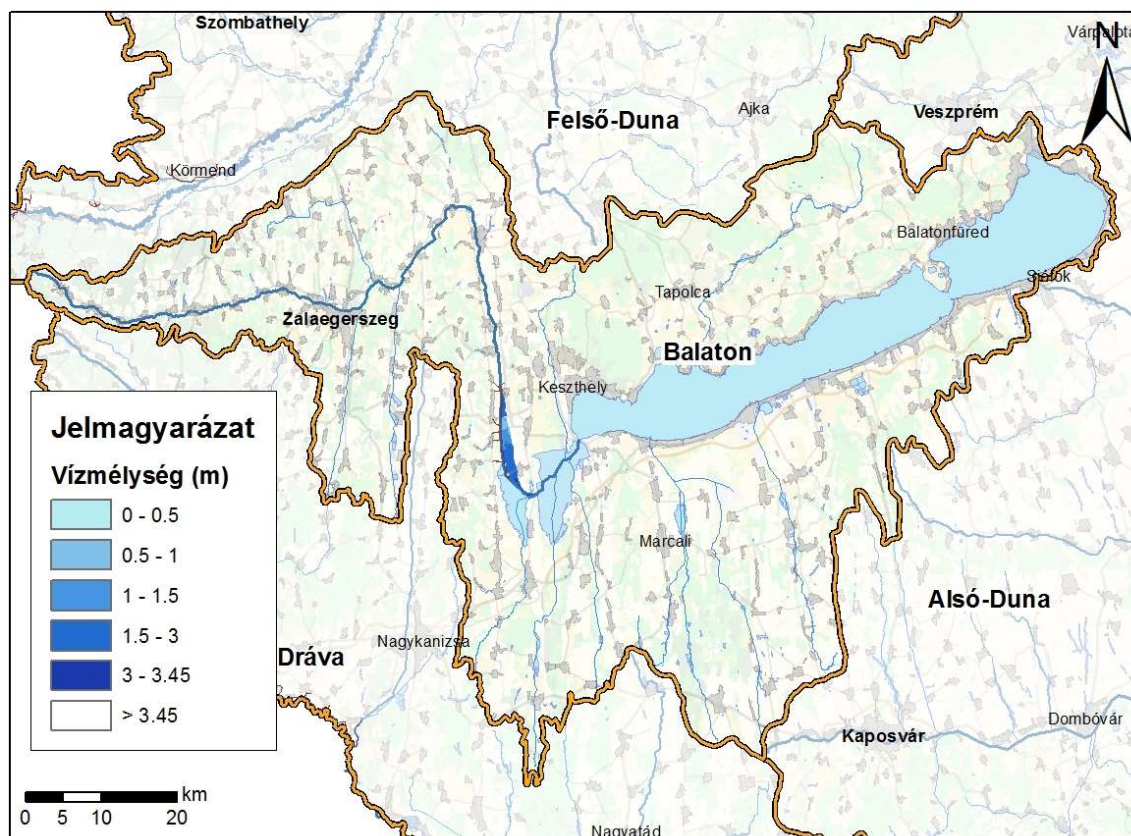


„AZ ELŐZETES ÁRVÍZI KOCKÁZATBECSLÉS, VESZÉLY- ÉS KOCKÁZATI TÉRKÉPEK, A
KOCKÁZATKEZELÉSI TERVEK ELSŐ FELÜLVIZSGÁLATA”

(KEHOP-1.1.0-15-2016-00006)

Jelen állapot értékelésének összefoglalója

BALATON TERVEZÉSI TERÜLET



Megrendelő: Országos Vízügyi Főigazgatóság

Tervező: VIZITERV Environ Kft.

2021. április

Tartalom

1. BEVEZETŐ	3
2. ELŐZMÉNYEK	4
2.1. A TERVEZÉS TÁRGYA, TARTALMA, CÉLKITŰZÉSEK	4
2.1.1. A Nemzeti Kvassay Jenő terv és az EU Árvízirányelv szerinti kockázatkezelés kapcsolata	10
2.2. A TERVEZÉS SORÁN FIGYELEMBE VETT EGYÉB ORSZÁGOS ÁRVÍZVÉDELMI STRATÉGIAI TERVEZÉSI MUNKÁK	11
2.3. FIGYELEMBE VETT JOGSZABÁLYI KERETEK	13
2.4. AZ ELKÉSZÜLT DOKUMENTÁCIÓ SZERKEZETE	16
3. AZ ÁRVÍZVÉDELMI RENDSZER JELENLEGI ÁLLAPOTA	17
3.1. ÁRVÍZVÉDELMI TÖLTÉSEK JELENLEGI ÁLLAPOTA	17
3.2. ÁRVÍZVÉDELMI CÉLOKAT IS SZOLGÁLÓ VÍZTÁROZÁS	18
3.3. NAGYVÍZI MEDER ÁLLAPOTA ÉS KEZELÉSÉNEK HELYZETE	21
4. A JELEN ÁLLAPOTÚ ÁRVÍZVÉDELMI RENDSZER VESZÉLY- ÉS KOCKÁZATI TÉRKÉPEZÉS METODIKÁJA, VÉGREHAJTÁSA ÉS EREDMÉNYEI	22
4.1. BEVEZETŐ	22
4.1.1. Bevezető a veszélytérképezés metodikájához	23
4.1.2. A kockázati térképezés metodikája	23
4.1.3. Összefoglaló tervezési egységek ismertetése	31
4.1.4. A veszélyeztetettség előzetes becslése ártéri öblözetek, kisvízfolyások és belvízi elöntés esetén	32
4.2. A VESZÉLYTÉRKÉPEZÉS METODIKÁJA	35
4.2.1. Védett árterek veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása	35
4.2.2. Nyílt árterek veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása	40
4.2.3. Kisvízfolyások veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása	43
4.2.4. Belvízi elöntések veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása	48
4.2.5. Tavak veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása	55
4.3. A VESZÉLY- ÉS KOCKÁZATI TÉRKÉPEZÉS EREDMÉNYEI ÉS KIÉRTÉKELÉSE	63
4.3.1. Védett árterek veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése	63
4.3.2. Nyílt árterek veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése	64
4.3.3. Kisvízfolyások veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése	65
4.3.4. Belvízi elöntések veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése	68
4.3.5. Tavak veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése	70
5. INFORMATIKAI FEJLESZTÉSEK ÖSSZEFOGLALÁSA	81
5.1. ÁKIR FEJLESZTÉSEK	81
5.1.1. Kiinduló adatkörök ellenőrzése, alapadatok rendszerezése	81
5.1.2. A térképezés és tervezés során jelentkező ÁKIR fejlesztési igények teljesítése	81
5.1.3. Veszély-és kockázati térképezés támogatása	82
5.1.4. Statisztikai és értékelő modul létrehozása	82
5.1.5. Egyéb fejlesztések	82
5.2. CSOPORTMUNKA BIZTOSÍTÁSA	82
5.3. ÁKIR RENDSZERFELÜGYELET	83

1. BEVEZETŐ

A vízügyi igazgatási és a vízügyi, valamint a vízvédelmi hatósági feladatokat ellátó szervek kijelöléséről szóló 223/2014. (IX. 4.) Korm. rendelet alapján az Országos Vízügyi Főigazgatóság (a továbbiakban: OVF) egyes, a hatáskörébe tartoz, általános érdekű szolgáltatások biztonságos, hatékony és jó minőségben történő ellátásához szükséges, azok elvégzését támogató, a Miniszterelnökség Támogatásokat Vizsgáló Iroda által általános érdekű szolgáltatásnak minősülő feladatok ellátásával a megrendelő Szolgáltatót bízta meg a Felek között 2017. április 21. napján létrejött keretszerződésben (a továbbiakban: Keretszerződés). Felek az előzőekben hivatkozott Keretszerződés alapján és rendelkezéseinek megfelelően kötik meg a jelen Eseti Szolgáltatási Szerződést, a Megrendelő által hozott 5/2016.(12.29.) számú Alapítói Határozatra is tekintettel.

Megrendelő „Az előzetes árvízi kockázatbecslés, veszély- és kockázati térképek, a kockázatkezelési tervek első felülvizsgálata” című, KEHOP-1.1.0-15-2016-00006 azonosítójú projekt komplex megvalósítási folyamatainak ellátása érdekében 2016. október 25. napján támogatási kérelmet nyújtott be a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Programok Irányító Hatóságához (a továbbiakban: IH), mely pozitív támogatói döntésben részesült 2016. november 7. napján. A támogatási szerződés 2016. december 8. napján lépett hatályba.

Az Árvízi Irányelv szerinti árvízi kockázati térképek és a kockázatkezelési tervek készítésére három ütemben került sor.

- A KEOP - 2.5.0.B. Vízgazdálkodási tervezés konstrukció B) komponense, az „Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése” keretein belül az I. ütemben elkészült az „Árvízi veszély- és kockázati térképezés és kockázatkezelési tervezés tartalmi és formai követelményeinek meghatározása, a végrehajtás megalapozása és eszközrendszerének kialakítása” c. (KEOP-2.5.0/B/10-2008-0001) munka. Mely során kidolgozták a veszély- és kockázati térképek készítésének és a kockázatkezelés tervezésének módszertanát.
- A II. ütemben, az „Előzetes árvízi kockázat-értékelés és a veszélytérképezés adatainak előállítása” (KEOP-2.5.0/B/10-2010-0001) projektben elkészült az előzetes kockázati értékelés, az előzetes kockázatbecslés, és a térképezéshez szükséges adatgyűjtés, és az adatok adattári elhelyezése (ÁKIR) is befejeződött. Az előzetes árvízi kockázatbecslés során valamennyi olyan vízgyűjtőterületet vizsgáltak, melyen jelentős árvíz kockázat áll fenn, illetve jövőbeni előfordulása okkal valószínűsíthető.
- Az árvíz kockázat kezelési program III. fázisában, az „Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése” (KEOP-2.5.0/B/09-12-2013-0001) projektben 2015-re az időközben megmódosított mértékadó árvízszint függvényében pontosításra kerültek a veszély- és kockázati térképek, továbbá kidolgozásra kerültek a veszély és kockázatok csökkentését szolgáló intézkedések országos és területi stratégiai tervei is, illetve a lokalizációs tervezés előkészítő fázisában előkészítő vizsgálatokat végeztek.

2. ELŐZMÉNYEK

2.1. A TERVEZÉS TÁRGYA, TARTALMA, CÉLKITŰZÉSEK

A KEHOP-1.1.0-15-2016-0006 „Az előzetes árvízi kockázatbecslés, veszély- és kockázati térképek, a kockázatkezelési tervek felső felülvizsgálata” című komplex megvalósítású feladatainak ellátása, amely az Országos Vízügyi Főigazgatóság (mint Megrendelő) és a VIZITERV Environ Kft. (mint Szolgáltató) között jött létre. A komplex projekt fő célkitűzései:

- Az Európai Parlament és a Tanács 2007/60/EK sz. „Írányelv az árvízkockázatok értékeléséről és kezeléséről”-ben foglaltak teljesítése, a korábbi ÁKK felülvizsgálata
- Magyarország vízkár-elhárítási stratégiájának a megváltozott társadalmi-gazdasági elvárásoknak megfelelő átdolgozása.

A tervezés célja

Az Árvízi Irányelv a következőképpen fogalmazza meg az árvízi kockázatkezelési céljait;

Az árvizek haláleseteket és kitelepítéseket okozhatnak, károsíthatják a környezetet, súlyosan veszélyeztethetik a gazdasági fejlődést, valamint akadályozhatják a Közösség gazdasági tevékenységeit. (1)

Az árvíz elkerülhetetlen természeti jelenség. Ugyanakkor egyes emberi tevékenységek (például az emberi települések és gazdasági eszközök növekvő száma az árterületeken, valamint a természetes árvíz-visszatartási képesség változás hozzájárulnak az árvizek valószínűségének növekedéséhez és káros hatásainak súlyosbodásához. (2)

Az árvizekkel kapcsolatos, elsősorban az emberi egészségre és életre, a környezetre, a kulturális örökségre, a gazdasági tevékenységekre és az infrastruktúrára gyakorolt káros következmények kockázatának csökkentése megvalósítható és kívánatos. E kockázatok csökkentését célzó intézkedéseket azonban, amennyire lehetséges, az egész vízgyűjtőben össze kell hangolni, hogy azok eredményesek lehessenek. (3)

A Közösség területén különböző típusú árvizek fordulnak elő, pl. folyami árvizek, heves árhullámok, városi árvizek és tengerparti áradások. Az árvizek okozta károk is változók lehetnek a Közösség különböző országaiban és régióiban. Ennélfogva az árvízkockázatkezelésre vonatkozó célkitűzéseket a tagállamoknak maguknak kell meghatározniuk, s azoknak helyi és regionális körülményeken kell alapulniuk. (10)

Az árvízkockázat a Közösség bizonyos területein jelentéktelennek tekinthető, például a gyéren lakott vagy lakatlan területeken, illetve a korlátozott gazdasági eszközökkel vagy ökológiai értékekkel rendelkező területeken. Minden vízgyűjtő kerületben vagy igazgatási egységnél meg kell állapítani az árvízkockázatokat és a további intézkedések – például az árvízkár-mérséklési képesség értékelése – szükségességét. (11)

Ennek az irányelvnek a célja, hogy keretet adjon a Közösség területén az árvízkockázatok értékelésére és kezelésére az árvizekkel kapcsolatos, az emberi egészségre, a környezetre, a kulturális örökségre és a gazdasági tevékenységre gyakorolt káros következmények csökkentése érdekében. (I. fejezet 1. cikk)

Az árvízkockázat-kezelési céljainak hazai meghatározása

A kockázatkezelési tervezés céljait tekintve az Árvízi Irányelv a tagországokra bízta a kockázati célok meghatározását és elérésének ütemezését. A 178/2010 kormányrendelet a következő feladatokat határozza meg a célkitűzések tekintetében:

Kockázatkezelési célok megállapítása

„7. § (1) A veszély- és kockázati térképek alapján a Duna vízgyűjtőkerület magyarországi részére Országos Árvízi Kockázatkezelési Konceptiót (a továbbiakban: Konceptió) kell készíteni, mely tartalmazza az országos szintű árvízi kockázatkezelési célkitűzéseket, alapelveket és prioritásokat az árvízi kockázatkezelés rendje, a kockázatkezelés és a kockázatviselés, valamint a kockázatok csökkentése tekintetében. A Konceptió kiterjed az árvíznek és a belvíznek az emberi egészségre, az emberi javakra, a környezetre, a kulturális örökségre és a gazdasági tevékenységre gyakorolt lehetséges káros következményeinek csökkentésére, valamint – amennyiben indokolt – a nem szerkezeti jellegű intézkedésekre, az árvíz és belvíz valószínűségének csökkentésére összpontosítva.

(2) A Konceptió tervezetének elkészítéséről – az Országos Vízügyi Főigazgatóság és a vízügyi igazgatóságok útján – a vízügyi igazgatási szervek irányításáért felelős miniszter gondoskodik, az érintett miniszterek irányítása, felügyelete alatt álló közigazgatási szervek bevonásával és gondoskodik az Országos Vízgazdálkodási Tanács véleményének beszerzéséről.

(3) A Konceptió elfogadására a Kormány javaslatot tesz az Országgyűlésnek.”

A 178/2010 kormányrendelet értelmében tehát készíteni kell egy Konceptiót, amelynek tartalmaznia kell célokat, alapelveket és prioritásokat. Ennek egyeztetési változata elkészült 2015-ben, az ÁKK III. üteme során, amelynek megállapításai részben bekerültek a Kvassay Jenő Tervbe. A Kvassay Jenő Terv, Nemzeti Vízstratégia (KJT) átfogó és hosszú távú (2030-ig) célokat fogalmaz meg a vízügyi ágazat számára, de nem azonosítja a kockázatkezelési tervezés céljait.

A kockázatkezelési tervezés feladatának tekintjük a kockázatkezelési célok olyan megfogalmazását, amely adaptálható a tervezésre. A hazai tervezés során ezt a következőképpen értelmezzük.

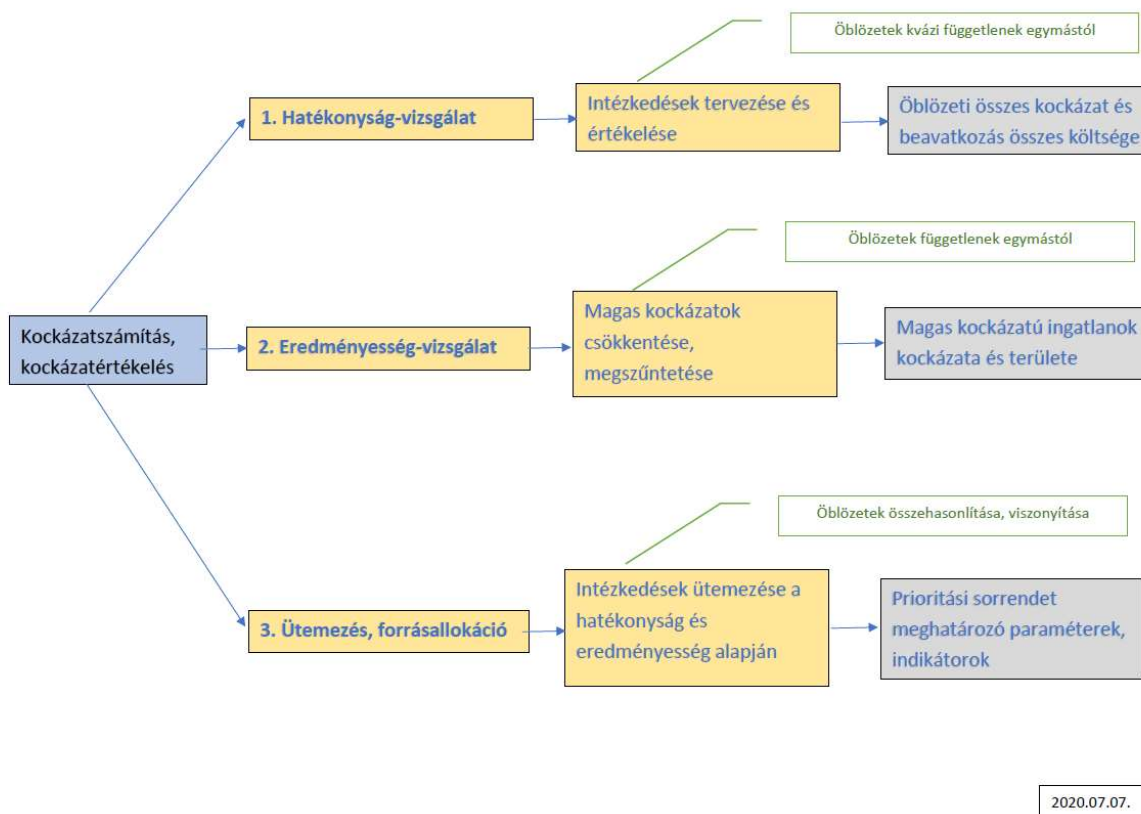
A kockázatszámítás és értékelés célját az alábbi ábrán foglaltuk össze (2. oszlop). A harmadik oszlop tartalmazza, hogyan érvényesítjük a célokat, a negyedik, hogy milyen kockázati paramétereket alkalmazunk a célok érvényesítéséhez (a prioritás-vizsgálat esetében nem részletezzük). A zöld keretben jelezzük, hogy az egyes célok esetében az öblözetek milyen mértékben vannak egymásra hatással.

A magas kockázatok csökkentését minden öblözet esetében önállóan vizsgáljuk, vagyis az öblözetek függetlensége teljes mértékű. Az intézkedések vizsgálatakor kvázi függetlenség áll fenn, mivel a töltésfejlesztések és különösen a tározóépítés és üzemeltetés hatásai átgyűrűznek egyik öblözeti töltésszakaszról a másikra. Az öblözeti prioritások esetében teljes mértékű függő viszonyról beszélhetünk, mivel ez esetben az öblözetek kockázatoságát egymáshoz viszonyítjuk.

Célunk, hogy az intézkedések legyenek hatékonyak, vagyis a kockázatcsökkentés haladja meg a megvalósításához szükséges ráfordításokat.

Célunk, hogy a kockázatokat szükséges és elégséges mértékben csökkentsük.

Célunk, hogy azokon az öblözeteken hajtsuk végre először a beavatkozásokat, amelyek a leginkább kockázatosak, vagyis ahol a legnagyobb kockázatcsökkenést érhetjük el, illetve ahol a legnagyobb szükség van kockázatcsökkentésre.



ábra Kockázatszámítás és értékelés célja és működése

A vizsgált fő célértékek, paraméterek a hatékonyság (haszon-költség arány), amely áll a tervezési időszakra számított hasznokból és ugyanezen időszakra számított költségekből. A hasznok alatt a kockázatsökkenést értjük. Költségek alatt kell érteni a beruházási, fenntartási, üzemeltetési költségeket. A hatékonyság számításánál alkalmazni kell az amortizációra vonatkozó gazdasági szabályokat és a hasznok és költségek jelenértékének számítását.

A modellben a töltésfejlesztések állnak a fókuszban, azonban ezek a tervezés részletes kidolgozásakor helyettesíthetők lehetnek (például árvízi tározással). Jelen feladat addig terjed, hogy meghatározzuk az ártéri öblözetek értékelési és ez alapján, besorolási tényezőit, elvégezhető legyen a besorolásuk és meghatározható legyen az ártéri öblözetekhez tartozó gazdaságos (hatékony) kiépítési szint.

Elsődleges vizsgálati szempontok:

1. Haszon-költség arány
2. Teljes költség értéke (része: beruházási költség, fenntartási, üzemeltetési, amortizációs költség és a maradó kockázat, mint potenciális költség)

További vizsgálati szempontok:

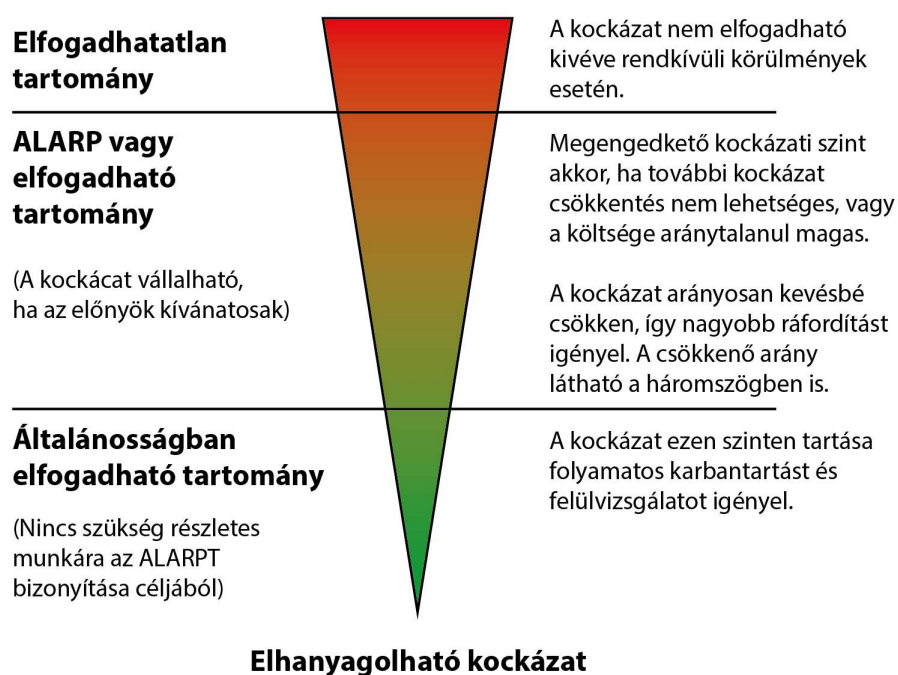
A differenciált árvízvédelem metodikájának kidolgozása során törekedni kell a *gazdaságos, hatékony és eredményes tervezésre*. A gazdaságosság akkor teljesül, ha az intézmények által a tevékenységük folytatásához felhasznált források időben, alkalmas mennyiségben és minőségben, a legjobb áron rendelkezésre állnak. A hatékony és eredményes tervezés teljesülése érdekében a következő tényezőket (teljesítménymutatókat) vizsgáljuk, amely tényezők ugyanúgy gazdasági jellegűek, mint a hatékonyság. Az első csoport a kockázati értékeket foglalja magába, ide értve a jelenlegi kockázatokat, a kockázatváltozást, a maradó kockázatot és a fajlagos kockázatot területi és országos viszonylatban. A második csoport az

intézkedési költségeket helyezi a középpontba, a harmadik pedig egy nagyon egyszerű társadalmi megközelítést tükröz.

A kockázatsökkentés szükséges mértékének meghatározása

A műszaki rendszer tervezőjének és üzemeltetőjének általános kötelessége a kockázat "lehető legkisebb ésszerűen megvalósítható" (angol rövidítéssel: ALARP) szintre való csökkentése. Ugyanakkor tekintettel arra, hogy a kockázat nem szüntethető meg teljesen, szükségszerűen létezik arányosság a kockázat és annak csökkentésére irányuló intézkedések között. E kérdésből adódik a kockázatsökkentés szükséges mértékének meghatározása, mely során az alábbi ábrán ismertetett ALARP alapelv is iránymutató.

ALARP és elfogadható kockázat koncepciója



ábra As Low as Reasonable Possible (ALARP) alapelv szemléltetése

A fenti ábra jól mutatja, hogy a biztonságkritikus műszaki rendszert tervező mérnök három eshetőséggel találkozhat:

- A feltárt kockázat kizárólag csak extrém körülmények között fogadható el.
- Vannak olyan esetek, amikor a kockázat elfogadható mértékű. Ezekben az esetekben a mérnök elengedhetetlen feladata, hogy részletesen elemezze miként érvényesíthető az ALARP alapelv, és kizárólag csak akkor ne végezzen el további kockázatsökkentési tevékenységet, ha az nem kivitelezhető vagy a kivitelezés költsége nem áll arányban a várható előnyökkel. A kockázat akkor is tolerálható, ha a veszélyhelyzetet jelentő műszaki rendszer általánosan előnyös a társadalomra és az emberekre, és ezen előnyök mértéke messze meghaladja a kockázat mértékét (pl. atomenergia).
- Azokban az esetekben, amikor a kockázat általánosságban is elfogadható, nincs szükség a kockázat további csökkenthetőségének elemzésére.

Tervezési feltételrendszer

Az árvíz kockázat-kezelési tervezésnek az Árvízi Irányelv értelmében az alábbi tervezési feltételrendszert kell alkalmaznia.

Az eredményes árvíz megelőzés és árvízvédekezés a **tagállamok közötti koordináció túl szükségessé teszi a harmadik országokkal folytatott együttműködést is**. Ez összhangban van a 2000/60/EK irányelvvel, valamint az árvíz kockázatok kezelésével kapcsolatos nemzetközi lapelvekkel, melyek elsősorban a 95/308/EK tanácsi határozattal (4) jóváhagyott, az Egyesült Nemzeteknek a határokat átlépő vízfolyások és nemzetközi tavak védelméről és használatáról szóló egyezménye, és bármely az annak alkalmazásáról szóló későbbi megállapodás kapcsán jött létre. (6)

A **víz- és területhasználatra vonatkozó politikák kidolgozása során** a tagállamoknak és a Közösségnek **figyelembe kell venniük** a politikáknak **az árvíz kockázatokra és azok kezelésére gyakorolt esetleges hatását**. (9)

Egy eredményes információs eszköz, valamint a prioritások meghatározásához és a további technikai, pénzügyi és politikai döntésekhez szükséges értékes alap rendelkezésre állása érdekében **gondoskodni kell az árvízveszélytérképek és árvíz kockázati térképek kidolgozásáról**, amelyek bemutatják a különböző árvíz helyzetekhez kapcsolódó lehetséges negatív következményeket, beleértve az árvizek következtében fellépő esetleges környezetszennyezés forrásaira vonatkozó információkat. Ezzel összefüggésben a tagállamoknak **fel kell mérniük az árvíz kockázatok növelő hatású tevékenységeket**. (12)

Az árvíz kockázat-kezelési terveknek **megkülönböztetett figyelmet kell fordítaniuk a megelőzésre, védelemre és felkészültségre**. Annak érdekében, hogy a folyók nagyobb helyet kapjanak, ahol lehetséges, meg kell fontolni az árterületek fenntartását és/vagy helyreállítását és az emberi egészséget, a környezetet, a kulturális örökséget és a gazdasági tevékenységet érő károk megakadályozására és csökkentésére szolgáló intézkedéseket. Az árvíz kockázat-kezelési tervek elemeit rendszeresen felül kell vizsgálni, és szükség esetén naprakésszé kell tenni az éghajlatváltozásnak az árvizek előfordulására gyakorolt valószínű hatásaira is figyelemmel. (14)

Az árvíz kockázat-kezelés keretében nagyon fontos a **szolidaritás elve**. Ennek fényében arra kell ösztönözni a tagállamokat, hogy méltányos módon osztozzanak a felelősségben, amikor mindenki számára előnyös módon, a vízfolyások mentén felmerülő kockázatkezelési intézkedésről közösen határoznak. (15)

A fenti célok teljesítését biztosító munkák teljesítésére kiírt közbeszerzés ajánlati felhívásának műszaki feladat-meghatározása az elvégzendő feladatokat az alábbiak szerint tartalmazta:

- **Országos előntési veszélytérképezés.**
 - Térképezendő területek pontosítása
 - Védművekkel védett árterek veszélytérképezése.
 - Nyílt árterek veszélytérképezése kisvízfolyásokon.
 - Nyílt árterek veszélytérképezése folyószakaszokon.
 - Belvízi veszélytérképezés előkészítése.
- **Országos kockázati térképezés (kb. 60 000 km²).**
 - Az országos árvíz kockázati térkép (OÁKT) előállításának előkészítése.
 - Regionális területhasználati térképek készítése.

- Területhasználati paraméterek meghatározása.
- Kockázati térképek elkészítése.
- **Országos kockázatkezelési tervezés előkészítése.**
 - Területhasználati adatbázis létrehozása.
 - Területrendezési tervek feldolgozása.
 - Vagyon adatok Akir adatbázisba illesztése.
 - A vízgyűjtő-gazdálkodási tervek adatainak feldolgozása, Akir adatbázisba illesztése.
 - Vidékfejlesztési scenáriók kidolgozása.
 - Területfejlesztési modellezés végrehajtása.
 - Stratégiai előntési veszély- és kockázati térkép induló változatának elkészítése.
 - Az érintettek körének meghatározása és bevonásuk a tervezés folyamatába.
 - Tervezési határfeltételek meghatározása.
 - Kockázatkezelési célok és alapelvek kitűzése, az érintettekkel való egyeztetése.
 - Kockázatkezelési konfliktusos területek lehatárolása.
- **Kockázatkezelési tervezés az ország ár- és belvíz veszélyeztetett területeire.**
 - Lehetséges nem-szerkezeti intézkedések alkalmazásának vizsgálata.
 - Lehetséges szerkezeti intézkedések alkalmazásának vizsgálata.
 - Stratégiai tervváltozatok kidolgozása.
 - A veszély- és kockázati térképek elkészítése a stratégiai tervváltozatokra.
 - Javaslat a tervezési egység árvíz-kockázat-kezelési stratégiai tervére, stratégiai környezeti vizsgálat.
- **Országos kockázatkezelés végrehajtás előkészítése.**
 - Nagyvízi mederkezelési tervezés
 - Lokalizációs tervezés előkészítő vizsgálatok (150 öblözetre).
 - Kiegészítő geodéziai mérések végrehajtása
- **A veszély és kockázati térképezés és tervezés informatikai támogatása.**
 - Kiinduló adatkörök ellenőrzése.
 - Konzisztencia ellenőrzés.
 - Minőségbiztosítás és adatfeltöltés.
 - A térképezés és tervezés során jelentkező ÁKIR fejlesztési igények teljesítése.
 - Feladat kezelés kiterjesztése térképezés esetén.
 - Feladatkezelés változat kezelés tervezés esetén.
 - Veszélytérképezés támogatás „Nyílt ártér folyószakaszokon” típus esetén.
 - Csoportmunka biztosítása.
 - Csoportmunka környezet biztosítása (projekt tevékenység támogatás).
 - Területfejlesztési becslés alkalmazás.
 - Belvízi veszélytérkép alkalmazás.
 - Egyéb fejlesztések
 - ÁKIR rendszerfelügyelet ellátása.
 - Kiegészítő szoftver beszerzések, fejlesztések, oktatás.

2.1.1. A Nemzeti Kvassay Jenő terv és az EU Árvízirányelv szerinti kockázatkezelés kapcsolata

2014-2015-ben a vízügyi ágazat elkezdte az általános gazdasági fejlődést segítő Kvassay Jenő terv kidolgozását, mely az ország vízpolitikai stratégiájának megújítását célozza. A megbízóval történt közbülső egyeztetések alapján a KJT árvíz-kockázatkezelési céljait és alapelveit az AKK projekt munkái során figyelembe vettük.

A KJT szerinti árvíz-kockázat-kezelési koncepció szerint a célok és alapelvek az alábbiak.

„Általánosan

- A kialakított rendszernek a területfejlesztéssel együttműködve elő kell mozdítania a vízzel, a földterülettel, a természeti erőforrásokkal és a természeti értékekkel kapcsolatos tevékenységek koordinált kezelését és megőrzését. E miatt **a tervezés során egymásra épülő, komplex megoldásokat kell keresni.**
- Az árvízvédelmi biztonsági előírásokat újra kell fogalmazni, ehhez:
 - A veszély elleni defenzív tevékenységről át kell térni a kockázatok kezelésére, az árvízveszélyes területek hasznosításakor alkalmazkodni kell a fennálló veszélyekhez.
 - Az árvizek és belvizek kezelése során, ahol ez lehetséges, a katasztrófa megelőzés elsődleges a katasztrófakezeléshez képest.
- Az árvíz-kockázat-kezelési tervek az integrált vízgyűjtő-gazdálkodás részét képezik. Az árvíz-kockázat-kezelési koncepció cél- és eszközrendszerének figyelembe kell vennie az ésszerű és hatékony vízkészlet-gazdálkodás követelményét, illetve maga is ebbe az irányba kell, hogy befolyásolja a gazdálkodást.
- A megoldások megkövetelik az árvízi kockázatkezelési koncepció céljainak más szakpolitikákba történő integrálását. Különösen fontos lenne az integráció az agrárpolitikába, a természetvédelemben, a környezetvédelemben, a területfejlesztésben és a katasztrófavédelemben (például: vidékfejlesztés – vízvisszatartás, területfejlesztés – veszélyeztetettség).

A társadalom számára elfogadható kockázat mértéke

- Az „abszolút biztonság” szintje nem elérhető, és racionálisan célként nem is közelíthető, ehelyett meg kell határozni a társadalom számára elfogadható kockázat mértékét.
- A társadalom számára elfogadható kockázat meghatározásakor a nehezen vagy egyáltalán nem számszerűsíthető károkat is figyelembe kell venni.
- Az árvíz-kockázat-kezelési stratégia másik célja, hogy csökkentse az előntési kockázatot akkor, ha az nagyobb az elvárt minimális szintnél, vagy ha az elfogadhatósági intervallumon belül a beavatkozás érdemi javulást okoz. Összességében elmondható, hogy az árvízzel és belvízzel veszélyeztetett területeken az előntési károk kockázatát országosan csökkenteni kell, de a beavatkozások helyét és a csökkentés mértékét csak részletes vizsgálatok alapján lehet a jövőben meghatározni.
- Az árterületek hasznosításakor a társadalomnak és a gazdaságnak is alkalmazkodnia kell a területet érintő becsülhető veszélyek szintjéhez.

A társadalom önvédelmi képességét erősíteni kell. El kell érni, hogy az a lakos, gazdasági szereplő, aki elszemvedheti az előntési események következményeit, alkalmassá váljon (ha ez lehetséges) saját óvintézkedései megtételére a károk megelőzése, csökkentése érdekében. Ezért az árvízi tudatosság szintjét emelő

programokat kell kidolgozni és végrehajtani, a jó építési és egyéb gyakorlatokat el kell terjeszteni.

- A kockázatkezeléshez egymásra épülő komplex megoldásokat kell keresni, ennek keretében:
 - a védekezés mellett a veszély megelőzésre is nagy hangsúlyt kell fektetni a vizek lehetőség szerinti visszatartásával, a tározás növelésével,
 - az árvíz- és belvízkockázattal érintett területeken ösztönözni kell a területhasználat-váltást a természeti adottságoknak nem megfelelő területhasználatok esetében,
 - az árvizek idején jelentkező víztöbblet természetes öblözetekbe való kivezetésének, és megőrzésének lehetőségét és
 - az élő rendszerek víztározási kapacitását jobban ki kell használni,
 - az árvíz gyors levonulását elősegítő ún. nagyvízi levezető sáv kialakítását és fenntartását a kockázatokat és veszélyeket figyelembe véve, az érintett értékek összevetésére alapuló kompromisszumokkal végezzük,
 - a megoldások között kell szerepeljenek az agrárgazdálkodásban található lehetőségek is, mint a víz területen való tartása (tározással, (öntöző)csatornákkal, beszivárogtatással) és a talajvízháztartás javítása,
 - a védekezési rendszer rugalmasságát olyan eszközökkel növeljük, mint a mobil gátak használata;
 - fentiek kiegészülnek a nem-szerkezeti intézkedések államilag összehangolt rendszerével.”

2.2. A TERVEZÉS SORÁN FIGYELEMBE VETT EGYÉB ORSZÁGOS ÁRVÍZVÉDELMI STRATÉGIAI TERVEZÉSI MUNKÁK

Az Európai Parlament és Tanács 2007/60/EK **irányelve**, valamint annak hazai végrehajtását szabályozó 178/2010 (V.13) Korm. rendelet, mint a jelen munka szempontjából meghatározó jogi keretek a tervezési szerződésben rögzített feladatokkal együtt meghatározták a munka fő irányait.

Ezen túlmenően a Megbízóval folytatott folyamatos munkaközi konzultációk, egyeztetések során felmerült annak szükségessége, hogy az AKK projekt keretében folyó munkákat össze kell hangolni mindazon az árvízvédelmi fejlesztési stratégiát megalapozó egyéb tervezési programokkal, vizsgálatokkal, amelyek a fenti felsorolt hazai jogi szabályokba előírt feladatok teljesítéséhez kapcsolódnak.

A részben párhuzamosan folyó és a tervezési alegységet is érintő stratégiai tervezési munkák kapcsolódását az **1. táblázat** foglalja össze.

1. táblázat. Az AKK projekt végrehajtása során figyelembe vett kapcsolódó hazai jogszabályok, programok

Kapcsolódó jogszabály, stratégia program	Kapcsolódás jellege
2004. évi LXVII. törvény a Tisza-völgy árvízi biztonságának növelését, valamint az érintett térség terület- és vidékfejlesztését szolgáló program (a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése) közérdekűségéről és megvalósításáról	A Tisza-völgy komplex árvízvédelmi fejlesztési programjának aktualizálása (VTT) 2014-2015-ben megtörtént. A továbbfejlesztett, aktualizált koncepcióba előirányzott intézkedési javaslatokat a Tisza-völgyi tervezési terület egységek kockázatkezelési tervében, mint a közeljövőben megvalósuló fejlesztéseket vettük figyelembe. A Tisza-völgyi árvízvédelmi fejlesztési program kidolgozása során a több szempontú változat elemzés keretében az AKK veszély- és kockázati térképezés során meghatározott jellemzőket (veszélyeztetett lakosok, és vagyoneérték) figyelembe vették a fejlesztések fontossági sorrendjének meghatározásában.
Nemzeti Kvassay Jenő Terv	Konkrétan az alábbi általános célok és alapelvek érvényesítése történik meg vagy kezdődik el a kockázatkezelési tervekben: – a tervezés során egymásra épülő, komplex megoldásokat kell keresni. – át kell térni a kockázatok kezelésére, az árvízveszélyes területek hasznosításakor alkalmazkodni kell a fennálló veszélyekhez. – Az árvíz kockázat-kezelési tervek az integrált vízgyűjtő-gazdálkodás részét képezik. – Fontos lenne az integráció az agrárpolitikába, a természetvédelembe, a környezetvédelembe, a területfejlesztésbe és a katasztrófavédelembe. – Nehezen vagy egyáltalán nem számszerűsíthető károkat is figyelembe kell venni.
83/2014. (III. 14.) Korm. rendelet a nagyvízi meder, a parti sáv, a vízjárta és a fakadó vizek által veszélyeztetett területek használatáról, hasznosításáról, valamint a folyók esetében a nagyvízi mederkezelési	A kormányrendelet végrehajtásának keretében készült 69 db nagyvízi mederkezelési konzultációs terv intézkedési javaslatai rendszerezésre kerültek és tervezési terület egységenként a Hiba! A

terv készítésének rendjére és tartalmára vonatkozó szabályokról.	hivatkozási forrás nem található. <i>melléklet</i> tartalmazza. A vízügyi igazgatóságok által elkészített nagyvízi mederkezelési tervekben szerepeltetett intézkedések az ÁKK tervezési egységeken előirányzott intézkedésekként kerülnek felsorolásra intézkedés típusonként kategorizálva, azonban kockázatsökkentő hatásai jelen ÁKK projektben nem kerülnek elemzésre, tekintettel arra, hogy az előirányzott intézkedések a nagyvízi mederkezelésre vonatkozó rendelet alapján még hatósági, környezetvédelmi, természetvédelmi egyeztetési stádiumban vannak. A tervek kihirdetésére miniszteri rendeletben kerül sor az egyeztetési fázis lezárulását követően.
74/2014. (XII. 23.) BM rendelet a folyók mértékadó árvízszintjeiről.	A folyók rendeletben kihirdetett új mértékadó árvízszintjeit a veszélytérképezés során figyelembe vettük. Ezen értékekhez illeszkedve határoztuk meg a vízrendszert terhelő árhullámok különböző valószínűségű értékeit.

2.3. FIGYELEMBE VETT JOGSZABÁLYI KERETEK

EU jogszabályi keretek:

- **Az Európai Parlament és a Tanács 2007/60/EK irányelve.** Az Európai Parlament és a Tanács 2007/60/EK sz. alatt irányelvet fogadott el az árvíz-kockázatok értékeléséről és kezeléséről. Ennek célja, hogy meghatározza az árvíz-kockázatok értékelésére és kezelésére irányuló tevékenységek kereteit, az emberi egészségre, a környezetre, a kulturális örökségre és a gazdasági tevékenységre gyakorolt káros következmények csökkentése érdekében.

Az Irányelv alapján a tagállamok előzetes árvíz-kockázati értékelést kell végezni, majd árvíz-veszélytérképeket, árvíz-kockázati térképeket és árvíz-kockázat-kezelési terveket kell készíteniük. A szerkezeti és nem szerkezeti intézkedésekre és az árvíz valószínűségének csökkentésére összpontosítva árvízi kockázatkezelési célokat állapítanak meg, és a célkitűzések elérését szolgáló intézkedéseket irányoznak elő, figyelembe véve a környezetre gyakorolt hatások vizsgálatáról szóló, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyeinek ellenőrzéséről szóló, és a stratégiai hatásvizsgálatról szóló EK irányelveket. Eljárást alakítanak ki a nemzetközi vízgyűjtők esetében alkalmazandó transznacionális hatású intézkedések értékeléséhez használandó költség-haszon elemzésekre. Bemutatják a terv végrehajtásának programját, kitérve az intézkedések rangsorolására és az előrehaladás figyelemmel kíséresi módjára, a megtett, nyilvános tájékoztatási és konzultációs intézkedésekre, csatolják a hatáskörrel rendelkező hatóságok jegyzékét is. Nemzetközi vízgyűjtő kerület esetében bemutatják a koordinációs folyamatot.

Az árvíz-kockázat-kezelési terveknek figyelembe kell venniük a költségek és hasznok, az előntés mértéke, az árvíz-terjedési útvonalak és az árvíz-visszatartási képességgel rendelkező területek – például természetes árterületek –, a környezetvédelmi célkitűzések, a talaj- és vízgazdálkodás, a területrendezés, a kikötői infrastruktúra szempontjait.

Az árvíz-kockázat-kezelési tervek a megelőzésre, védelemre való felkészültségre (beleértve az árvíz-előrejelzéseket és a riasztó rendszereket) összpontosítanak, valamint figyelembe veszik az adott vízgyűjtő vagy részvízgyűjtő jellemzőit. Az árvíz-kockázat-kezelési tervekbe a fenntartható terület-használati gyakorlat támogatását, az árvíz-visszatartás javítását, valamint bizonyos területek árvíz-események esetén történő ellenőrzött elárasztását is fel lehet venni.

Az árvíz-kockázat-kezelési tervek a szolidaritás érdekében nem tartalmazhatnak olyan intézkedéseket, amelyek jelentősen növelik az árvíz-kockázatot az alvízi vagy felvízi országokban, kivéve, ha ezekben az összehangolt intézkedésekben az érintett tagállamok egymás között megegyeztek.

A tagállamok biztosítják, hogy a teljes egészében a Közösség területén fekvő vízgyűjtőkre a vízgyűjtő kerület szintjén összehangolt egyetlen, egységes árvíz-kockázat-kezelési terv vagy árvíz-kockázat-kezelési tervcsomag készüljön. A Közösség határain túlra kiterjedő nemzetközi vízgyűjtők esetében is összehangolt egyetlen, egységes nemzetközi árvíz-kockázat-kezelési terv készítésére törekednek.

Az irányelv 9. cikkének 2. pontja értelmében ezen irányelv 7. és 14. cikkében említett első árvíz-kockázat-kezelési tervek kidolgozását és későbbi felülvizsgálatait a 2000/60/EK irányelv 13. cikkének (7) bekezdésében meghatározott vízgyűjtő-gazdálkodási tervek felülvizsgálataival összehangolva kell végrehajtani, és azok e felülvizsgálatokba beépíthetők.

Az Árvízi Irányelv melléklete tartalmazza az árvíz-kockázat-kezelési tervek tartalmát:

- **Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve** a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról. A Víz Keretirányelv célja a felszíni vizek és a felszín alatti vizek megóvásának, védelmének és kezelésének legjobb gyakorlata megvalósítása. A Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv operatív lépcsőfok a VKI célkitűzéseinek eléréséhez. A VGT egy egységesített eszköz, amely segít a VKI célkitűzéseinek közösségi szintű megvalósítását. Távlati célként így a VKI általános célkitűzései állíthatók fel:
 - A vízi ökoszisztémák, és - tekintettel azok vízszükségletére - a vízi ökoszisztémáktól közvetlenül függő szárazföldi ökoszisztémák és vizes élőhelyek állapotának javítása és védelme.
 - A klímaváltozás következményeként megjelenő szélsőséges időjárási helyzetek következményeinek (rendkívüli árvizek, rendkívüli vízhiányos időszakok) kezelése, kártételek megelőzése.
 - A vízkészletek (felszíni, felszín alatti) fenntartható gazdálkodásához szükséges feltételek javítása, fenntartható használatának elősegítése.
 - A különösen veszélyes anyagok vizekbe való bevezetésének fokozatos csökkentése és megszüntetése.
 - A felszín alatti vizek szennyezésének csökkentése.
 - 2015-re (illetve 2021-re) el kell érni az erősen módosított és mesterséges víztestek jó állapotát.

Hazai jogszabályi keretek

- ***A 178/2010. (V. 13.) Korm. rendelet a vizek többletéből eredő kockázattal érintett területek meghatározásáról, a veszély- és kockázati térképek, valamint a kockázatkezelési tervek készítéséről, tartalmáról.*** A rendeletbe foglalt egyes részfeladatokat az EU által kötelezően előírt határidőre kell teljesíteni. A kötelező részhatáridők: 2011. december 22. (Előzetes kockázati értékelés), 2013. december 22. (Veszély-és kockázati térképezés), 2015. december 22. (Árvíz kockázat-kezelési tervek kidolgozása).
A 2011. évi első és a 2013. évi második jelentést az ország határidőre teljesítette. Ezen jelentések felhasználásával a jelen munka keretében sor került a veszély és kockázati térképek öblözetenkénti, részvízgyűjtőnkénti részletes kidolgozására, majd azok alapján az országos veszély-és kockázati térképek pontosítására, véglegesítésére és az árvíz kockázat-kezelési tervek kidolgozására.
- ***2004. évi LXVII. törvény a Tisza-völgy árvízi biztonságának növelését, valamint az érintett térség terület- és vidékfejlesztését szolgáló program (a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése) közérdekűségéről és megvalósításáról.*** Az Országgyűlés 2004-ben megalkotta a Tisza-völgy árvízi biztonságának növelését, valamint az érintett térség terület- és vidékfejlesztését szolgáló program (a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése) közérdekűségéről és megvalósításáról szóló **2004. évi LXVII. Törvényt**. A 2006-os Tisza- és Duna-völgyi rendkívüli árvizeket követően a **1003/2007. (I. 24.) Korm. határozat** alapján a 2007. évi CXLIX. Törvénnyel módosították 2004. évi LXVII. Törvényt, aminek 2. § (3) bekezdése előírja, hogy a „(3) A (2) bekezdésben megfogalmazott alapelveknek megfelelően a VTT keretében a következőket kell megvalósítani: a) a Tisza-völgy árvízvédelmi műveinek előírás szerinti kiépítését, összhangban a nagyvízi medrek vízzsálító képességének növelésével, a lefolyás elősegítését szolgáló beavatkozásokkal, biztosítva a folyók hullámtereinek táj-és földhasználat váltását;”
- ***83/2014. (III. 14.) Korm. rendelet a nagyvízi meder, a parti sáv, a vízjárta és a fakadó vizek által veszélyeztetett területek használatáról, hasznosításáról, valamint a folyók esetében a nagyvízi mederkezelési terv készítésének rendjére és tartalmára vonatkozó szabályokról.*** Az elmúlt évtizedek, de különösen az 1998 - 2013 közötti időszakban levonult árvizek magasságának jelentős növekedése, illetve az árhullámok levezetésének a tapasztalatai, a védekezési időszakokat követően egyre hangsúlyosabb társadalmi és gazdasági igények egyértelműen arra utalnak, hogy a folyók nagyvízi medrében olyan beavatkozások szükségesek, amelyek javítják a nagyvízi vízzsálító képességet, garantálják annak fenntarthatóságát. Az elmúlt közel másfél évtized árvízi eseményei során olyan területek is érintettek lettek, ahol a korábbi árhullámok ellen nem kellett védekezni, ugyanakkor egyértelművé vált, hogy az árvízvédekezés hagyományos eszközei mellett a sikeres védekezés esélyének megőrzéséhez új eszközöket is kell keresni. A fent leírtakkal **összhangban a 83/2014. (III.14.) Kormányrendelet** rendelkezik a nagyvízi medrekre vonatkozó kezelési tervek elkészítéséről. A folyók nagyvízi medrének kezelése több cél összehangolását igényli. A célrendszer tartalmát a folyó tulajdonságainak a társadalom életében és jövőjében érvényesülő szerepe jelöli ki, úgymint, hogy a folyó: ne okozzon az érintett lakosság számára vállalhatatlan élet- és vagyon kockázatot; maradjon természetes élőhely és tájalkotó érhálózat; legyen forrása a társadalom anyagi és szociális szükségleteinek kielégítéséhez.
- ***74/2014. (XII. 23.) BM rendelet a folyók mértékadó árvízszintjeiről.*** A mértékadó árvízszintek felülvizsgálatát az elmúlt 1-2 évtizedben szinte minden vízfolyáson

bekövetkezett LNV növekedés indokolta. Az eddig megfigyelt legnagyobb vízszintek növekedéséhez az esetek egy jelentős részében az eddig nem, vagy csak ritkán megfigyelt hidrometeorológiai, hidrológiai tényezők vezettek. Számos vízfolyáson illetve vízfolyás szakaszon a nagyvízi meder állapotának árvíz levezetési szempontból kedvezőtlenebbé válása is hozzájárult az árvízszintek emelkedéséhez.

Az Árvíz kockázat Kezeléshez kapcsolódó további jogszabályok:

-1146/2016. (III. 25.) Korm. határozat - Magyarország Árvízi Országos Kockázatkezelési Tervéről, BM közlemény - Magyarország Árvízi Országos Kockázatkezelési Tervéről

-BM közlemény - Magyarország felülvizsgált, 2015. évi vízgyűjtő-gazdálkodási tervéről
A 2015. december 22-én közzétett „A Duna-vízgyűjtő magyarországi része VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV - 2015” dokumentumának összefoglaló rövidített változata

-285/2016. (IX. 21.) Korm. rendelet - a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program keretében megvalósuló egyes vízgazdálkodási célú beruházásokkal összefüggő közigazgatási hatósági ügyek nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű ügyé nyilvánításáról

-5/2015. (XII. 30.) KKB határozat - a KEOP-2.5.0/B/09-12-2013-0001 Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése c. Európai Unió projekt eredményeiről szóló tájékoztató elfogadásáról

-1084/2016. (II. 29.) Korm. határozat - a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program éves fejlesztési keretének megállapításáról

-1125/2015. (III. 6.) Korm. határozat - a Környezet és Energia Operatív Program 2011-2013. évekre szóló akciótervének megállapításáról

2.4. AZ ELKÉSZÜLT DOKUMENTÁCIÓ SZERKEZETE

Jelen állapot fő összefoglaló dokumentum	Tervezési egységenként készült átfogó összefoglaló dokumentáció. A jelen állapot felmérése, a tervezési egységek bemutatása, a veszély- és kockázati térképezés módszertanának, eredményeinek és ezek értékelésének összefoglalása. Az informatikai fejlesztések, és az ÁKK-hoz kapcsolódó egyéb elvégzett feladatok leírása
Főanyag dokumentumok	A veszélyeztetettség előzetes becslése
	Metodikai leírások részletesen
	Veszély és kockázati térképek
	Veszély- és kockázati térképezés eredményeinek értékelése
	Informatikai fejlesztések
	Általános leírások

2. táblázat. *Az elkészült dokumentumok szerkezete*

3. AZ ÁRVÍZVÉDELMI RENDSZER JELENLEGI ÁLLAPOTA

3.1. ÁRVÍZVÉDELMI TÖLTÉSEK JELENLEGI ÁLLAPOTA

A Balaton tervezési területen a jelenleg érvényes nyilvántartás szerint 1 ártéri öblözet található, a nyilvántartott területe 16 km². (3. táblázat) Az ártéri öblözetet a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság kezelésében levő 06.05 árvízvédelmi szakasz 34,3 km árvízvédelmi töltése védi. Az árvízvédelmi töltések főbb adatait a 4. táblázat mutatja be.

3. táblázat. *A Balaton tervezési terület ártéri öblözetek*

Ártéri öblözetek		Vízügyi igazgatóság	Terület
Száma	Neve		km ²
1.52	Fenekpusztai	Nyugat-dunántúli	15
1.53	Zalavár-szentgyörgyvári	Nyugat-dunántúli	16
1.54	Zalaapáti-Garabonci	Nyugat-dunántúli	23
1.55	Sávoly-Vörsi	Nyugat-dunántúli	29

4. táblázat. *A Balaton tervezési terület árvízvédelmi fővédvonalai*

Árvízvédelmi szakaszok		Vízügyi igazgatóság	Védvonal	Hossz	
Száma	Neve			km	
06.05	Zalai	Nyugat-dunántúli	Zala bp.	13,1	34,4
			Szentgyörgy-vári p. bp.	0,6	
			Szentgyörgy-vári p. jp.	0,6	
			Zala jp.	0,7	
			Köszvényes p. bp.	9,8	
			Bárándi-p. bp.	1,4	
			Búberki-p. bp.	1,0	
			Búberki-p. jp.	1,0	
			Zalaapáti-p. bp.	0,9	
			Zalaapáti-p. jp.	0,9	
			Szentkirályi-p. bp.	0,8	
			Szentkirályi-p. jp.	0,8	
			Esztergályi-p. bp.	0,8	

Árvízvédelmi szakaszok		Vízügyi igazgatóság	Védvonal	Hossz	
Száma	Neve			km	
			Esztergályi-p. jp.	0,8	
			Bókaházi-p. jp.	1,2	

Árvízvédelmi szakaszok		Vízügyi igazgatóság	Védvonal	Hossz	
Száma	Neve			km	
06.06	Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer	Nyugat-dunántúli	Északi lezáró töltés	3,3	50,9
			Kazetta töltés	5,3	
			Terelőtöltés	4,0	
			Kísérleti tó töltése	0,8	
			Déli-vízzáró töltés	4,8	
			Zalavári határoló töltés	6,7	
			Ingói-berek lezáró- és összekötő töltés	2,3	
			Zala bp.-i töltés	0,8	
			1 sz. Terelőtöltés	5,8	
			2. sz. Terelőtöltés	10,6	
			Völgyelzáró töltés	6,6	

3.2. ÁRVÍZVÉDELMI CÉLOKAT IS SZOLGÁLÓ VÍZTÁROZÁS

A Balaton ÁKK tervezési egység területén, úgy a Zala vízgyűjtő területén, mint a közvetlenül Balatonba torkoló kisvízfolyásokon több tucat víztározó, halastó épült, melyeknek azonban legtöbbször csak lokális árvízszint-csökkentő hatása van.

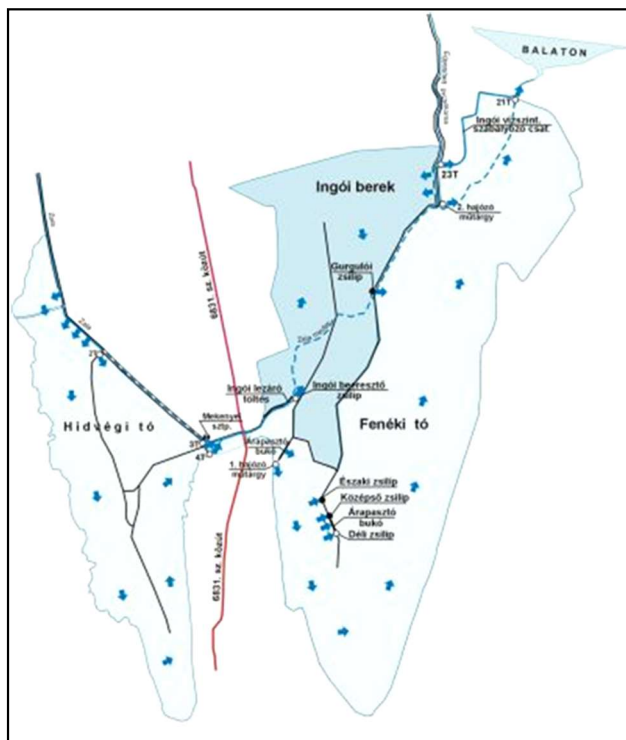
A Zala-völgyi völgyzárógátas tározók közül számottevő tározótérfoggal rendelkeznek az alábbiak: Hegyhátszentjakabi tározó a Magyarósi-patakon (152.000 m³), Borostyán tó a Szőcei-patakon (505.000 m³), Zalaszentgyörgyi víztározó a Szélvíz-patakon (181.000 m³), Gébárti víztározó a Szentmártoni- és a Ságodi-patakon (980.000 m³), Pusztaszentlászlói tározó a Völgy-patakon, amely a Felső-Válicka mellékveze (171.200 m³).

Kis-Balaton Vízvédelmi rendszer

A Kis-Balaton Vízvédelmi rendszer (0) 2014-ben befejezett fejlesztése során a Hidvégi-tó és a Fenéki-tó kialakításával, a kotrásokkal megnövelték a tározótérfogatot, továbbá egyúttal megoldották a Zalán érkező vizek megoszthatóságát az egyes tározóterek között.

A Hidvégi-tó műszaki paraméterei: üzemi vízszint 106,50 mBf, vízfelület 18 km², átlagos mélység 1,14 m, víztérfogat 21 millió m³, vízgyűjtőterület 1900 km², saját részvízgyűjtő 372 km², évente érkező vízmennyiség 180 millió m³.

A Fenéki-tó műszaki adatai: üzemi vízszint 105,80 mBf, vízfelület 51 km², átlagos mélység 1,20 m, víztérfogat 61 millió m³, vízgyűjtő terület 2622 km², saját részvízgyűjtő 722 km², évente érkező vízmennyiség 247 millió m³.

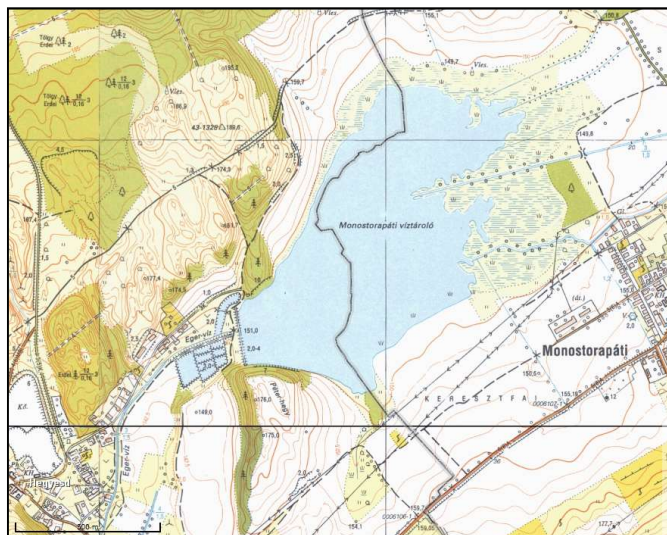


ábra A Kis-Balaton vízvédelmi Rendszer helyszínrajza (Víziterv Consult Kft.)

A közvetlenül Balatonba torkoló kisvízfolyások tározói közül jelentősebbek: a Hegyesd-Monostorapáti tározó az Eger-víz patakon, a Buzsáki halastavak a Keleti Bozótton (Pogányvölgyi vízfolyás), a Marcali halastó a Sári csatornán és Boronkai vízfolyáson.

Hegyesd-Monostorapáti-tározó

A Hegyesd-Monostorapáti-tározó (0) völgyzárógátja az Eger-víz patak 18+172 km szelvényében épült, és 1963-ban helyezték üzembe. A tározót az Eger-víz, és több karsztforrás táplálja. Üzemi vízszinten (148,02 mBf.) a tározó térfogata 800.000 m³. A tározó árvízi vízszintje 149,82 mBf.

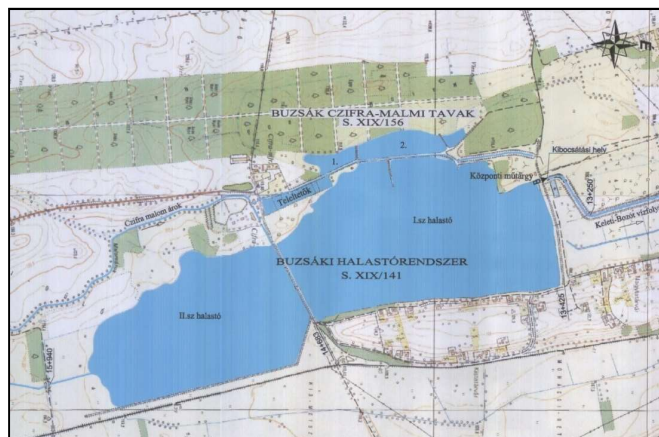


ábra A Hegyesd-Monostorapáti halastó áttekintő helyszínrajza

A tározó hasznosítási célja halastó. A tározó legnagyobb árvízszint-csökkentő hatása a leürítési-feltöltési időszakban, tehát október második felétől kezdődően, november, december hónapokban van.

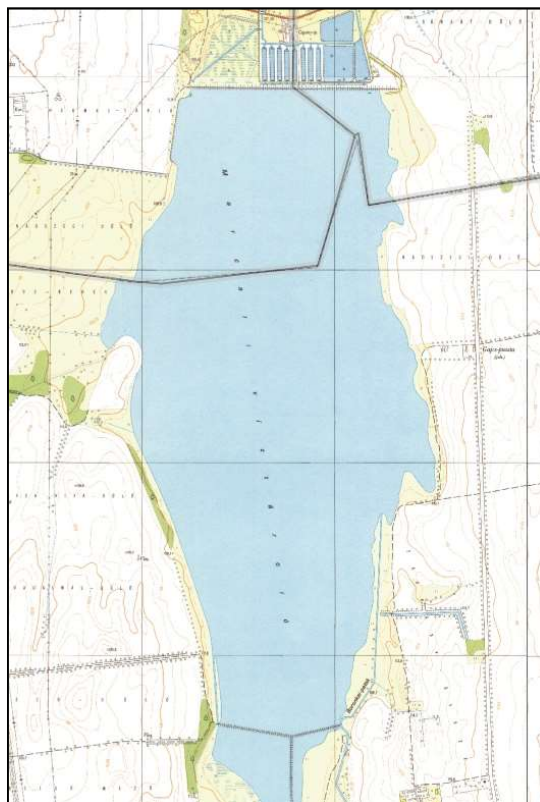
Buzsáki halastavak

A Buzsáki völgyzárógátas tározó (halastavak) (0) a Keleti Bozót vagy más néven a Pogányvölgyi vízfolyás 13+425 és 14+638 km szelvényei között létesült, és 1986-ban helyezték üzembe. A tó üzemi vízszintje 110,00 mBf, az árvízszint 111,00 mBf. Üzemvízszintnél a vízfelület 155 ha, a víztérfogat 1,8 millió m³. A tározóban jelentős az árvízcsökkentésre fenntartott térfogat. A tározó két nagyobb részre tagolódik (I. sz. és II. sz. halastó) és két völgyzárógátja van. Az árvízcsúcs-csökkentő hatás mértéke $NQ_{1\%} = 32 \text{ m}^3/\text{s}$ -ról $21 \text{ m}^3/\text{s}$ -ra, $NQ_{3\%} = 21 \text{ m}^3/\text{s}$ -ról $10 \text{ m}^3/\text{s}$ -ra, $NQ_{10\%} = 18 \text{ m}^3/\text{s}$ -ról $8 \text{ m}^3/\text{s}$ -ra.



ábra A Buzsáki tározó (halastó) átnézeti helyszínrajza

Marcali halastó



ábra A Marcali tározó (halastó) átnézeti helyszínrajza

Marcali völgyzárógátas tározót (halastó) (0) a Sári csatorna (3+684) és a Boronkai vízfolyás (1+095 km) táplálja. Az üzembe helyezésének éve 1985. A tározó üzemi vízszintje 108,60 mBf, árvízszintje 109,00 mBf. Üzemvízszintnél a vízfelület 479 ha, a víztérfogat 9,55 millió m³, az árvízcsökkentésre fenntartott térfogat 2,3 millió m³. A tározó árvízcsúcs-csökkentő hatásának mértéke: $NQ_{1\%} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ teljes tározás, $NQ_{1\%}$ felett a vészárapasztó 14,0 m³/s-ot vezet el 109,76 mBf vízszinttel.

3.3. NAGYVÍZI MEDER ÁLLAPOTA ÉS KEZELÉSÉNEK HELYZETE

A nagyvízi meder vízszállító-képessége, mindenkori állapota jelentős mértékben befolyásolja azt, hogy a nagyvízi vízhozamok milyen vízszinttel vonulnak le egy-egy folyószakaszon. Folyóink nagyvízi medrének állapota az alábbi évtizedekben az árvízlevezető képesség szempontjából romlott, helyenként jelentős mértékben. Ezt felismerve és a helyzet javítására született meg a 83/2014. (III.14). Korm. rendelet. A rendelet végrehajtása elkezdődött azzal, hogy 2014-ben elkészültek a nagyvízi mederkezelési tervek konzultációs változatai. Ezek a tervek a rendelet előírásai szerint egyrészt bemutatják a nagyvízi meder jelenlegi állapotát, másrészt komplex intézkedési javaslatokat dolgoztak ki az árvízlevezető-képesség javítására.

A terveket a konzultációs folyamat végén véglegesítik és ezt követően miniszteri rendelettel kihirdetésre kerülnek. Ezt követően kerülhet sor arra, hogy az abban előírányzott szerkezeti és nem szerkezeti intézkedések beépüljenek az árvízi kockázatkezelési intézkedési programokba.

A Balaton tervezési egységre nem készült nagyvízi mederkezelési terv.ú

4. A JELEN ÁLLAPOTÚ ÁRVÍZVÉDELMI RENDSZER VESZÉLY- ÉS KOCKÁZATI TÉRKÉPEZÉS METODIKÁJA, VÉGREHAJTÁSA ÉS EREDMÉNYEI

4.1. BEVEZETŐ

A veszélytérképezés általános elveit az EU 2007/60/K Irányelve az alábbiak szerint rögzíti:

- 4. § (1) A tervezési egységekre veszély- és kockázati térképet kell készíteni.*
- (2) A veszélytérképen azokat a földrajzi területeket kell feltüntetni, amelyeket előlthet:*
- a) az alacsony valószínűségű árvíz vagy szélsőséges események bekövetkezése során előforduló árvíz vagy belvz;*
 - b) a közepes valószínűségű árvíz (a valószínű visszatérési idő legalább 100 év);*
 - c) a nagy valószínűségű árvíz.*
- (3) A (2) bekezdés a) pontja szerinti belvz valószínűségét a helyi viszonyok alapján kell meghatározni.*
- (4) A veszélytérképen fel kell tüntetni*
- a) az elöthés várható kiterjedését (az elöthött terület nagysága);*
 - b) a várható vízmélységeket vagy vízszinteket;*
 - c) a várható áramlási sebességet vagy a vonatkozó vízhozamot.*

Az árvízi veszélytérképek a hazai sajátosságokat, a vízfolyások jellegét, nagyságát figyelembe véve háromféle módszertan felhasználásával készültek:

- A **folyók menti töltésezett ártéri öblözetek** veszélytérképei 50x50 m-es raszterben, 2D hidrodinamikai modellezéssel készültek HEC-RAS környezetben, ahol az árvízvédelmi töltések egyes szakaszain az ÁKIR rendszerben vizsgálatra kerültek a koronaszinthez, az esetleges geotechnikai gyengeséghez, továbbá a különböző előfordulási valószínűségekhez tartozó ár hullámokból esetlegesen bekövetkező gátszakadások elöntésének hatásai.
- A **nyílt árterek veszélytérképezése a nagyvízi mederkezelésről szóló 83/2014. (III. 14.) Korm. rendelet alapján készült 2D modellezéseivel összhangban készült.**
- A **töltésezetlen kisvízfolyások** esetében az ÁKK II. ütemében elkészített LIDAR mérések eredményei alapján előállított vízfolyás modelleken átlagosan 250 méterenként felvett keresztmetszvényekben permanens 2D modellezéssel határoztuk meg három előfordulási valószínűséghez tartozó vízhozamok elöntési mértékét. A hidrológia peremek a Koris képleten alapulnak.
- A **belvízi veszélytérképezés metodikája** a jelen projektben került kidolgozásra. A valószínűségi érték a domborzati, talajtani, földtani, talajvíz, földhasználati és hidrometeorológiai tényezők alapján került meghatározásra 50x50 méteres területegységenként.

Minden egyes területre lényegében egy térképsorozat készült, melyek a projekt térinformatikai adatbázisában kerültek elhelyezésre.

4.1.1. Bevezető a veszélytérképezés metodikájához

Az árvízi kockázatkezelés hazai metodikai alapjai az ÁKK projektkonstrukció első projektjében [1.] fogalmazódtak meg. Az első átfogó leírás, amelyre az ÁKK-t támogató információs rendszer – az ÁKIR – működése épül, 2015-ben készült [2.].

A metodika kialakítása az alábbi főbb elvek szerint történt:

- tegyük mérhetővé az árvízi elöntési veszélyt és az ebből eredő kockázatot
- határozzuk meg pontosan a munka során alkalmazandó fogalmakat – kiemelve az előző követelménynek megfelelő árvízi elöntési veszély- és kockázat fogalmait
- legyen kimutatható a területi veszélyeztetettség különbözősége (potenciális szakadási helyektől mért távolság, nagyobb terepesésnél a magasabb – alacsonyabb fekvés stb.)
- legyen kimutatható az árvízvédelmi rendszer elemeinek szerepe a védendő területen jelentkező veszély- és kockázat csökkentésében
- legyen lehetőség az árvízvédelmi rendszer fejlesztésének kockázat alapú mérlegelésére.

A kidolgozott metodika az ÁKIR alkalmazásokban ölt testet.

4.1.2. A kockázati térképezés metodikája

KOCKÁZATSZÁMÍTÁS

A veszély- és kockázatszámítás lényege az ok-okozat összefüggés szerint értelmezhető. Míg a veszély az elöntés előfordulási lehetőségével (valószínűségével) foglalkozik és az elöntés mértékével (fizikai paraméterek: vízmélység, vízsebesség, tartósság), addig a kockázat az elöntésből származó várható hatásokat határozza meg. Mi a következménye annak, ha ugyanolyan tulajdonságokkal jellemezhető árvízi elöntés egy ártéri erdőt vagy művelés alatt álló szántóterületet ér és mi, ha épített környezetet lakóépületekkel, közintézményekkel?!

A kérdésből látható, hogy nem elegendő önmagában az árvízi elöntések területi megjelenését és jellemzőit vizsgálni, mivel ebből még nem tudunk következtetéseket levonni arra vonatkozóan, hogy az adott elöntés jelent-e kockázatot, okoz-e személyes vagy vagyoni kárt és azt sem, hogy a becsült kockázat vajon jelentősnek tekinthető-e.

Utóbbi a tervezés szempontjából alapvetően szükséges és fontos.

A kockázatok számításának alapvetése, hogy a kockázat az elöntési valószínűség és az elöntés hatásának, elöntési kárnak a szorzata.

Kockázat = Valószínűség (kiváltó ok) x Kár (következmény, okozat).¹

Valószínűség: az elöntési események előfordulási valószínűsége a vizsgált területegységen és az elöntési események mértéke

Kár: az elöntési eseményekhez tartozó becsült (várható) kárérték

¹ A kockázatszámításhoz a Bayes-i szemléletet alkalmazzuk (James O. Berger: Statistical Decision Theory and Bayesian analysis, 1985), a kockázat a veszteségek várható értékeként határozható meg. (Módszertani Útmutató 2009. Kisgyörgy S., Dr Koncsos L.)



ábra Mezőgazdasági művelés alatt álló területek árvízi elöntése – jelentős-e a kockázat?



ábra Belterületi elöntés – a két ábra közül melyik elöntésből származik nagyobb kockázat, hol nagyobb a kockázat, hol van szükség nagyobb biztonságra?

Az elöntés valószínűségét befolyásolják a hidrológiai tényezők, mederbeli lefolyási viszonyok, árvízvédelmi és egyéb, lefolyást befolyásoló művek, domborzati viszonyok, talajjellemzők, elöntést befolyásoló területi elemek (lokalizációs vonalak; utak, vasutak, egyéb földművek). A befolyásoló tényezők változása megjelenik a veszélytérképekben. A tényezők lehetnek passzív és aktív tényezők, ahol a passzív változók azok, amelyekre nem, vagy közvetett módon, kis mértékben lehetünk hatással (csapadékesemények, külföldi vízgyűjtőkön lefolyási jellemzők, külföldi vízgyűjtőkön árvízvédelmi fejlesztések, stb.), aktív tényezők, amelyekkel szándékosan befolyásoljuk a veszélyeztetettséget (árvízi tározók, nagyvízi mederkezelési intézkedések, árvízvédelmi töltések, stb.).

Az árvízi elöntések következménye is változó, amelyet befolyásol a területhasználát megváltozása (pl.: beépítésre szánt területek, területi és építési szabályozások), a vagyonérték változása (pl.: betelepülő iparterület vagy építési és piaci költségek változása), az építkezés módja (pl.: falazóanyagok, nyílászárók, pince, padlószint).

A kockázatszámítási metodika dokumentációját és a metodikai felülvizsgálat eredményeit a „Kockázati térképezés: A kockázatszámítás és kockázati térképezés metodikájának felülvizsgálata” c. dokumentum tartalmazza (kelt.: 2019. június 28.).

„A kockázatszámításban a veszélyeztetettség meghatározása, az események bekövetkezési valószínűségének becslése, a negatív események láncolatának, a bekövetkezés kiterjedésének, az esemény következtében érintettek és sérülők meghatározása a feladat. A kockázatszámításban a veszélyek, valószínűségek és kockázatok megismerése új fogalmak megjelenését segítette elő, ilyenek a kockázati térképek, veszély és zóna térképek, tönkremeneteli valószínűség, elöntési valószínűség, elfogadható (elviselhető) kockázat; abszolút biztonság, számszerűsíthető és nem számszerűsíthető károk, stb. ezen kifejezések segítségével közelebb jutunk ahhoz, hogy az emberek egyik legfontosabb jogát, a biztonsághoz tartozó jog műszaki oldalát minél pontosabban, árnyaltabban megfogalmazhassuk. Ezzel a biztonság tervezhetővé, ellenőrizhetővé válik.” (Nagy L., 2005.)

A következőkben az idézetben is szereplő fogalmakkal is találkozunk és megismerhetjük az általunk készített kockázatszámítás alkalmazási eredményeit.

KOCKÁZATI TÉRKÉP

A kockázati térkép az elöntéssel veszélyeztetett területen mutatja meg a kockázati értékek területi megoszlását. A kockázati térkép alatt alapvetően vagyoni kockázatokat értünk, amely az elöntéssel veszélyeztetett területen, elöntésnek kitett vagyonérték károsodásával foglalkozik. Az elöntési szimulációk alapján meghatározzuk az elöntési eseményekhez tartozó károkat és „súlyozzuk” az elöntési esemény előfordulási valószínűségével. Mivel többféle mértékű elöntési esemény alakulhat ki ugyanazon a területen, ezekhez tartozóan a károsodás mértéke is változik. A kockázatszámításnál minden lehetséges eseményt figyelembe veszünk és ezáltal a becsült kár átlagos értékével számolunk. Így kapunk éves átlagos várható kár értéket a veszélyeztetett terület minden egyes területegységére (20x20 méteres raszter cella). A kockázati térkép célja a várható károk becslése és területi eloszlása, amely egyrészt a tervezők számára alapinformáció, másrészt tájékoztató információ a társadalom különböző szereplői számára.

A vagyoni kockázati térképek mellett készülnek életkockázati térképek, amelyek a lakosságot érő elöntési terhelés szempontja szerint számított indikátor értéke. Az életkockázat indikátort kiegészítik a terhelési osztály térképi vizsgálatai. Vizsgáljuk továbbá a kulturális örökség, a jelentős szennyezőforrások, az ökológia és a sérülékeny közintézmények veszélyeztetettségét.

Az ÁKIR modell környezetben állítjuk elő a kockázati térképeket és mindazokat a kiegészítő információkat, amely a kockázati értékeléshez szükséges (ÁKIR Lekérdező és Dokumentáló alkalmazás).

A kockázatokat az értékelés során ennél nagyobb területi egységekre összegezzük, jellemzően ártéri öblözet szintjén vizsgáljuk a kockázati mutatókat. A legkisebb egység, amelyen értelmezhető a kockázat, települési szint. A kockázati értékelés vizsgálható, értékelhető, megjeleníthető és kommunikálható adatokat és információkat tartalmaz, amelyek ösztönözhetik, illetve meghatározhatják a tervezők számára a kockázatkezelés szükséges mértékét és módját. A beavatkozások lehetséges típusait és alkalmazási környezetüket.

A kockázati térkép mindig egy adott évre szóló „pillanatkép”. A tervezés során a tervezői időtávra különböző, adott évekre vonatkoztatott kockázati térképet határozzunk meg. Tekintve, hogy a kockázati értékek időben változnak, ezért a tervezéshez nem használható egy év kockázati térképe, legalább az időtáv végére a várható változásokkal korrigálni szükséges. Ilyen változások lehetnek gazdasági változások, változások a kitett értékekben (területhasználat, vagyonérték), az épített környezet sérülékenységeiben, az árhullámok hidrológiai jellemzőiben (gyakoriság) és az árvízvédelmi rendszer.

A kockázati térképek változnak az előző ciklushoz képest is. A változások oka;

- a kockázatkezelési intézkedések alkalmazása; beruházásokból származó fejlesztések,
- a modellezési környezet változása és fejlődése,
- a modellezéshez felhasznált alapadatok változása és fejlődése,
- vagyonérték számítás módszertani változása.

KOCKÁZATI ÉRTÉKELÉS

A kockázati értékelés információs alapját a kockázati térképek adják, amely térképi és adatállományokat a tervezési egységekre értékeljük. Az értékelés célja az árvízi veszélyeztetettségéből származó hatásoknak, különös tekintettel a káros hatásoknak a vizsgálata, felmérése, ismertetése. A kockázati értékelés képezi a kockázati tervezés alapját, a stratégiai tervezés megalapozó vizsgálata. Részét képezi a magas és elfogadható kockázatú területek azonosítása és a magas kockázat eredetének meghatározása. A kockázati értékelés az ÁKIR információs rendszer adatbázisára és az azon belül kapott eredményekre épül.

A kockázatkezelés a szakirodalomban (Dr. Abonyi, Dr. Fülepi, 2014.) az alábbi fogalmakat használja a kockázatelemzés és kockázatelemzés kapcsolatában:

A kockázatelemzés kockázatelemzési és kockázatkiértékelési részfolyamatokra osztható.

A *kockázatelemzés* a rendelkezésre álló információk módszeres felhasználása a veszélyek azonosítása érdekében. A kockázatelemzés az elemzés alkalmazási területének meghatározását, a kapcsolódó veszélyek azonosítását és a kockázat becslését foglalja össze.

Veszélyazonosítás alatt a veszély meglétének felismerésére és jellemzőinek meghatározására vonatkozó eljárást értjük.

A *kockázatbecslés* az elemzett kockázatok mértékének meghatározására használatos eljárás. A kockázatbecslés a következő lépésekből áll: gyakoriságelemzés, következményelemzés és ezek integrálása.

A kockázatértékelés második lépése a *kockázat kiértékelés* (kockázat-megítélés): olyan folyamat, amelynek során a kockázatelemzés alapján kiértékelik a kockázat elfogadhatóságát.

A veszély- és kockázati térképezésből származó nagymértékű adatállomány értékelését előre definiált szempontok és mutatók alapján készítjük el. A kockázati értékelés kiterjed a védett árterekre, nyílt árterekre, kisvízfolyások árterekre és a belvízveszélyeztetett területekre (kockázati értékelés hatásköre). A kockázati értékelést minden esetben el kell végezni, amennyiben új kockázati térképek készülnek, illetve azok elemei módosulnak. Az ÁKK veszély- és kockázati térképezés projekt rész azzal zárul, ha elkészülnek a veszély- és kockázati értékelések és meghatározásra kerülnek a magas kockázatú területek. Utóbbi alkotja a tervezés alapját, vagyis az értékelés feladata meghatározni a kockázatkezelési intézkedések beavatkozási célterületeit.

A kockázati értékelést a kockázati térképezésben és a kockázatkezelési tervezésben résztvevő szakértők végzik, ahol a kockázati értékelés minden esetben együtt készül a veszély értékeléssel, amely kockázati szempontból a veszély forrásáról ad információt. A kockázati értékelésben résztvevő szakértőknek lehetőleg rendelkezniük kell legalább gazdasági, vízügyi, területfejlesztési, ökológiai tudással és jogosultsággal.

Az értékelés a szakmai feladat részeként nagytömegű adatfeldolgozással kezdődik (statisztikai értékelés), amely kiterjed a kockázati értékelés hatáskörére. Az adatfeldolgozás az ÁKIR-ban előálló (veszély-) és kockázati térképek feldolgozását jelenti, amely feldolgozást a 'kockázatértékelő modul' (~értékelő modul) támogatja. Az értékelő modul célja a kockázati értékek feldolgozása, lekérdezése, összegzése és exportálása, dokumentálása. Az értékelő modul alkalmazásával egyszerűsíteni és gyorsítani lehet a nagytömegű adatfeldolgozást és csökkenteni lehet a feldolgozási hiba lehetőségét. A feldolgozás automatizálása lehetővé teszi az országosan egységes értékelési feldolgozási eljárást és szükséges a kockázatkezelési tervezés során készülő változatok követéséhez is. A feldolgozási hiba csökkentése növeli az értékelés megbízhatóságát. A statisztikai értékelést kiegészítheti egy részletes, öblözeti szintű területspecifikus értékelés.

MAGAS KOCKÁZATÚ TERÜLETEK

A kockázati értékelés alapvetően lényeges eleme a magas kockázatok és magas kockázatú területek meghatározása az elfogadható kockázatok ismeretében. A mérnöki tervezési gyakorlatban minden esetben meghatározunk egy hibatartományt, amely tartományba eső értékeket, előállított selejtes termékek arányát, balesetek számát elfogadhatónak tartunk. Elfogadhatónak tartjuk például a közlekedésben egy adott valószínűséggel előforduló, egy évben bekövetkező halálos balesetek számát. Még akkor is, ha intézkedéseket teszünk ennek az értéknek a csökkentése érdekében, valójában a határhasznosság elvét is figyelembe véve nem fordítunk olyan jelentős kiadásokat ennek csökkentésére, hogy az az ésszerűség mértékét meghaladja (aránytalan költségek). Ugyanakkor, ha ezt az értéket évről évre csökkenteni is tudjuk, az adott évben azáltal, hogy például gépjárművel közlekedünk, elfogadjuk a jelenleg várható baleset kockázatát. Elfogadunk tehát egy kockázati szintet, amely ez esetben a baleset és a baleset súlyosságának előfordulási valószínűsége. Ezt a kockázati tartományt nevezzük elfogadható kockázati tartománynak, amelyhez tartozik egy elfogadható kockázati szint (elfogadható kockázat, elfogadható kockázati érték). A kockázati értékelést megelőzően meg kell határozni az *elfogadható kockázat szintjét*.

„Az elfogadható kockázati szintnél alacsonyabb kockázat esetén különböző védelmi intézkedések nem szükségesek a veszélyes objektumok építésekor². Alacsony kockázati szintű területeken (ahol az

² Szerkesztő megjegyzése: olyan létesítmények építése, amely a kockázatokat határérték felé növelnék, csak abban az esetben engedélyezhető, ha a létesítmény egyedi kockázatkezelési intézkedéseket alkalmaz.

elfogadható kockázat szintje magasabb, mint a létező kockázati szint), a különböző objektumok korlátozások nélkül építhetők és üzemeltethetők. Új létesítmények csak akkor építhetők elfogadható szintnél nagyobb kockázati területen, ha előzőleg a kockázatot az elfogadható szintre csökkentik.” (Nagy L., 2005.)

A következőkben összefoglaljuk a gyakran alkalmazott fogalmak definícióit, kitekintésként bemutatjuk a kockázatkezelés folyamatát, az elfogadható kockázat értelmezését és ezt követően térünk rá az elfogadható kockázat meghatározására.

A kockázat és biztonság értelmezése

A kockázatmenedzsment legfontosabb célja a *biztonság* megfelelő szintű biztosítása. Ennek alapja a kockázatok azonosítása és minősítése. Előfordulhat, hogy egy veszélyhelyzet kockázatát nem tudjuk teljes mértékben minősíteni. A *nem azonosított kockázat* az a kockázat, amit nem határoztak meg, míg az *azonosított kockázat* az a kockázat, amely különböző elemzési technikákkal meghatározható. (Dr. Abonyi, Dr. Fülepi, 2014.)

Elfogadható (tolerálható) kockázat az azonosított kockázat azon része, amely további csökkentés nélkül is megengedett. Az elfogadható kockázat tehát az a kockázat, amely az érintettek (tervező, megrendelő, felhasználó, társadalom) számára elfogadható. A halálos kimenetelű közlekedési balesetek száma hazánkban 2012-ben 541 volt (a közel 10 milliós népességből). Az a tény, hogy naponta részt veszünk a közlekedésben igazolja, hogy elfogadjuk ezt a kockázatot, azaz a társadalom számára ez a szám elfogadható kockázatot jelent. Ennek ellenére természetesen folyamatosan szem előtt tartott célkitűzés a közúti balesetek számának csökkentése. E példa jól mutatja, nem egyszerű feladat, hogy miként definiáljuk, hogy hol van az elfogadható kockázat határa. Mindezek ellenére, az elfogadható kockázat meghatározása kulcsfeladat, ugyanis ez ad a kockázatsökkentési tevékenység számára iránymutatást.

A *nem elfogadható kockázat* az azonosított kockázat azon része, amit vagy megszüntetni, vagy csökkenteni kell.



ábra Elfogadható-e az alábbi elöntés, ha várhatóan 10 évente következik be, vagy csak ha várhatóan 100/200/500 évente következik be? Mi a biztonság mértéke?

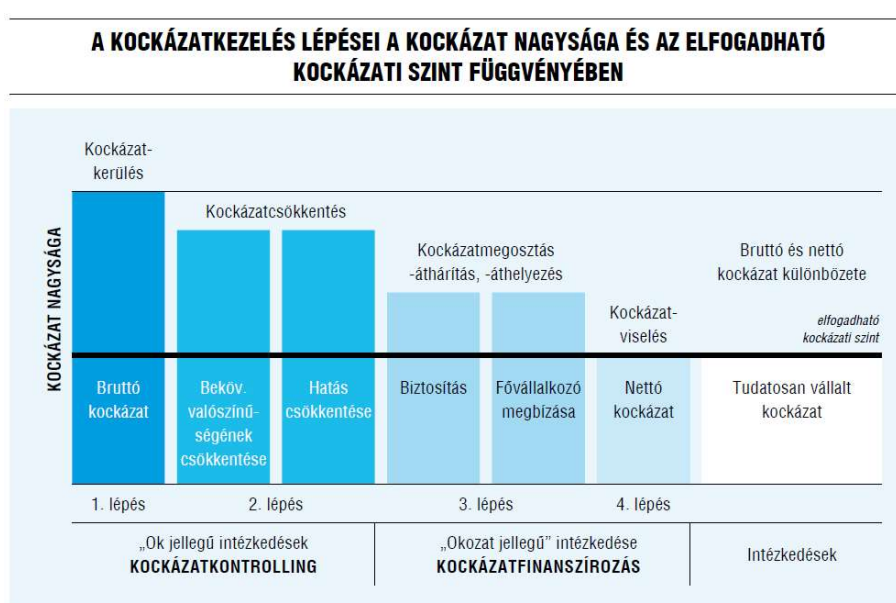


ábra Elfogadható-e az alábbi elöntés, ha várhatóan 10 évente következik be, vagy csak ha várhatóan 100/200/500 évente következik be? Mekkora a ráfordítás racionális mértéke, hogy az elöntés várható előfordulása 10 évről 100 évre csökkenjen?

A *(fenn)maradó kockázat* az azonosított kockázat azon része, ami a teljes kockázatkezelési folyamat után a kockázatsökkentési tevékenység eredménye után megmarad és mértéke a sikeres kockázatmenedzsment esetén alacsonyabb mint az elfogadható kockázat.

A *biztonság* tehát nem más, mint „Mentesség olyan feltételektől melyek bekövetkezése halált, sérülést, foglalkozási ártalmat, készülékben, tulajdonban károsodást és veszteséget, illetve üzleti veszteséget okozhat (MIL-ASTD882B). Biztonságról tehát akkor beszélhetünk, ha a kockázatértékelés során megállapítjuk, hogy nincs nem elfogadható kockázat, illetve olyan sikeres kockázatcsökkentési tevékenységet végeztünk, mely hatására a kockázat az elfogadható kockázati szintre csökkent (Mindez az *ISO/IEC guide 51*³ szerint a biztonság definíciója).

Alábbi ábrán a szerző⁴ megkülönbözteti a kockázatot bruttó és nettó értelemben, ahol *bruttó kockázat* a jelenleg fennálló kockázat nagysága, amely meghaladja az elfogadható kockázat szintjét, *nettó kockázat* az elfogadható kockázat szintje alatti kockázat. A kockázatcsökkentés szükséges mértéke a bruttó és a nettó különbsége, amelyet elérhetünk kockázatkontrolling típusú intézkedésekkel és kockázatfinanszírozás jellegű intézkedésekkel. Előbbihez tartoznak a szerkezeti intézkedések és területi szabályozások, utóbbihoz kockázatmegosztás és kockázatáthelyezés típusú intézkedések.



Az árvíz kockázat-kezelés esetében jellemzően az első típusú beavatkozásokkal foglalkozunk, a bekövetkezés valószínűségének csökkentésével és a hatások csökkentésével.

Elfogadható kockázat meghatározása

Az elfogadható kockázat meghatározásáról írtunk a 2.1 fejezetben, amit kifejtünk az 'Értékelési metodika' könyvtáron belül található 'Határérték vizsgálatok' állomány következő dokumentumában: Kockázati határérték.

Az elfogadható kockázat meghatározásakor a feladat olyan határérték rendszert kidolgozása, amelyik alkalmas az elfogadható kockázati tartományon (ALARP) belül elfogadható kockázati szint meghatározására. Olyan kockázati szintről van szó, ahol a további kockázatcsökkentés nem szükséges. Három fajta megközelítés szükséges.

1. **A költség-haszon elemzésen alapuló megközelítés.** Nyilvánvaló, hogy olyan intézkedéseket (többszörintézkedéseket) nem érdemes, nem szabad megvalósítani, amelyeknél egy adott

³ A szabvány technológiák széles változatainak, termékek, folyamatok, szolgáltatások és rendszerek biztonságával foglalkozik.

⁴ Fekete I. (2009.), Folyamat alapú működési kockázatfelmérés – kockázatelemzés alapú belső ellenőrzés. Egészségügyi Gazdasági Szemle. 2009./6.

szinten (részöblözet, öblözet, ország stb.) a haszon növekedés, elmaradt kár (kockázat) kisebb, mint a vele járó költségek. De a költségek és hasznok becslésének bizonytalanságait is érdemes figyelembe venni. A költségekre és a hasznokra is évesített értéket, ill. nettó jelenértéket kell számolni. Ez abból a szempontból is előnyös, hogy több év értékeit simítja.

2. **A gazdasági teljesítőképességén alapuló értékelés.** Itt azt vizsgáljuk, hogy a makrogazdasági mutatókhoz viszonyítva mind a kockázatok és mind az árvízvédelemre fordított kiadások mekkora részét teszik ki a GDP-nek, illetve a beruházásoknak. Ez az arány mikor tekinthető aránytalannak, azaz hol húzható meg a határérték. A jelenlegi országos összes kockázatok és az árvízvédelmi kiadásokat a gazdasági teljesítőképességhez viszonyítva vizsgáljuk és értékeljük azok mértékének elfogadhatóságát. A jelenlegi összes kockázat és a teljesítőképesség aránya információt ad a kockázat okozta terhek vállalási képességéről – minél nagyobb a teljesítőképességhez viszonyítva a kockázat mértéke, annál kevésbé tudjuk vállalni a terheket – és ezáltal a kockázatsökkentés szükséges mértékéről. Az árvízvédelemre fordított kiadások teljesítőképességhez viszonyított arányát a kockázatsökkentő intézkedések mértékéhez és ütemezéséhez, a célok időbeli teljesüléséhez alkalmazzuk.
3. **Fizetőképességen, megfizethetőségen alapuló értékelés.** A jelenlegi kockázatok aránytalanul magas terhet jelenthetnek a gazdaság, társadalom bizonyos szereplői számára. A költségviselők nem tudják a többlet ráfordításokat elviselni. Ez a megközelítés arra alkalmas, hogy mekkora maradó kockázatot képes a lakosság, a termelői szektor elviselni, kezelni önerőből (esetleg biztosítás segítségével), illetve mekkora terheket kellene átvállalni az államnak az érintettektől. A tervezésnél pedig a vizsgálat tárgyát az képezi, hogy a kockázatok csökkentésének finanszírozása reális mértékű vagy finanszírozás tekintetében jelentős terheket jelent.

Mindenképpen le kell szögezni, hogy az alkalmazott mutatók viszonyítási alapként szolgálnak. Százalékos formában mutatják meg a kockázatok és az intézkedési költségek az adott csoport termelése, pénzügyi forrásai, jövedelme közti viszonyt. A határérték megállapítása nem történhet egzakt módon, hanem „hüvelykujj” szabályok, nemzetgazdasági helyzet alapján, az érintettek, a döntéshozók egyeztetése szükséges.

KOCKÁZATSZÁMÍTÁS, TÉRKÉPEZÉS ÉS ÉRTÉKEKELÉS MEGVALÓSÍTÁSA

Az árvíz-kockázat-kezelés első felülvizsgálata során feladatunk volt a kockázatszámítás módszertanának, felhasznált alapadatok vizsgálata, értékelése és szükséges mértékű módosítása. A módszertani fejlesztés során tekintettel voltunk az ÁKK1 eredményeire kapott hazai és nemzetközi észrevételekre, amelyek hatással voltak a felülvizsgálat irányára. Egyúttal tekintettel voltunk, szükség és lehetőség szerint felhasználtuk az ÁKK1 óta elkészült olyan projektek eredményeket, amelyek hasznosnak bizonyultak az ÁKK számára. A módszertani felülvizsgálat másfél évet vett igénybe, amely idő alatt több szakterületről számos szakértővel dolgoztunk együtt, alakítottunk ki együttműködést annak érdekében, hogy az elkészült eredmények megalapozottak, a hazai és nemzetközi tervezési környezetbe illeszkedjenek. A kockázati témakört (a kockázatkezelés szakterület definícióival összhangban) három részre osztjuk, (1) a kockázatok azonosítására és becslésére – amely áll a kockázat típusok azonosításából, a kockázatszámítás módszeréből, a kockázatok ábrázolásából (térképezés) - a (2) kockázatértékelésre és a (3) kockázatkezelésre. Az eddigiekben első sorban az első két résszel foglalkoztunk, azonban előkészítő vizsgálatokat készítettünk a kockázati célkitűzés, indikátorok és tervezési határértékekkel összefüggésben.

A *metodikai felülvizsgálattal* kapcsolatban kijelenthetjük, hogy a kockázatszámítás és térképezés alapjai, megközelítése, értelmezése nem változott, továbbra is a hatások várható értékét és területi megoszlását vizsgáljuk. A módszertanban azonban változtattunk alapadat felhasználáson és számítási elveken, ebből két dolgot emelünk ki. A vagyoni károk és kockázatok meghatározásához szakértői és nemzetközi ajánlások alapján áttértünk a piaci értékelés alapú számításról az újraelőállítási érték alapú számítási elvre, amely jobban közelíti a tényleges károk helyreállítási értékét. A területhasználatok azonosításához felhasználtuk a Nösztep⁵ projekt eredményeit, adaptálva azt a kockázatszámításhoz, amely révén nagyobb felbontású adatokat tudunk használni. A területhasználat és vagyonértékelés módosításával magasabb vagyonértékeket kaptunk, területi eloszlásuk részletesebb és koncentráltabb. Az alapadatok fejlesztésével térinformatikai állományok is rendelkezésre állnak: területhasználati alaptérkép, vagyonértékelési térkép, laksűrűség térkép, kulturális örökség térkép, ökológiai térkép, szerkezeti tervek alapján övezeti térkép. Felhasználjuk továbbá a vízgyűjtő-gazdálkodási projekttel való kapcsolat révén a jelentős ipari létesítmények, szennyezőforrások, védőterületek térképeit.

A felülvizsgált metodika alapján elkészült az *ÁKIR kockázatszámítási modul*, amely alkalmazható a védett árterek, nyílt árterek, kisvízfolyások veszélytérképeivel összefüggően. Alkalmazható stratégiai szinten, a jelen állapot, kiegészített jelen állapot és a tervezési változatok vizsgálatához. Alkalmazható egyedi projektek vizsgálatához is, azonban ilyen esetben lokális kiegészítő vizsgálatokra van szükség.

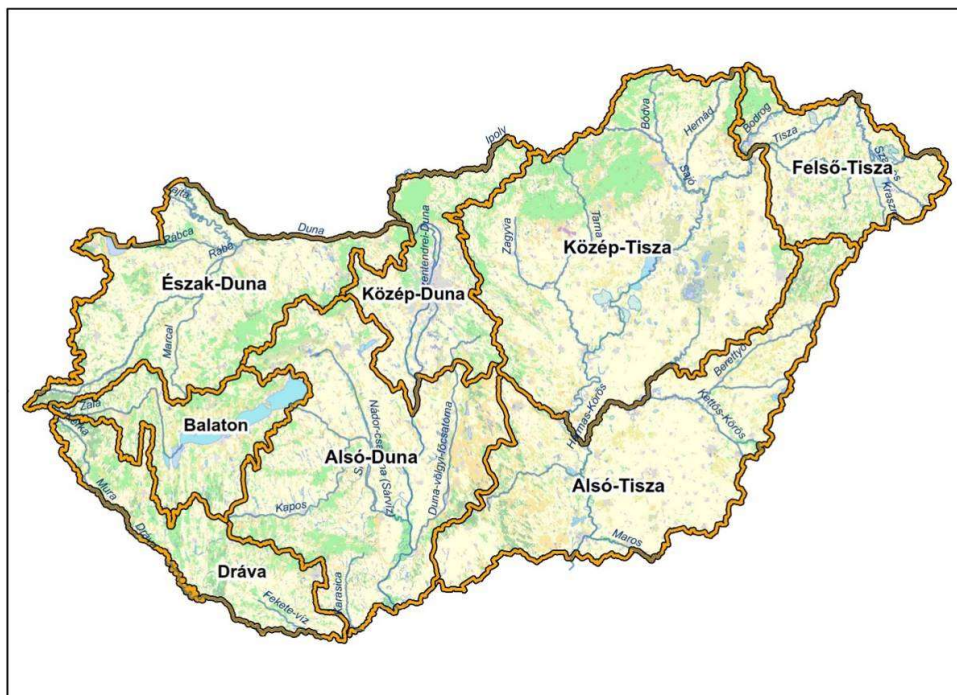
Másik fő témakörünk volt a kockázatértékelés, kockázati célok és indikátorok meghatározása. A tervezés és fejlesztések során azonosítanunk kell a célokat annak érdekében, hogy mit várunk a kockázatkezeléstől és milyen mértékben kívánjuk csökkenteni a kockázatokat. Általánosságban ezt a *hatékonyság* és *eredményesség* jelzőivel azonosítjuk. A kockázatkezelés járuljon hozzá a fejlesztések hatékonyságának növeléséhez azáltal, hogy a hasznok magasabbak legyenek, mint a ráfordítások és azonosítani tudjuk a hatékony intézkedéseket. Járuljon hozzá ahhoz, hogy fejlesztéseink eredményesek legyenek, azaz meg tudjuk valósítani a szükséges mértékű kockázatsökkenést. Javaslatot készítettünk elő a kockázatsökkenés szükséges mértékének meghatározására, amely szintén a kockázatkezelés szakterületének elveivel illeszkedik és amely révén megkülönböztetjük a magas kockázatokat és az elfogadható mértékű kockázatokat. *ÁKIR kockázatértékelő modul* készül.

Előkészítő vizsgálatokat végeztünk a differenciált árvízvédelmi metodika kidolgozásához, amely révén mintaértékelés készült a kockázati célok, kockázati határértékek, teljesítménymutatók és indikátorok meghatározására és vizsgálatára. Az előkészítő vizsgálatok hozzájárultak ahhoz is, hogy a jelen állapotú térképezések és értékelések és a tervezés közti összhang szorosabb legyen.

4.1.3. Összefoglaló tervezési egységek ismertetése

A veszély- és kockázati térképezés valamint stratégiai tervezés terület egységeinek meghatározására több lépcsőben került sor. A projekt I. és II. ütemében előzetesen kidolgozott területi lehatárolás a III. ütemű munkák első szakaszában újból áttekintésre került.

⁵ Nemzeti ökoszisztéma szolgáltatás-térképezés és értékelés



ábra A veszély-és kockázati térképezés valamint kockázatkezelés-tervezés terület egységei.

A Megbízóval illetve a területi vízügyi igazgatóságokkal konzultálva 8 tervezési terület egység került kijelölésre (0) az alábbi főbb szempontok alapján:

- Az AKK és a VKI szerinti vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegységek valamint a részvízgyűjtő határok illeszkedjenek egymáshoz.
- 83/2014. Korm. rendelet alapján folyó nagyvízi mederkezelés tervezési program folyószakasz határai összhangban legyenek az AKK tervezési alegységek határaival.
- Az AKK terület egységi határok vízgyűjtő határokon haladjanak és vegyék figyelembe az ott lévő vízfolyások árvíz hidrológiai sajátosságait.

A tervezési egységek főbb társadalmi, gazdasági, földrajzi, és árvíz hidrológiai jellemzőit a Főanyag dokumentumok tartalmazza.

4.1.4. A veszélyeztetettség előzetes becslése ártéri öblözetek, kisvízfolyások és belvízi elöntés esetén

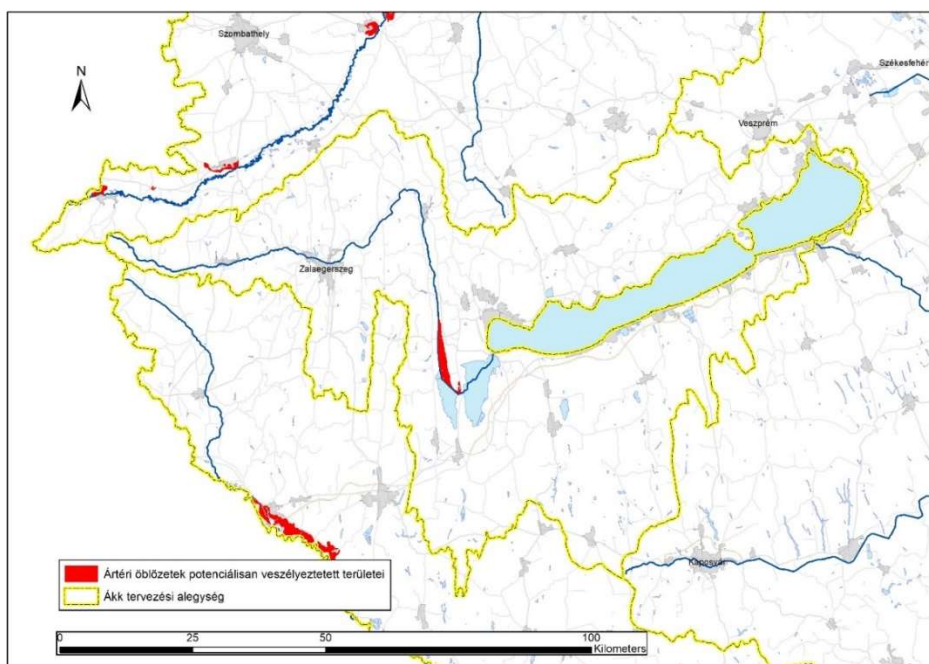
Az előzetes kockázatbecslés során a tervezési területek kijelölése az első ciklus tapasztalatai alapján és a kockázatkezelési tervben foglaltak alapján történt. Az I. ciklus kockázatsökkentő intézkedései hatására alapvetően csak az elöntési valószínűség csökken, vagy a kockázat mérséklődik, de nem redukálja a tervezési területet. Az előzetes kockázatbecslés során három elöntés típusra – töltés szakadásból keletkező ártéri öblözet elöntések, belvíz és kisvízfolyások elöntései - adjuk meg a várható területi lehatárolásokat és az elöntésekből keletkező potenciális környezeti-, gazdasági-, emberi életre és kulturális örökségre gyakorolt hatásokat. A nyílt ártéren történő elöntések várható térbeli kiterjedése nem volt ismert, ezért arra előzetes kockázatbecslés nem készült.

Előntés típusok	Ártéri öblözetek	Környezeti: víztestek Emberi: ember élet, emberi egészség Gazdasági: infrastruktúra, ingatlanok, Vidéki területhasználat Kulturális örökségek
	Kisvízfolyások	Környezeti: szennyezőforrások (pl: hulladékkezelés, állattartás) Gazdasági: infrastruktúra, ingatlanok, gazdasági tevékenységek, Vidéki területhasználat
	Belvíz	Környezeti: szennyezőforrások (pl: hulladékkezelés, állattartás) Emberi: ember élet, emberi egészség Gazdasági: infrastruktúra, ingatlanok, gazdasági tevékenységek, Vidéki területhasználat Kulturális örökségek

5. táblázat. *Az előzetes kockázatbecslés során megállapított potenciálisan veszélyeztetett területek előntési típus szerint*

A veszélyeztetettség előzetes becslése ártéri öblözetekre vonatkozóan

A mentett oldali, tehát töltésezett szakaszok mögötti területek – ún. mentesített öblözetek – veszélyeztetett területi kiterjedésének újradefiniálása az első ciklusban elkészített veszélytérképek alapján történik ($P=0,1\%$), figyelembe véve a „LOKTERV” kockázatkezelési intézkedés során meghatározott terepi védekezési lehetőségeket. Az ország körülbelül 1/3-a fekszik az ártéri öblözetek egyikén, ezeknek körülbelül 60%-a kerülhet előntés alá az első ciklus veszélytérképei alapján. Az ártéri öblözetek kiterjedése a változó infrastruktúra és a lokalizációs vonalak miatt folyamatosan változhat, ezért felülvizsgálatuk minden ciklusban szükséges.



ábra: *Az ártéri öblözetek előzetes kockázatbecslés során megállapított potenciálisan veszélyeztetett területei*

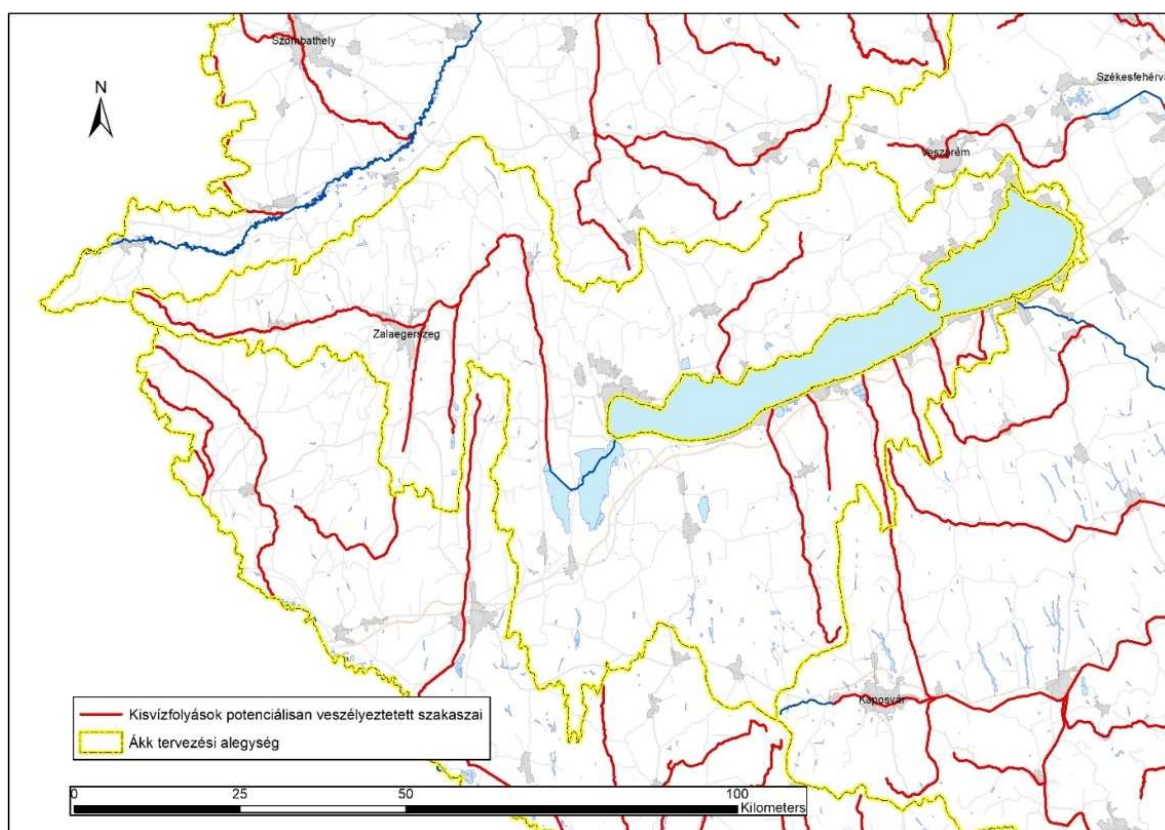
A veszélyeztetettség előzetes becslése kisvízfolyásokra vonatkozóan

Az előző ciklushoz képest a kockázatosnak tekinthető kisvízfolyások száma emelkedett a szakági értékelések alapján, további területek bevonása vált szükségessé a kockázatértékelésbe.

A kisvízfolyások kijelölését az adott területen elhelyezkedő vízügyi igazgatóságok szakemberei jelölték ki. A kiválasztásnál az alábbi szempontok lettek figyelembe véve:

- a szakaszon jelentkeztek már elöntések
- található érintett település
- található érintett kulturális örökség
- található jelentősebb ipari létesítmény, vagy egyéb, helyi ismeretük szerint fontos veszélyeztetett objektum

Mivel veszélyeztetett terület csak ott található, ahol elöntéssel is számolhatunk, ezért a kisvízfolyások vízgyűjtőjének felső része nem érintett. Az előző ciklushoz képest a kisvízfolyások veszélytérképezésének módszertana nagymértékű változáson megy keresztül, ezért a korábbi elöntési eredmények nem kerültek felhasználásra az előzetes kockázatbecslésben, kizárólag a potenciálisan érintett szakaszok kerülnek feltüntetésre.



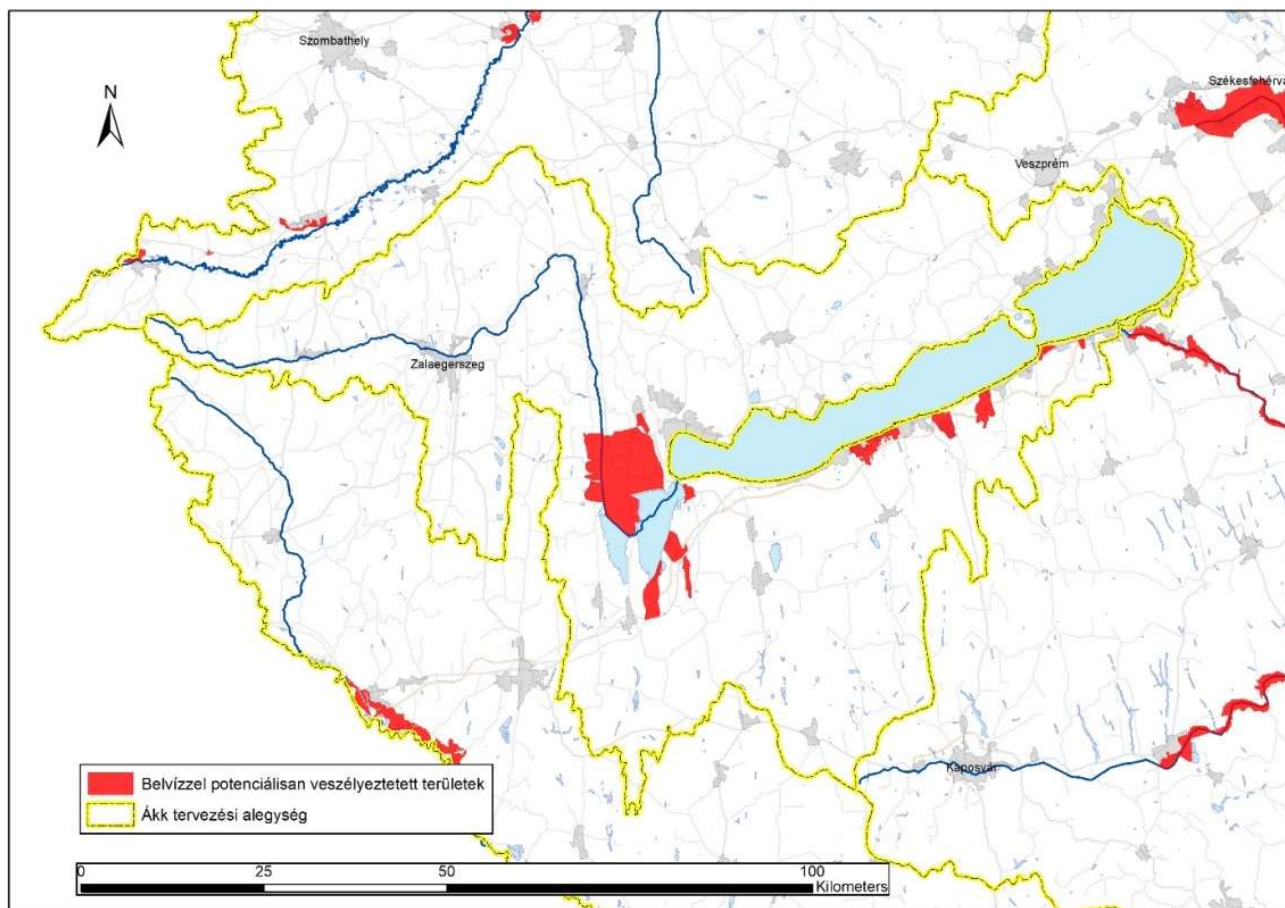
ábra: A kisvízfolyások előzetes kockázatbecslés sorsán megállapított potenciálisan veszélyeztetett szakaszai

A veszélyeztetettség előzetes becslése belvízi elöntések esetén

Bár a területi kiterjedése nagyobb, mint az ártéri öblözeteké, ugyanis az ország több mint 60%-a belvíz veszéllyel potenciálisan érintett terület, alapvetően mégis alacsonyabb lehetséges veszélyről

beszélhetünk. A kisebb vízmélységek és a gyakorlatilag nulla vízsebességek miatt emberélet kockázat közvetlen nincsen, gazdasági és környezeti hatások jelentkeznek elsősorban.

A belvízvédelmi szakasz a belvízrendszernek a védekezés célszerű irányításához és végrehajtásához alkalmasan meghatározott része, melyeket eredetileg a 10 /1997. (VII.17) KHVM rendelet 2. sz. melléklete sorolja fel, műszaki adatait a 8005/1997. KHVM tájékoztató adja meg. Tervezési területként továbbra is – 2012. évi jelentéshez hasonlóan – a belvízvédelmi szakaszokat tekintjük alapegységnek.



ábra: Az belvízvédelmi szakaszok előzetes kockázatbecslés sorsán megállapított potenciálisan veszélyeztetett területei

4.2. A VESZÉLYTÉRKÉPEZÉS METODIKÁJA

4.2.1. Védett árterek veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása

Módszertani előzmények

Ebben a pontban összefoglaljuk a jelen projektet megelőzően kialakított módszertan lényegét.

Az elöntést 50x50 m-es területi cellákon vizsgáljuk. Az elöntési eseményt az elöntési mélységgel jellemezzük. A veszélytérképezés alapfeladata tehát bemutatni, hogy a területi cellákon milyen valószínűséggel jelentkezhetnek az elöntési események.

Abból indulunk ki, hogy védett ártereken elöntés csak a védmű tönkremenetelekor jelentkezhet.

Tönkremenetelről akkor beszélünk, ha a védműre ható terhelés meghaladja a védmű ellenállását.

A terhelést a védmű szelvényeinél várható jellemző árhullám tetőző szintjével írjuk le.

A védmű ellenállását azonos viselkedésű alszakaszokon értelmezzük. Az ellenállás meghatározásakor az alábbi tényezőket vesszük figyelembe:

- a töltések magassági kiépítését
- a töltések állékonyságát
- az altalaj viszonyokat,

mint szerkezeti jellemzőket.

A fenntartási hiányosságokat állapotjellemzőkkel vesszük figyelembe.

Mivel a terhelést egy adott szelvényben abszolút vízszintben (mBf) értelmezzük, a tönkremeneteli reláció használatához az ellenállást is ebben a dimenzióban értelmezzük.

Egy azonos viselkedésű alszakaszon belül egyetlen – a kiömlés szempontjából mértékadónak tekintett – szelvényben tételezünk fel tönkremenetelt (szakadást).

A tönkremeneteli esemény bekövetkezésekor előáll a szakadási nyíláson történő kiáramlás, valamint az elöntés területi terjedése. A kiáramlás és területi terjedés folyamatát – a praktikus kezelhetőség érdekében – különválasztva kezeljük.

A kiáramlásnál kétféle megközelítést használtunk a szakadáson kiömlő vízhozam idősor meghatározására:

- oldalbukó modellel (fel- és alvízszint különbségek alapján)
- vízhozam megosztást a meder és szakadási szelvényterület alapján.

A területi elöntést a vízhozam idősor inputtal HECRAS 2D szimulációs programmal határoztuk meg. A szimuláció eredményeként tehát megkaptuk, hogy adott szakadási helyen, adott tönkremeneteli eseménynél milyen mértékű elöntési esemény jelentkezik az egyes területi cellákon.

Kérdés, hogy az elöntési eseményhez milyen valószínűség rendelhető.

Adott terepviszonyok mellett, adott területi cella elöntését alapvetően két tényező határozza meg:

- hol (melyik töltésszelvényben) történik a szakadás ill.
- milyen árhullám terhelés mellett.

Alapvető feltételezésünk, hogy adott jellemző terhelésű védműszakaszoknál (egy öblözetet védő), a folyó egyik oldalán, egyszerre (egy árhullám esetén) csak egy szakadás következik be.

Egy szakadási helyen 3 terhelési szinten vizsgáljuk a tönkremenetelt:

- állékonysági/altalaj problémákból adódó ellenállási szinten
- magassági ellenállási szinten és
- katasztrófa (0.001-es valószínűségi) terhelési szinten.

Az elöntési veszély szempontjából tehát elemi eseménynek tekintünk egy szakadási helyen egy terhelési szinthez kapcsolódó eseményt. Annak a valószínűsége, hogy az öblözetben valahol szakadás következik be a legnagyobb valószínűségű terhelési szinthez – azaz a legalacsonyabb ellenállási szinthez (a leggyengébb szakaszhoz) – kapcsolódik. Az elemi események valószínűségeinek összege ezzel egyenlő. Az elemi események valószínűségét az azonos tartományba eső szakadási helyek között egyenlő arányban megosztjuk.

Minden tönkremeneteli (elemi) eseményhez az ilyen módon számított valószínűséget, az elöntés szimuláció alapján érintett cellákon, a kialakuló mélységű elöntési eseményhez rendeljük.

Így a területi cellákon a kialakuló elöntési események mélység szerinti diszkrét valószínűségi eloszlását kapjuk, ami kitűzött feladatunk teljesítését jelenti.

Módszertani fejlesztések

Alapadat karbantartás

Áttértünk a védvonalak 3D vonalláncok formájában történő tárolására, ami lehetővé tette a helyszínrajzi és hossz-szelvényi ábrázolás egységes kezelését. Felülvizsgáltuk a vízügyi igazgatóságok bevonásával a MÁSZ értékek védvonal szelvényekhez rendelését a helyes hossz-szelvény ábrázolás érdekében.

Öblözeti határok

A korábbi ÁKK vizsgálatok tapasztalatai alapján újra értelmeztük az ártéri öblözet fogalmát. Az elöntési eredmények alapján felülvizsgáltuk a korábbi határokat, és ezek alapján módosításokat, összevonásokat hajtottunk végre. Megvizsgáltuk az országhatárt érintő öblözetek modellezési lehetőségeit.

Védvonal ellenállás

Lehetőséget biztosítottunk a védvonal ellenállások és állapotjellemzők excel táblázatos adatbevitelére. Átdolgoztuk az állapotjellemzők pontozásos rendszerét, kiemelt lehetőséget nyújtva a műtárgy problémák megjelenítésének. Alkalmazást fejlesztettünk a védvonalak kiépítési hiányainak jellemzésére a MÁSZ-tól való eltérés függvényében. Ez utóbbira építve dolgoztunk ki metodikát a védekezési tevékenység figyelembevételére a védvonal ellenállás meghatározásakor.

Védvonal terhelés

Felülvizsgáltuk a törzsmércéinken az éves nagyvizek és tetőző vízhozamok valószínűségi jellemzőit és a korábbiaknál koherensebb értékegyüttest hoztunk létre. A tetőzés túllépési valószínűségek becslésére védvonalak mentén vetítő vonalakat képeztünk, melyek kiküszöbölik a vízmérce hozzárendelések szubjektivitását. Metodikát dolgoztunk ki a tározók, valamint a nagyvízi mederkezelési beavatkozások terhelés csökkentő hatásának figyelembevételére.

Szakadási helyek

A korábbi tapasztalatok alapján útmutatót állítottunk össze a szakadási helyek kiválasztásához. Részletes érzékenységvizsgálatot végeztünk a szakadáson kiömlő víztömeg nagyságát befolyásoló tényezőkre. Ennek alapján egységesítettük a korábbi két algoritmust és több paraméternél kiküszöböltük a szubjektív elemet.

Területi elöntés

A területi elöntés szimulációjánál áttértünk a hatékonyabb HECRAS 2D programra. A praktikus alkalmazhatóság érdekében létrehoztuk a HECRAS – ÁKIR interfészt, ami biztosítja a két program közötti on-line adatkapcsolatot. Felmérések alapján bővítettük és beépítettük a számítási rácshálóba az áramlást befolyásoló vízterelő objektumokat.

Részöblözetek

Az új öblözeti fogalom meghatározás alapján bevezettük az azonos védelmi funkciójú védvonalszakaszok fogalmát. Ezeket a szakaszokat terhelés szempontjából függetlennek tekintjük,

azaz megengedjük az együttes szakadás lehetőségét. Ez esetenként jelentősen befolyásolja a veszélyeztetett területek elöntési valószínűségét. A jelenség a korábban egyben kezelt nagyobb öblözetek bontásánál jelentkezik, s az így keletkező területeket nevezzük részöblözetnek.

Végrehajtás

A védett árterek veszélytérképezése számos munkafolyamatból tevődött össze, ezért jelentős emberi erőforrást igényelt, amelyhez nagyfokú koordinációra és kommunikációra volt szükség. A főbb munkafolyamatokat az alábbiakban ismertetjük.

Mintaterületi feldolgozások

A korábbi ÁKK vizsgálatokhoz képest, talán a legjelentősebb változást az azonos védelmi funkciójú védvonal szakaszok és az ezekhez kapcsolódó részöblözetek bevezetése jelentette. A korábban egy öblözetként, modellterületként kezelt öblözetek bontásának folyamata teljesen új technológia kidolgozását igényelte. Ezenkívül radikálisan új elem az állékonysági, altalaj és állapot hiányosságainak bevitele az igazgatóságok közreműködésével. Ezt a komplex, sokszereplős munkafolyamatot két mintaterületen teszteltük, a Körös-Tisza-Maros közti ártéri öblözetben és a Laskó-Tisza-Zagyva-Tarna közti ártéri öblözetben. Első lépésként az azonos tulajdonságú alszakaszok felvétele volt szükséges, majd az alszakaszon kijelölésre kerültek a szakadási helyek a részöblözeti határok meghatározása céljából. Minden szakadáshoz hozzárendeltük a szakadás szempontjából mértékadó vízmércét, figyelembe véve a torkolati hatásokat. A vízmércén múltbéli adatsorok alapján meghatározásra kerültek az árhullám alakok, melyek a hossz-szelvény mentén a szakadási helyre vetítésével megkaptuk az 1000 éves (T3) terhelési szinteket. Utolsó lépésként a terhelési szintek és a töltésadatok alapján meghatározásra kerültek a kiömlő vízhozamok.

Hidraulikai szimulációt előkészítő munkák

A hidraulikai szimulációk elindítását számos előkészítő munka előzte meg. Első lépésként létre kellett hozni egy, az ártéri öblözetekre optimalizált 5x5 m-es digitális terepmodellt, amelynek alapját az aktuális FÖMI-s állomány adta. Ebbe kerültek beégetésre korábbi- és a jelenlegi ciklusban elvégzett terepi mérések alapján a vízterelő objektumok. Hogy a vízterelők a terepben folytonosak legyenek, a beégetés 2 cella szélességben történt. A vízterelőkhöz továbbá beégetésre kerültek a 10 méternél szélesebb áttörések is, amelyek helyét a Vízügyi Igazgatóságok jelölték ki.

A terepmodell véglegesítése után HEC-RAS program segítségével létre kellett hozni az öblözetekhez egy strukturálatlan rácshálót, majd a megelőző vizsgálatok alapján be kellett állítani a futtatási paramétereket. Ez magába foglalta a számítási időlépést és a numerikus számítást befolyásoló paramétereket egyaránt. A HEC-RAS-hoz a kiömlő vízhozam fájlokat az ÁKIR állította elő. A HEC-RAS-ban történő szimulációk eredményeit, a szakadásonként előálló elöntési raszterek majd visszakerültek az ÁKIR környezetébe. Ezután meghatározásra kerültek a részöblözeti szakadási helyekhez kapcsolódó várható/maximális elöntési mélységek. A részöblözetre bontás további részei között szerepelnek a szakadási helyhez kapcsolódó várható/maximális elöntési mélységek meghatározása, a részöblözeti határpolygonok lehatárolása és a részöblözeti modellek felállítása. A modellekhez az állékonysági, az altalaj és az állapot jellemzőket a Vízügyi Igazgatóságok adják meg. Ezek segítségével előállíthatók voltak a részöblözeti veszély- és kockázati állományok.

Öblözeti modellek felállítása

Az ÁKIR-ban az öblözeti modell felállításához számos adat koherens egységére volt szükség, amelynek egy részét az igazgatóságok szolgáltatták. Ezek:

- a modellterület határoló poligonja (Az igazgatóságokkal való egyeztetések során véglegesítve)
- az öblözetet védő Védvonal Fizikai Egységek (VFE) 3D vonalláncai (ez magába foglalja a töltés vízdoldali és védett oldali töltéslábának 3D vonalát is)
- egyéb, a további feldolgozásokhoz szükséges adatok (vízmércék, területhasználatok stb. adatai)
- egyéb, a területet érintő tájékoztató adatok (belterületek, utak stb.).

A VFE-vel szemben fontos elvárás volt, hogy minden esetben a határoló vonalon rajta legyenek, valamint hogy minden VFE teljes egészében csak egyetlen öblözethez tartozhat. E feltételek biztosítása önálló feladatként jelent meg, tekintettel arra, hogy a korábbi vizsgálatok és VIZIG-es tapasztalatok alapján módosítottuk az öblözeti határokat. A módosítások sok esetben a VFE-k szétvágásával is jártak, amit természetesen az adatállományon is át kellett vezetni.

0.001-es elöntési feldolgozások előkészítése

A 0.001-es vizsgálatok szakadási helyenként két terhelési szinthez kapcsolódóan történtek, a T2-es esemény a VFE alszakasz magassági kiépítettségéhez tartozik, míg a T3-as esemény az 100 éves túllépési valószínűséghez rendelhető tetőző árvízszint. A feladatok végrehajtásához az ÁKIR-ban az alábbi adatcsoportok koherens együttesére van szükség:

- folyók VFE-khez igazított szelvényezése
- törzsmércék vízállás adatsorai és valószínűségi szintekhez rendelt H és Q értékei
- VFE szelvényezéshez rendelt MÁSZ értékek és azok kivetítése az alszakaszok mentén

Ezen alapadatok előállítása a Vízügyi Igazgatóságok aktív részvételével, igen jelentős munkaráfordítással történt. A munka során jelentkező problémák jelentős része azonban mégis az alapadatok hiányosságaira voltak visszavezethetők. Néhány esetben hiányoztak MÁSZ vonalszakaszok, máshol a MÁSZ értékek nem igazodtak a VFE szelvényekhez. Néhány VFE adatok voltak hiányosak, például a töltéskorona és/vagy a mentettoldali töltésláb hiányzott, de előfordultak a vízmércéknél is hiányos vízhozam adatok.

Védvonal ellenállások meghatározása

A védvonal ellenállások meghatározása - a program által számított magassági ellenállás mellett – az állékonysági és altalaj, valamint az állapotjellemzőkkel kifejezett hiányosságok számszerűsítését jelenti (a metodikának megfelelő módon). Ezt a feladatot az igazgatóságok hajtották végre, mivel ehhez a helyi ismeretek, védekezési tapasztalatok nélkülözhetetlenek. A feladatot ÁKIR környezetben végezték, a 0.001-es modellek alapján készített modellverziókon. Nagy segítséget jelentett, hogy a jelen ciklusban az ÁKIR lehetővé tette megadott formátumú Excel táblázatok kitöltésével is az adatbevitelt. Ez a feladatrész igen nagy jelentőségű az ágazat árvízvédelmi fejlesztési stratégiájának szempontjából, mivel ezek alapozhatják meg a fejlesztést igénylő szakaszokat és azáltal, hogy az igazgatóságok érdemben résztvesznek a megalapozási munkában, ágazati szinten egységesebb jövőkép alakítható ki.

Megállapítható, hogy az igazgatóságok általában megfelelő gondossággal végezték a számukra új technológia alkalmazását igénylő munkát. Mivel ez volt az első alkalom a feladat ágazati szintű

végrehajtására, még nem alakulhatott ki az új fogalmak használatának egységes szemléletmódja. Ehhez meg kell ismernünk az adatok hatását az eredményekre, valamint feltétlenül szükséges az eredmények kiértékelésére ágazati értekezlet összehívása.

A feladat a veszélytérképezésre kijelölt szakadási helyekre, az elöntés vizsgálatok indításához szükséges HECRAS projektfájlok létrehozásával zárult. Az ÁKIR alkalmazás csak olyan elöntési szcenáriókra – szakadási hely + terhelési szint kombinációkra – ír ki projektfájlt, ahol a tönkremeneteli esemény valószínűsége nagyobb nullánál.

Kiegészítő elöntési feldolgozások végrehajtása

Az előző pontbeli feladatok végrehajtása során az igazgatóságok a korábban kijelölt alszakaszokat felülvizsgálták, meghatározták az új védvonal ellenállásokat, aminek eredményeként a korábbi szakadási helyekhez új terhelési szintek kapcsolódtak. Szükség esetén új alszakaszokat vettek fel, új szakadási helyek kijelölésével. Mindez azt jelentette, hogy új tönkremeneteli események keletkeztek, amelyekhez el kellett végezni a kapcsolódó elöntési vizsgálatokat. Mivel a változtatások sok esetben nem érintették a T3-as – 0.001-es – terhelési szintet, így ilyenkor felhasználhatók voltak a 0.001-es eredmény raszterek.

Elöntési és veszélytérképi állományok előállítás

A feladatsor utolsó állomása. A feladat végrehajtása ÁKIR alkalmazással történik. A végrehajtás feltétele, hogy létezzenek azok az elöntési raszterek, amelyek a veszélytérképezésre kijelölt szakadási helyek terhelési szintjeihez kapcsolódnak.

4.2.2. Nyílt árterek veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása

Magyarország Árvízvédelmi Rendszerének hosszútávú fejlesztési tervében, az OVH 1981. évi kiadványa szerint „... az ország kerekén 21.200 km² árvizekkel veszélyeztetett területének 97%-a már ármentesített. A még nem ármentesített 3% (700 km²) a Rába, a Répce, az Ipoly, a Sajó, a Hernád és a Bodrog olyan szűk völgyekben fekvő árterülete, mely földrajzi-gazdasági adottságai folytán belátható időn belül zömében, gazdaságosan nem ármentesíthető.”

A fentiek szerint a magyarországi folyók mentén veszélyeztetett területek jelentős része árvízmentesített és a még nyílt ártér viszonylag kis területű, de a pontatlanság már az érintett folyók felsorolásából is kitűnik, mert nem szerepel a Duna, pedig pl. a Duna-kanyarban sok nyílt ártéri település van, amely a 2002. évi nyári Dunai árvíznél nyilvánvalóvá vált.

Az öblözetek, így a nyílt ártéri öblözetek lehatárolása is 1977. évben történt meg, amelyet a „Magyarország folyóinak ártéri öblözetei” című VITUKI kiadványban jelent meg. A fellelhető kiadványok szerint az öblözeti határvonalak meghatározása az OVH 1976. évi a „Magyarország folyóinak mértékadó árvizei” című kiadvány I-II. mellékletei (árvízi hossz-szelvények) alapján, a rendelkezésre álló híd és völgy-szelvények, valamint a szintvonalas térképek felhasználásával került sor. Az 1997. évben megállapított ártéri öblözetek, szinte változatlan formában és tartalommal a mai napig érvényben vannak, ugyanakkor a felülvizsgált elöntési modellezés eredményeképpen ezen lehatárolások felülvizsgálata is szükségessé vált.

A nyílt ártér veszély- és kockázati térképezése feladat során a nyílt ártérrel rendelkező nagyvízi meder szakaszokat modelleztük és vizsgáltuk. Az elöntési terület kiterjedésének és elöntési paramétereinek vizsgálatához ez megfelelő eljárás, ugyanakkor a veszély- és a kockázatértékelés során ugyanakkor

korlátozó tényező, mivel a kockázati térképek nyílt ártéri és hullámtéri szakaszt egyaránt fednek, így ezek statisztikai kiértékelése ennek megfelelően nem egyezik a nyílt árterek értékelésével.

A kockázatértékelést a 'Beavatkozás nélküli változatra' készítettük el, mely változatban figyelmen kívül hagyjuk a lokalizálás során épített ideiglenes védművek kockázatsökkentő hatását.

Jelen dokumentum fentieknek szerint értelmezendő általános, statisztikai alapú kockázatértékelést tartalmazza. Az értékelést főbb kockázati paraméterekre végeztük el, országosan egységes eljárással. A továbbiakban szükséges a nyílt ártéri területek részletes, lokális vizsgálata, feloldva a hullámtér-nyílt ártér szakasz kettősségének problémáját is.

A következőkben ismertetjük a veszély- és kockázati térkép készítésének módszertanát, majd tervezési egységenként az eredmények értékelését.

A nyílt ártérrel érintett NMT területek lehatárolása, és egységes, országos adatbázisba foglalása megtörtént, azonban azok öblözetekre jellemző attribútumokkal továbbra se lettek ellátva.

Területi lehatárolás

A jelenleg rendelkezésre álló információk alapján (Magyarország ártéri öblözetek, Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, 1977, Budapest) az országban összesen **48 db nyílt** (25 db), **illetve részben nyílt ártéri öblözet** található.

48 db ártéri öblözet veszély- és kockázati térképezését szükséges elvégezni, továbbá ágazati döntés alapján kockázati térkép 165 településre kell, hogy készüljön. **A jelenlegi előntés, veszély- és kockázat térképezés a nyílt ártérrel rendelkező NMT területre készült, mely lehetőséget ad a nagyvízi meder kockázat alapú lehatárolására.**

Ez országos szinten összesen **29 db nyílt ártérrel érintett NMT területet jelent**

Alkalmazott terepmodellek

A vízügyi ágazatban a nagyvízi meder területére rendelkezésre állnak a 2014-ben elkészített LIDAR felmérések, ezek néhány kivételtől eltekintve megfelelő alapot biztosítanak a nyílt árterek veszély és kockázati térképezéséhez.

Viszont felhívjuk a figyelmet, hogy a LIDAR felmérésre kijelölt területek a felülvizsgált mértékadó árvízszinteket nem vették figyelembe, ezek elsősorban a nyílt ártéri, magasparti területen okozták az előntési határ módosulását ezért várhatóan számolnunk kell a LIDAR felmérésekből származó terepmodellek kiegészítésének szükségességével.

A kiegészítés történhet egyéb forrásból származó terepmodellek összeillesztésével, javaslatunk szerint a legfrissebb országos 5m-es felbontású terep raszter alkalmas a feladat végrehajtására, de szükség esetén további felmérések is indokoltak lehetnek.

Öblözeti határok felülvizsgálata

A veszély – és kockázati térképezést követően, az elvégzett vizsgálatok eredményei ismeretében el kell végezni a nyílt ártéri öblözetek határainak felülvizsgálatát.

Gondoskodni kell országosan egységes adatbázis létrehozásáról, meg kell határozni az öblözetre jellemző attribútumokat, amennyiben nincs VOR kóddal kell ellátni.

Megfontolandó a nyílt ártéri öblözet definíciójának pontosítása is javaslatunk alapján:

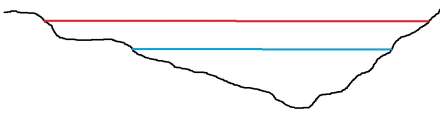
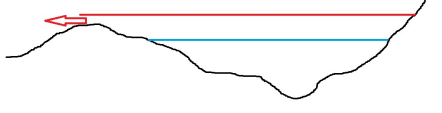
Ártéri öblözet:

Árvízi elöntés által veszélyeztetett terület. Ezen belül lehet védett és nyílt ártéri öblözet.

Nyílt ártéri öblözet:

A veszélyeztetett terület azon része, amelynek elöntését nem akadályozzák árvízvédelmi fővédvonalak. Valamely nyílt ártéri öblözet határait egyrészt egy meghatározott folyószakasz partéle, másrészt a folyószakasz valamelyik partoldalán kilépő árvízi elöntés kiterjedésének, vagy egy másik öblözetnek határvonala alkotják. A potenciálisan lehetséges elöntéseket a folyószakasz felső szelvényében 0.001 túllépési valószínűséggel jelentkező tetőző árvízszint (vagy az ehhez kapcsolódó árhullám alak) alapján határozzuk meg.

Figyelembe véve a nyílt árterek adottságait, jellemzőit a veszélytérképek előállítására vonatkozó javaslatot az alábbiakban foglaljuk össze:

Nyílt ártér „típusa”	Árhullám kivetítés	2D modellezés
Nyílt ártér /"völgyszerű"/ 	Alkalmazható, használatát javasoljuk	Alkalmazható, használatát nem szükséges
Kimerült magaspart (Magasparti nyomvonal áthelyeződése, a MÁSZ felülvizsgálat miatt) 	Alkalmazható, használatát javasoljuk	Alkalmazható, használatát nem szükséges
Kimerült magaspart (átbukás mélyebb fekvésű területek felé, védett ártéri öblözet veszélyeztetése) 	Nem alkalmazható	Alkalmazható, használatát javasoljuk

Veszélytérkép előállítását ágazati döntés alapján a nyílt árterek teljes területére el kell végezni, az 1%, a 3% és az 1 ‰ valószínűségű árvizekre.

Fentiek alapján valamennyi nyílt ártéri öblözetet elemezni kell, hogy melyik típusba sorolható, ez alapján figyelembe véve a VIZIG-ek véleményét meg kell határozni a veszélytérkép előállításának módszerét.

A veszélytérkép előállítás módszereinek leírása

Árhullám kivetítés:

A mentett ártéri öblözetek metodikai felülvizsgálatához kapcsolódóan 3 valószínűségi értékhez tartozó árvízi felszín görbe (köztük az 1%, 3% és az 1 ‰-es) felülvizsgálata történik meg. A valószínűségi értékeket a mértékadó vízmércéken értelmezzük. Az 1 ‰-os valószínűségű felszín görbe jelenti a mértékadó árvízszintet. Az 3 ‰-os és az 1 ‰-es felszín görbe a mértékadó árvízszinttel párhuzamosan fut.

A kivetítés során képezzük a 3 árvízszint és a terep különbség rászter állományait, melyek megadják az elöntéssel érintett terület kiterjedését és a kialakuló maximális vízszinteket.

Permanens modellezés:

Permanens modellezés alkalmazását nem javasoljuk, tekintettel arra, hogy ahol alkalmazható lenne a feladat szempontjából elvárt minőségű eredmény az árvízszintek kivetítésével is elérhetjük.

A Permanens modellezés azon kimerült magasparti területek esetében, ahol átbukás történik a mélyebb fekvésű területek felé nem ad valós elöntési képet. Alkalmazását nem javasoljuk.

Nem permanens modellezés:

Alkalmazását kizárólag azon kimerült magasparti területek esetében javasoljuk, ahol átbukás történik a mélyebb fekvésű területek felé.

Ált. megjegyzés: A nagyvízi mederkezelési tervekkel való összhang megteremtése érdekében bizonyos esetekben (amennyiben a települési ideiglenes védvonal nem nagyvízi meder határ) az 1 ‰-os elöntéshatár és a veszély és kockázati térképezéshez szükséges vízmélység rászter az NMT-kből átvehető.

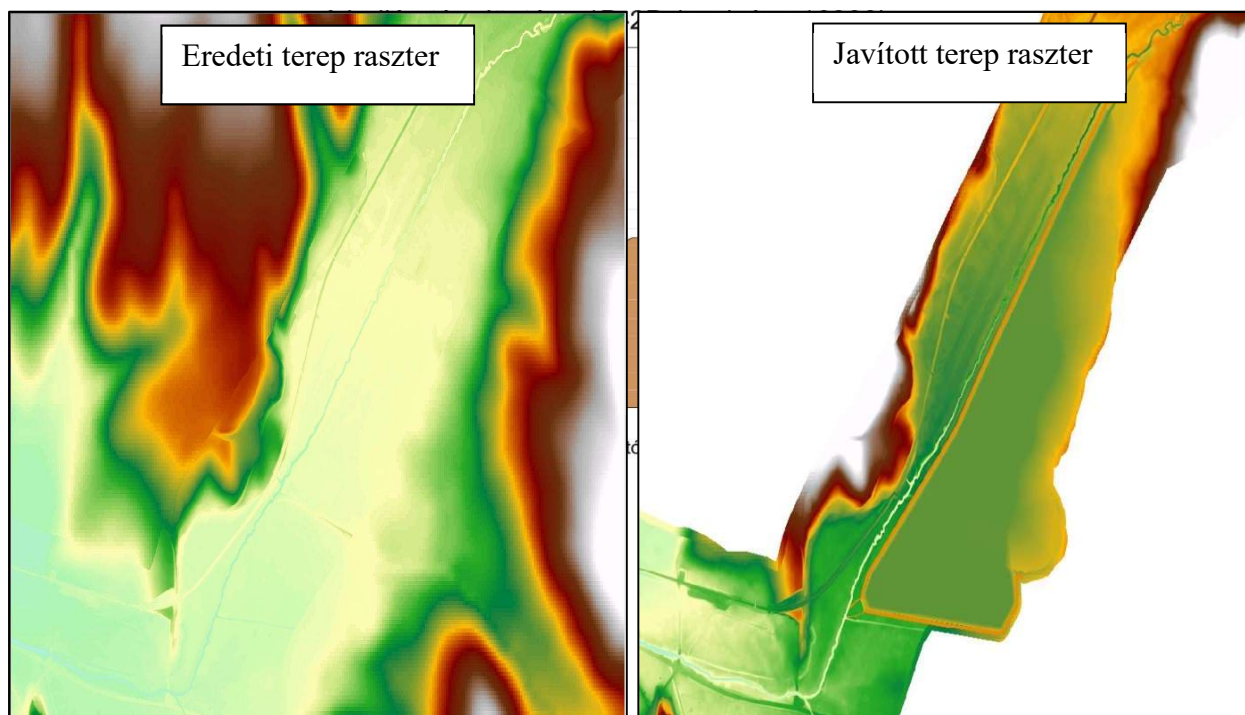
4.2.3. Kisvízfolyások veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása

Az első kisvízfolyás metodikai fejezetek 2008-2010 környékén készültek, azóta nagyon sok fejlődés történt az elöntési térképek számítására használt numerikus szoftverekben, továbbá a vízügyi ágazat adatellátottsága és adatbázisai is jelentős fejlődésen mentek át.

A kisvízfolyások esetében különösen nagy volt a fejlődési lehetőség, mivel az első ÁKK-ban Chézy képleten alapuló számítási módszert alkalmaznak, amelyek részben a permanens állapot feltételezése miatt sok esetben túlzónak bizonyultak. Míg szűk, dombvidéki területeken az így generált eredmény elfogadható volt, a síkvidéki területeken már hibás elöntési képeket adott. A végleges módszertan megfogalmazását megelőzte egy modellezési tanulmány, amely célja az volt, hogy komplex módon megvizsgáljunk „state of the art” módszereket, és az ÁKK számára javaslatot tegyünk a kisvízfolyások modellezésére.

A tanulmány során a HEC-RAS modellező szoftvert használtuk, és összesen 4 geometriai kialakítást teszteltünk a választott vízfolyásunkon, amiket modellezési időigény, elöntési eredmény pontosság és üzemeltetési komplexitás alapján értékeltünk. Eredményeink alapján a kialakítások közül a vízfolyás egységes 2D modellezését találtuk a legalkalmasabbnak geometriai kialakításnak veszély

és kockázati térképezéshez, ugyanis annak előntési pontossága messze meghaladta az 1D modell számított eredményeit, üzemeltetése pedig jóval egyszerűbb volt az 1D-2D hibrid modelleknél.



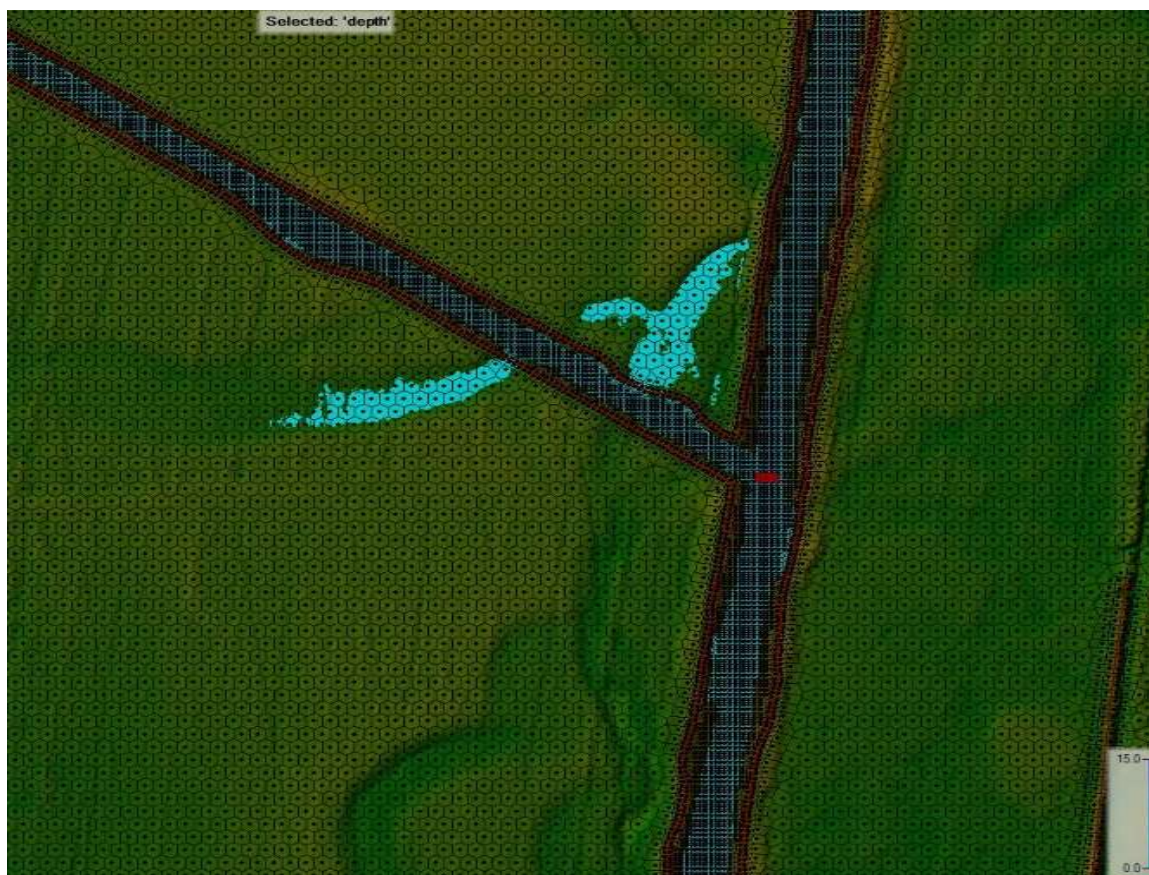
ábra A Magyarszéki tározó beégetése a Baranya-csatorna modellezéshez használt terep raszterbe. A Baranya-csatornán a többi vízfolyással ellentétben a kvázi permanens állapot helyett árhullámot futtattunk, hogy vizsgálni tudjuk a tározó hatását az előntésre

A 4 geometriai kialakítás tesztelését és eredményeik értékelését követően megkezdődött az ÁKK-s kisvízfolyások teljes 2D null-modelljeinek előkészítése és tesztelése. Ezek a null-modellek tartalmazzák a modellek geometriai adatait, valamint azok áramlási és szimulációs beállításait. A végleges kisvízfolyás modellek felépítése egységes módszertan alapján történt, esetenként terep és modell geometriai javításokkal kiegészítve, amelyeket a Vízügyi Igazgatóságok által delegált szakértők foglalmaztak meg. A javítási feladatok jellemzően tározók, torkolati műtárgyak, depóniák előntésre gyakorolt hatásának modellekbe való integrálására vonatkoztak. Az Igazgatóságokkal történő szoros együttműködés elengedhetetlen ahhoz, hogy a modelleket valós előntési események alapján kalibrálni tudjuk.

A modellezéshez használt terep adatokat és a modellhatárt a meder közvetlen környezetében végrehajtott 2013-2014-es LIDAR felmérések 1 m-es felbontású eredményei adták. A domborzati raszter relatív kis felbontásából adódóan a meder nem volt mindig élesen kivehető, ezért minden vízfolyás esetben szükség volt a meder utólagos raszterbe égetésére. Részletes keresztmetszvény adatok hiánya miatt a terepbe égetett meder szélessége és mélysége eltérhet a tényleges mederétől.

A 2D számítási területre a HEC-RAS modellek esetében korábban megszokott négyszög alakú rácsháló helyett hatszög alakú rácshálót alkalmaztunk, amely segítségével pontosabban modellezhetjük a mederből kilépő víz előntési dinamikáját. A számítási cellák mérete a modellterület nagyságától függően 4-30 m volt. Az előntés szempontjából kritikus területeken (meder, depóniák, töltések) rácsháló sűrítést alkalmaztunk. Erre azért volt szükség, mert a modell egy adott számítási cellán belül figyelmen kívül hagyja az előntés kiterjedését befolyásoló lokális magaslatokat. Egy vízfolyás mentén épített töltés előntésre gyakorolt hatása csak abban az esetben modellezhető, ha a környező cellák határvonala pontosan a magaspontokra illeszkedik. A magaspontok geometriájának

létrehozása a vízterelő objektumok esetében manuálisan, a partélek esetében egy automatizált, belső fejlesztésű partél kereső alkalmazás segítségével történt.



ábra Végleges HEC-RAS 2D modell geometriai kialakítás a Babócsai-Rinya vízfolyás esetében. A főmeder, és a töltésezett betorkolló vízfolyások medrek esetében területi rácsháló sűrítést alkalmaztunk. A magaspontok geometriába építésével sikeresen integráltuk a vízterelők elöntésre gyakorolt hatását a modellekbe. A meder esetében négyszög, az ártér esetében hatszög alakú rácshálót hoztunk létre.

További modellezési újdonság, hogy a korábban modellterületen belül egységes Manning simasági tényező helyett a null-modellek felépítése során megkülönböztetésre került a mederre és a hullámtérre vonatkozó „n” érték.

A pontosabb elöntési eredmények elérése érdekében az alsó és felső peremfeltétel vonalak mellett az országos részvízgyűjtő adatok alapján beillesztésre kerültek belső peremfeltétel vonalak, amik segítségével sikerült differenciálnunk a vízhozamot a vízfolyások különböző szakaszain. Ezzel integrálni tudtuk a hozzáfolyások vízhozamra gyakorolt hatását a modellezésbe.

A peremfeltételekhez tartozó terhelő vízhozamokat az „Árvízi Kockázat Kezelés Hidrológiai Alapjai – Kisvízfolyások” hidrológiai tanulmányban megfogalmazott módszer alapján határoztuk meg. A Baranya-csatornát leszámítva - ahol a közelmúltban létesített oldaltározó hatását vizsgáltuk - minden vízfolyás esetében kvázi permanens állapotot modelleztünk.

A tanulmány végrehajtásához hat olyan Igazgatóság vízfolyásait vizsgáltuk, melyek zömmel hegy- és dombvidéki vízgyűjtőket foglalnak magukba. A vizsgálatokba 210 olyan vízfolyás árvízi (NQ) adatsorát lehetett bevonni, melyek statisztikai hosszúsággal rendelkeztek, összesen 10767 árhullámot vonva a számításokba.

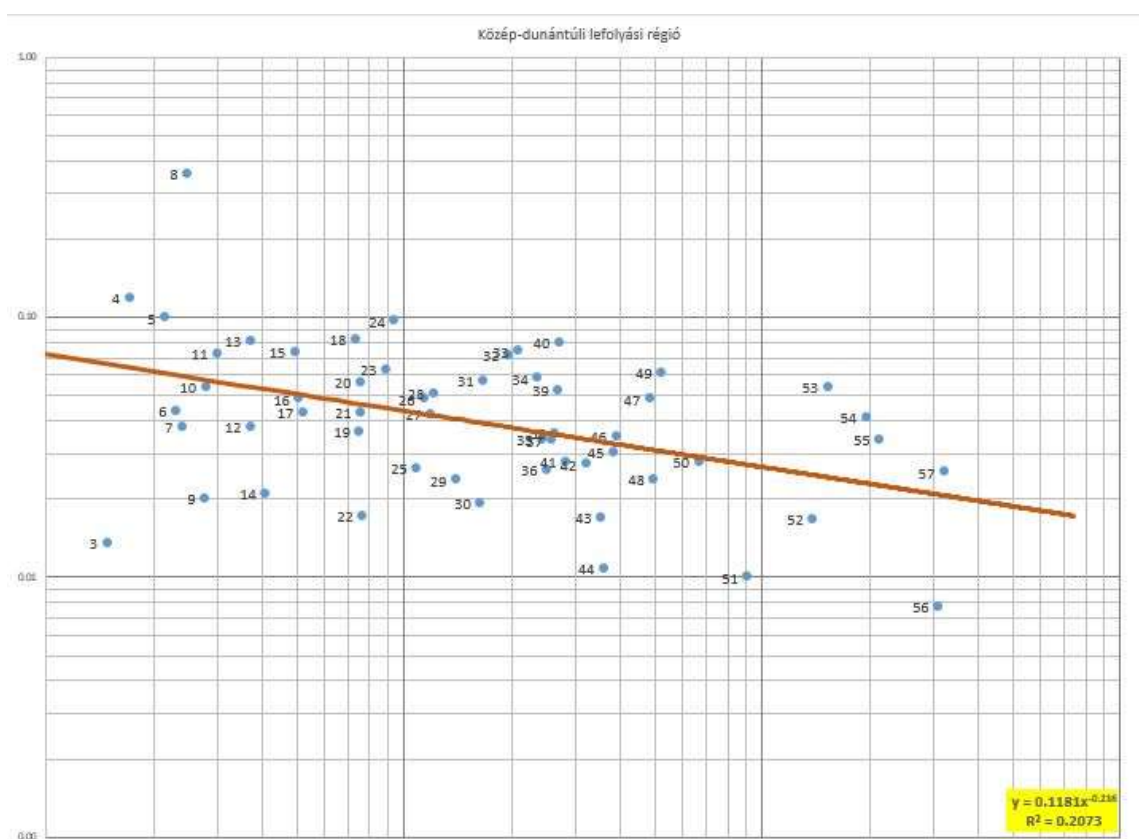
A statisztikai hosszúságú adatsorokat az ismert hidrológiai statisztikai módszerrel dolgoztuk fel. Elvégeztük az adatsorok függetlenség és homogenitás vizsgálatát, az idősor tulajdonságainak elemzésével és trend analízissel. Ezek után a független és homogén adatsorok eloszlásvizsgálata adta az árvízi kockázatkezelési elemzések alapjait. Meghatároztuk a nagyvízi adatsorok empirikus

eloszlásfüggvényeit, majd az elméleti eloszlásokat. A vizsgálatoknál a nagyvízhozamokra levezetett elméleti eloszlástípusokat vettük figyelembe (normál- és exponenciális eloszlás családok), mindig a szélsőséges valószínűségi tartományban történő jó illeszkedést szem előtt tartva. Az adatállomány feldolgozási időszaka az észlelések kezdetétől 2019-ig terjedt. A számított valószínűség eloszlások alapozták meg a kisvízfolyásokra érvényes árvízszámítási segédletet, amelynél a vízgyűjtőterület nagysága $A = 10 - 6000 \text{ km}^2$ közötti tartomány.

A segédlettel számíthatók - egy tetszés szerinti magyarországi vízgyűjtő - különböző valószínűségű árvízhozamai:

$$Q_{p\%} = a_i \cdot q_{5\%} \cdot A,$$

ahol a_i -valószínűségtől függő szorzó, A -vízgyűjtő nagyság, $q_{5\%}$ -az 5%-os előfordulási valószínűségű fajlagos árvízhozam. Ez utóbbi számítási függvénye az alábbi ábrán látható, példaképpen az egyik lefolyási régióra.



17. ábra A Közép-dunántúli lefolyási régió számítási függvénye. Az 57 vízmércéhez tartozó 5%-os fajlagos árvízhozam érték. A tanulmányt megalapozó vízmérce idősorok jóval megbízhatóbb statisztikai alapadatként szolgálnak a korábban használt adatoknál. A tanulmányhoz készült adatbázis folyamatos frissítésével a későbbiekben egyre pontosabb input vízhozam adatokkal láthatjuk el a kész kisvízfolyás modelleket.

A 2D modellek tömeges futtatását követően az előntési eredmény raszterek, az ÁKK országos területhasználati térkép és a területhasználati kategóriákhoz tartozó fajlagos vagyonerőértékek és kárfüggvények felhasználásával végrehajtottuk a veszély- és kockázati térképezést. A kisvízfolyások esetében a SAFER módszerrel meghatározott domb és hegyvidékre alkalmazott kárfüggvényeket használtuk, amelyek nem azonosak az öblözetek esetében használt síkvidéki kárfüggvényekkel. A veszély- és kockázat eredmény raszterek generálásához az ÁKIR alkalmazást használtuk. ÁKIR segítségével vízfolyásonként –előntés kiterjedésétől függően - maximum 13 térképet állítottunk elő:

Sorszám	Raszter típusa	Raszter neve	Raszter tartalma
1	Veszélytérkép	1. Kategória	$h < 0,5$ m vízmélységű és $v < 1$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
2	Veszélytérkép	2. Kategória	$h < 0,5$ m vízmélységű és $1 < v < 2$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
3	Veszélytérkép	3. Kategória	$h < 0,5$ m vízmélységű és $v > 2$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
4	Veszélytérkép	4. Kategória	$0,5 < h < 1,5$ m vízmélységű és $v < 1$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
5	Veszélytérkép	5. Kategória	$0,5 < h < 1,5$ m vízmélységű és $1 < v < 2$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
6	Veszélytérkép	6. Kategória	$0,5 < h < 1,5$ m vízmélységű és $v > 2$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
7	Veszélytérkép	7. Kategória	$h > 1,5$ m vízmélységű és $v < 1$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
8	Veszélytérkép	8. Kategória	$h > 1,5$ m vízmélységű és $1 < v < 2$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
9	Veszélytérkép	9. Kategória	$h > 1,5$ m vízmélységű és $v > 2$ m/s vízsebességű elöntött területek. A raszter értéke a kialakuló valószínűséggel egyenlő.
10	Kockázati térkép	Emberi élet kockázat	Árvízi események emberekre vonatkozó terhelését bemutató raszter. Az életkockázati indikátor az elöntések előfordulási valószínűségét és a laksűrűséget veszi figyelembe.
11	Kockázati térkép	Emberi élet terhelési osztály	Vízmélység kategóriák (5) az 1%-os elöntési eredmény alapján.
12	Kockázati térkép	Vagyoni kockázat	Várható anyagi károk mértékét bemutató raszter (ft/cella/év)

A fenti eredmény térképeken és az országos és tervezési egység szintű területhasználati térképeken felül rendelkezésre áll ökológiai, kulturális örökség, laksűrűség, ingatlan vagyontérkép és a kiemelt szennyezőforrások térképe, amelyek további vizsgálatokat tesznek lehetővé.

Az ÁKIR-ból származtatott raszterek és táblázatok segítségével lehetőség nyílt a modellezett vízfolyások eredményeinek egyszerűsített kiértékelésére mind vízfolyás, mind tervezési egység szinten. A tervezési egység szintű értékelést a „Főanyag dokumentumok” tartalmazza. A részletes és

teljeskörű értékelést az ÁKIR Lekérdező és Dokumentáló alkalmazás segítségével lehet országos szinten elvégezni.

4.2.4. Belvízi elöntések veszélytérképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása

Elkészült Magyarország síkvidéki területeinek nagy felbontású belvíz-veszélyeztetettségi térképét, amely alkalmas egy-egy terület belvízi veszélyeztetettségének numerikus jellemzésére. Kiemelt célként fogalmazódott meg az elsősorban természeti tényezők alapján befolyásolt belvízi veszélyeztetettség térképi megjelenítése, amely referenciaként („null” állapot) szolgál a további művi, tartóssági, klíma- és földhasználat-változási forgatókönyvek (stratégiai változatok) elemzéséhez.

A belvízi elöntések veszélytérképezésének metodikája az Alsó-Duna tervezési egység példáján keresztül kerül bemutatásra.

Az Alsó-Duna tervezési egységen 9 belvízvédelmi szakasz található összesen 5695 km² területtel **(6. táblázat).**

Az Alföld ÉNy-i peremterületei többségben mezőgazdasági művelés alatt állnak, a Duna mellett jelentős nyersanyag kitermelés is folyik. A dunai Alföld legészakabbra fekvő, hordalékkúp-teraszokkal tagolt, elkeskenyedő része. Felszínét, a bizonytalan lefolyású alacsony ártéri területek kivételével, főként kavicsos, homokos képződmények borítják. A magasabb ármentes teraszfelszíneket futóhomok és löszös homok fedi. A kavicsrétegek mindenütt a felszín közelében húzódnak. Az alacsony ártéri területeket fiatal öntésképződmények borítják. D-i területei a Homokhátság É-i peremére támaszkodnak. A belvizek által okozott gazdasági károk jelentős vízgazdálkodási problémának tekintendő, a károk megelőzése és csökkentése kiemelt feladat.

6. táblázat. *Belvízvédelmi szakaszok területe az Alsó-Duna tervezési egységben*

Belvízvédelmi szakasz		Terület (km ²)
száma	neve	
03.01.	Bajai	1046
03.02.	Kalocsai	1525
03.03.	Kunszentmiklósi	1924
04.01.	Szekszárd-Bátai	232
04.02.	Bölcske-Bogyiszlói	256
04.04.	Szekszárd-Simontornyai	114
04.05.	Cece-Ösi	308
04.06.	Tolnanémedi-Dombovári	129
05.02.	Kölked-Bédai	59
11.02.	Dong-éri	45
11.04.	Dong-ér- Kecskeméti	21
11.01.	Algyő-Tápé-Gyála-Körös-éri	35
Összesen		5695

Mindezek alapján a vízügyi és mezőgazdasági tervezésnek elengedhetetlen feltétele egy nagy felbontású belvíz-veszélyeztetettségi térkép, amely alkalmas egy-egy terület belvízi veszélyeztetettségének numerikus jellemzésére.

Módszertan

A belvíz-veszélyeztetettségi térkép előállításához új típusú geomatematikai módszert alkalmaztak, ugyanis a komplex összefüggések feltárásának lehetősége adatbányászati, gépi tanulási módszerek mentén lehetséges. Éppen ezért döntöttek a Véletlen Erdő Krigelés (Random Forest and Ordinary Kriging, RF-K) módszer bevezetése mellett. A modellek tanítása számítógép alapú módszerekkel történik, azaz gépi tanulásról van szó, melynek során a rendszer a korábbi tapasztalatokat elemezve, azokból tanulva, képes következtetéseket levonni, döntési javaslatokat tenni. A módszer végeredménye a sokszoros futtatások összedolgozása révén alakul ki. Az elemzéshez felhasznált változókat egyenrangú rezidumként kezelték és a jobb átláthatóság miatt tényezőcsoportokba (hidrometeorológia, domborzat, talajtan, földtan, talajvíz, földhasználat) szervezték. Az RF-K módszerrel 20-szoros futtatás eredményét dolgozták össze, mely megfelelő részletességgel jellemzi Magyarország síkvidéki területeinek belvízi veszélyeztetettségét. A belvíz-veszélyeztettség alatt azt a valószínűségi változót értjük, ami statisztikailag értelmezhető formában megadja, hogy adott területen (pl. térképi cellában) mekkora eséllyel következik be a vizsgált hidrológiai szélsőség. A jelenleg alkalmazott RF-K módszerhez 6 db tényezőcsoportba rendezve mintegy 51 db környezeti változót alkalmaztak az alábbiak szerint.

A belvíz kialakulását befolyásoló tényezőcsoportok

Hidrometeorológia: A hidrometeorológiai tényezőcsoport számításánál az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) és az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) mérőállomásairól származó adatbázist használták fel. A kibővített adatokkal készült Hidrometeorológiai térkép (HUMI) nem mutat releváns területi különbséget a korábbi eredményekhez képest, viszont jelentős számú környezeti változót tudtak az adatbázisból generálni. A jelen térképezési munkában az éghajlati adottságokat négy releváns tulajdonság jellemzi (évi középhőmérséklet, éves átlagos csapadék, évi átlagos párolgás, illetve éves átlagos evapotranszspiráció), illetve további 6 db környezeti változó (novemberi-februári, március-áprilisi, május-júniusi, összegezett csapadék minimumok és maximumok) reprezentálja a halmazódási időszakokat.

Domborzat: Az OVF által pontosított HIDRODEM domborzati modellt alkalmazták a környezeti változók kialakításánál. A lefolyás-modellezés érdekében felhasználták a Lechner Tudásközpont által készített és forgalmazott 2018-as kiadású 1:10000-es 5x5 m rácsméretű, $\pm 0,25$ m magassági pontosságú Digitális Domborzati Modellt (DDM). A digitális terepmodell és az elemzéshez használt 50x50 m-es rácsháló segítségével meghatározták az egyes cellákra a reliefenergia értéket, vagyis az $1/4$ km²-en belüli magassági szintkülönbséget méterben kifejezve. Minél nagyobb ez a szintkülönbség, általában annál kisebb lehetőség van a belvíz kialakulására. A relief energia mellett 13 db DDM alapú, származtatott elsődleges, illetve másodlagos paramétert használtak a vizsgálathoz (tengerszint feletti magasság; lefolyás hálózati alapszint; lefolyás hálózati alapszinttől való függőleges távolság; anyagmérleg index; többszörös felbontású hegyhát index; stb.).

Talajtan: A talajtani tényező előállítása nem más, mint a talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak megfelelő numerikus indikátorral történő jellemzése. A feladat megoldásához térbeli és tematikus alapként a Kreybig-féle talajismereti térképsorozat térinformatikai feldolgozásaként épülő Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTiR) geometriai állományait használták (talajok vízgazdálkodási alapú fizikai és kémiai tulajdonságai, tájtermesztési lapok). A talajtani tényezőcsoport összeállításához a Kreybig adatbázison kívül a SoilGrids (soilgrids.org) globális talajadatbázis alapján levezetett talaj-vízgazdálkodási térképeket is felhasználták, amelyek az európai

talajokra kidolgozott talaj-vízgazdálkodási becslő függvények alkalmazásával készültek. A 3D EU-SoilHydroGrids térképek újdonsága, hogy a számítások kimondottan Európa talajait reprezentáló adatbázisra kidolgozott összefüggéseken alapulnak. Négy releváns hidrofizikai paraméter azonosítottak, melyek a talaj maximális vízkapacitása (%) (THS), szabadföldi vízkapacitása (%) (FC), és holtvíz tartalma (%) (WP) hidraulikus vezetőképessége (KS), amelyekről négy-négy standard mélységre (0-30 cm, 30-60 cm, 60-100 cm és 100-200 cm) előállított térbeli adatréteget használtak a modellezés során.

Földtan: A földtani tényező meghatározásához az 1:200.000 méretarányú sekélyföldtani térképezés során az előre meghatározott mintasűrűséggel létesült kis mélységű fúrás adatok kerültek feldolgozásra. Az elkészült térképeken numerikusan jellemezték a felszíntől számított első vízzáró réteg előfordulási mélységét, és ugyanezen rétegnek a vastagságát. A földtani tényezőcsoport kidolgozásához szükséges adatokat a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) biztosította.

Talajvíz: Az 1951-2018 közötti időszakból származó mintegy 2203 db talajvízkút adatsorát dolgozták fel a vizsgálati területre vonatkozólag. A leválogatott talajvízkutak közül az interpolációhoz mintegy 1135 db talajvízkút adatsor rendelkezett megnyugtatóan hosszú idősoros adattal, valamint az utóbbi évtizedeket reprezentáló értékekkel. A talajvízállások jellemző nagyvíz (NV) értékeit – ami egyben a talajvíz tényező értékei is – egy részletesebb vizsgálattal alátámasztott módszerrel igyekeztek meghatározni, miszerint kiválasztottak kutanként az 1951 és 2018 közötti adatsorból hat NV értéket (LNV1-2-3-4-5-6) amelyek különböző, belvíz eseményeket reprezentálnak. Kiemelt feladatként kezelték a feláramlási és leszivárgási zónák meghatározását, mely igen jelentős környezeti változó a belvíz jelenség kialakulásában. Felkérésükre az MBFSZ elkészítette Magyarország síkvidéki területein a felszín alatti vizek feláramlási és leszivárgási területeinek lehatárolását és a feláramlás mértékét tartalmazó térképek friss termelési adatokkal aktualizált változatát is.

Földhasználat: A földhasználati tényező szerkesztéséhez Magyarország Ökoszisztéma Alaptérkép (NÖSZTÉP) 2.0 verzióját használták fel, amely a felszínborítás és földhasználat térképek készítése során egyre elterjedtebb „alulról építkező” térképezési modellt valósít meg. A NÖSZTÉP felhasználja a Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer (MePAR) felszínborítás rétegét, a Copernicus nagyfelbontású felszínborítás rétegeket (HRL), a 2015-ös referencia évre vonatkozó Vizek és vizenyős területek (Water and Wetness, WAW) rétegét és az Erdészeti Információs Rendszer (ESZIR) adatait. A NÖSZTÉP adatbázis elsősorban ökológiai szemléletű, a mezőgazdaságilag művelt területeket nem differenciálja kellőképpen ezért felhasználták a CORINE LandCover 50 (CLC50) adatbázist is, mert az több kategóriát is tartalmaz a művelés jellegét és a növénykultúrát illetően.

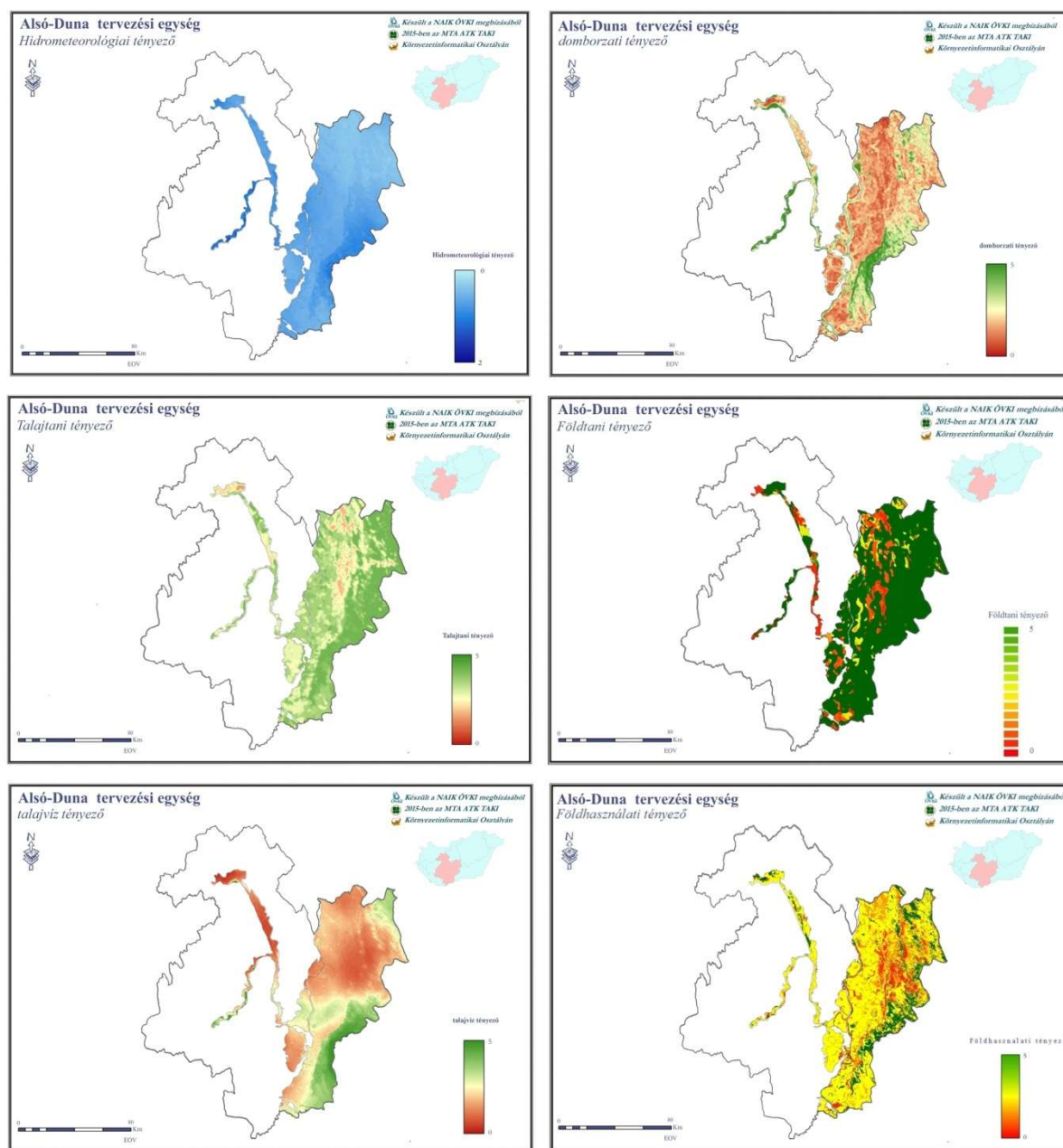
Validáció (belvízelöntés-gyakoriság)

A relatív belvíz-gyakorisági térkép előállításához a Vízügyi Igazgatóságok által regisztrált belvízi elöntési maximum értékek kontúrjait ábrázoló papír alapú és digitális elöntési térképi állományok kerültek feldolgozásra. Az elemzés során, az eddig alkalmazott rácsháló használata helyett véletlenszerűen elszórt pontban nézték meg az elöntési adatokat. Ezen módszer egy jelentős előnye a korábbi, rácson alapulóhoz képest, hogy kiszűrtek vele egy jelentős simító hatást, ami a rácstra történt átlagolás miatt volt kódolva a rendszerben. Referenciaként egy egységes, homogenizált belvízi elöntés relatív gyakoriság térképet állítottak elő. Az adathiányos területek problémájára a megoldást a Lechner Tudásközpont által a Mezőgazdasági Kárenyhítési Program keretében 1998-2018 közötti elöntési eseményekről készült műholdkép kiértékelések alapján készült adatbázis jelentette.

Komplex Természeti-alapú Belvíz-veszélyeztetettség Valószínűség (KTBV) térkép

Mindezek alapján az RF-K módszerrel készült KTBV térkép a lehető legpontosabban kifejezi a belvíz kialakulásnak természeti alapjait, amely a „null” (referencia) állapotokat tükrözi. Az eredményként kapott KTBV térképet a Jenks-féle módszerrel osztályozták és besorolták a veszélyeztetettség

mértéke szerint nem (974 eha; 27,1%), mérsékelten (1 344 eha; 37,4%), közepesen (747 eha; 20,8%), erősen (396 eha; 11%) és igen erősen (135 eha; 3,8%) veszélyeztetett kategóriákba.



18. ábra A belvíz-veszélyeztetettség térképezés 6 fő tényezőjének térbeli kiterjesztése

Végrehajtás

A belvíz-gyakorisági térképhez felhasznált előntési térképek:

A relatív belvíz-gyakorisági térkép előállításához egyrészt a vizsgálati területen működő Vízügyi Igazgatóságok által készített belvízi előntési maximumot ábrázoló térképi állományokat dolgozzuk fel. Az "ÁKK Belvízi veszélyeztetettség felülvizsgálata" c. tanulmány GIS mellékletben szereplő Elontes_osszesites.tif fájl az alábbi elemeket tartalmazza:

A VIZIG-ek által rendelkezésre bocsájtott belvízelöntési térképek

ATI-VIZIG	KÖ-VIZIG	KÖTI-VIZIG	TI-VIZIG	FETI-VIZIG	ÉM-VIZIG	ADU-VIZIG	ÉDU-VIZIG	NYUDU-VIZIG	DD-VIZIG	KDT-VIZIG	KDV-VIZIG
1957	1957										
1958	1958										
1959											
1962	1962			1962							
1963	1963					1963					
						1964					
1965	1965			1965		1965					
	1966					1966					1966
1967	1967		1967	1967							
1968											
1969						1969					1969
1970			1970			1970					1970
1971						1971					1971
1972						1972					
1973											
1974						1974					1974
1975						1975					
1976											
	1977		1977			1977					1977
1978	1978										
1979	1979	1979		1979							
1980	1980	1980		1980							
1981	1981	1981		1981							
1982		1982									
	1985	1985									
1986	1986	1986									
1987	1987	1987									
		1988									
			1989								
	1991										
1993											
	1996	1996	1996								1996
	1997		1997	1997							
	1998		1998	1998							
1999	1999	1999	1999	1999	1999	1999				1999	1999
2000	2000	2000	2000	2000		2000					2000
2001		2001	2001								
			2002								
2003	2003	2003				2003					
2004		2004	2004			2004					
	2005	2005	2005			2005					
2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
			2008								
			2009								
2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010
2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	
2013	2013	2013	2013	2013	2013						
2014	2014		2014			2014	2014	2014	2014	2014	
2015		2015									
		2016	2016								
			2017								
2018		2018	2018								

Feldolgozásra kerültek továbbá az OVF által rendelkezésünkre bocsájtott műhold képek kiértékeléséből származó előntés maximum térképek is. A képek kiértékelését a Lechner Tudásközpont végezte, de jelentős szűrésen estek át utólagosan is (vízenyős területek, állóvizek kimaszkolása). Az 1998 és 2018 között készült belvíz térképek legfontosabb jellemzőit az alábbi táblázat következő táblázat foglalja össze:

időpont/időszak	felhasznált űrfelvétel(ek)	területi fedés	Elöntés típusa	térbeli felbontás (25)	spektrális felbontás (#sáv)
1998.05.12	Landsat TM5	Békés megye	Belvíz	25	7
1998.05.11	IRS-WiFS	Békés, Hajdú, Jász-Nagykun-Szolnok	Belvíz	150	2*
1998.03.25	IRS-WiFS	Alföld	Belvíz	150	2*
1999.03.03	Landsat TM5	Alföld	Belvíz	25	7
1999.03.12	Landsat TM5	Békés	Belvíz	25	7
1999.03.19	IRS-LISS	Hajdú, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Borsod-Abaúj-Zemplén	Belvíz	20	4
1999.07.25	Landsat TM5	Jász-Nagykun-Szolnok, Heves	Belvíz	25	7
2000.04.07	Landsat TM7	Szabolcs-Szatmár-Bereg	Belvíz	25	7
2004.08.02	IRS-1C LISS	Hernád mente	Árvíz	20	4
2006.03.20	IRS-P6 AWiFS	Alföld, Dunántúl egy része	Belvíz	50	4
2006.04.23	Landsat TM5	Alföld	belvíz/árvíz	25	7
2010.06.05-06.13	SPOT5, Landsat TM	Ország	Belvíz	10-25	4-7
2011.02.07	IRS-P6 AWiFS	Ország	Belvíz	50	4
2013.04.09-05.01	SPOT5, Landsat TM, IRS-LISS/AWiFS	Ország	Belvíz	10-50	4-7
2013.06.08	SPOT6	A Magyar-Szlovák határ mentén (Duna)	Árvíz	5	4*

időpont/időszak	felhasznált űrfelvétel(ek)	területi fedés	Elöntés típusa	térbeli felbontás (25)	spektrális felbontás (#sáv)
2014.09.18	SPOT5, Landsat TM7, TM8	Dunántúl	Belvíz	25	4-10
2015.02.02-03.08	SPOT5, Landsat TM7, TM8	Ország	Belvíz	10-25	4-10
2016.02.17-03.21	Sentinel-2, Landsat TM8	Ország	Belvíz	10-25	10-13
2016.03.01-03.04	Sentine-1A**	Ország	Belvíz	20	1
2018.03.28-04.22	Sentinel-2, Landsat TM8	Ország	Belvíz	10-25	10-13

*: az elöntés térkép készítéséhez alkalmazott űrfelvételnek nincs közepes infravörös (SWIR) sávja.

**.: A Sentinel-1A radar űrfelvétel esetén a kalibrált visszavert sugárzás intenzitásának VH komponensét(σ^0 VH) használtuk a nyílt belvíz kimutatására

Ezen belvíz térképek optikai űrfelvételek kiértékelése esetén a következő kategóriákat tartalmazták:

- nyílt belvíz
- erősen belvízzel átitatott talaj
- közepesen belvízzel átitatott talaj
- gyengén belvízzel átitatott talaj
- vízben álló növényzet

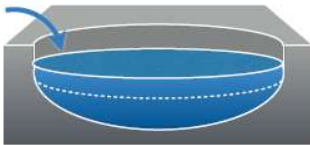
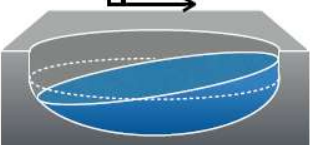
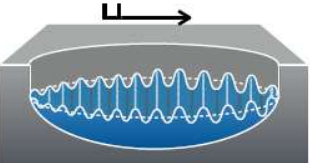
Homogenizált belvízi elöntés gyakoriság

Magyarország síkvidéki területeire referenciaként egy egységes, homogenizált belvízi elöntés relatív gyakoriság térképet állítottunk elő. A korábbi digitalizált állományok nem azonos referencia adatsorok alapján készültek, ezért az elöntés térképek homogenizálása volt szükség. A kiindulási alap, hogy az eloszlásokat szűrőfüggvények segítségével átranzformáltuk egymásba. Ehhez referenciának a Pálfai-féle belvíz-veszélyeztetettségi térképet vettük. Megvizsgáltuk, hogy az egyes régiókban a négy Pálfai-kategóriával jegyzett területek statisztikailag hogyan oszlanak meg, melyet követően vettük az átlagokat. Egy súlyfüggvénnyel variálva a széttartó átlagokat nem sikerült közös mederbe terelni, így a levezetett átviteli függvényt a korábban előállított becsült gyakorisági adatokra vezettük oly módon, hogy a kvartilisekbe eső értékeket beszoroztuk a megfelelő becsült korrekciós értékekkel.

4.2.5. Tavak veszélyterképezésének módszertani összefoglalója és végrehajtása

Elöntési típusok jellemzése

A Balaton vízszintjeiben a vízkészlet megváltozása, a szél okozta tókilendülés és hullámozás különböző léptékű ingadozásokat okoznak. E három hullámösszetevő maximális amplitúdója történetesen azonos nagyságrendbe esik, de míg az éves vízjárás a tóparton egyforma mértékben érvényesül, addig a szél hatásaiban jelentős területi egyenlőtlenség figyelhető meg. A vízkészlet változására jelentős hatással van a vízszintszabályozás, ezért a természetes folyamatok mellett, ezt is figyelembe kell venni.

		Kitérés	Periódus
+ Vízkészletváltozás		-15 – +30 cm/hónap -30 – +120 cm/év	(1 év)
+ Tólungés		50-60 cm (hossz) 20-30 cm (kereszt)	9-12 óra 40-60 perc
+ Hullámozás		5-40 cm	1-2 másodperc

19. ábra - A vízszintváltozás összetevői

A vízfelszín kimozdulását (tólungést) a szél okozza, ahogy energiát ad át a víznek a súrlódási erők segítségével. A szélmozgások hatására létrejövő áramlások a vizet mozgásba hozzák, így tó egyik partján apad a vízfelszín, az ellentétes oldalon pedig árad. Amíg a felszíni és az alsóbb rétegek áramlása ki nem egyenlítik egymást, az áramlás nő. A kilendülés akkor áll elő, ha:

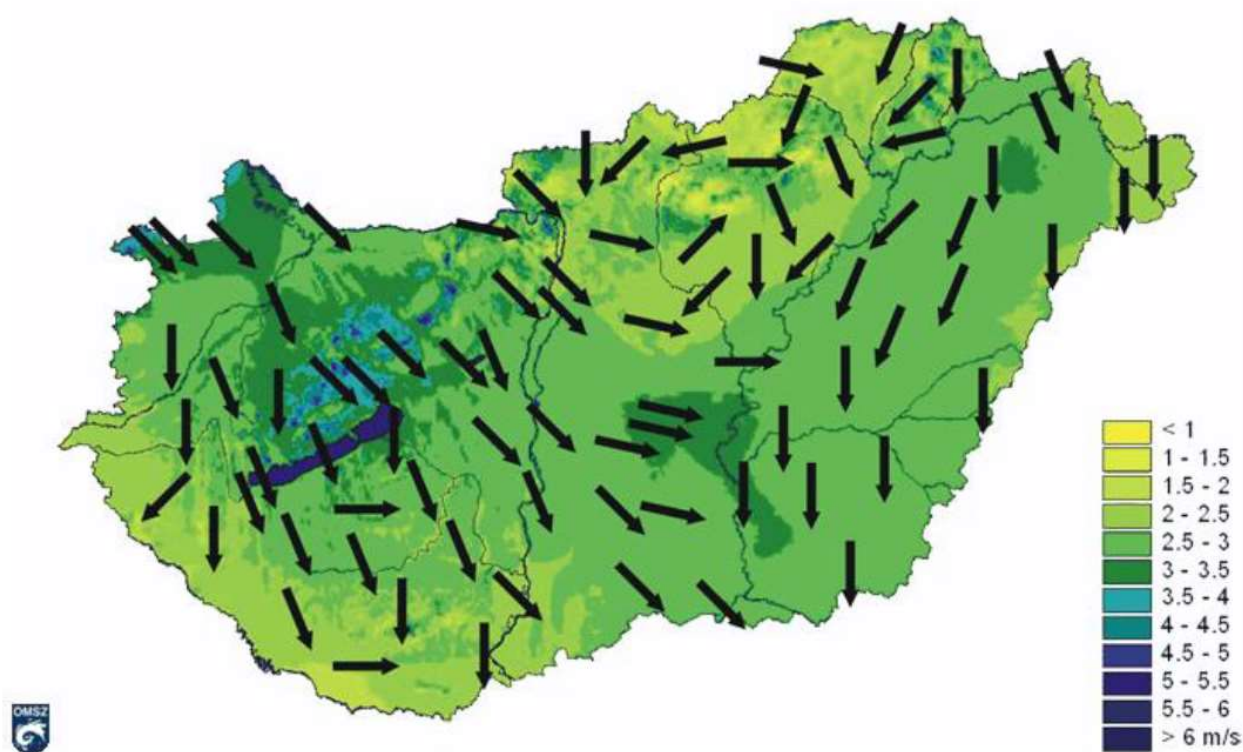
- a szél állandó,
- a két áramlás kiegyenlítődik,
- a vízszállítás egyenlő,
- a felszínesítés állandósul.

Ha a szélesebbség lecsökken, a szél már nem tudja a felszínesítést fenntartani. Ilyenkor visszaáramlás képződik és egyfajta ide-oda mozgás alakul ki, ami a vízszintlungés jelensége. A viharos szél akár deciméterekkel is kilendítheti a tó felszínét. Az uralkodó szélirány az északi, északnyugati irány, a tó hossz tengelyével párhuzamos szelek ritkán alakulnak ki, legtöbbször keresztirányú vagy közel keresztirányú szelek fújnak. A legszelesebb időszak az április-május, szélcsendesebb hónapnak pedig a augusztus-szeptember számít.

A kilendülés mértéke, idejének hossza alapvetően a szél és a tó topográfiai viszonyaitól függ, azonban függ még a hosszirányú kilendülés esetén a vihar típusától is. Hosszirányú kilendülések az ÉK és DNY-i szelek hatására jönnek létre, de ezek a mozgások viszonylag ritkán alakulnak ki, hiszen az ilyen irányú szelek a Balatonra nem jellemzőek.

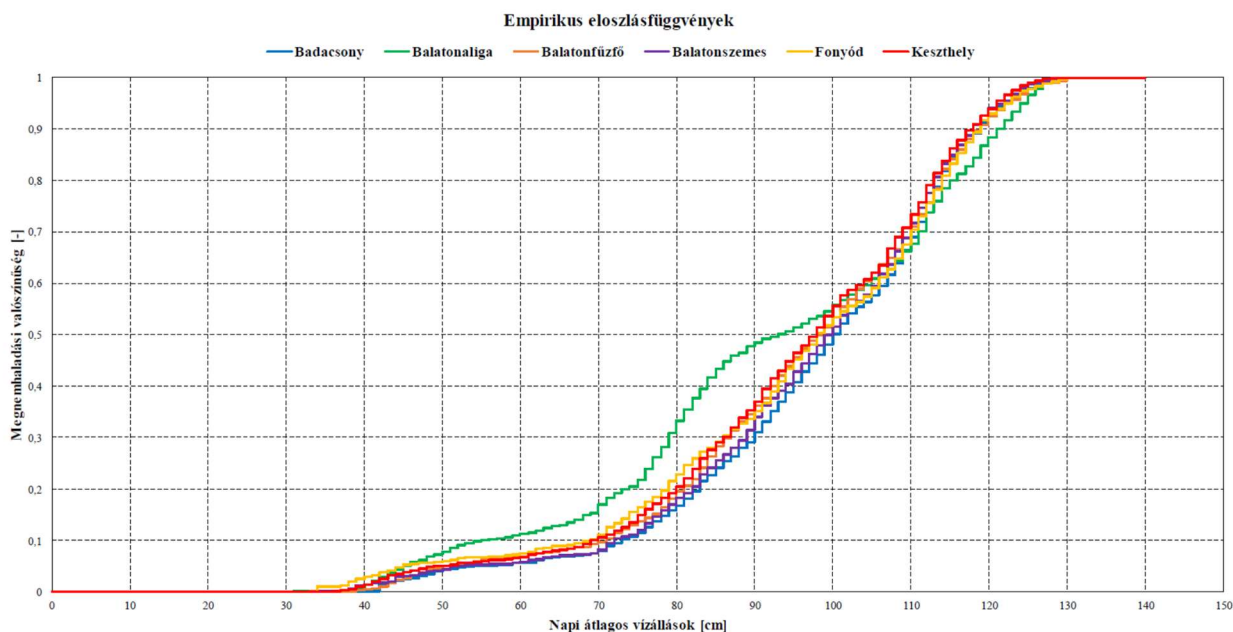
A jelentősebb hosszirányú kilendüléseket Kravinszkaja Gabriella cikke nyomán az alábbi táblázat foglalja össze.

Időpont	Nyugati rész	Keleti rész	Vízszintkülönbség [cm]
1961. július 13.	Keszthely	Balatonaliga	94
1962. május 14.	Keszthely	Alsóörs	97,5
2007. január 18.	Keszthely	Balatonfüzfő	101



20. ábra Uralkodó szélirányok Magyarországon

A három összetevőből előálló napi átlagos vízállás eloszlása statisztikai úton már több tanulmányban is vizsgálva volt, korábbi eredményeket mutat különböző vízmércékre az alábbi ábra.



21. ábra - A napi átlagos vízállások empirikus eloszlása (a meghaladási valószínűséggel kifejezve)

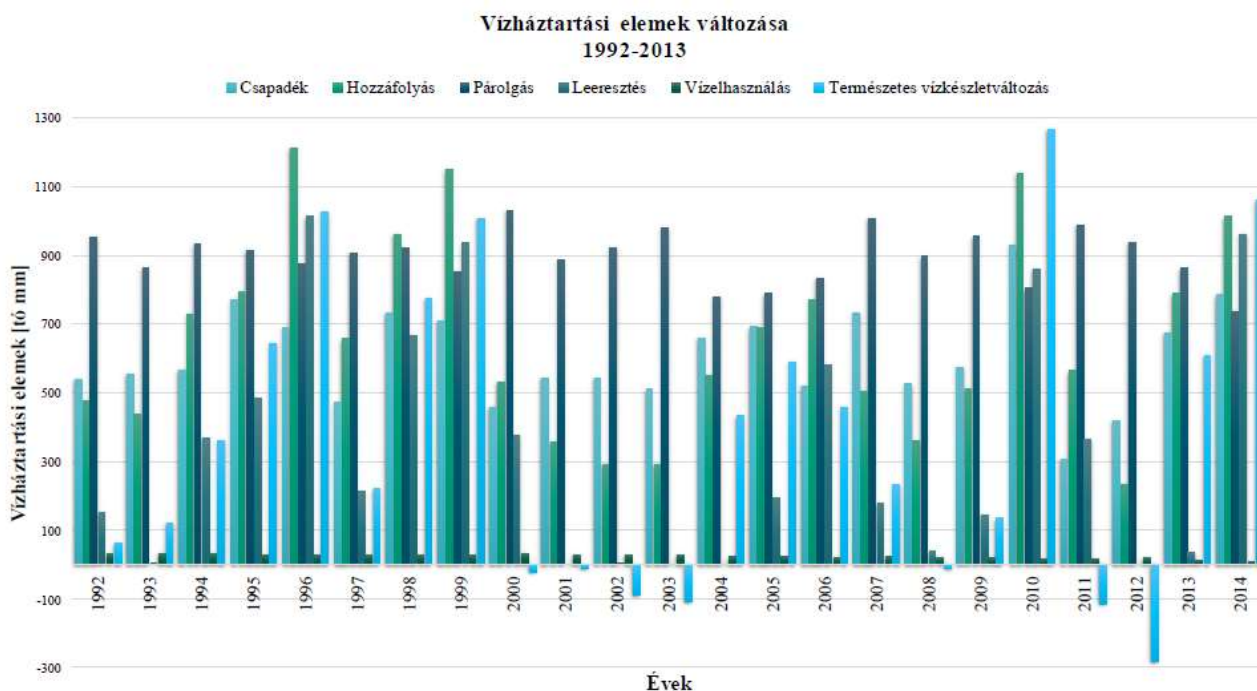
Vízszintváltozás összetevőinek meghatározása

A különböző előfordulási valószínűséghez tartozó vízszinteket és hullámmagasságokat egy korábbi kutatásból, a balatoni árvízszinteket feltérképező, „A Balaton levezető rendszerének korszerűsítése” (Sió-zsilip Konzorcium 2015) című tanulmányból vettük át.

A tanulmányban a vízkészletváltozás a Kis-Balaton vízrendszer kiépítése (1986) utáni évtizedekre felépített szezonális sztochasztikus ARMA (autoregresszív-mozgóátlag) alapú **vízháztartási modellel** lett vizsgálva, ahol Monte Carlo módszerrel szimuláljuk a természetes vízkészletváltozás ezer, vagy akár több ezer éves lehetséges idősorát. Koncsos és társai (2005) vízhiányra összpontosító elemzéséhez hasonlóan jártak el, azokat a módszereket adaptálták a maximális vízszintekre. A tóból leeresztett mindenkor vízhozamot az üzemvízszint-szabályozás és a Sió megvalósítandó vízszállító-képesség alapján számolták. Így a modell eredményül egy olyan napi nyugalmi tóvízszint-idősort adott, amelynek sokféle statisztikai tulajdonsága vizsgálható idősorelemzéssel. Ezek közül a legfontosabb az adott meghaladási valószínűségű éves maximális vízállások, és adott vízszint fölötti tartózkodás időtartamának statisztikai eloszlása.

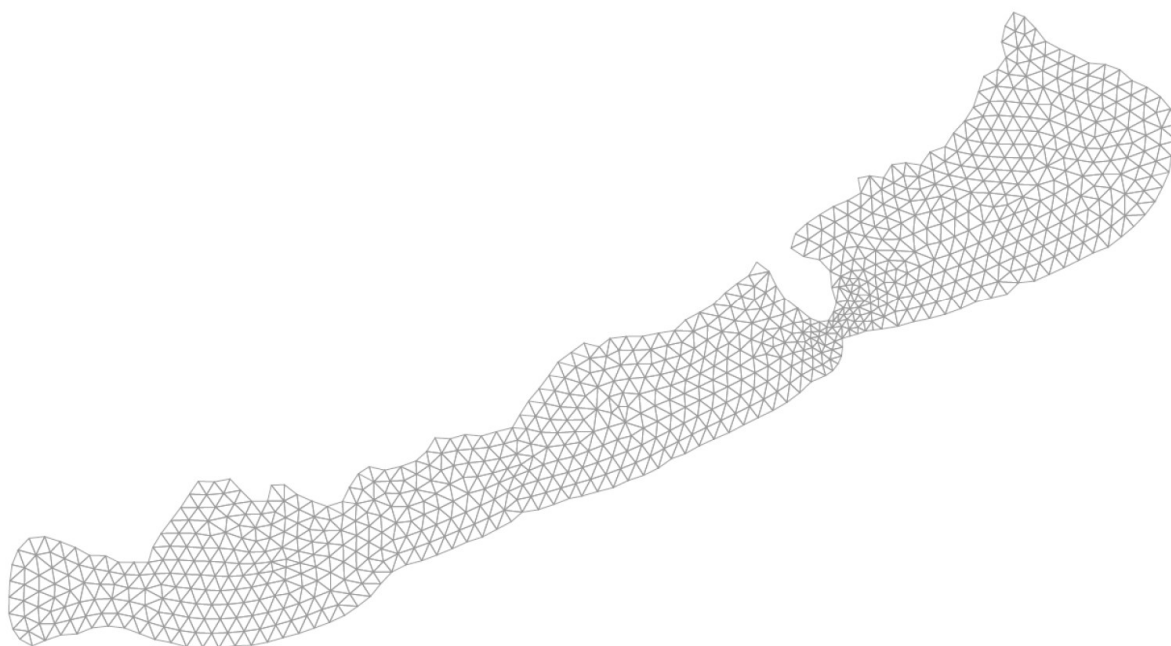
A **légnyomásgradiens** és a **hőmérsékletváltozás** hatása elhanyagolására került, mert ezeknek a Balatonon bőven a bizonytalansági sávon belüli hatása van a kilendült vízszintekre. A **jégfedettség** összetetten befolyásolja az árvízszinteket. Az összefüggő jégpáncél minimálisra csökkenti a víztérfogató szélmeghajtását, ugyanakkor az apróra töredezett jég ellenkezőleg még növeli is azt. A jég hatásával itt nem foglalkozunk, mert várhatóan nem kifizetődő: a végeredmények alig lennének tőle pontosabbak, de a fejlesztési igény jelentős lenne, ugyanis a Balatonra tudomásunk szerint nincs se távérzékelelt jégfedettségi adatbázis, se előzmény a jégmodellezésre.

A **szél okozta dinamikus hatások** szintén hosszú időszakok modellezésével és a modelleredmények statisztikai vizsgálatával kerültek elemzésre. A hidrodinamikai modellezés azonban csak néhány évtizedes időszakot ölelhet fel a nagy számításigénye miatt. A hidrodinamikai számításokban a közepes tóvízszint vízkészletből fakadó változások is figyelembe lettek véve, felhasználva a vízháztartási modell eredményét. A hidrodinamikai modell az utóbbi évtizedek **szélmezőjével** lett meghajtva. A szélmező meghatározásakor az 1992-2014. évek három parti meteorológiai állomáson **mért adatsoraiból interpolálták** a szélmezőt, figyelembe véve annak tófelszín fölötti következetes gyorsulását is, amely a belső légköri határreteg elméletből következik.



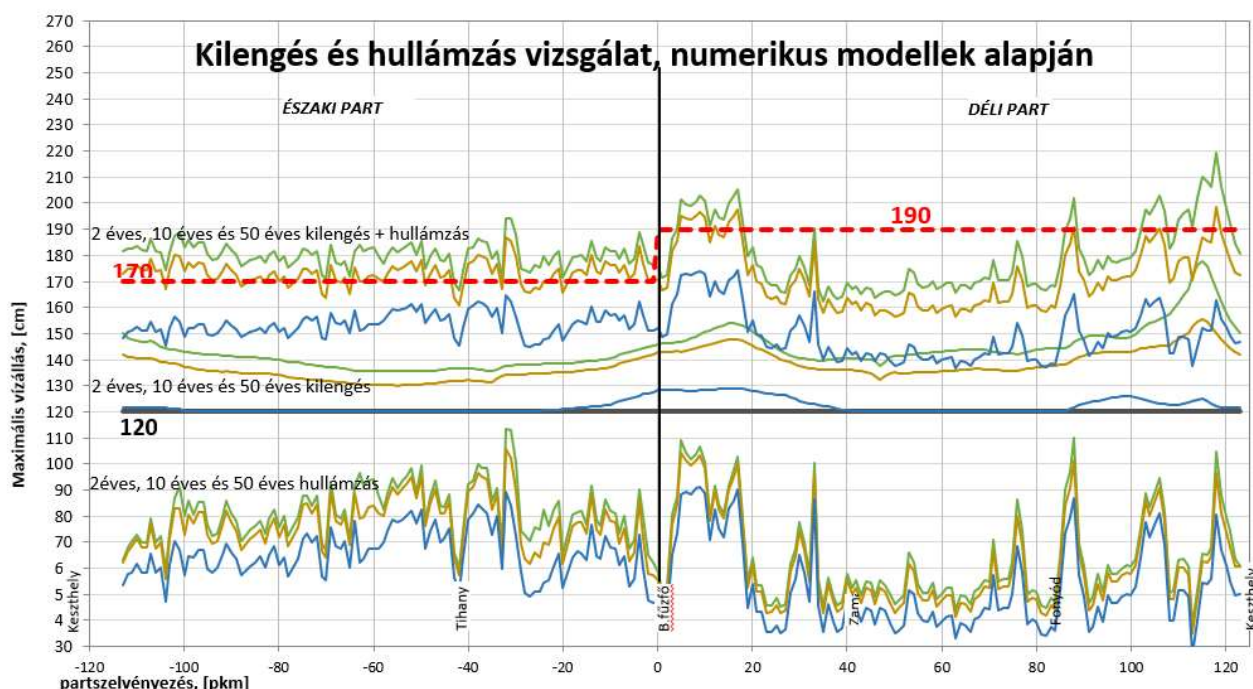
22. ábra Balaton vízháztartási elemeinek változása (1992-2013)

A **tófelszín lengését és kilendülését** mélységintegrált 2D hidrodinamikai modell szimulálja, mivel ezek a vízmélységhez képest hosszú, sekélyvízi hullámok. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszéke már évek óta fejleszti a modelleket, az alkalmazott modell a 21. század legnagyobb viharjaira lett igazolva. A tó modellje a **Balaton partvonaláig terjed ki**, nem tartalmazza se a Kis-Balatont, se a kiöntéssel érintett parti sávot.



23. ábra A Balaton medrének elvi rácshálója

A **hullámzást** a kilendüléstől függetlenül egy olyan nempermanens, periódusátlagolt spektrális modell számolja, amelynek a rácshálója lefedi a teljes tavat és figyelembe veszi a hullámtörést is. Az amerikai Nagy-Tavak árvízi tanulmányaiban egy teljes tavat átfogó nagy modellt és abba ágyazott több partközeli hullámzásmodellt alkalmaztak. Egy ilyen kombináció a Balaton esetében nem tűnik kifizetődőnek, mert a partközeli sáv aránylag kiterjedt, és egyetlen változó felbontású modellel is átfogható a teljes Balaton.



24. ábra: A modellvizsgálatok alapján a kilengés és a hullámzás eredményeinek hossz-szelvénye (piros szaggatott vonal: 30/2008. (XII. 31.) KvVM rendeletben meghatározott partmagasság értékek)

Ezután a különböző valószínűségű árvízszintek és hullámmagasságok a modellezett **maximumokra illesztett elméleti eloszlásfüggvénnyel** kerültek meghatározásra. A következőkben a partra számolt kilendülésből és hullámzásból keletkező előntéseket külön kezeljük.

Tölengésből keletkező előntések

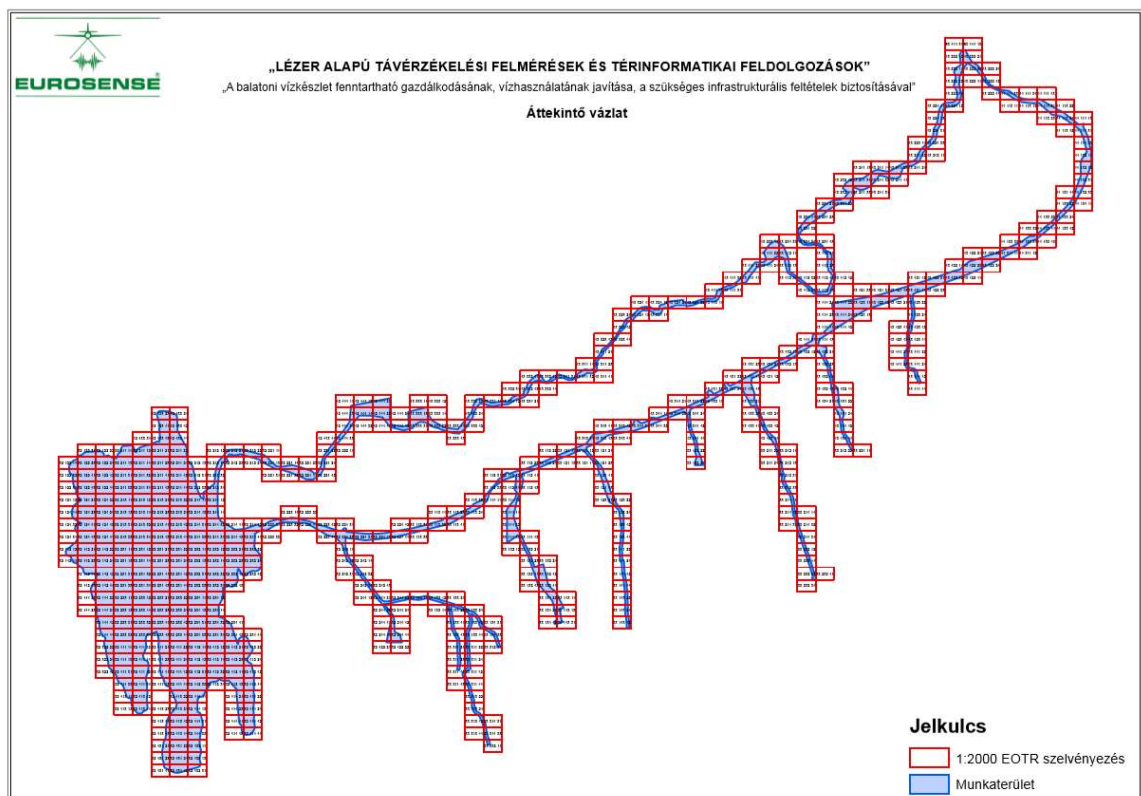
A kilométerenként rögzített különböző visszatérésű idejű kilendülés értékek a partra merőlegesen kivetítésre kerülnek. A kivetítési határ végső védvonalaként a Balaton Északi és Déli partján végig haladó vasútvonal lett figyelembe véve (25. ábra), amely a vizsgált tartomány határvonalát is jelenti egyben, tekintettel arra, hogy ennek meghaladása nem várható semelyik szakaszon. A kivetített vonalak között az értékeket TIN generálásával interpoláljuk, megkapva ezzel a síófoki vízmércéhez mért relatív vízállást a vizsgálat tartományon.

Az előntési vízmélységek meghatározásához első lépésként a relatív vízállásokból levonásra kerül a terep magassága. Ehhez rendelkezésre állnak a Balaton körül hozzáférhetőlegesen 300-400 méteres sávban készült nagy pontosságú LIDAR-os felmérések (Ortofotó névleges 6 cm-s felbontással, domborzat modell: 8 pont/m²).

Ezután leválogathatóak azok a területek, amelyek a relatív vízszintek és a terep alapján nem kerülnek víz alá. Az előntési térképek megszerkesztésének utolsó lépése manuálisan leválogatni a hidraulikailag nem összefüggő területeket, amelyek a feltöltött területek mögötti mélyebb területeken keletkeztek.



25. ábra A Balaton kiterjedése és a vizsgált terület határát képező vasútvonal (Vastag piros vonal)



26. ábra: LIDAR-ral felmért balatoni területek

Hullámvészélyeztetett terület

A parti hullámfelfutás számításához először a teljes balatoni partvonalat osztályozni szükséges hullámvédelem szempontjából a friss ortofotók alapján.

Partvonal típusa szerint 3 osztályt különböztetünk meg:

- Természetes part: Nincs hullámcsillapító hatása
- Beton partvédmű: Nincs hullámcsillapító hatása
- Partvédmű kőszórással: Hullámcsillapító hatása van

Nádas szempontjából 3 osztályt különböztetünk meg:

- Nincs nádas a part mentén: Nincs hullámcsillapító hatása
- 0-10 méter szélességű nádas van a part mentén: Hullámcsillapító hatása van
- 10 méternél szélesebb nádas esetén: Javaslatunk szerint már 100%-ban csillapítja a hullámvészélyeztetett területet

A hullámfelfutás/hullámkicsapódás számítására a szakirodalom több eljárást is javasol, a holland és a német gyakorlat a mértékadó hullámfelfutási magasságnak azt az értéket tekinti, amit adott időszakban az egyes felfutó hullámok 2%-a halad meg. Az általuk javasolt képlet figyelembe veszi a rézsű alakját, a hullám beesési szögét és a hullámvészélyeztetett területet csökkentő tényezőket:

$$\frac{R_{2\%}}{H_s} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,75 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta \cdot \xi \\ 1,00 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta \cdot \left(4,3 - \frac{1,6}{\sqrt{\xi}} \right) \end{array} \right.$$

Ahol:

H_s : szignifikáns hullámmagasság

γ_f : a rézsű érdességét figyelembe vevő tényező (hullámvédelem, nádas szélessége)

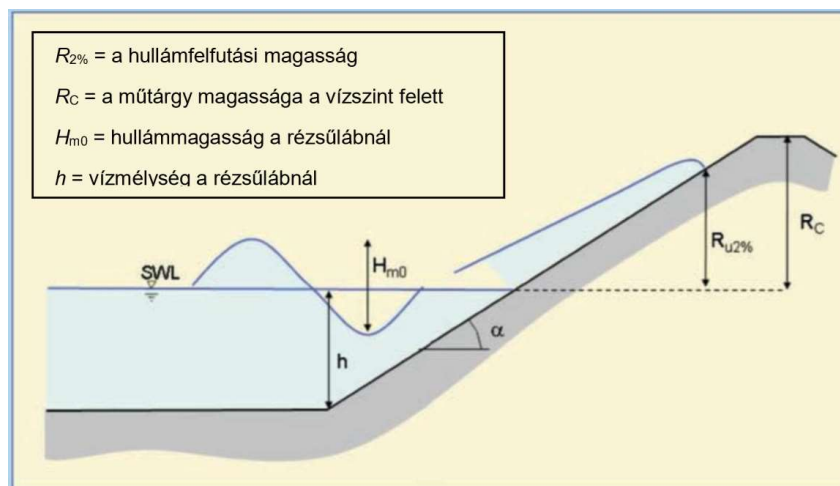
γ_β : a hullám beesési szögétől függő tényező (hullám beesési szöge = 90°)

ξ : törési tényező $\xi = \tan(\alpha)/(H_s/L)^{1/2}$

α : a rézsű hajlásszöge (= 10°)

L : Jellemző hullámhossz a rézsű lábánál

Ez alapján minden egyes partszakaszra külön számolható a hullámfelfutás vízszintes vetülete, amellyel meghatározhatóak azok a területek, amelyek hullámvészélyeztetett területet képeznek.



27. ábra: A hullámfelfutás számításában szereplő paraméterek bemutatása

Végrehajtás

A számítások összefoglalása

- GIS adatbázis építése a rendelkezésre álló- és a frissen készült adatokból
- nádak azonosítása shp szinten
- lidar feldolgozása, dsm és dtm is
- ortofotó feldolgozása
- partvédművek azonosítása, részben a meglévő állományokból, részben újra generálással
- partvédművek helyszínrajzi ábrázolása
- kőszórással védett partvédművek azonosítása shp szinten
- kilengés raster a poligonból. Különböző valószínűségű kilengésekre elkészíteni a kivágatokat
- hullámváz kicsapásának számítása, empirikus összefüggések azonosítása és táblázat készítése

A számítás menetének részletezése, témakörönként

- **Különböző valószínűségi kilengések meghatározása a part mentén**
 - o Az alapot a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék által készített, „A Balaton levezető rendszerének korszerűsítése - Megalapozó hidrodinamikai vizsgálatok (2015)” című dokumentum biztosítja. Ez hossz-szelvény szinten tartalmazza a kilengést, és annak valószínűségeit, ezt tekintjük a számításunk alapjainak.
 - o Hidrodinamikai modell segítségével előállították 120-as vízállásra a 1992-2015. időszak éves maximum vízállásait a mértékadó szélirányokra, majd azokra eloszlásgörbét illetve megállapították a 10 éves és 30 éves visszatérési idejű vízszinteket.
 - o A modellezéshez a MIKE 21 FM szoftvert használták, mely a sekélyvízi egyenletek Reynolds-átlagolt alakját oldja meg.
 - o A térben és időben változó szélmezőt három szinoptikus meteorológiai és egy VIZIG-es állomás alapján állították elő egy olyan modellel, amely figyelembe veszi a parttól kiinduló belső határréteg fejlődését.
 - o A medermodell a Vízrajzi Atlasz 1975. évi adatai alapján állt elő, amely egy szintvonalas térképből készült.
- **Szignifikáns hullámmagasság meghatározása, hullámváz kicsapódás/ felfutás számítási eljárásnak azonosítása**
 - o Szélmodell, medermodell és vizsgált időszak megegyezik a tölengés modelljében használttal, viszont a két modell nincs dinamikusan összekapcsolva.
 - o Használt numerikus hullámvázmodell: Simulating Waves Nearshore (SWAN).
 - o A maximális hullámmagasságokat empirikus számításokkal kell ellenőrizni.
 - o A modell elvileg a partmenti sekély területeket is figyelembe veszi, így azokat csak ellenőrizni kell, mivel frissebb part menti mérések vannak.
 - o Hullám kicsapódás és felfutás számítására empirikus egyenletek állnak rendelkezésre a part geometriájának és a hullámcsillapítók függvényében.
- **Parti pontok azonosítása**
 - o Partvédművek azonosítása, részben a meglévő állományokból, részben újra generálással. Ez magába foglalja a partvédművek típusának, rézsűjének és védelmének meghatározását minden szelvényben.
 - o Nádak azonosítása a part mentén. A nádas szélességének a hullámcsillapításra gyakorolt hatását empirikus összefüggésekkel becsüljük, javaslatunk szerint 10m széles nád már 100%-ban csillapítja a hullámvázat, így azokon a területeken már csak a kilengéssel kell számolni.

- Lidar feldolgozása, dsm és dtm is.
- Ortofotó feldolgozása.
- A fentiekből összefüggő GIS állomány készítése.

- **Elöntés modellezése**

- Különböző visszatérési idejű kilendült vízszintek kivetítése kilométerenként.
- Vízszintek interpolálása a kivetített értékek között.
- A vízszintek és a terepszintek különbségéből előálló vízmélység raszter előállítása.
- Hidraulikailag nem összefüggő területek leválogatása.
- Hullám kicsapódás/felfutás számítása minden partszakaszra.
- Hullámfelfutás kivetítése a part mentén.
- Teljes elöntés térkép megszerkesztése.

4.3. A VESZÉLY- ÉS KOCKÁZATI TÉRKÉPEZÉS EREDMÉNYEI ÉS KIÉRTÉKELÉSE

4.3.1. Védett árterek veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése

A jelen állapot feldolgozásait védekezés és tározóhatások figyelembevétele nélkül – szűkített értelmezésben végeztük el két változatra:

- a védműveknek csak a magassági ellenállását, illetve
- az állékonysági, altalaj, valamint az állapot problémákat is figyelembe véve.

A veszélytérképi állományok 20x20 m-es területi cellákra vonatkozóan tartalmazzák különböző elöntési mélységek valószínűségeit. Az állományok alapján igen sokféle módon készíthetünk térképi megjelenítést. Minden rész/öblözetre és mindkét feldolgozási változatra az alábbi térképeket mellékeljük:

- kis mélységű – 1 m alatti – elöntések
- közepes mélységű – 1-3 m közötti - elöntések és
- nagy mélységű – 3 m feletti – elöntések veszélytérképeit.

A térképek tehát azt mutatják, hogy az elöntési tartományok hol, milyen valószínűséggel várhatók.

Más nézőpontból vizsgálhatjuk az elöntési térképeket, ahol különböző valószínűségi tartományokhoz rendelhetünk elöntési mélységeket. E térképeken azt láthatjuk pl., hogy 1 % valószínűséggel hol, milyen maximális mélységű elöntés várható.

Értékelés

A kapott eredményeket a következő szinteken értékeljük:

- tervezési terület (rész/öblözet)
- vízügyi igazgatóság
- tervezési egység
- részvízgyűjtő és
- országos.

Tervezési terület (rész/öblözet)

Projektünk egyik legfontosabb célkitűzése olyan projektjavaslatok megalapozása, amelyek illeszkednek a differenciált árvízvédelmi fejlesztési stratégiába. A projektjavaslatok várhatóan az

azonos védelmi szintre kiépítendő egységekre vonatkoznak, amelyek egy-egy rész/öblözetet védenek. Ezek tehát a projektjavaslatok tervezési területei lehetnek.

A tervezési területek jelen állapotának értékelése megfelelő részletezettségű kell legyen, mivel a fejlesztések az így definiált állapotra épülnek.

Nagyobb öblözetek bontásánál külön foglalkozunk a bontás indoklásával. A bontás eredményeit a veszély- és kockázati helyzet alapján értékeljük.

A tervezési területek jelen állapotának egyedi értékelését

- a védvonal jellemzők
- a kockázatot befolyásoló jellemzők, valamint
- a kockázati eredmények részletes statisztikai adatai

alapján végezzük.

Az egyedi értékelések a Főanyag dokumentumokban található.

Vízügyi igazgatóság

Ezzel a szinttel korábban nem foglalkozott az ÁKK.

A jelenlegi projektben az igazgatóságok érdemi munkával vesznek részt, ezért indokoltnak látjuk, hogy működési területüket érintően kapjanak áttekintést az eredményekről.

Az igazgatósági értékelések a Főanyag dokumentumokban található.

Tervezési egység

Ez a szint megfelel a korábbi ÁKK vizsgálatoknak. Az egységek határai a vízgyűjtőgazdálkodási tervezési egységek csoportjaihoz illeszkednek. Ezek az egységek valójában nem tekinthetők „tervezésinek”, mivel ezen a szinten sem gazdasági, sem műszaki szempontok nem játszanak szerepet a tervezési intézkedések meghozatalában.

Az értékelések a Főanyag dokumentumokban található.

Részvízgyűjtő

A tervezési szint igazi jelentőségét a nemzetközi együttműködéssel történő tervezés jelentené. Sajnos jelen projektben nincs lehetőségünk ilyen jellegű tervezési munkára. Az értékelés tehát jelenleg az eredmények területi összegzését jelenti.

Az értékelések a Főanyag dokumentumokban található.

Országos

Az országos értékelés alapozza meg a fejlesztési stratégia kialakítását. Ennek megfelelően az értékelésben ki kell emelni a differenciált fejlesztési koncepcióban szerepet játszó szempontokat.

Az értékelés a Főanyag dokumentumokban található.

4.3.2. Nyílt árterek veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése

A Balaton tervezési egységre esetében még nem készült.

4.3.3. Kisvízfolyások veszély- és kockázat térképezésének eredményei és értékelése

Vizsgált kisvízfolyások bemutatása

A Balaton tervezési egységen 6 olyan kisvízfolyás található, amelyekre az ÁKK projekt keretein belül elvégeztük az árvízi elöntés, veszély- és kockázati térképezést. Az elöntési modellterületek összesen 200 km vízfolyás szakaszt foglalnak magukba. A vizsgált vízfolyások a Dél-dunántúli, Közép-dunántúli és a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság közigazgatási területein helyezkednek el. A vízfolyások általános statisztikai értékelését tervezési egység szinten végeztük el és mutatjuk be. Ehhez a főbb vizsgált paramétereket, indikátorokat vízfolyásonként határoztuk meg (ld. 1.melléklet), majd összegeztük azokat. Az eredmények az elöntési veszély és kockázat nagyságrendjéről nyújtanak információt, nem tartalmazzák a vízfolyás szintű részletes elemzéseket.

Sorszám	Vízfolyás neve	Vízfolyás VOR kód	Vízügyi Igazgatóság	Lefolyási régió	Vizsgált vízfolyás szakasz hossza (km)
1.	Eger-víz	AAB401	KDTVIZIG	Közép-dunántúli	30
2.	Felső-Válicka	AAA694	NYUDUVIZIG	Nyugat-magyarországi	26,5
3.	Keleti-Bozót-csatorna	AAB164	DDVIZIG	Közép-dunántúli	13,5
4.	Szévíz	AAB700	NYUDUVIZIG	Nyugat-magyarországi	23
5.	Tetves-patak	AAB062	DDVIZIG	Közép-dunántúli	9,5
6.	Zala	AAB161	NYUDUVIZIG	Nyugat-magyarországi, Közép-dunántúli	98

Veszélyeztetettség általános bemutatása

Az ÁKIR futtatással létrehozott veszélyeztetettségi térképek bemutatják, hogy adott vízmélységek és vízsebességek mekkora valószínűséggel alakulnak ki a vízfolyás árterén. A veszélytérkép eredmények statisztikai adatainak számítása során a mederben található vizet nem vettük számításba. Összesen 9 (vízmélység-vízsebesség) kategóriára készül veszélytérkép, amelyből 5 számít kiemeltnek. Kiemeltnek tekintünk minden olyan kategóriát, ahol a vízsebesség meghaladja a 2 m/s értéket, illetve azokat a kategóriákat, ahol a vízmélység nagyobb, mint 1,5 m. A modellezett vízsebesség eredmények feltehetőleg a valós adatoknál jóval kisebb értéket mutatnak, ugyanis a kvázi permanens állapot beállítását követően a víz lassabban folyik, mint egy árhullám levonulása alatt. A veszélytérképek eredményei jó alapot képezhetnek területi szabályozások elrendelésére, és a beépítések moderálására.

A 2 m/s-nál nagyobb vízsebesség már kis vízmélység esetén is balesetveszélyes lehet. Amennyiben valaki nem elég körültekintő, mikor gyors folyású vízben kel át, sérülésnek, életveszélynek van kitéve. Ezen kívül a gyors folyású víz jelentősen megnöveli a mezőgazdasági területek erózióját, és növeli az elöntéssel érintett épületek falaira ható terhelést, a magas oldalirányú terhelés miatt az út- és vasútvonalak is nagyobb károsodást szenvednek. A nagy vízmélység ($h > 1,5\text{m}$) már önmagában komoly vagyoni károkat okozhat az érintett épületeken függetlenül a vízsebesség mértékétől. Az épületek falait egy oldalról érő nagymértékű víznyomás hatására azok károsodhatnak, rosszabb esetben összedőlhetnek.

A 1,5 m-t meghaladó vízmélység a meder közvetlen környezetét leszámítva legtöbb esetben olyan lokális mélypontokon jelenik meg, ahonnan az árvíz levonulását követően problémát jelenthet a víz elvezetése.

1. Elöntési veszélytérképek				
Kategória	Vízmélység (m)	Vízsebesség (m/s)	Érintett terület (km ²)	Átlag valószínűség (-)
1	<0,5	<1	35.811	0.064
2	<0,5	1-2	0.125	0.131
3	<0,5	>2	0.003	0.012
4	0,5-1,5	<1	40.007	0.070
5	0,5-1,5	1-2	1.203	0.086
6	0,5-1,5	>2	0.385	0.048
7	>1,5	<1	6.256	0.051
8	>1,5	1-2	1.291	0.040
9	>1,5	>2	0.674	0.035

Az eredményeket összefoglaló táblázat alapján elmondható, hogy az elöntött területeken a vízsebesség jellemzően kicsi, a meder közvetlen környezetét leszámítva. Átlagosan 5-6 évenként alakul ki olyan elöntési esemény, amelynél kiemelt kategóriába tartozó veszélyeztetettségi szintet azonosíthatunk.

Érintett lakosság

Árvízi elöntések emberekre gyakorolt hatásának vizsgálatakor fontos, hogy meghatározzuk az érintett lakosságot, ugyanis egy lehetséges árvízi esemény esetén az érintett lakosokat tájékoztatni kell az egyéni menekülési, és védekezési lehetőségeiről. Súlyosabb esetekben a lakosok evakuálására is sor kerülhet. Az egyes elöntési valószínűségekhez rendelt érintett lakosság érték alapján meghatározható, hogy a lakosság tájékoztatása, és felkészítése az elöntési eseményre milyen nagyságrendű feladatnak ígérkezik. Villámárvizek esetében, ahol az intenzív esőzés utáni pár óra is számít, különösen fontos, hogy az információ áramlás gyors és hatékony legyen az árvízi védekezésért felelős szerv és a lakosság között. Az érintett lakosok aktív közreműködése az árvízi védekezésben mindenki számára kedvező a vízkárok elhárítását tekintve.

2. Érintett lakosság			
Tervezési egység	Elöntési valószínűség	Elöntés területi kiterjedése (km ²)	Érintett lakosság
Balaton	10%	44.276	92
	3%	54.676	179
	1%	64.473	258

A Balaton tervezési egység esetében a vízfolyásokon az 1%-os elöntési események összesen 258 lakost érintenek. Legtöbben a Zala (119 fő) és az Eger-vízen (108 fő) érintettek. A 10%-os elöntési esemény e két vízfolyáson rendre 44 és 31 főt érint közvetlenül.

Emberi élet veszélyeztetettség

Az **embert érintő veszélyeztetettséget** két főbb szempont alapján vizsgáljuk, a **terhelés** alapján, azaz (1) mekkora vízmélység alakul ki átlagosan és maximálisan az ingatlanok területén, és milyen

gyakran éri előntés az ingatlanokat. A (2) másik az **életkockázati indikátor** érték, ami figyelembe veszi a terhelés előfordulási valószínűségét és a laksűrűséget.

Az emberi élet kockázat (indikátor) eredmények minősítését tartalmazza a tábla. A minősítési kategóriák értéktartományát alkalmazzuk a maximális, az átlag kockázatok értékeléséhez és az egyes legkisebb terület egységek (raszter cellák) ingatlanokra számított egyedi értékeihez. Az egyedi értékek területét összegeztük, így kapjuk a kategóriákba besorolt érintett terület kiterjedést.

3. Emberi életkockázat minősítés					
Tartomány	Elfogadható tartomány		Magas tartomány		
Kategória	elfogadható	tolerálható	közepes	magas	kiemelt
Értéktartomány (-)	<0.04	0.04-0.08	0.08-0.30	0.30-1.00	>1.00
Érintett terület (ha)	1.760	1.160	11.360	0.120	0.040
Életkockázat átlag (-)			1.345		
Életkockázat maximum (-)			1.380		

A Balaton tervezési egységen az emberi élet kockázatot vizsgálva jelentkezik Közepes, Magas és Kiemelt kockázatok is, bár a Magas és Kiemelt értékek 3 és 1 raszter cellán jelennek meg. Közepes kockázat 284 raszter cellát (kb. ugyanennyi ingatlant) érint, amely ingatlanok az Eger-víz mentén, illetve kismértékben a Zala mentén fekszenek.

Vagyoni kockázatok

Az éves vagyoni kockázatok vizsgálata lehetőséget ad arra, hogy prioritási sorrendet állítsunk fel a vizsgált tervezési szinten (országos/4 részvízgyűjtő/tervezési egység/vízügyi igazgatóság) a vízfolyások között a vagyoni kockázatok alapján. Lehetőséget ad a kockázatok nagyságrendi vizsgálatára, a szükséges beavatkozások hatékonyságának értékelésére.

4. Vagyoni kockázatok	
Össz-kockázat (Ft/rc/év)	679,549,252
Átlag vagyoni kockázat (Ft/rc/év)	3,239
Maximum vagyoni kockázat (Ft/rc/év)	18,726,687

A kisvízfolyások menti áradások éves kockázata kb. 680 millió Forint, amelynek jelentős hányada a Zalára esik (370 millió Ft), a Szévízre (141 millió Ft), a Keleti-Bozót-csatornára (80 millió Ft) és az Eger-vízre (72 millió Ft).

A legmagasabb kockázat a Keleti-Bozót-csatornán található (18,7 millió Ft), a Zalán 6,5 millió Ft, az Eger-vízen 5,2 millió Forint a legmagasabb kockázat.

Ingatlan kockázatok

Kiemelve vizsgáljuk az ingatlanokat érintő kockázatok, meghatározva az ingatlan besorolású területhasználati kategóriákra a főbb kockázati paramétereket. A kockázati határértékeket az ingatlan területekre határoztuk a metodikában és ezekre a területekre alkalmazzuk.

5. Ingatlan kockázatok	
Össz-kockázat ingatlanok esetében (Ft/rc/év)	46,103,625
Átlag vagyoni kockázat ingatlanok esetében (Ft/rc/év)	318,766
Maximum vagyoni kockázat ingatlanok esetében (Ft/rc/év)	6,517,248
Egy főre jutó ingatlan kockázat (Ft/fő)	178,696

A kockázatok 7%-a esik ingatlanterületre, a legmagasabb ingatlan kockázat 6,5 millió Ft évente. A részletes kockázateértékelés során vizsgálni kell a területhasználati kockázatok megoszlását és a magas kockázatú ingatlanok lokációját.

Magas kockázatú ingatlanok

6. Magas kockázatú ingatlanok			
Tartomány	Vagyoni kockázat (ft/rc/év)	Kockázati érték ingatlanok esetében (Ft/év)	Ingatlanok területi kiterjedése (ha)
Elhanyagolható	0-100	0	0.000
Elfogadható	100-100.000	411,531	1.280
Közepes (átmeneti)	100.000-675.000	6,052,453	0.720
Magas	>675.000	36,343,141	1.040

A kockázati határérték alapján (1. és 2. oszlop) értékeljük az ingatlanra eső vagyoni kockázatokat. Korábbi táblából láthattuk, hogy mind a maximális, mind az átlagos kockázat meghaladja az Elfogadható kockázati értéket. Az egy főre jutó kockázat (180 ezer Ft) a kisvízfolyásokat tekintve közepesen magas érték, havi bontásban mintegy 15 ezer Forintot jelent az ott élők számára.

Magas kockázati besorolású a három vízfolyáson 26 db raszter cella (kb. 26 db ingatlan), amelynek összes kockázat 36 millió Ft. Közepes (átmeneti) kockázati besorolású további 18 db raszter cella (kb. ugyanennyi ingatlan), ennek éves kockázat mindössze 6 millió Ft. Elfogadható a kockázat a fennmaradó 32 raszter cellán, kockázat értéke itt 410 ezer Forint. A Magas kockázatú ingatlanok első sorban a Zala, másodsorban az Eger-víz és a Szévíz elöntéssel veszélyeztetett területén találhatók, kismértékben a Keleti-Bozót csatornán.

Amennyiben 'Elfogadható' szintre szeretnénk csökkenteni a kockázatokat, kb. 38 millió Forintos éves kockázatcsökkentésre van szükség.

4.3.4. Belvízi elöntések veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése

A hidrometeorológiai tényezőcsoport (HUMI) számításánál az OMSZ-tól és az OVF mérőállomásairól származó adatbázist használtuk fel. Az adatminőség igen változó volt, azonban az adatbázis homogenizálása megtörtént. A kibővített adatokkal készült HUMI térkép nem mutat releváns területi különbséget az eddigiekhez képest, viszont jelentős számú segédváltozót tudtunk az adatbázisból generálni. A jelen térképezési munkában az éghajlati adottságokat négy releváns tulajdonság képviseli: évi középhőmérséklet, éves átlagos csapadék, tényleges éves párolgás, illetve éves átlagos evapotranspiráció. Az országos lefedettségű meteorológiai adatbázis több elemét (hőmérséklet, csapadék, párolgás) is felhasználtuk, amelyek egyenként is információ-tartalommal bíró térképi rétegek.

A talajvíz tényezőcsoport kialakítását megelőzte egy adattisztítás. Az adatgazda (OVF) által hitelesnek tekintett adatokból számítottuk ki az LNV átlagokat. A Duna-Tisza közén az adatokat 1980-tól vettük figyelembe, mert a szárazodás miatti vízszintcsökkenés hatását és a mai viszonyokat így tudjuk megfelelően ábrázolni. A feláramlási területek is aktualizálva lettek, mintegy 720 új kitermelési pont adataival kiegészítve.

A domborzati tényezőcsoport kialakításánál a Lechner Tudásközponttól származó 2019-es DDM modell alapváltozatát használtuk fel, ugyanis a mikrodomborzati különbségeket a simítások

miatt a HIDRODEM nem tartalmazza. A domborzati tényezőt alapvetően a relief energia képviseli, azonban környezeti változóként a DDM-ből származtatott elsődleges, illetve másodlagos paraméterek használtuk fel, mint például a tengerszint feletti magasság, relief intenzitás, lefolyás hálózati alapszint, lefolyás hálózati alapszinttől való függőleges távolság, zárt mélyedések, stb.

A *talajtani tényezőcsoport* összeállításához a SoilGrids globális talajadatbázis alapján levezetett talaj-vízgazdálkodási térképeket használtuk fel, amelyek az európai talajokra kidolgozott talaj-vízgazdálkodási becslő függvények alkalmazásával készültek. A 3D EU-SoilHydroGrids térképek újdonsága, hogy a számítások kimondottan Európa talajait reprezentáló adatbázison kidolgozott összefüggéseken alapulnak.

A *földtani tényezőcsoport* esetén a jelenleg használható legpontosabb adatbázissal dolgozunk, ugyanakkor az adatbázis felülvizsgálata megtörtént, melynek során kisebb módosításokat hajtottunk végre, de a földtani tényezőtérképek (vízzáró réteg vastagsága és felszíntől való távolsága) területi eloszlása nem változott.

A *területhasználati tényezőcsoport* kialakításához a Nemzeti Ökoszisztéma Szolgáltatások Térképezése és Értékelése (NÖSZTÉP) ökoszisztéma alaptérkép aktuális változatát használtuk fel. A kategóriák újraosztályozásra kerültek a CORINE adatbázishoz rendelt kategóriaértékek szerint. A NÖSZTÉP térkép kategóriarendszerének alapja a hazai átfogó élőhely osztályozás, az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer. A mezőgazdasági területeket nem differenciálja, ezért a CORINE ide vonatkozó adatai is bedolgozásra kerülnek.

Megvizsgáltuk a *tartósság* megjelenítésének a lehetőségét és arra a következtetésre jutottunk, hogy ebben a fázisban nem tudjuk beépíteni a veszélyeztetettségi térképezési metódusba. Ennek alapvetően az az oka, hogy ilyen jellegű adatgyűjtés nem zajlik a vízügyi igazgatóságoknál (vagy csak nagyon közvetetten), így csak elméleti tartósságot tudnánk rendelni az előntésekhez, ami amúgy is kifejezetten a forgatókönyv analízisek során és a belvízkockázati számításoknál fog majd szerepet kapni. Elképzelésünk szerint kidolgozunk egy protokoll eljárást, mely legalább mintaterületi szinten generál empirikus előntés-tartóssági adatbázist (vízügyi igazgatóságok közreműködésével), ami az általunk levezetett elméleti tartóssági függvények validálásához már megfelelő információ-tartalommal bír.

Az adatelemzés és adatmodellezés módszereit átdolgozva a térképet lokális szintű vizsgálatok elvégzésére is alkalmassá tesszük. A *belvíz-veszélyeztetettségi térkép* előállításához az eddigi módszer szerint 23 különféle tényezőt és segédváltozót használtunk fel. A jelenleg alkalmazott RANDOM FOREST módszerhez már több mint 44 térképet használunk fel az elemzések során. A belvízi veszélyeztetettség és a természeti tényezők kapcsolatának tisztázását célzó korábbi kutatásainkra támaszkodva a *fő tényezők* számszerűsítésén túlmutatva számos környezeti változót határoztuk meg, és ezeket együttesen használjuk fel a szintézis térkép szerkesztésénél. Az egyes tényezőtérképek alapadatainak térbeli kiterjesztéséhez krigelési eljárást alkalmazunk. A régi módszer korlátait megismerve új típusú geomatematikai módszereket kerestünk. A komplexebb összefüggések feltárásának lehetőségét az adatbányászati, gépi tanulási módszerek nyújtják. Az adatbányászatot általában (szemi-)automatikus folyamatnak tekintik, amely képes nagyméretű digitális adatrendszerekben tanulási modellek révén mintázatokot azonosítani, amelyek aztán felhasználhatók predikcióra új adatok alkalmazása esetén. A digitális környezeti térképezés számára az adatbányászat

az elöntések kialakulására vonatkozó térbeli információk és az elöntés közti komplex kapcsolatok modellezésének széles tárházát biztosítja.

Legfőbb célunk ebben a teljesítési szakaszban, hogy a szintetizáló módszerrel készült belvív-veszélyeztetettségi térkép a lehető legpontosabban kifejezze a belvív kialakulásnak természeti alapjait, amely a „null” (referencia) állapotokat tükrözi. Mindez meghatározó jelentőségű a belvív-veszélyeztetettségi forgatókönyvek (stratégiai változatok) kidolgozásához, ugyanis az egyes tényezők beviteli adatbázisának (elsősorban a peremfeltételek, a paraméterezés és az új környezetváltozók használatnak) módosításával a jelenlegitől lényegesen eltérő viszonyok vizsgálata is lehetővé válik.

A belvízzel leginkább veszélyeztetett területek kisebb-nagyobb foltokban szétszórva, de főleg a folyóvölgyek legmélyebb részein helyezkednek el. Igen jelentősen veszélyeztetett térség az Alföldön a Felső-Tisza környéki tájak (Bereg, Tisza-Szamos köz, Szamos-Kraszna köz, Rétköz, Bodrogi köz, Taktaköz), továbbá a Hortobágy melléke, a Jászság és a Nagykunság tekintélyes része, a Körösök vidéke, az Alsó-Tisza völgye, valamint a Duna-Tisza közti hátság nyugat pereme (a Duna-völgyi főcsatorna melléke). Megfigyelhető az egyezés a folyószabályzás előtti vízjárta területekkel. A Kisalföldön a Fertő-Hansági táj tartozik ide, míg a Dunántúl többi részén csak egészen kis területek, pl. a Sárvíz mentén. Belvízzel kevésbé veszélyeztetett zónát találunk elsősorban a hátsági jellegű területeken (Duna-Tisza közti hátság, Nyírség), azonban pl. a Békés-Csanádi löszhát esetén foltszerűen kialakulhatnak belvízi elöntések a talajvízfeltörés (földárja) jelenségének köszönhetően. Ez a jelenség az Északi középhegység hegylábi térszínein is jelentkezik.

4.3.5. Tavak veszély- és kockázati térképezésének eredményei és értékelése

Balaton kilengésvizsgálatának eredményei

A kilengésből maximálisan 50-60 centiméteres vízszintemelkedés következhet, amelynek egy részét a partvédművek megtartják. így az elöntött terület nagysága léptékében sokkal kisebb, mint egy tiszai töltésszakadásból következő elöntés. A kialakult vízmélységek általában mindössze néhány deciméteresek, kivételt elsősorban a digitális terepmodellben szereplő belvív elvezető csatornák és a becsatlakozó vízfolyások medre jelentenek.

Az egyes visszatérési idejű kilengés okozta elöntések térképi ábrázolása településenként megtalálható a „Fooanyag_dokumentumok/3_Veszely_es_kockazati_terkepek”-ben.

- Maximális partélre merőleges elöntési hossz: 932 m
- Átlagos partélre merőleges elöntési hossz: 60 m
- Maximális elöntési terület: 88,38 ha (Szigliget) (50 év)

Kilengés vizsgálat			
Elöntés területe (ha)			
Település	2 év	10 év	50 év
Ábrahámhegy	0.03	1.23	2.69
Alsóörs	0.20	1.17	2.76
Aszófő	0.001	0.25	0.56

Kilengés vizsgálat			
Elöntés területe (ha)			
Badacsonytomaj	0.10	7.03	11.22
Badacsonytördemic	0.04	1.42	3.71
Balatonakali	0.04	1.14	2.20
Balatonalmádi	0.63	5.39	7.81
Balatonberény	0.74	51.24	64.52
Balatonboglár	0.15	0.42	0.61
Balatonederics	0.75	32.41	52.63
Balatonfenyves	0.24	9.28	13.42
Balatonfőkajár	0.01	0.05	0.12
Balatonföldvár	0.09	0.51	0.63
Balatonfüred	0.53	3.10	6.07
Balatonfűzfő	0.63	1.79	2.14
Balatongyörök	1.54	7.56	12.31
Balatonkenese	1.05	5.80	10.21
Balatonkeresztúr	0.005	0.29	0.67
Balatonlelle	0.19	0.48	0.63
Balatonmáriafürdő	0.51	9.02	19.72
Balatonőszöd	0.015	0.23	0.30
Balatonrendes	0.02	0.86	0.83
Balatonszárszó	0.07	0.42	0.85
Balatonszemes	0.09	0.55	0.75
Balatonszentgyörgy	0.08	15.79	17.85
Balatonszepezd	0.16	1.71	2.04
Balatonudvari	0.005	2.29	3.16
Balatonvilágos	0.33	0.57	0.67
Csopak	0.07	5.83	10.59
Fonyód	0.86	1.86	2.38
Gyenesdiás	0.46	2.14	2.90
Keszthely	8.72	42.15	50.24
Kővágóörs	0.04	1.40	2.06
Örvényes	0.006	1.16	1.69
Paloznak	0.05	0.68	1.56
Révfülöp	0.13	0.98	1.31
Siófok	0.40	1.20	1.45
Szántód	0.16	0.50	1.06
Szigliget	1.76	64.11	88.38
Tihany	0.29	3.40	4.11
Vonyarcvashegy	0.71	7.97	24.54
Zamárdi	0.15	0.42	0.71
Zánka	0.03	0.45	1.13

A legnagyobb elöntések a Balaton hosszirányú kilendüléséből keletkeznek, így az elöntött terület a nyugati parton található Szigliget és Keszthely esetén a legnagyobb, míg a déli parton található

Siófokon két nagyságrenddel kisebb. A kétévenkénti elöntés csak néhány településen éri el az 1 ha-t, a 10 éves és 50 éves elöntés között nem tapasztalhatók nagy különbségek, ezért várhatóan az 50 évnél ritkábban előforduló viharok se okoznának nagyságrendekkel nagyobb elöntést.



28. ábra - Kilengésvizsgálat térképi ábrázolása

Hullámból következő kicsapódás eredménye

Az egyes visszatérési idejű hullámmagassággal érintett területek térképi ábrázolása településenként megtalálható a „Fooanyag_dokumentumok/3_Veszely_es_kockazati_terkepek”-ban. Mivel a nagyon ritka hullámok hullámmagassága is csak néhány partszakaszon éri el az egy métert, ezért a hullámmagassággal érintett területek nagysága is igen kicsi. Általában a parttól számítva 8-9 méter széles sáv érintett, de ez csökkenhet a nádasok és a partvédművek függvényében. A különböző visszatérési idejű hullámok kicsapódása között viszonylag kicsi a különbség, ahogy a part közelében modellezett hullámmagasságok között is (10% körüli). Így következtethető, hogy a térképeken ábrázolt területek szinte minden évben vízzel borítottak lesznek.

- Maximális hullámfelfutás / kicsapódás: 10 m
- Átlagos partéltre merőleges elöntési hossz: 5 m
- Maximális elöntési terület: 6,89 ha (Siófok) (50 év)

Hullámból következő kicsapódás eredménye			
Elöntés területe (ha)			
Település	2 év	10 év	50 év
Ábrahámhegy	0.13	0.14	0.14
Alsóörs	0.74	0.79	0.81
Aszófő	-	-	-

Hullámvíz vizsgálata			
Elöntés területe (ha)			
Badacsonytomaj	0.58	0.64	0.65
Badacsonytördemic	0.19	0.20	0.21
Balatonakali	1.50	1.61	1.64
Balatonalmádi	1.65	1.79	1.84
Balatonberény	0.73	0.80	0.83
Balatonboglár	2.36	2.57	2.66
Balatonederics	0.12	0.14	0.14
Balatonfenyves	0.93	1.03	1.06
Balatonfőkajár	0.20	0.21	0.21
Balatonföldvár	1.32	1.45	1.50
Balatonfüred	1.55	1.73	1.84
Balatonfűzfő	0.66	0.71	0.73
Balatongyörök	0.54	0.60	0.63
Balatonkenese	5.46	5.74	5.81
Balatonkeresztúr	-	-	-
Balatonlelle	2.06	2.25	2.31
Balatonmáriafürdő	0.42	0.44	0.45
Balatonőszöd	0.72	0.79	0.81
Balatonrendes	0.07	0.08	0.08
Balatonszárszó	1.49	1.64	1.68
Balatonszemes	1.64	1.81	1.86
Balatonszentgyörgy	-	-	-
Balatonszepezd	1.49	1.65	1.75
Balatonudvari	0.41	0.44	0.44
Balatonvilágos	2.66	2.85	2.93
Csopak	0.62	0.66	0.68
Fonyód	4.55	4.94	5.11
Gyenesdiás	0.49	0.53	0.54
Keszthely	1.42	1.54	1.57
Kővágóörs	0.11	0.12	0.12
Örvényes	0.05	0.05	0.05
Paloznak	0.06	0.06	0.07
Révfülpö	1.34	1.44	1.47
Siófok	6.22	6.73	6.89
Szántód	1.32	1.43	1.47
Szigliget	0.16	0.17	0.18
Tihany	4.80	5.17	5.32
Vonyarcvashegy	0.95	1.04	1.05
Zamárdi	2.03	2.21	2.26
Zánka	0.61	0.65	0.67

Egy településnek minél hosszabb partszakasza van és minél kevésbé nádassal benőtt, annál nagyobb területe lesz hullámvízzel érintett. Így a leginkább érintett település Siófok, a körülbelül 6 ha érintett területével.



29. ábra - Hullámzás vizsgálat térképi ábrázolása

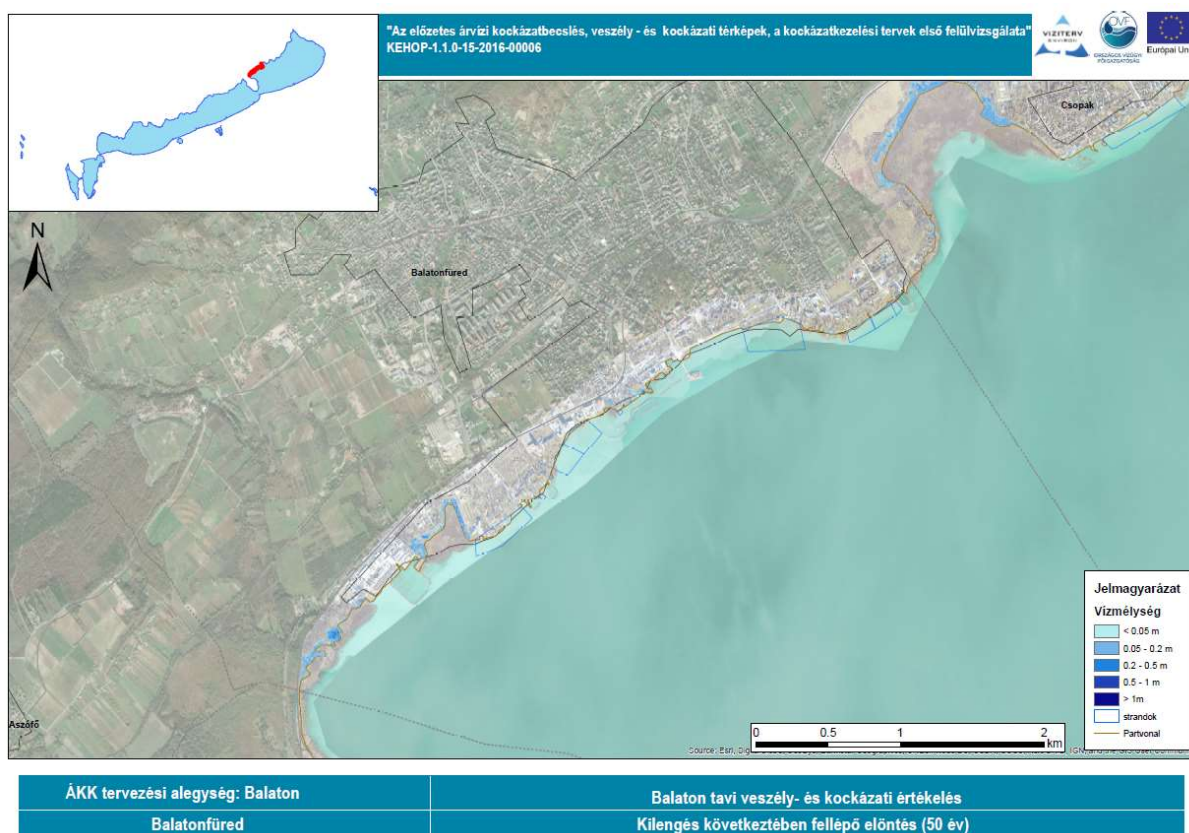
Kockázat eredmények

A Balaton veszély- és kockázati térképezése nem képezi szerves részét az Árvíz-kockázat-kezelési projekt célkitűzésének és feladatának. A projekttel párhuzamosan felmerülő igények jelentkeztek, amely miatt kiterjesztettük a kockázatbecslést a Balatonra. Ennek módszertani fejlesztésére nem került sor, így a folyók és kisvízfolyások során alkalmazott kockázatszámítást, ~ térképezést és ~ értékelést alkalmaztuk. Az elvi megközelítésen, ahogy korábban is írtuk, nem szükséges változtatni, a kockázattertelékelésnél ugyanolyan módon a hatásokat vizsgáljuk és értékeljük. A Balaton tavi elöntések hatásainak vizsgálata azonban alapvetően eltérő léptékű, mint pl. egy tiszai szakasz vizsgálata, vagy a Körösök folyórendszerének vizsgálata. A tiszai potenciális elöntési területének - 14 085,2 km² - a balatoni potenciális elöntési terület - 4,35 km² - a töredéke. A Balaton esetében az elöntési terület döntően az érintett part hosszától függ, az elöntési terület szélessége átlagosan kb. 60 m, legnagyobb szélesség 932 m. Jól szemlélteti a léptékben mutatkozó különbséget, hogy védett ártereknél a térképezés vizsgált legnagyobb felbontása 1:40 000, a Balaton esetében a vizsgálathoz kb. 1:5 000 léptékű (lokális szintű) elemzésekre lenne szükség. Ennek érdekében azonban változtatni szükséges a kockázat vizsgálat tartalmán és módszerén, részletesebb alapadatokra lenne szükség és a sajátos probléma miatt nagyobb jelentősége van például az ökológiai hatásoknak, a helyi lakosság érdekének és a turisztikai - akár a helyi körülményekhez igazodó, vagy attól eltérő - elvárásoknak.

Tekintve, hogy a tavi elöntés hatásvizsgálata egy korábban nem vizsgált problémakör, ezért szükség lehet például a települési szerkezeti és szabályozási tervek, építési szabályozások és az elöntési veszély kölcsönhatásainak vizsgálatára oly módon, hogy az építési szabályozás kellően robusztus legyen a potenciális elöntések károkozás nélküli elviseléséhez. A lokális szintű vizsgálatokhoz célszerű az épületek felmért elhelyezkedésével számolni és fel kell dolgozni a települési szerkezeti és szabályozási terveket a beépítés módja miatt, mely befolyásolja az épület állomány elöntéshez való alkalmazkodását (és ezáltal a kárfüggvényeket).

Alábbi ábrán Balatonfüred kilengéssel elöntött területe látható a terület ortofotóval (digitális állami alaptérkép térképezési méretarányban, annak vetületi rendszerébe (EOV) transzformált légifénykép) való ábrázolásával. Az érintett területen a Küvet (külterületi analóg ingatlannyilvántartási térkép átalakításából származó vektoros térképi adatállomány) és a Bevet (belterületi és zártkerti ingatlannyilvántartási térképek digitális átalakításából származó vektoros térképi adatállomány)

állományokat lenne célszerű a vizsgálat tárgyává tenni. Az ingatlanok vektoros ábrázolásával hiteles érintettséget nézhetünk és megállapíthatók az ingatlant érintő előntési paraméterek. Az épületek funkciójával további információkat kapunk, amely lehetővé teszi a részletesebb és pontosabb vizsgálatokat.



30. ábra Kilengésből származó előntési kép Balatonfüreden

A területhasználati felmérés váltóztatásával együtt szükséges módosítani a vagyonértékelést és a kárfüggvények meghatározását. Az ÁKK projektben, stratégiai szintű vizsgálatához 20x20 méteres raster térképeket alkalmazunk a területhasználat meghatározásához, amely felbontás nem elegendő részletezettségű lokális vizsgálatához. Ebből származóan a jelenleg bemutatott és vizsgált eredmények tartalmazzák a stratégiai vizsgálati szint és lokális vizsgálati szint különbségeiből származó eltéréseket, ezért ezek az eredmények mindenképpen próba vizsgálatoknak tekintendők.

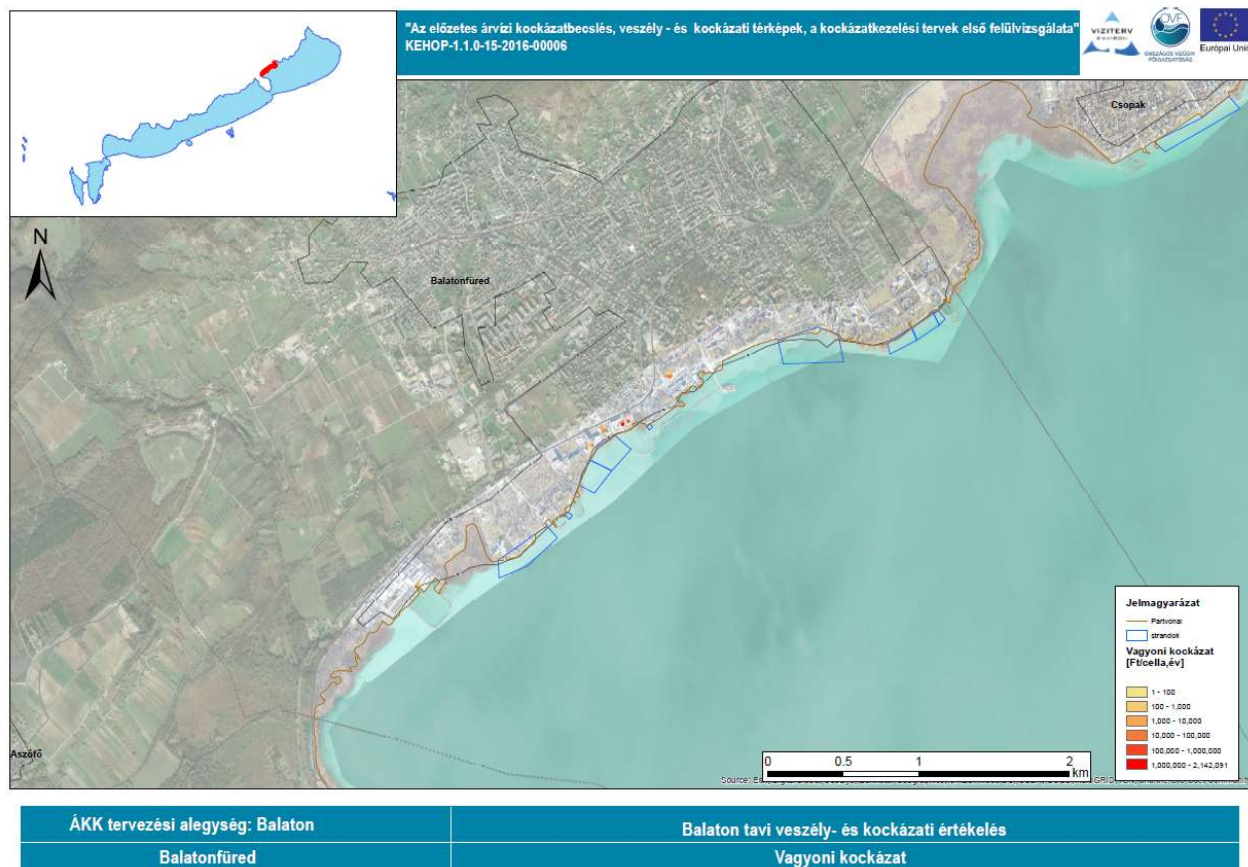
Lényeges a vizsgálatok folytatása – ideértve a változatelemzést – annak érdekében, hogy a várható hatásokat számszerűsíteni tudjuk és becsüljük a kedvező és káros hatások mértékét és arányát, az intézkedések szükséges mértékét és módját.

Vagyoni kockázati térkép

A kockázati térképekből jelenleg részleteket mutatunk be, a „Fooanyag_dokumentumok/3_Veszely_es_kockazati_terkepek”-ben (Balaton_vagyonkock) a településekre lebontott kockázati térképeket.

A következő ábrán Balatonfüred vagyoni kockázati térképe látható. Megállapítható, hogy károk várhatóan csak szórványosan és kismértékben jelentkeznek egy-egy előntésből. A veszélyeztetett terület kiterjedése kicsi, az érintett területek jellemzően nem sérülékeny területek, így kockázat nem jelentkezik kiterjedt területen. Viszonylag magas vagyoni kockázati értékek a Magyar Vitorlás Szövetség és környezetében fekvő épületek és a Hajógyári kikötő épületein jelentkeznek. A vizsgálat

léptéke nem alkalmas döntéselőkészítésre, ehhez kiegészítő lokális vizsgálatokra van szükség, melynek keretében vizsgálni kell az érintett területeken fekvő épületek építési módját annak érdekében, hogy sérülékenyséjük és kitettségük megfelel-e a kárfüggvények által megadottaknak.

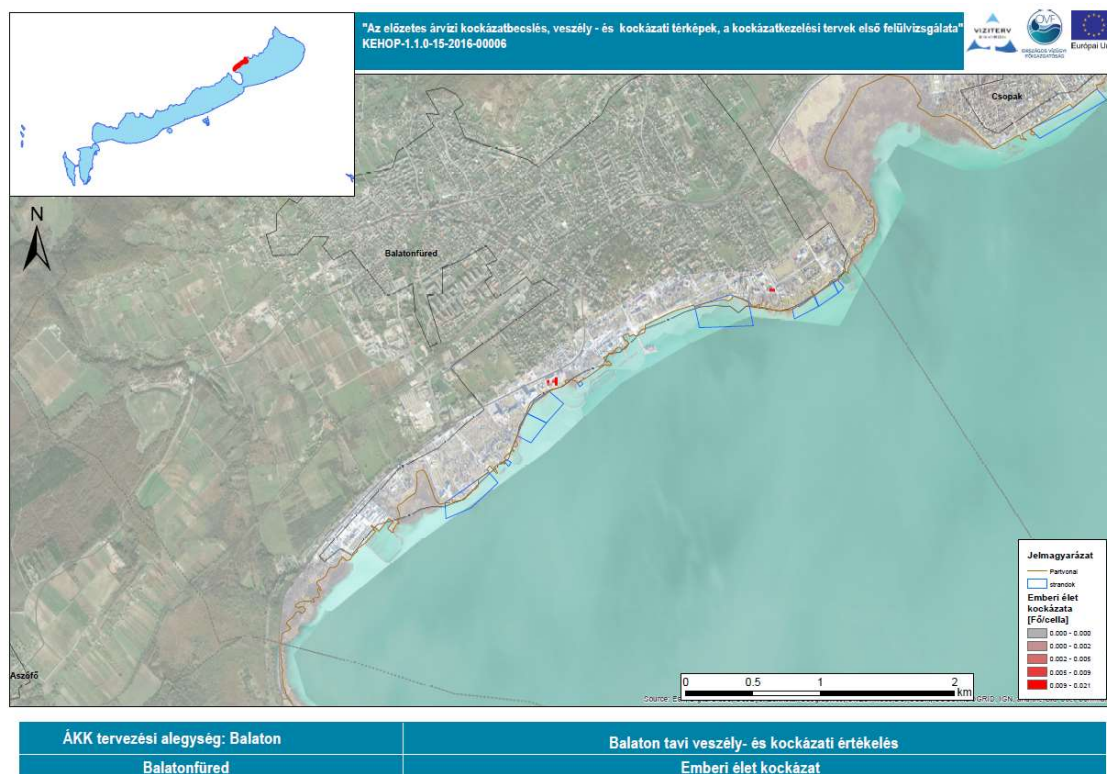


31. ábra Balatonfüred vagyoni kockázati térképe

Emberi élet kockázati térkép

Az emberi élet kockázatát kizárólag az ingatlan területekre vizsgáljuk. Értéke magába foglalja az előntési paramétereket és előfordulási valószínűségüket és laksűrűséget, vagyis, hogy mennyi lakost érint az előntésből származó terhelés. A lakosok veszélyeztetettségének értékeléséhez ezeket az eredményeket ki kell egészíteni az *előntési terhelési osztály* eredményeinek vizsgálatával.

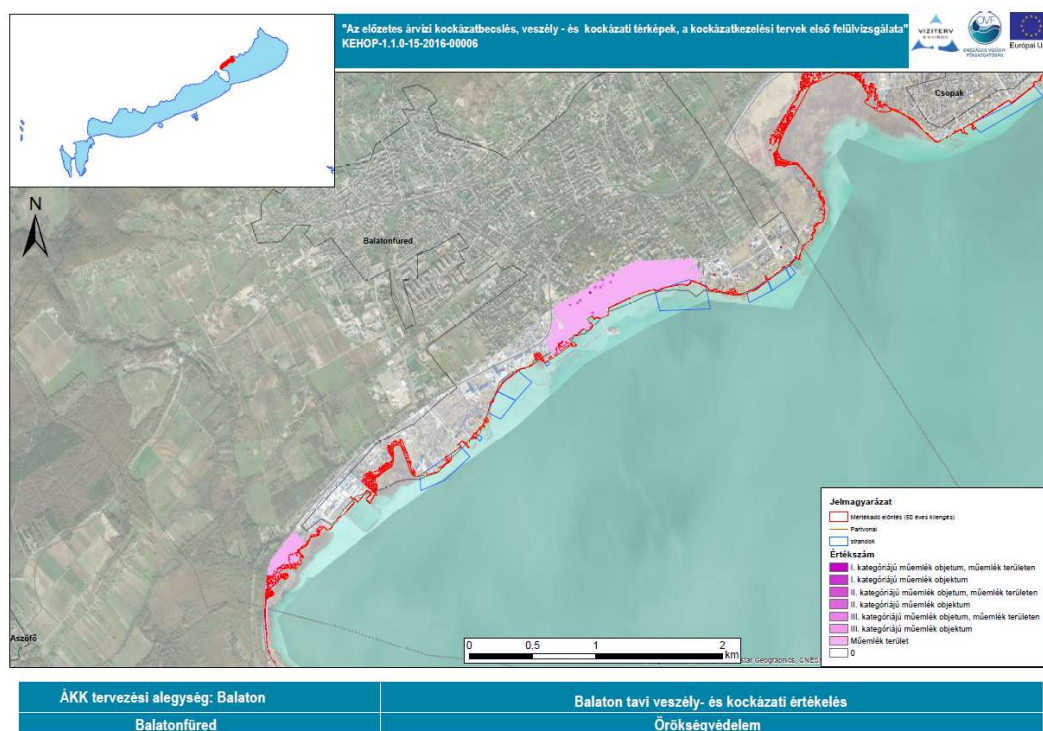
Láthatóan emberi élet kockázat ott jelenik meg, ahol a vagyoni kockázat is megjelent. Ennek értéke azonban nagyon alacsony, az *Elfogadható kockázati tartományba* tartozik ($<0,04$). Ebben az esetben is érvényes, hogy az érintett épületek kialakítása alapvetően befolyásolja az életkockázati paraméter tényleges alakulását.



32. ábra Életkockázati indikátor értékei Balatonfüreden

Kulturális örökség érintettsége

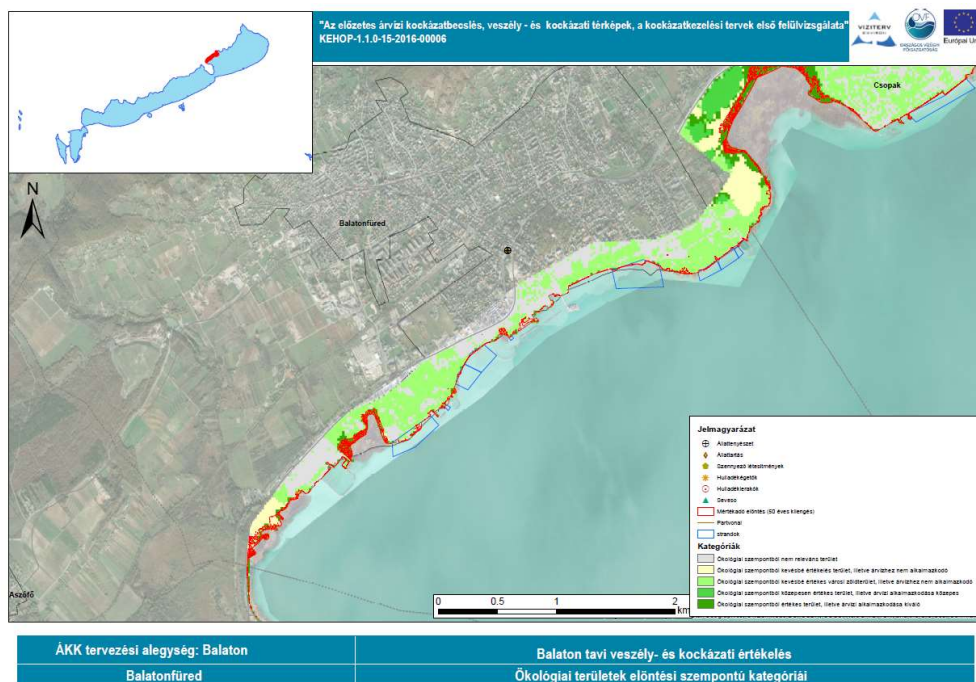
A balatonfüredi partszakaszon fekvő kulturális örökségként nyilvántartott területeket kismértékben érinti az előntés. Az érintett műemlékek besorolása *Műemlék terület*, műemlék objektumot nem érint az előntés.



33. ábra Kulturális örökség veszélyeztetettsége

Ökológia érintettsége

Az ökológiai értékes során azt vizsgáljuk, hogy az elöntéssel érintett terület milyen ökológiai értékkel, illetve ellenállóképességgel bír. Az ökológiai alaptérkép ennek megfelelően öt kategóriát határozott meg az *ökológiai szempontból nem releváns terület* kategóriától az *értékes és elöntéssel szemben kiválóan alkalmazkodó terület* kategóriáig. Balatonfüred tekintetében az elöntés érint értékes ökológiai területeket, kevésbé értékes területeket és ökológiai szempontból nem releváns területeket (épített környezet). Jól látható, hogy az értékes ökológiai területek követik az elöntés kiterjedését.



34. ábra Ökológiai területek veszélyeztetettsége

Kockázati paraméterek vizsgálata

A kockázati értékeléshez általános paramétereket alkalmazunk a Balaton potenciális elöntési területének teljes területére.

Lakosság érintettsége

A lakosság érintettségét az ingatlanokra számított lakosság alapján összegeztük az elöntéssel érintett területekre. Az elöntés előfordulási valószínűségétől függően a lakosság érintettsége az alábbiak szerint alakul.

7. táblázat. táblázat Lakosság érintettsége

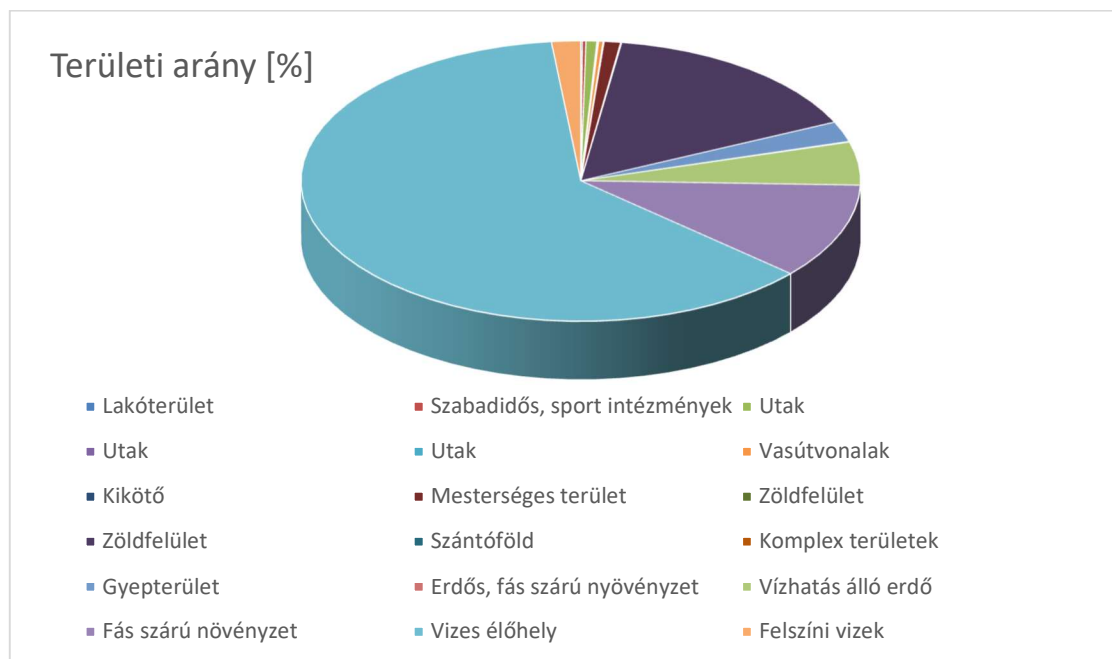
Lakónépesség az 2 éves elöntési területen	0	fő
Lakónépesség az 10 éves elöntési területen	14	fő
Lakónépesség az 50 éves elöntési területen	28	fő

Érintett területhasználatok

Az érintett területhasználatok területi kiterjedését és a területi arányt az ÁKK területhasználati térkép alapján vizsgáltuk.

8. táblázat. táblázat Területhasználatok érintettsége

Azonosító	Területhasználat elnevezése	Terület [m ²]	Területi arány [%]
1110	Lakóterület alacsony épületekkel	4 000	0,1%
1160	Szabadidős, sportlétesítmények és területek alacsony épületek	9 200	0,2%
2111	Burkolt út, elválasztó sáv nélkül, irányonkénti sávszám 1	28 000	0,6%
2121	Burkolt út, elválasztó sávval, irányonkénti sávszám 1	3 200	0,1%
2130	Egyéb út, földút	800	0,0%
2231	Vasútvonal, nem villamosított, vágányok száma egy	11 600	0,3%
3120	Kikötők	2 400	0,1%
3150	Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	42 400	1,0%
4110	Települési zöldfelületek, parkok, terek	2 400	0,1%
4130	Egyéb zöldfelületek mesterséges környezetben	700 800	15,8%
5110	Szántóföldek	400	0,0%
5160	Komplex területek épületek nélkül	400	0,0%
6200	Legeltetéssel potenciálisan érintett gyepek	104 000	2,3%
7110	Többször vízhatástól független erdők és egyéb fás szárú növényzet	3 600	0,1%
7120	Vízhatás alatt álló erdők	220 800	5,0%
7210	Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	490 000	11,0%
8110	Vizes élőhelyek	2 747 200	61,8%
9110	Felszíni vizek	74 800	1,7%
	Összesen	4 446 000	100,0%



35. ábra Előntéssel veszélyeztetett területi arány

Az előntés jellemzően vizes élőhelyet (61,8%), fás szárú növényzetet (15,8%), mesterséges környezetben fekvő zöldfelületeket (11,0%), erdőket (5,0%) és gyepeket (2,3%) érint.

Épített környezet az előntési terület 1,3%-on található, ennek területi kiterjedése kb. 5,8 hektár.

Vagyoni kockázat

A Balaton teljes veszélyeztetett területére számított vagyoni kockázat éves értéke kb. 21,3 millió Forint. A vagyoni kockázati érték a veszélyeztetett vagyonekben potenciálisan bekövetkező károkat foglalja magába. Tartalmazza a veszélyeztetett vagyonek újraelőállítási értékét és kieső bevételeket – amennyiben ilyen területek érint elöntés – a szolgáltatás, kereskedelem, iparterületek és sport- és szabadidő területek vonatkozásában.

Az ingatlanokat ért kockázat értéke 11,3 millió Forint, tehát kb. a kockázat fele innen származik.

A beruházások vizsgálatához 30 éves időtávlatban vizsgáljuk a kockázatokat, ezért az éves kockázatok átszámítjuk a tervezési időtávra. Ennek értéke kb. 620 millió Forint.

Potenciális szennyezőforrások

A potenciális elöntési területen szennyezőforrás - az alábbi objektumokat vizsgálva – nem található.

9. táblázat. *Érintett jelentős potenciális szennyezőforrások*

Szennyezőforrás	Darabszám	Elöntési valószínűség [-]	Maximális elöntési vízmélység [m]
IED	0	-	-
Seveso	0	-	-
Állattenyésztés	0	-	-
Állattartó telep	0	-	-
Hulladéklerakó	0	-	-
Hulladékégető	0	-	-

Kulturális örökség

Az elöntési területen jelentős az érintett műemlék terület. Az 50 éves elöntési terület kb. 44%-a műemléki terület, azonban ezen műemlék területek nem tartalmaznak objektumokat, műemlék épületeket. Az 1. műemlék kategória műemlék területre utal, amelyen nincs objektum.

10. táblázat. *Érintett műemlék területek*

Érintett műemlék terület - 2 éves	107 200	m2	Kategória:	1
Érintett műemlék terület - 10 éves	1 404 400	m2	Kategória:	1
Érintett műemlék terület - 50 éves	1 942 800	m2	Kategória:	1
Érintett kiemelt műemlék terület	0	m2	Ha igen, hol:	-

Ökológia

Az ökológiai területi vizsgálati eredményeit az alábbi tábla tartalmazza.

11. táblázat. *Az ökológiai terület vizsgálat eredményei*

Kategória azonosító	Ökológiai kategória	Terület [m2]	Terület aránya [%]
0	Ökológiai szempontból nem releváns terület	100 000	2,2%
1	Ökológiai szempontból kevésbé értékes terület, illetve árvízhez nem alkalmazkodó	489 600	11,0%

Kategória azonosító	Ökológiai kategória	Terület [m2]	Terület aránya [%]
2	Ökológiai szempontból kevésbé értékes városi zöld terület, illetve árvízhez nem alkalmazkodó	703 200	15,8%
3	Ökológiai szempontból közepesen értékes terület, illetve árvízi alkalmazkodása közepes	221 600	5,0%
4	Ökológiai szempontból értékes terület, illetve árvízi alkalmazkodása kiváló	2 931 600	65,9%
	Összesen	4 446 000	100,0%

5. INFORMATIKAI FEJLESZTÉSEK ÖSSZEFOGLALÁSA

5.1. ÁKIR FEJLESZTÉSEK

A fejezethez kapcsolódó részletes anyagok a „II_Foanyag_dokumentumok/5_Infomatikai_fejlesztések” fejezetének mellékleteiben találhatók.

5.1.1. Kiinduló adatkörök ellenőrzése, alapadatok rendszerezése

A projektben végzendő számításokhoz az ÁKIR adatbázisát aktualizálni kellett. Ágazati igény volt a védvonalak 3D vonalláncként történő előállítás, s ennek során ezek aktualizálásának végrehajtása. Természetesen szükség volt az ÁKIR adatbázis egyéb adatainak (MAHAB, DDM, alaptérképi adatok stb.) aktuális állaptnak beállítására is. (7.1.1 melléklet)

5.1.2. A térképezés és tervezés során jelentkező ÁKIR fejlesztési igények teljesítése

A főanyag „2_Metodikai_leirasok” fejezetében ismertetjük az előzetes vizsgálatok alapján előirányzott metodikai fejlesztéseket. E fejlesztések informatikai értelmezésével kapcsolatos szakértői konzultációk és informatikai fejlesztések végrehajtása tartozik a feladatcsoportba. Az elvégzett fejlesztések az alábbiak (7.1.2 melléklet).

Védett árterek veszélytérképezésével kapcsolatosan végzett feladatok:

- meglévő öblözeti határok felülvizsgálata, új elöntési eredmények alapján új öblözeti határ meghatározása,
- részöblözeti határok meghatározása,
- védvonal fizikai egységek felülvizsgálata (VFE) - MÁSZ értékek elhelyezése,
- gátörjárás objektumok kezelése,
- azonos viselkedésű alszakaszok felülvizsgálata - adattáblából történő beolvasás biztosítása,
- új biztonsági tényező meghatározása (állapotjellemzők),
- magassági és keresztmetszeti hiány függvény előállítása,
- terhelési szintek túllépési valószínűségének becslése szakadási szelvényekben,
- kiömlő víztömeg érzékenységvizsgálati alkalmazás,
- kiömlő víztömeg alkalmazás módosítása,
- HECRAS 2D integráció,

- öblözeti elöntési valószínűségek számításának felülvizsgálata a szakadások függetlensége szempontjából
- kockázati térképek készítéséhez szükséges alapadatok ÁKIR-ba történő illesztése
- részöblözeti poligonok készítése
- részöblözetek verziókezeléséhez kapcsolódó alkalmazások elkészítése
- hiányzó adatok utólagos beírását megvalósító alkalmazás

Kisvízfolyások

- Elkészített modell állományok ÁKIR illesztésének és elhelyezésének biztosítása

5.1.3. Veszély-és kockázati térképezés támogatása

Az előzetesen megfogalmazott fejlesztéseken túl (lásd előző pont) a térképezési munka során folyamatosan jelentkeznek olyan fejlesztési igények, amelyek az előirányzott metodika módosítása nyomán keletkeznek. Ilyenek (7.1.3 melléklet):

- Védvonal adatok karbantartó alkalmazása
- Részöblözeti fejlesztések korrekciója a mintaterületi feldolgozási tapasztalatok alapján
- HECRAS 2D integráció módosítása (kész mesh átvételének biztosítása)

VFE – vízmérce hozzárendelés biztosítása

5.1.4. Statisztikai és értékelő modul létrehozása

Az ÁKIR alkalmazása során igen nagytömegű eredményhalmaz keletkezik. Ezek áttekintése, értékelése manuálisan nagyon jelentős előkészítő munkát igényel, ezért volt szükség egy ilyen irányú fejlesztésre. Az alkalmazás lehetővé teszi az adatok több szempont szerinti lekérdezését, valamint az eredmények meghatározott táblázat formátumokban történő előállítását. Ez utóbbiak a szállítási dokumentumok részei (7.1.4 melléklet).

5.1.5. Egyéb fejlesztések

Védvonal adatok karbantartó alkalmazása

Részöblözeti fejlesztések korrekciója a mintaterületi feldolgozási tapasztalatok alapján

HECRAS 2D integráció módosítása (kész mesh átvételének biztosítása)

VFE – vízmérce hozzárendelés biztosítása

5.2. CSOPORTMUNKA BIZTOSÍTÁSA

Tematikus csoportmunka alkalmak megtartása, munkafolyamatok és szükséges alkalmazások és adatok oktatása és konzultáció biztosítása az alábbiak szerint (7.2 melléklet):

- Projektben résztvevők munkájának egyedi igényeknek megfelelően testreszabott technikai támogatása a projekt teljesítési időszakában
- Csoportmunka környezet biztosítása
- Projektben résztvevő tervezők számára ÁKIR és ArcGIS térinformatikai környezet kialakítása
- ÁKIR_V01 verzió telepítése ESRI szerveren 2 VIZIG munkaállomással, védvonal ellenállási feladat oktatása 2 VIZIG-nek
- ÁKIR_V02 verzió telepítése ENVIRON szerveren 12 VIZIG munkaállomással, védvonal ellenállási feladat oktatása 2 VIZIG-nek

5.3. ÁKIR RENDSZERFELÜGYELET

Az ÁKIR egy megfelelő szakmai felkészültséget igénylő szakértői információs rendszer. Minden információs rendszer használatánál jelentkezhetnek technikai és egyéb problémák, melyek informatikai beavatkozást igényelnek. Ezeken felül beavatkozást igényelhetnek a szakmai hiányosságokból eredő, jellemzően adathiányokból fakadó problémák is (7.3 melléklet):

- A mintaterületi feldolgozásoknál jelentkező problémák kezelése
- Az 1 ezrelékes feldolgozásoknál jelentkező problémák kezelése
- Védvonal ellenállási feldolgozásoknál jelentkező problémák kezelése.