiakban is, amint ez 2017 telén is történt.

A jégzajlással kísért magas vízállás hatása az uszadékoknál leírtakkal egyezik, de dimenziója a jégtáblák jelentős mérete miatt sokkal nagyobb lehet. A jégtáblák között a kisebbek is lehetnek 8-10 t tömegűek, így ezek károsító potenciálja igen magas lehet.

Jelentős árvíz a kisvízfolyásokon, a kisvízfolyás árvizének egybeesése a Duna árvizével

A kisvízfolyások árvizének kialakulása a Duna árvizétől független esemény, mivel alapvetően eltérő meteorológiai helyzet eredményezi. A kisvízfolyásokon keletkező árvizek jellemzően igen heves felhőszakadások kialakulására vezethetők vissza, amelyek kialakulását illetően az egy csapadékmérőre vetített előfordulási gyakoriságokat óvatosan kell kezelni. Az ilyen jellegű árvizek kialakulása rendszerint nagy kiterjedésű zivatarokra vezethető vissza, amely egy-egy mérőállomás adataival nem írható le, egyidejűleg több, legfeljebb 15-25 km² területenként elhelyezett mérőn kimutatható jelentős, 30-40 mm-t meghaladó intenzív csapadékhullásra vezethető vissza alapesetben. Összetettebb esetet jelent az egymás utáni időszakban kialakuló jelentős zivatarok esete, amelyek ugyancsak jelentősebb területre kell kiterjedjenek. Ilyen scenárió során az első zivatar „kimeríti” a felszín vízbefogadó, vízlektető képességét és részlegesen feltölti a vízfolyás medrét, a második zivatar pedig a lecsengő árhullámra ráfutva okozhat jelentős áradást.

Jelenleg a leírt léptékben az e szempontból érintett Aranyhegyi-patakon nincs megfelelő hosszúságú meteorológiai észlelési idősor, és analógiák bemutatására sincs adat. Általános megfontolások alapján 30-50 évente egyszeri előfordulással lehet jelentősebb, és 80-100 évente egyszer kiemelkedően nagy árvízzel számolni az ilyen vízfolyások esetében.

A kisvízfolyásokon lefutó árvizek – akár a legnagyobbak is – jellemzően egy-két nap alatt lezajlanak. Az ilyen árvizek, mivel kötve vannak a konvektív eredetű csapadékokhoz, a május-szeptember időszakban keletkezhetnek. Az ilyen árvizek bekövetkezésének az 500 cm feletti Duna vízállással együttes valószínűségét csak durva becsléssel lehet előállítani a következők szerint. A kisvízfolyások árvizeinagy valószínűséggel a nyári félév öt hónapjára esnek. Amennyiben átlagosan 30 évente legfeljebb egyszer következik be jelentős árvíz, akkor annak valószínűsége, hogy a csapadék az öt

hónap valamely napján történik, az 1/30 éves átlagos bekövetkezés napok számával ($5 \times 30 = 150$) történő elosztásával becsülhető. Ez az érték 0,00022.

Az 500 cm-t meghaladó napi vízállás előfordulásának valószínűsége az 1924-2015 időszak április-szeptember időszakában $1 - 0,919 = 0,081$ (Erlang eloszlással), $1 - 0,899 = 0,101$ (Gumbel Max eloszlással). A két esemény egymástól független, egyszerre történő bekövetkezésük becsült valószínűsége a valószínűségeik szorzata. Annak becsült valószínűsége, hogy valamely 500 cm dunai vízállással jellemezhető napon 30 éves átlagos visszatérési idővel jellemezhető árvíz folyjék le az Aranyhegyi-patakon vagy a Barát-patakon:

$$p = 0,00022 \times 0,081 = 1,78E-5, \text{ illetve } p = 0,00022 \times 0,101 = 2,2E-5$$

Az, hogy ez valamely évben bekövetkezzen, azt jelenti, hogy az események közül valamelyik bekövetkezik, így valószínűségük összeadódik. Ez a 150 napos éves időszak tekintetében az előbbi értékek 150-szeres értéke. Ez éves előfordulásban kifejezve az érintett éves napok valószínűségeinek összege 0,0026, illetve 0,0033. **Mindkét érték igen alacsony.**

A társadalmi hatásokból eredő kockázati tényezők részletes bemutatása

Kockázat a rendszer felállításához szükséges tevékenység késedelve miatt

Az árvízvédelmi beavatkozások alapvetően két körre oszthatók, léteznek állandó telepítésű létesítmények, amelyek védképessége folyamatos vagy kvázi folyamatos, valamint léteznek szétbontható és összeépíthető mobil védművek, amelyek állandó védvonalként, kiépített alépítményen rögzített és tervezett módon üzemeltethetők.

A fix telepítésű árvízvédelmi létesítmények a földművek, töltések, valamint az árvízvédelmi falak, továbbá ezek felszín alatti szerkezetei, amelyek a szivárgás vagy egyéb hatások elleni védelmet szolgálják. E védelmi rendszerek részeként működhetnek kisebb műtárgyak, amelyek kezelést igényelnek, igényelhetnek, így zsilipek, szivattyútelepek, szintbeni közlekedési keresztezések, amelyek zárása és működtetése az árvízvédelmi feladat részét képezi. Ez utóbbi létesítmények működtetése biztosítja a létesítmény árvízvédelmi képességét, ebben a tekintetben értelmezhető a kvázi folyamatos védképesség. Az állandó létesítmények esetén a védművek kevés beavatkozással lezárhatók és árvízvédelmi üzembe helyezhetők.

A szétbontható és összeépíthető rendszerek, így a Csillaghegyi-öblözetben a Római-partra tervezett mobil árvízvédelmi fal is csak akkor nyújt védelmet, ha a fal felépítésére sor kerül az árvízvédelmi helyzet előrejelzése és az árvíz elöntést okozni képes szintjének kialakulása közötti időszakban.

A védmű állandó védképessége csak addig a szintig terjed, ameddig fix magasságú szerkezettel lett kialakítva, az e feletti létesítmény csak akkor nyújt védelmet, ha időben elkészül. Az ilyen árvízvédelmi művek esetében is található kiegészítő létesítmények, zsilipek és átemelők, amelyek védképességük érdekében külön működtetést igényelnek. A mobil árvízvédelmi művek működtetéséhez – tekintve, hogy védképességük biztosítása nagy tömegű szerelési munkát igényel – megfelelő logisztikai ütemterv készítése és betartása szükséges.

A logisztikai ütemtervnek tartalmaznia kell a beépítendő elemek raktározási, kirakodási, kiszállítási, szerelési terveit, ide értve a visszabontás munkafázisait is, valamint az ehhez szükséges erőforrásigényt, kitérve a szállítási, rakodási és szerelési gépi és személyzeti erőforrásokra.

Az ütemtervet a veszélyes árvízvédelmi helyzetre vonatkozó előrejelzés kiadásától a kiszállítási terjedő felkészülési-mozgósítási időszakra, a kiszállítási-építési időszakra, valamint a bontási-beraktározási időszakra kell elvégezni. A logisztikai ütemtervet a vízállásváltozás statisztikájára figyelemmel kell elkészíteni.

A logisztikai ütemterv nem teljesülése, megcsúszása a következő okok miatt következhet be:

- Riasztás, korai riasztás elmaradása vagy késlekedése.
- A felkészülési-mozgósítási időszak elhúzódása pl. a szállítási útvonalak felszabadításának késedelve, vagy egyéb akadályok miatt.
- A kiszállítási-építési időszak elhúzódása a szállítási útvonal elzáródása, torlódások kialakulása, gépek elakadása, kapacitás kiesése miatt.
- Az áradás intenzitásának feltételezett mértéket meghaladó sebessége miatt kialakuló relatív késedelem.
- Emberi erőforrás hiánya (pandémiás helyzet vagy rendkívüli társadalmi körülmények következtében, ipari katasztrófa, vegyi szennyeződés, stb.).
- Gépi erőforrások hiánya (bűncselekmény, rongálás miatt).

A logisztikai ütemterv megcsúszását okozhatják természeti kockázatok is, így különösen:

- Szélvihar.
- Jelentős hóesés.
- Intenzív zivatar.
- Villámcsapás.

A felállítás késedelméből adódó kockázat becsülhető, az elkerülésére a megfelelő logisztikai útvonalak (megfelelő szállítási, rakodási és szerelési felületek biztosítása) révén megelőző jelleggel intézkedni lehet.

Tekintve, hogy a mobilgát összeállítását akadályozó esetleges körülmények jellegüknél fogva számszerű valószínűséggel nem jellemezhetők, viszont többféle, egymástól független körülmény is bekövetkezhet, ezt az eseményt közepes előfordulású, de nagy veszélyeztetést jelentő kockázati tényezőként kell figyelembe venni.

Kockázat a szükséges anyagok ellopása vagy rongálása miatt

Az állandó létesítmények működtetést igénylő berendezéseinek, valamint a mobil falak elemeinek eltulajdonítása jelentős veszélyforrás.

A működtető berendezések jellemzően létesítményekben, beépített berendezésként találhatóak. Ezek a létesítmények esetenként őrizetlen, kieső helyeken épültek, ahol a vagyonvédelem megoldása körülményes. A létesítmény működésének akadályoztatása esetenként látens maradhat egy időre, és a működés lehetetlensége adott esetben csak a védekezés megkezdésekor válik nyilvánvalóvá. Árvízi helyzetben a szerkezetek hiánya a víz mentett oldalra jutását eredményezheti, amennyiben a szerkezet ideiglenes pótlása, kiváltása nem történik meg időben.

A mobil árvízvédelmi falak esetében a lopási kár az elemek hiánya miatt okozhat veszélyhelyzetet.

Az ellopott anyagok tekintetében különbséget lehet tenni az egyes elemek fontossága tekintetében. Ahhoz, hogy az árvízvédelmi fal védképesség biztosított legyen, elsősorban a rendszer oszlopainak kell állnia. Az oszlopok felállításához talpcsavarok szükségesek. Amennyiben talpcsavarból nem áll rendelkezésre a szükséges darabszám, úgy az építés késedelmet szenved, esetleg a felállítás lehetetlenné válik. Ugyancsak a felállítás ellehetetlenüléséhez vezet a mobilfal felállításához szükséges talplemezek ellopása vagy rongálása, a csavarfuratok eltömése, tönkretétele miatt.

A betétgerendák ilyen értelemben – jelentős számuk miatt – a lopási károkra a legkevésbé érzékenyek, tekintve, hogy jellemzően nem kell minden elemet felhasználni a legtöbb esetben.

Az egyes elemtípusok fontossági sorrendje a felállítás tekintetében:

1. talplemezek, kulisszák talplemezei és furatok,
2. talpcsavarok,
3. oszlopok,
4. betétgerendák.

A lopáskár a 2-3-4. tételeket érintheti. A lopás tekintetében legérzékenyebb elemek az oszlopok és a talpcsavarok, mivel ezek nélkül a fal nem állhat. A csavarok pótlása és készletezése egyszerűbb, az oszlopok készletezése ugyanakkor körülményesebb (be nem épített tartalék mennyisége behatárolt), ugyanakkor az oszlopok eltulajdonítása a mérete miatt kisebb valószínűségű. A gerendák teljes

menyiségének felhasználása csak minősített árvízvédelmi helyzetben szükséges, így a tartalék készlet rendelkezésre állhat, különösen kisebb árvizek esetén.

A rongálás tekintetében legérzékenyebb a parti talplemezek furatainak biztosítása. Ezekből a vakdugók, vakcsavarok eltávolíthatók és a furat pl. eltávolíthatatlan anyaggal feltölthető, vagy egyéb módon károsítható. Ez az alkatrész a védekezéskor már nem javítható, így a rongálás e módja lényeges kockázatot jelent.

A lopás és rongálás veszélyeztetettsége nehezen becsülhető, számszerű valószínűség ehhez az eseményhez nem rendelhető. A károkozás e módja ellen teljeskörű védelem biztosítása nem biztosítható, esélye mindig fennáll. Előbbiek miatt a lopás és rongálás közepes előfordulású, kritikus hatású eseményként értékelhető.

Kockázat a védelmi anyagok használat közbeni rongálódása miatt

Az árvízvédelmi szerkezetek védképességére a védelmi időszakban kialakuló sérülések kockázatot jelentenek. A szerkezetek balesettel szembeni biztonsága tekintetében a méret (tömeg), a merevség és a helyreállíthatóság lényeges körülmény. A rongálódás valamilyen külső behatás miatt alakulhat ki. Ilyenek elsősorban a gépjárművek, munkagépek közlekedése révén kialakuló sérülések. A rongálódás hatása szempontjából lehet elhárítható vagy el nem hárítható. Az elemek összeállítása során kialakuló rongálódások érinthetik a fix beépítésű talplemezt, annak furatait, valamint a felépítményt. A talplemez és a furatok rongálódása az oszlop felállításának ellehetetlenülését okozhatja, így kritikus hatásúnak tekintendő. A felszerelendő oszlop vagy gerenda rongálódása a tartalékok miatt kevésbé kritikus.

A nagy tömegű földművek kevéssé sérülékenyek, a meghibásodások ideiglenes vagy tartós javítása árvíz közben lehetséges.

A vasbeton szerkezetek bár igen ellenálló, törést szenvedhetnek a mechanikai behatásokra, amelyek javítása árvízi körülmények között körülményes. A sérült vasbeton szerkezet vízzárósága, víztartó képessége sérülhet.

Vízépítési acélszerkezetek az árvízvédelmi gyakorlatban rendszerint védettebb, rejtettebb helyeken, zsilipkamrákban, átemelőkhöz találhatók, így a baleseti hatásoknak kevésbé kitétek.

A mobil árvízvédelmi falak sérülékenyebbek, az épülő falak mentén a gépjármű, illetve munkagép forgalom elkerülhetetlen, így a sérülések veszélye számottevő. A könnyűfém szerkezetek hajlása, horpadása könnyen kialakulhat, a víztartó képesség ennek függvényében lényegesen romolhat.

A rendszer elemes jellegénél fogva a sérült részről továbbterjedő progresszív tönkremenetel esélye alacsony. A sérülés hatása így valószínűsíthetően lokalizálható, a víz beáramlás korlátozott, alkalmi védekezéssel megszüntetése megkísérelhető a lékesedés mértékétől függően.

A veszélyeztetettség felhasználói tapasztalatok hiányában nehezen becsülhető, számszerű valószínűség ehhez az eseményhez nem rendelhető. A sérülés e módja ellen teljes körű megelőző védelem biztosítása nem biztosítható, esélye mindig fennáll. Tekintve, hogy tartalék rendelkezésre áll, a szerelés során a hibás elemek cserélhetők, a hibák egyes esetekben javíthatók, a rongálódás közepes előfordulású, tűrhető kockázatú eseményként értékelhető.

A rendszer működtetésének zavara a kommunikáció/energiaellátáskiesése miatt

Az árvízvédelmi rendszerek csapadék és szivárgóvíz átemelő műtárgyai elektromos hálózatról üzemelnek. Az elektromos energia szolgáltatás kiesése esetén az átemelés időlegesen megszűnik.

Ez csapadékos időben helyi elöntések kialakulásához vezethet, amely a védekezést is gátolja.

A szivárgóvíz átemelés szünetelése miatt az átszivárgó vizek átemelése szünetel, amely a talajvíz jelentős megemelkedéséhez és szintén elöntések kialakulásához vezet.

A kommunikációs rendszerek meghibásodása bekövetkezhet a távközlési rendszer energiaellátási hibája miatt vagy egyéb körülmények folytán. Amennyiben a telekommunikáció egy eleme esik ki, úgy alternatív kommunikáció biztosítható. A védekezés során általánosan használt eszköz a mobiltelefon. Amennyiben a közcélú hálózat üzeme nem biztosított, a kormányzati emelt biztonságú kommunikációs rendszer használata a katasztrófavédelem, vagy egyéb érintett testületek révén biztosítható. Amennyiben semelyik telefonos rendszer nem érhető el, futár alkalmazására kerülhet sor.

Az elektromos energiaellátás és a telekommunikáció a kritikus, illetve létfontosságú infrastruktúra rendszer részét képezi, így a szóba kerülhető helyzetekben esetleges kiesésük elkerülésére magasabb szintű védelmi tervek készülnek.

A veszélyeztetettség felhasználói tapasztalatok hiányában nehezen becsülhető, számszerű valószínűség ehhez az eseményhez nem rendelhető. Az energiaellátás hiányából fakadó zavar elhárításáig elöntések alakulhatnak ki, amelyek hatása alacsony. A csapadékvíz elvezetés hiánya csak csapadékos helyzetben okoz problémát. A szivárgóvíz átemelés leállása fakadóvíz megjelenéséhez vezet. Ez tűrhető kockázatot okozhat. Tekintve, hogy az energiaellátás kétoldali kiépítésű lesz, valamint a kommunikáció alternatív hálózatokkal, vagy más eszközökkel kiváltható, az infrastruktúra leállása tűrhető kockázatú eseményként értékelhető.

A rendszer működtetésének zavara a szabotázs/terrorcselekmény miatt

A védvonalai védelmi rendszer épített töltéses részei szabotázs vagy terrorakciók szempontjából körülményesen hozzáférhetők a tömegüknél, méreteiknél fogva. A legsérülékenyebb létesítmény a mobilgát, amely az utóbbi években Európában tapasztalt terror akciók eszközzel végzetes kárt szenvedhet. E tevékenységek szempontjából kitétnek számítanak a kevésbé szem előtt álló zárások, valamint zsilipek is.

A veszélyeztetettséghez számszerű valószínűség nem rendelhető. A szabotázs és/vagy terrorcselekmény alacsony előfordulású, de kritikus kockázatú eseményként értékelhető.

Releváns kockázati tényezők felsorolása

A kockázati tényezők a feltárásuk során becsült bekövetkezési valószínűségük és a hatásuk alapján relevánsnak vagy nem relevánsnak minősíthetők.

Az előbbieket alapján relevánsnak tekintett hatások a következők:

1. Jelentős jégmentes árvíz, LNV közeli, tovább áradó víz, töltésszakadás veszélye.
2. Jelentős jégmentes árvíz esetén uszadékfa vagy egyéb úszó testek ütközésének hatása.
3. Jeges árvíz, jégtorlasz, vagy védelmi helyzetben kialakuló jégzajlás.
4. Jelentős árvíz a kisvízfolyásokon, a kisvízfolyás árvizének egybeesése a Duna árvizével.
5. Kockázat a rendszer felállításához szükséges tevékenység késedelme miatt.
6. Kockázat a szükséges anyagok ellopása vagy rongálása miatt.
7. Kockázat a védelmi anyagok használat közbeni rongálódása miatt.
8. A rendszer működtetésének zavara a kommunikáció/ energiaellátás kiesése miatt.
9. A rendszer működtetésének zavara a szabotázs/terrorcselekmény miatt.

A kockázatok felsorolása és vizsgálata során megállapítható volt egyes tényezők kizárhatósága, amelyek az építés és üzemeltetés léptékében befolyásolhatatlan és ritka eseményként értékelhetők. Ilyenek a

- Földtani eredetű kockázati tényezők.
- Éghajlati jellegű hatások, amelyek alacsony valószínűségűek, és a többi a releváns hatásoknál értékelésre kerülnek.
- Kozmikus eredetű hatások azon része, amely a kommunikáció-energiaellátás leállításán túli alacsony bekövetkezési valószínűségű veszélyeztetettséget jelent.

Ezek tehát a további vizsgálatokból kizárásra kerültek.

Az egyszerűbb kezelhetőség érdekében a releváns eseményeket a továbbiakban rövidítések jelölik az alábbiak szerint.

Jelentős jégmentes árvíz, LNV közeli, tovább áradó víz, töltésszakadás veszélye	JÉGMENT
Jelentős jégmentes árvíz esetén uszadékfa vagy egyéb úszó testek ütközésének hatása	USZADÉK
Jeges árvíz, jégtorlasz, vagy védelmi helyzetben kialakuló jégzajlás	JEGESÁR
Jelentős árvíz a kisvízfolyásokon, a kisvízfolyás árvizének egybeesése a Duna árvizével	VILLÁMÁR
Kockázat a rendszer felállításához szükséges tevékenység késedelme miatt	KÉSEDELM
Kockázat a szükséges anyagok ellopása vagy rongálása miatt	VANDÁLS
Kockázat a védelmi anyagok használat közbeni rongálódása miatt	RONGÓDS
A rendszer működtetésének zavara a kommunikáció/ energiaellátás kiesése miatt	INFRASZ
A rendszer működtetésének zavara a szabotázs/terrorcselekmény miatt	SZABOTA

A kockázati tényezők prioritási sorrendje

A kockázati tényezők prioritását egyrészt a kockázat biztonságra gyakorolt hatása és az előfordulás várható valószínűsége határozza meg. Ezek a jellemzők több tényező esetében csak felvett, becült értékek lehetnek a megfelelő tapasztalatok hiányában. A relevánsnak tekintett kockázatok közül legkevésbé valószínűnek azt tekintettük, amely a várható élettartam alatt a jelenkori ismeretek alapján becült legalacsonyabb előfordulású.

A releváns kockázatok a hatás és előfordulás becült súlyszámaival jellemezzük. A súlyszámok 1-től 5-ig terjedve lettek meghatározva. A kisebb veszélyeztetéshez kisebb súlyszám tartozik. Az egyes kockázati tényezők súlyszámai az alábbiakban lettek feltüntetve indoklással ellátva.

JÉGMENT

A jelentős jégmentes vízállások közül azok, amelyek legalább a rendszer felállítását indokoltá teszik (650 cm-nél további áradás, 777 cm-t meghaladó tetőzés) négy-öt évente egyszer előfordulnak.

A felállítás szempontjából alapeseményként értelmezett jégmentes árvíz önmagában tartalmaz számos veszélyforrást (intenzív eső, szélvihar, villámlás, amint a korábbiakban elemzésre került), így önmagában is értelmezhető. A felállításhoz kapcsolódó természeti veszélyforrások előfordulása ugyan alacsony, de többük igen jelentős hatású lehet. A felvett súlyok a következők:

- Kockázatos esemény hatása: 4
- Kockázatos esemény előfordulása: 5

USZADÉK

Az uszadékfa előfordulása és károkozó potenciálja az igen jelentős vízállások esetén releváns, így ritka eseményhez kötődő, de valós veszély. Ahogy a vízállás emelkedik, a veszély potenciálja növekszik.

- Kockázatos esemény hatása: 3
- Kockázatos esemény előfordulása: 2

+

A jeges árvíz előfordulása a tapasztalatok szerint igen alacsony az utóbbi időszakban a folyamatszabályozás, valamint a klímaváltozás hatására. A jégzajlás 750 cm feletti vízállás melletti előfordulása a legalacsonyabb súlyszámmal jellemezhető, míg az esetleges károsító hatás a legnagyobb.

- Kockázatos esemény hatása: 5
- Kockázatos esemény előfordulása: 1

VILLÁMÁR

A villámárvíz dunai árvízzel egyidejű előfordulása alacsony valószínűségű esemény. Amennyiben előfordul, a védvonalrendszer nagy valószínűséggel ellenáll a kialakuló terhelésnek. Valamely kisvízfolyáson lezúduló víz mennyiségének korlátos volta miatt egy esetlegesen kialakuló elöntés és kár – a dunai elöntéssel összevetve – viszonylag kisebb kiterjedésű. Mivel a védekezés folytatására többlet erőforrásigény miatt mégis hatással lehet, alacsony értékkel releváns eseménynek kell tekinteni.

- Kockázatos esemény hatása: 2
- Kockázatos esemény előfordulása: 1

KÉSEDELM

A rendszer felállításának késedelme alacsonyabb vízálástartományban is megtörténhet, amennyiben bármilyen, a fentiekben részletezett ok előáll. A hiba kijávítása nehézkes, körülményes, esetleg lehetetlen. A vízálás növekedésével akár MÁSZ alatti szinteken is jelentős katasztrófahelyzet alakulhat ki.

- Kockázatos esemény hatása: 4
- Kockázatos esemény előfordulása: 2

VANDÁLS

A rendszer felállításának ellehetetlenülése egyes anyagok ellopása miatt is megtörténhet. Alapesetben olyan anyag tűnik el, amely pótolható, minősített esetben olyan vagy annyi elem vesz el, amely a felállítást megakadályozza. Az esemény a védett telepek szempontjából kevésbé érzékeny, de az „örizhetetlen”, a parton található, bárki által hozzáférhető csatlakozók szempontjából jelentős kitétségű. Az esemény előfordulása emiatt magasabb értékkel veendő figyelembe.

- Kockázatos esemény hatása: 5
- Kockázatos esemény előfordulása: 3

RONGÓDS

A rendszer felállítása közben az elemek rongálódhatnak. A rongálódott anyag cserélhető tartalékból. Egyes anyagokból kevés pótlás állhat rendelkezésre (oszlopok). A rongálódás jellemzően kiküszöbölhető a tartalékból való pótlással, a fennakadás ugyanakkor jelentős késedelmet okozhat, mely a felépítést gátolja. Rongálódás előfordulása a szállítás miatt gyakoribb esemény.

- Kockázatos esemény hatása: 3
- Kockázatos esemény előfordulása: 2

INFRAST

A védvonal szempontjából kritikus infrastruktúra az elektromos energiaellátás, valamint a kommunikáció (mobiltelefon). A rendszer működtetése során a közművek üzemét biztosító áremellátás megszűnhet, fennakadás lehet a kommunikációs vonalakban. Az átemelők működésképtelensége helyenként mentett oldali elöntést okozhat. A közvilágítás szünetelhet.

A felépítést akadályozza, de nem lehetetleníti el a kritikus infrastruktúra kiesése.

- Kockázatos esemény hatása: 3
- Kockázatos esemény előfordulása: 2

SZABOTA

A védvonal védképessége szempontjából kritikus az esetleges rombolás, terrorakció vagy szabotázs. A cselekmény előfordulása alacsony valószínűségű, hatása viszont igen komoly lehet.

- Kockázatos esemény hatása: 5
- Kockázatos esemény előfordulása: 1

A felvett súlyszámok táblázatosan az alábbiakban láthatók:

RÖVIDÍTÉS	HATÁS	ELŐFORDULÁS	EGYÜTTES ÉRTÉK (ÉRT)
JÉGMENT	4	5	4
USZADÉK	3	2	1.2
JEGESÁR	5	1	1
VILLÁMÁR	2	1	0.4
KÉSEDELM	4	3	2.4
VANDÁLS	5	3	3
RONGÓDS	3	2	1.2
INFRASZ	3	2	1.2
SZABOTA	5	1	1

A hatás és előfordulás együttes értéke úgy került figyelembe vételre, hogy az előfordulás becült pontértékét 5-el osztva kapott törttel lett összeszorozva a hatás pontértéke. A továbbiakban ez az érték lett figyelembe véve.

Halmozódó kockázati tényezők lehetséges kombinációi

Az események csoportosíthatók halmozódó és nem halmozódó jellegük szerint. A halmozódó események azok, amelyek önmagukban egy árvízi védekezés során nem feltétlen következnek be, viszont bekövetkezhetnek, és egyéb hasonló eseményekkel együttesen is előfordulhatnak. A nem halmozódó események alapvetően azok, amelyek a scenáriók alapját képezik, így alapvetően maga az árvíz valamint a különféle megjelenési formái.

Megkülönböztethetők az események abból a szempontból is, hogy eleve halmozott jellegűek-e, azaz önmagukban több rész scenárió lehetőségét is magukban hordozzák. Az árvizek ebből a megközelítésből egyértelműen ebbe a kategóriába sorolhatók, mivel önmagában a magas vízállás is veszélyes, de tartalmazzák azokat a pl. meteorológiai nehezítő körülményeket is, amelyek ugyan előfordulhatnak, de jelentős veszélyt önmagukban nem hordoznak. Az erre vonatkozó leírás a korábbi fejezetben olvasható.

RÖVIDÍTÉS	HALMOZOTT	HALMOZÓDÓ
JÉGMENT	1	0
USZADÉK	0	1
JEGESÁR	1	0
VILLÁMÁR	0	1
KÉSEDELM	1	1
VANDÁLS	0	1
RONGÓDS	0	1
INFRASZ	0	1
SZABOTA	0	1

A halmozódó scenáriók mind az építés, mind az üzemeltetés időszakában releváns kockázatokat tartalmaznak, így mindkét esetre vizsgálni szükséges a hatásukat. A lehetséges halmozódó

kockázatok alapvetően a jobb szélső oszlop szerinti halmozódás szempontjából nullértékű eseményekre, mint alapeseményre fűzhető fel. Az építés és üzemeltetés esetében a kockázatok köre eltérő, az üzemeltetés esetében többféle kockázat előfordulásával kell számolni.

A releváns kockázatokat az építés esetében a 11. táblázat mutatja be. A létesítmény megépítésekor a meglévő árvízvédelmi művek üzemelnek (a jogszabály szerint a meglévő védművek védképességét ideiglenes művekkel biztosítani kell az építés alatt is). A jelenlegi védművek az uszadékok romboló hatása ellen védettek, így az USZADÉK kockázat nem releváns. Villámárvíz az építés során előfordulhat. A KÉSEDELM jelentős mennyiségű kiegészítő védműépítés miatt továbbra is értelmezhető. A VANDÁLS kockázat a hagyományos szerkezeteken lényegesen kisebb kártételt jelent, amely a hagyományos eszközökkel nagy valószínűséggel orvosolható, így az építés során nem releváns. A RONGÓDS kockázat az alkalmazott elemek és technikák egyszerűsége és kiválthatósága miatt az építés során nem releváns. Az INFRASZT és a SZABOTA ebben az esetben is előfordulhat.

	RÖVIDÍTÉS	ÉRT		RÖVIDÍTÉS	ÉRT
A	JÉGMENY	4			
			b	VILLÁMÁR	0.4
			c	KÉSEDELM	2.4
			f	INFRASZT	1.2
			g	SZABOTA	1
B	JEGESÁR	1			
			c	KÉSEDELM	2.4
			f	INFRASZT	1.2
			g	SZABOTA	1

11. táblázat Releváns kockázatok az építés időszakában

A megépített létesítményen folytatott árvízvédelmi munkák szempontjából figyelembe veendő kockázatokat a 12. táblázat mutatja be.

	RÖVIDÍTÉS	ÉRT		RÖVIDÍTÉS	ÉRT
A	JÉGMENY	4			
			a	USZADÉK	1.2
			b	VILLÁMÁR	0.4
			c	KÉSEDELM	2.4
			d	VANDÁLS	3
			e	RONGÓDS	1.2
			f	INFRASZT	1.2
			g	SZABOTA	1
B	JEGESÁR	1			
			c	KÉSEDELM	2.4
			d	VANDÁLS	3
			e	RONGÓDS	1.2
			f	INFRASZT	1.2
			g	SZABOTA	1

12. táblázat Releváns kockázatok a megvalósult művön végrehajtott árvízvédekezés időszakában

Az egyes halmozott scenáriók több esemény együttes bekövetkezését feltételezik. Az események halmozódásának vizsgálódása során nem az együttes bekövetkezésük lehetőségének, hanem hatásának becslése a feladat. Ez a hatásértékek összegzésével vizsgálható.

A scenáriók hierarchikus rendszerbe szervezhetőek. Ezek két gráfot képeznek, az A és B esemény mentén. Egy-egy scenárióban valamely kockázat csak egyszer fordulhat elő. Amennyiben két kockázatból áll egy scenárió, akkor az A és B eseményhez bármelyik következő kisbetűvel jelzett kockázat felvehető. Ha három kockázatból áll, akkor valamely kiválasztott a-g jelű kockázathoz a további lehetséges kockázat valamelyike vehető figyelembe, és így tovább. A scenáriók alapján előállítható leghosszabb forgatókönyv az A esemény mentén 8 elemű lehet (Aabcdefg jelű), a B esemény mentén pedig 6 elemű (Bcdefg).

A scenáriók az abban figyelembe vett kockázatok hatás és előfordulás együttes értékeinek (ÉRT oszlop) összegeivel jellemezhető. Az a forgatókönyv a legveszélyesebb, amely esetében ez az összeg a legmagasabb. Nyilvánvaló, hogy a legmagasabb érték abban az esetben áll elő, ha minden kockázat bekövetkezik. Ez irreális lenne, a vizsgálat további részében életszerűen előforduló halmozódásként legfeljebb négy kockázat együttes bekövetkezése lett figyelembe véve.

Amennyiben csak legfeljebb négy elem kerül a scenárióba, akkor a legmagasabb értéket a legmagasabb alappontszámú négy kockázat összegzése eredményezi. Ez a halmozódás úgy kapható meg, ha az egyes kockázatokat az értékek csökkenő sorrendjében vesszük fel egymás után.

Az építés során több kockázat előfordulásának esélye alacsony (11. táblázat), mivel az építés egyszeri alkalom, így a vizsgálat során erre az esetrehárom elem figyelembevételére kerül sor.

A JÉGMENNT esemény mellett:

A JÉGMENNT	c KÉSEDELM	f INFRASZT
4	2.4	1.2

A JEGESÁR esemény mellett:

B JEGESÁR	c KÉSEDELM	f INFRASZT
1	2.4	1.2

Az építés során a leginkább veszélyes, kiemelt kockázatok az eddig felvázolt becslés szerint a KÉSEDELM és az INFRASZT.

A megvalósított létesítményen lefolytatott árvízvédekezés során a 12. táblázat szerinti kockázatokkal lehet számolni. A vizsgálat során négy elem figyelembevételére kerül sor.

A JÉGMENNT esemény mellett ez az alábbi három sorozat lesz:

A JÉGMENNT	d VANDÁLS	c KÉSEDELM	a USZADÉK
4	3	2.4	1.2
A JÉGMENNT	d VANDÁLS	c KÉSEDELM	e RONGÓDS
4	3	2.4	1.2
A JÉGMENNT	d VANDÁLS	c KÉSEDELM	f INFRASZT
4	3	2.4	1.2

A JEGESÁR esemény mellett ez a következő:

B JEGESÁR	d VANDÁLS	c KÉSEDELM	e RONGÓDS
1	3	2.4	1.2
B JEGESÁR	d VANDÁLS	c KÉSEDELM	f INFRASZ
1	3	2.4	1.2

A védekezés során a leginkább veszélyes, kiemelt kockázatok az eddig felvázolt becslés szerint a VANDÁLS, KÉSEDELM, RONGÓDS, USZADÉK és az INFRASZ.

A kockázatok feltárását követően a kockázatok kezelésének meghatározása szükséges. Ebben a tekintetben a veszélyeztetettség sorrendjében célszerű a veszélyeztetettség csökkentésére irányuló javaslatokat és intézkedéseket felsorolni. (Lásd a következő fejezetet.)

A feltárt kockázatok kezelése

A kockázatkezelés egyes általános kérdései

A kockázatkezelés során a tervezett védvonalrendszer illetve rendszerfejlesztés megvalósítási és működtetési biztonságához szükséges feltételek és követendő eljárások (pl. elengedhetetlen eszközbeszerzések, létszám biztosítása, valamint esetleges további vizsgálatok – például üzemviteli költségekre vonatkozó számítás – szükségességének) meghatározására kerül sor. A kockázatkezelés megközelítése két részre bontható.

A műszaki beavatkozások megtételére vonatkozó javaslatok a rendelkezésre álló műszaki ismereteken alapuló intézkedéseket tartalmazzák.

A feltárható kockázatok kezelésének másik köre a jövőre vonatkozik, annak gazdasági és döntési vonatkozásaiban. Ez a tervezői és üzemeltetői felelősségen túlmutat. A kockázatkezelés ilyen értelemben alapvetően konzultatív jellegű tevékenység, amely során a kockázatkezelés módját a beruházásban érintett azon felek határozzák el, amelyek megfelelő hatásköri és pénzügyi garanciákat biztosíthatnak a létesítmény tartós, élettartama egészére vonatkozó működéséhez. Erre a jelen tanulmány csak mint a tennivalók feltárására szolgáló dokumentum szolgálhat. A jelen tanulmányon kívül lehet lefolytatni azt a konzultációt, amely, tekintettel a kockázattértékelésre és az egyéb indokolt tényezőkre, a hosszútávú működtethetőség jelenlegi tudás szerinti biztosítéka lehet.

A kockázatkezelés meghatározása tehát a műszaki-tudományos megközelítést alkalmazó, de a társadalmi-gazdasági hatásokat is mérlegelő szubjektív döntéshozó folyamat.

Kockázatkezelés a létesítmény építése során

A kiemelt veszélyeztetést jelentő kockázatok kezelése

KÉSEDELM

A védművek meglévő állapotában a védképesség késedelmes elérése kétféle módon történhet meg:

- védvonali zárások késedelmes elkészítése,
- töltésmegtámasztás és magasítások késedelmes kialakítása.

A védvonali zárások tekintetében a csatornarendszer és a vízfolyások zsilibelését és a szintbeni közúti és vasúti keresztezések szükség szerinti lezárását kell megkülönböztetni. A meglévő árvízvédelmi tapasztalatok révén kialakított és rendszeresen felülvizsgált árvízvédelmi szabályzat a védvonali zárások elkészítésének pontos idejét (a lezáráshoz tartozó vízállás alapján) az árvízvédelmi ügyelet, II. fokú védelmi készültség felett pedig a szakasz-velelvezető határozza meg. A felszín alatti zárások (csatornák és vízfolyások lezására) elvégzése már I. fokú árvízvédelmi készültségben – egyes művek esetében korábban is – megtörténik. A leghamarabb lezárásra kerülő szintbeni védvonal keresztezés szintén az I. fokozat idején kell megvalósuljon. E feladatok végrehajtása rutinfeladat, késedelem

kialakulásának begyakorlottsága miatt nincs realitása. A magasabb szinteken, II. fokú védekezés során lezárandó Nánási úti kulisszanyílások esetében ugyancsak begyakorlott szereplők járnak el.

A védelemvezetés 2002 óta négy alkalommal kellett végrehajtsa ezt a feladatot. A Nánási út – Királyok útja töltés esetében szükséges támasztótöltés kialakítására 830 cm vízállás felett tetőző árvíz esetén van szükség. Ilyen kiépítésre 2002 óta három alkalommal került sor.

Magasítások kiépítésére jelentős védvonalhosszon eddig nem volt szükség. Megfelelő hivatásos és civil emberi erőforrás mellett a magasítás a műszaki lehetősége határán belül biztosítható.

Különleges védvonali zárást jelent a Budakalász felé vezető HÉV pálya lezárása. Erre a HÉV üzemvezetésével összehangolt eljárás készült. Mivel a nyílást a Budakalász belterületét védő töltés védi, zárására eddig nem került sor.

Amennyiben építési feladatokra kerül sor a Csillaghegyi-öblözet fejlesztése során, kétféle szempontrendszer szerint kell eljárni. A meglévő védműveken végzett munkálatok során a 30/2008 (XII. 30.) KvVM rendelet 24.§ (1-2) bekezdése szerint eljárva a munkaterületet a fővédvonallal azonos védképességű ideiglenes védvonallal kell biztosítani. Az építés során a jogszabály betartásával a védképesség jelenlegi szintje biztosítható. Ez a szabály alkalmazandó az Aranyhegyi-patak bal parti védvonalára, a Kossuth Lajos üdülőparti töltésre, a Pünkösdfürdői töltésre, valamint a Barát-patak jobb parti töltésére.

Amennyiben új nyomvonalon kialakítandó új létesítmény készül, a védekezés a jelenlegi nyomvonalon történik. A munkaterület árvízvédelme a munkavégzés felfüggesztésével jár, és a feladatok elvégzését követően az építkezés az előntéses károk felszámolását követően, a létesítmény minőségét biztosító ellenőrzések és intézkedéseket követően folyhat tovább. Ebben az esetben az építési tevékenység időben csúszhat, egyéb kárra megfelelő minőségbiztosítás mellett nem kell számolni.

INFRAST

Az infrastruktúrát érintő meghibásodások alatt a korábbiakban kifejtett módon az elektromos energiaellátás, valamint a távközlési szolgáltatás időszakos fennakadását kell érteni. Ezek elhárítása részlegesen biztosítható.

Az elektromos energiaellátás szempontjából érintett létesítmények a jelenlegi kiépítés mellett:

- Békásmegyeri szennyvízáttemelő.
- Pók utcai szennyvízáttemelő.
- Téglá utcai árok árvízvédelmi áttemelő.
- Pünkösdfürdői töltés szivárgóvíz áttemelője.

Az elektromos energia biztosítására a Békásmegyeri és Pók utcai és Pünkösdfürdői áttemelők esetében kettős energiaellátás biztosított. Ezek esetében egy irányból érkező energiaellátás kiesése esetén a második irány átveszi az elektromos energia biztosításának feladatát.

A Téglá utcai árok áttemelője egyoldali ellátással rendelkezik, ennek pótlására áramfejlesztő vagy robbanómotoros ideiglenes áttemelés biztosítható. Tekintve, hogy az árok 10 l/s nagyságrendű vízhozammal érkező forrásvizet továbbít elsősorban, az áttemelés kiesése esetén a víz huzamosabb ideig tározódhat a vízfolyás medrében. A szivattyúzás kimaradása 12-24 órás időtartamban, alaphelyzetben kárt nem okoz.

A távközlési szolgáltatás akadályoztatása esetén a vonalas telefonok, valamint a rendfenntartó szervek védett kommunikációs eszközei rendelkezésre állnak. Amennyiben semmilyen eszköz nem áll rendelkezésre, az információáramlást futárok révén lehet biztosítani.

A kiemelt veszélyeztetést nem jelentő kockázatok kezelése

VILLÁMÁR

Kisvízfolyáson hirtelen bekövetkező árvíz kialakulása a kockázat elemzése során láthatóan ritka esemény, árvízi helyzettel egyszerre történő bekövetkezése igen alacsony valószínűségű.

Az öblözetben ez a kockázat elsősorban az Aranyhegyi-patak esetében merül fel, a Barát-patak esetében a bal parti töltés alacsonyabb kiépítése miatt a víz fővárosi védvonalat a legnagyobb hosszon nem fenyegeti. Fennállhat a fenyegetettség kockázata, amennyiben a védmű budakalászi jobb parti töltését meghaladná a vízszint, ebben az esetben a HÉV nyílásának lezárása lehet szükséges. A nyílás lezárására eljárás készült a HÉV műszaki személyzetének közreműködésével. Havária esetben, ha a lezárásra az előtét gyorsasága miatt nem lenne mód, a keresztezés kőszóráságát kialakításával lokalizálható, annak utólagos vízdali szigetelésével elzárható. Amennyiben valamely vízfolyáson a munkavégzés időszakában, A Dunán kialakult nagyvízi helyzetben árhullám vonul le, azt a 30/2008 (XII.30) KVM rendelet 24.§-a szerint kiépítendő ideiglenes árvízvédelmi művel kezelni lehet az eredeti védvonal kiépítettségének mértékéig. A védvonal megbontása ilyen értelemben többlet kockázatot nem jelent.

A védekezéshez szükséges erőforrások a dunai magas vízállás miatt a helyszínen található, illetve a város más részeiről kiegészíthetők.

VANDÁLS

A magas vízállás időszakában az árvízvédelmi vonalak rendőri irányítással, polgárőrök, közterület felügyelők, stb. bevonásával lezárásra kerülnek, így a vandalizmus védelmi időszakban igen alacsony valószínűségű. A védelmi időszakon kívül keletkezett, védelmi időszakban észlelt esetleges rongálások elhárítására a hagyományos árvízvédelmi eszközök rendelkezésre állnak.

A védekezéshez szükséges erőforrások a dunai magas vízállás miatt a helyszínen található, illetve a város más részeiről kiegészíthetők.

RONGÓDS

A rongálódás a védelmi tevékenység során kialakuló a tevékenységgel összefüggésben keletkező károsodás. A meglévő létesítmények – amennyiben még vízterhelést nem kaptak – a hagyományos eszközökkel jól javíthatók, környezetük lokalizálható. Amennyiben vízterhelés mellett kell a rongálódás hatásait felszámolni, a hagyományos eszközökkel, de különleges képességek (pl. búvár) alkalmazásával nyílik mód a hiba lokalizálására, kijavítására.

A védekezéshez szükséges erőforrások a dunai magas vízállás miatt a helyszínen található, illetve a város más részeiről kiegészíthetők.

SZABOTA

Árvízvédelmi helyzetben szabotázs jellegű cselekmény elkövetésének valószínűsége igen alacsony a jelenlegi védműveken, részben azok jellege, részben a folyamatos rendfenntartó erők jelenléte miatt.

Építési munkálatok közben a munkaterületeken ideiglenes védvonalak biztosítják az esetleges árvizek elleni védképességet. Ezek munkaterületen helyezkednek el, ahol a biztonsági őrzés az árvízi

időszakon kívül is biztosított. Árvízi időszakban a biztonsági őrzés mellett a rendvédelmi jelenlét is biztosított.

Kockázatkezelés a létesítmény üzemelése során

A kiemelt veszélyeztetést jelentő kockázatok kezelése

VANDÁLS

A védvonalak végképességének biztosítása általában a védvonalak és védvonali műtárgyak bejárásával, szemrevételezésével történik. Erre heti rendszerességgel sor kerül a hagyományos védvonalak esetében. Ez kielégítő megoldást jelent a mobil árvízvédelmi fal kivételével az öblözet többi védműve esetében.

A szétszerelhető mobil árvízvédelmi fal elhelyezkedése a lakosság által látogatott partszakaszon a szokásos heti bejárásnál nagyobb odafigyelést igényel. A védvonal védképességét veszélyeztető vandalizmus várhatóan a fix szerkezetekben végrehajtható károkozás formájában valósulhat meg.

Ez elsősorban a vasbeton alépítményben elhelyezett talplemezeket és azok menetes furatait érheti. Ezekkel kapcsolatban felmerülhet a furatok vakcsavarjainak eltávolítása, a menet megrongálása, eltömítése valamilyen nehezen, vagy egyáltalán nem eltávolítható tárggyal, anyaggal (kavics beszorítása, ragasztó, cementálódó anyag beöntése, stb.) . Ilyen esetben a védekezés az adott helyen csak abban az esetben folyhat a tervezett módon, ha a furat helyreállítható. Egyéb esetben ideiglenes megoldás kialakítása szükséges. Amennyiben több talplemezt, több furatot is érint a vandalizmus, a védképesség csak jelentős ideiglenes védmű kialakításával valósulhat meg. Ennek biztosítása a szűk hely miatt, valamint a védmű többi részéhez való csatlakoztatása helyi megoldást igényel.

A vandalizmus miatti károk védekezéskori kezelése körülményes, alapvetően a megelőzés biztosíthat megfelelő védelmet. Tekintettel arra, hogy a part a szándék szerint még jelentősebb látogatottságú lesz, mint jelenleg, a védelem intenzív módszereinek biztosítása szükséges. A szerkezet ideiglenes, műszaki-biztonsági szempontból megfelelő kipótlásának műszaki megoldását a további tervezés folyamán tisztázni szükséges.

A raktárban tárolt elemek védelme őrzéssel biztosítandó.

Vandalizmus célpontjai lehetnek még a parti védmű melletti átemelők is. Ezek a létesítmények kialakításuk folytán – felszín alatti elhelyezés – a vandál cselekmények ellen védettek.

KÉSEDELM

Az árvízvédelmi létesítmények egyes műtárgyai, valamint a mobil árvízvédelmi falak esetében jelentős hosszúságú védműszakaszok védképességének kialakítása időigényes feladat. A védképesség kialakításának késedelme a védelem hiányához, így árvízi elöntéshez vezet.

A védmű felépítésére rendelkezésre álló időtartamot befolyásolja az előrejelzés pontossága, elérhetősége. Jelenleg az elérhető előrejelzés napi egyszeri, 9:30-10:00 között válik nyilvánossá az Országos Vízelző Szolgálat internetes oldalán. Ez a szükséges intézkedések megtételéhez elégséges ugyan, de az időelőny növelhető lenne, ha órás, automatikus elérhetőségű előrejelzés készítésére

nyílna lehetőség a Duna budapesti vízmércéjére. Ez 6-12 órás időtöbbletet is jelenthet árvízvédelmi helyzetben. Ilyen rendszer kialakítása a védvonal fejlesztésével párhuzamosan javasolt.

A késedelem másik feltárt oka lehet a felkészülési-mozgósítási időszakban kialakuló csúszás, például a felvonulási útvonalak felszabadításának elhúzódása miatt. Ez elkerülhető, ha megfelelő cselekvési (kiürítési) terv kerül kidolgozásra és rendszeres felülvizsgálatra az érintett hatóságok bevonásával.

A terv megfelelőségét gyakorlatokkal igazolni szükséges. A késedelmet okozhatja a raktári rakodás és kiszállítási fennakadása is, így a logisztikai rendszernek a raktári raktározási terv szerinti anyagmozgatástól a fal elemeinek beszereléséig kell terjednie, minden lépést elemezve. A logisztikai ütemtervet a vízállásváltozás statisztikájára figyelemmel kell elkészíteni.

A szállítási kapacitások csökkenését okozhatja a felvonulási útvonalak elzáródása, torlódások kialakulása miatt. Az ilyen helyzetek elkerülését a megfelelő szélességű, kikerülésre alkalmas utak kijelölése biztosíthatja.

A gépi erőforrások hiányát, a gépek kapacitás kiesését megfelelő tartalék egységek betervezésével kell biztosítani.

Az emberi erőforrásokat és az építési normaidőket oly módon kell meghatározni, hogy szélsőséges helyzetekben is végrehajtható legyen a mobil árvízvédelmi fal felépítése. Ilyen eset egyrészt a szokásosnál gyorsabb áradás, amikor többlet erőforrások biztosíthatják a fal védképességének kialakítását, másrészt az a helyzet, amikor bármilyen okból nem érhető el megfelelő erőforrás a védelmi feladatok elvégzésére (pandémiás helyzet vagy rendkívüli társadalmi körülmények következtében, stb.).

Az erőforrástervnek számolnia kell az erőforrások kiegészítésének igényével, pl. rendkívüli időjárási helyzetekben, amikor a létesítmény felszerelhetősége csak többlet erőforrás bevetésével lehetséges. Ilyenek különösen

- havazás,
- fagyos időjárás, amikor a talplemezek furatai befagyott állapotban lehetnek
- olyan időjárási helyzet, amikor a személyi állomány munkavégzése csak létszámbővítéssel biztosítható (téli időjárásban végzett munka, folyamatos esőben végzett munka)
- járvány, stb. miatti létszámhiány.

A tervezés különféle fázisai során a fenti munkarészek kidolgozásra kerülnek.

RONGÓDS

Az árvízvédelmi védelmi létesítmények és azok alkatrészeinek rongálódása valamilyen külső behatás miatt alakulhat ki. Ilyenek elsősorban a gépjárművek, munkagépek közlekedése, vagy a beszerelés során kialakuló sérülések. A rongálódás hatása szempontjából lehet elhárítható vagy el nem hárítható. Az elemek összeállítása során kialakuló rongálódások érinthetik a fix beépítésű talplemezt, annak furatait, valamint a felépítményt. A talplemez és a furatok rongálódása az oszlop felállításának ellehetetlenülését okozhatja, így kritikus hatásúnak tekintendő. Amennyiben a rongálódás nem javítható, úgy az érintett védműszakasz ideiglenes védelméről kell gondoskodni. A megoldás kidolgozására a majdani szerkezet gyártóját szükséges lehet bevonni későbbi tervfázisban.

A felszerelendő oszlop vagy gerenda rongálódása a rendelkezésre álló tartalékok miatt kevésbé kritikus, adott esetben – szükség esetén – akár a sérült elem is beépíthető olyan módon, hogy igénybevétel ne érje a sérült területen. Ez az eljárás egyedi elbírálást igényel.

A létesítmények kevésbé sérülékeny körét alkotják a nagy tömegű földművek, amelyek részben eleve kevésbé sérülékenyek, az ütközések energiáját elnyelik, a meghibásodások ideiglenes vagy tartós javítása helyben lehetséges akár saját anyagból is. Az eszközök a feladat végrehajtására a helyszínen elérhetők.

A vasbeton szerkezetek igen ellenállóak a jelentős tömegük és merevségük miatt, ugyanakkor törést szenvedhetnek a mechanikai behatásokra, amelyek javítása árvízi körülmények között körülményes. A sérült vasbeton szerkezet vízzárósága, víztartó képessége jelentősen sérülhet. Amennyiben a szerkezet állékonysága megmarad, a vízzáróság védekezés közben is javítható.

USZADÉK

A kisvízfolyások menti védvonalakon jelentős méretű uszadékok levonulása nem várható, ezt a hídnyílások és a meder mérete sem teszi lehetővé, és ilyet eddig nem tapasztaltak. A dunai töltéses védvonalakra az uszadéknak káros hatása nincsen.

Az uszadékok szempontjából a tervezett szerkezetek közül a mobil árvízvédelmi fal számít érzékeny szerkezetnek. A mobil árvízvédelmi fal vonalazása miatt az uszadékok, egyes esetekben elszabadult kishajók, pontonok mozgása leginkább párhuzamos lesz a fal vonalával, így elsősorban vonszolódás miatt karcolásos- felhasításos sérülések alakulhatnak ki. Ezek várhatóan a vízvonál mentén keletkezhetnek. Kialakulásukat nehezíti a partmenti fás növényzet és egyéb tárgyak, amelyek az uszadékot megakasztják. Az uszadékok nyomást adnak át a falra, amennyiben felakadva a hullámtéri tárgyakra a falnak támaszkodnak. Szélsőséges esetekben ütést adhatnak át a falra.

A sérülések a leírt folyamatok eredményeképp elszigetelt meghibásodások lehetnek, amelyek szélsőségesen kedvezőtlen esetben okozhatnak kezelhetetlen helyzetet. Az esetleges nyílások, lécek vízoldal felől javíthatók lehetnek (lékponyva). A megoldás kidolgozására a majdani szerkezet gyártóját szükséges lehet bevonni későbbi tervfázisban.

INFRAST

Az infrastruktúrát érintő meghibásodások alatt a korábbiakban kifejtett módon az elektromos energiaellátás, valamint a távközlési szolgáltatás időszakos fennakadását kell érteni. Ezek elhárítása részlegesen biztosítható.

Az elektromos energiaellátás szempontjából érintett létesítmények a tervezett kiépítés mellett:

- Békásmegyeri szennyvízátemelő.
- Pók utcai szennyvízátemelő.
- Téglagyári-árok árvízvédelmi átemelő.
- Pünkösdfürdői töltés szivárgóvíz átemelője.
- 10 db csapadék- és szivárgóvíz átemelő a Római-parton.
- 1 db szennyvíz átemelő a Római-parton.

Az elektromos energia biztosítására a Békásmegyeri és Pók utcai és Pünkösdfürdői átemelők esetében kettős energiaellátás biztosított. Ezek esetében egy irányból érkező energiaellátás kiesése esetén a második irány átveszi az elektromos energia biztosításának feladatát.

A Téglagyári-árok átemelője egyoldali ellátással rendelkezik, ennek pótlására áramfejlesztő vagy robbanómotoros ideiglenes átemelés biztosítható. Tekintve, hogy az árok 10 l/s nagyságrendű vízhozammal érkező forrásvizet továbbít elsősorban, az átemelés kiesése esetén a víz huzamosabb ideig tározódhat a vízfolyás medrében. A szivattyúzás kimaradása 12-24 órás időtartamban, alaphelyzetben kárt nem okoz.

A tervezett csapadékvíz, szivárgóvíz és szennyvíz átemelők tartalék áramforrások bevonásával részlegesen, átmeneti időre működtethetők.

A távközlési szolgáltatás akadályoztatása esetén a vonalas telefonok, valamint a rendfenntartó szervek védett kommunikációs eszközei rendelkezésre állnak. Amennyiben semmilyen eszköz nem áll rendelkezésre, az információáramlást futárok révén lehet biztosítani.

A kiemelt veszélyeztetést nem jelentő kockázatok kezelése

VILLÁMÁR

Kisvízfolyáson hirtelen bekövetkező árvíz kialakulása a kockázat elemzése során láthatóan ritka esemény, árvízi helyzettel egyszerre történő bekövetkezése igen alacsony valószínűségű.

Az öblözetben ez a kockázat elsősorban az Aranyhegyi-patak esetében merül fel, a Barát-patak esetében a bal parti töltés alacsonyabb kiépítése miatt a víz fővárosi védvonalat a legnagyobb hosszon nem fenyegeti.

A tervezett állapotban magasított töltések révén a villámárvizek levezetése a modellszámítások alapján nagy biztonsággal megtörténik jelentős Dunai vízállás mellett is.

A Barát-patak jobb parti védmű esetében a HÉV nyílásának lezárására a jelenleginél gyorsabban kezelhető megoldást tartalmaz a terv.

SZABOTA

Árvízvédelmi helyzetben szabotázs jellegű cselekmény elkövetésének valószínűsége igen alacsony a folyamatos rendfenntartói jelenlét miatt. A terület zárása az illetéktelen belépést megnehezíti.