

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM

Katonai Műszaki Doktori Iskola



Dobó Kristóf

Differenciált árvízvédelem Magyarországon

Doktori (PhD) értekezés szerzői ismertetője

Témavezetők:

Dr. Padányi József
vezérőrnagy

Dr. Tóth Rudolf
ny. dandártábornok

Budapest, 2023.

A tudományos probléma megfogalmazása

„Kevés olyan hely van a világon, ahol súlyos következményekkel fenyegető árvíz, belvíz és aszály egyaránt előfordulhat. A Kárpát-medence, s ezen belül különösen a Tisza-völgy magyarországi része, ilyen hely. Az árvíz, a belvíz és az aszály minél jobb megismerése és előrejelzése rendkívül fontos az egész társadalom és a gazdaság számára. Bekövetkezésükre föl kell készülni, adott esetben védekezni kell ellenük, illetve amennyire lehet – alkalmazkodni kell hozzájuk.” (Pálfai Imre: Belvizek és aszályok, Hidrológiai tanulmányok, Budapest 2004, 433. o.)

Az éghajlatváltozás hatásait a hétköznapi ember már nem csak a tankönyvekből tanulmányozhatja, hanem a „bőrén érezheti” a mindennapi élete során. Az időjárási szélsőségek okozta hatások kezelése új módszereket igényel.

A napjainkban érzékelhető rendkívüli aszályok is az éghajlatváltozásnak köszönhetőek. A vízhiányos időszakok kezelésén túl azonban figyelemmel kell lennünk arra is, hogy a folyóinkon bármikor bekövetkezhet egy minden eddiginél nagyobb árvíz. Ezekre az időjárás okozta szélsőségekre az eddigiéktől merőben eltérő műszaki megoldásokat kell alkalmazni.

Magyarország egyik legnagyobb természeti értéke és egyben talán a legnagyobb veszélyforrása is a víz. Az ország több, mint egynegyede fekszik a folyók árvízszintje alatt. Ennek oka többértű. Az árvizeknek való kitettségünk adódik a medence jellegű földrajzi elhelyezkedésünktől, valamint abból, hogy őseink a folyó mentén telepedtek le, és később a mezőgazdasági és az ipari termelés nagy részét is itt alakították ki.

Az idő előrehaladtával a folyók által elöntött területeket elkezdtük beszűkíteni, hogy növeljük a termőterületeket. A folyószabályozási és ármentesítési munkálatok elengedhetlenné váltak az ország gazdasági fejlődése érdekében. Az árterek szűkítése viszont azzal járt együtt, hogy az árvizeknek való kitettségünk nőtt. Amíg a „régii” ember tudott a természettel és az árvizekkel együtt élni, addig a „modern” ember a fejlett technikai tudásával „megregulázta” a folyókat, az értékes mezőgazdasági területeket megművelte és az ipari tevékenységének a nagy részét a hajózható folyók mellé telepítette.

A folyók árvizei kimutathatóan egyre nagyobb vízszintekkel vonulnak le, így potenciálisan egyre nagyobb területeket veszélyeztetnek. A közelmúlt eseményei is mind ezt bizonyítják. Az elmúlt évtizedekben a hazai folyókon mért árvízvízszintek tendenciája egyre emelkedő, sőt, számossága is nő. A hazai jogszabályok világosan fogalmazzák. Az állam alapfeladata az árvizek elleni védelem szavatolása. Jelenleg, az ország jelentős részén a száz évente egyszer

előforduló árvízszintet tekintjük tervezési alapadatnak. Ez alól csak a kiemelt kockázattal bíró városok a kivételek, ahol ez a szint az ezer évente egyszer előforduló árvízszint.

Az ország árvízvédelmi stratégiája egy társadalmi-gazdasági-műszaki vonatkozású összetett kérdés. A feladat világos: olyan árvízvédelmi rendszert kell kialakítanunk, amely társadalmilag elfogadható kockázatokon alapul, gazdaságilag elviselhető és műszakilag kivitelezhető, valamint hosszú távon fenntartható. A töltésfejlesztések elengedhetetlen részei a hazai árvízvédelmi stratégiánknak, viszont nagy hangsúlyt kell fektetni az árvízi levezető sávok fenntartására, az árvizek „csúcsát” lementszeni képes tározórendszer építésére és az operatív védekezést végrehajtó humán erőforrásainkra is. Ez a négy egymástól el nem választható, és egymás hatását növelő építőelem jelenti a gerincét a hazai árvízvédekezésünknek.

A folyókat beszorítottuk a nagyvízi medrükbe, amely magával vonta azt a tényt is, hogy ha nem tartjuk fent az árvíz levezető képességet ebben a szűk sávban, akkor a töltéseinket az „egyekig” kell emelnünk. Az éghajlatváltozás okozta szélsőségek megnövekedése azonban új megközelítést követel meg tőlünk. A modern technikai fejlesztéseknek köszönhetően rendelkezésünkre állnak azon hidrodinamikai modellek, amelyek felhasználásával pontosabb képet kaphatunk a nagyvízi mederben lejátszódó folyamatokról. Az Európai Unió Árvízi Irányelvében megfogalmazottaknak megfelelően kidolgoztuk a töltések mentett oldalán kialakuló árvízi veszély-, és kockázati térképeket. A tervek és térképek felhasználásával véleményem szerint a jövőbeni töltésfejlesztéseink során nem csak a hidrológiai statisztikai számításokon alapuló árvízszintek tekinthetők tervezési alapként, hanem a mentett oldal felől közelítő, az ottani kockázatcsökkenést figyelembe vevő differenciált fejlesztési szint is meghatározható és figyelembe vehető.

Differenciált árvízvédelem fogalma alatt saját fogalom meghatározásom szerint az alábbiakat értem:

A differenciált, tehát az árvízvédelmi töltés mentett oldali kockázati értékén alapuló fejlesztés alapvető célja olyan fenntartható árvízvédelmi rendszer kialakítása, amelynek az árvízvédelmi biztonság megteremtésén túl egyértelmű a társadalmi elfogadottsága és hatékonysága.

A differenciált árvízvédelmi szintre történő fejlesztés biztosítja a korlátozottan rendelkezésre álló források hatékonyabb felhasználását, ezáltal a fejlesztés ráfordításaihoz képest maximális az árvízi kockázatcsökkenés mértéke.

A fentiekben bemutatott tények rávilágítanak arra, hogy a hazai árvízvédekezésben is elérkezett az idő a paradigmaváltásra, amit a szélsőséges időjárási körülmények is sürgetnek.

Véleményem szerint rendelkezésre állnak azon adatok, amelyek hozzásegíthetnek a kockázati alapon tervezett árvízvédelmi stratégia kidolgozásához.

Kutatási hipotézisek

Az értekezésemben az alábbi hipotéziseket szeretném igazolni:

- **Feltételezem**, hogy a vízügyi ágazatban dolgozó kollégák körében elvégzett felmérés eredményét összevetve a hazai és nemzetközi gyakorlattal, segít a hazai kockázat alapú árvízi védekezés alapjainak meghatározása során, és bizonyítható, hogy ennek megvalósítása növeli a védekezés hatékonyságát és gazdaságosságát.
- **Feltételezem**, hogy vízügyi ágazatban fellelhető fejlesztési és árvízvédekezési adatok felhasználásával bizonyíthatók a jelenlegi árvízvédelmi stratégia hosszú távú fenntartásának nehézségei és korlátai. Feltételezem továbbá, hogy az elkészült árvízveszély-, és kockázati térképek felhasználásával megvalósítható a hazai védvonalak egyenszilárdsága, továbbá számszerűsíthetőek a kockázati alapokon tervezett árvízvédelmi fejlesztés várható eredményei.
- **Feltételezem**, hogy a hasonló földrajzi fekvésű és hidrológiai helyzetű országok előírásainak és árvízvédelmi stratégiájának vizsgálatai felhasználható a kockázati értéken alapuló hazai fejlesztés során.
- **Feltételezem**, hogy védvonalainkon a lokálisan gyenge szakaszokon kell a fejlesztéseket végrehajtani, mert ezek felszámolásával, viszonylag kis költségráfordítással jelentős csökkenés érhető el a töltések mentett oldalán jelentkező árvízi kockázatok értékében.

Kutatási célkitűzések

Disszertációmban arra vállalkoztam, hogy az árvízvédelmi töltések mentett oldali kockázati értékeiből kiindulva megteremtsem a differenciált árvízvédelmi stratégia alapjait és rávilágítsak arra, hogy a jelenlegi, merev szabályozás nem tartható fent hosszú távon az éghajlatváltozás okozta szélsőségek megnövekedése miatt.

- **Célom**, hogy a vízügyi ágazatban dolgozó és elismert szakemberek véleményének felmérésén és annak értékelésén keresztül, valamint nemzetközi gyakorlati példák

alapján bemutassam a kockázat alapú árvízi fejlesztés lehetőségeit, és bizonyítsam annak hatékonyságát és gazdaságosságát.

- **Célm,** hogy a hazai árvízvédelmi stratégia változásának vizsgálatával bizonyítsam, hogy a kockázati alapokon számított fejlesztési szint hosszútávon fenntartható megoldás.
- **Célm,** hogy a környező országok árvízvédelmi fejlesztési koncepciójának vizsgálatával és elemzésével bizonyítsam a differenciált árvízvédelmi stratégia helyességét és feltárjam azokat a módszereket és megoldásokat, amelyek a hazai védekezés során adaptálhatók.
- **Célm,** hogy a szolnoki ártéri öblözet példáján keresztül bemutassam a kockázat alapú differenciált árvízvédelmi szint számítását és bizonyítsam azt, hogy erre a szintre történő töltésfejlesztés költség-kockázat szempontból előnyösebb a jelenlegi jogszabályban előírtnál.

Kutatási módszerek

A kitűzött célok végrehajtása érdekében az alábbi módszerekkel dolgoztam:

- **Gyakorlati példákkal, valamint kérdőíves felméréssel és értékelésével bizonyítom,** hogy szükséges és időszerű egy költséghatékonyabb árvízvédelmi tervezési szint kidolgozása. Helyszíni roncsolásmentes vizsgálatot végzek egy kijelölt öblözet vasbeton - védvonal szakaszán, annak érdekében, hogy meg tudjam határozni a lokálisan gyenge védvonal szakaszokat. Továbbá vizsgálom, hogy milyen jogszabály-módosítások szükségesek a differenciált árvízvédelmi stratégia megvalósításához, javaslatot teszek ezek bevezetésére.
- Az éghajlatváltozás okozta szélsőségek növekedésének és a nagyvízi mederben bekövetkezett változások elemzésével **vizsgálom,** hogy a folyóinkon levonuló árvizek szintjei hogyan változtak és milyen emelkedő tendenciát mutatnak.
- **Elemzem** a környező országok árvízvédelmi előírásait, árvízi védőképességet befolyásoló tényezőit annak érdekében, hogy össze tudjam hasonlítani a hazai árvízvédelmi stratégia fejlődésével.
- **Elemzem** az Európai Unió Árvízi Irányelvét, a környező országok árvízvédelmi stratégiáinak előírásait, árvízi védőképességet befolyásoló tényezőit és a védekezés

gyakorlati tapasztalatait annak érdekében, hogy össze tudjam hasonlítani a hazai árvízvédelmi stratégia fejlődésével és megoldásaival.

- A rendelkezésemre álló adatok, információk és számítási módszerek alapján, **bemutatom és számszerűsítom** a terhelés csökkentő és az ellenállás növelő intézkedések kockázatcsökkentő hatását. Több szintre modellezem a töltésépítés, árvíz elleni védekezés, töltésellenállás, és tározóhatás mentett oldali hatásait.

Az értekezés felépítése, az elvégzett vizsgálat tömör leírása fejezetenként

Doktori értekezésemet 5 fejezet alkotja. Az értekezés kizárólag a folyók ártéri öblözeteivel foglalkozik részletesen, a kisvízfolyások, patakok árvízi biztonsági kérdéseit a területi korlátok miatt nem fejtettem ki.

Az **1. főfejezetben** bemutattam a kutatási témaköröm szakmai aktualitását, hipotéziseimet, célkitűzéseimet és kutatási módszereimet. Feltártam és kiértékeltem a hazai és nemzetközi szakirodalomban a kockázat alapú árvízi tervezés és fejlesztés eddig lefolytatott kutatásait.

Definiáltam azon fogalmakat, amelyeket a disszertációmban használtam. Ismertettem a Kvassay Jenő Vízstratégiát. A stratégiai terv szemléletváltó gondolatként jelöli meg a kutatásom témáját is, a mérlegelt védelem és a differenciált árvízi biztonság bevezetését és későbbi alkalmazását. Továbbá leírja, hogy a védelmi rendszernek fenntarthatónak és finanszírozhatónak kell lennie, ezzel megteremtve a költségvetési lehetőségekkel összhangban lévő állami szerepvállalást.

Kitértem az árvízi veszély és kockázati térképekre is, amelyet az Európai Parlament és Tanács 2007/60/EK Irányelve alapján Magyarországnak is el kellett készítenie.

Az **2. főfejezetben** a hazai árvízvédelmi rendszer fejlődését és az árvíz elleni védekezés szervezeti felépítését, értékelését tártam fel.

A földrajzi és hidrológiai adottságaink miatt Magyarországon az árvízvédelem az egyik legfontosabb eredményeket felmutató terület a vízgazdálkodásban. A Föld teljes lakosságának mintegy 10%-a számít igazán veszélyeztetettnek az árvizek miatt. Magyarországnak a folyóvölgyeknek és kisvízfolyásoknak köszönhetően több mint 20%-a árterület, ezért jelentős árvízi problémákkal küzdő országok közé tartozik.

Az ország árvízi kitettsége rendkívüli, ez tükröződik a hazai védelmi rendszer fejlődésének ütemében is. A fejlődést azonban nem csak számszerű adatok alapján kell értékelnünk, hanem figyelembe kell vennünk azt is, hogy ez a munka elsősorban az érintettek önkéntes és sokszor

nehéz áldozatvállalásán, valamint az állam jelentős támogatásán alapul, és gyakran a hidrológiai és talajmechanikai ismeretek hiányában és a legegyszerűbb eszközökkel történt.

Napjainkban a társadalmi és gazdasági, valamint a természeti környezet egymással szorosan összefüggő kapcsolatában a vízhez köthető jelenségek alapvető szerepet játszanak. Ezeket a folyamatokat csak akkor értjük meg teljesen, ha figyelembe vesszük azok komplex összefüggéseit a társadalmi és természeti környezettel, valamint a vízepítési megoldásokkal és módszerekkel. Ezek segítségével lehetőség nyílik a természetes vízviszonyok és a társadalmi igények összehangolására.

A szomszédos országokban végrehajtott nagyméretű vízrendezési fejlesztések miatt az árvízvédelem biztonságának növelése kiemelt fontossággal bír, mivel azok a vizek, amelyek gyorsabban folytak ránk, alvízi országra, összetorlódtak, és a védelmi művek hiányos állapota miatt több helyen súlyos árvízveszélyt jelenthettek.

Amíg a védtöltések megfelelő biztonsággal nem épültek ki, bármelyik hiányos szakaszon jelentős károkat okozó töltésszakadások történhettek. Azonban, ahol a töltések megfelelő biztonsággal voltak kiépítve, ott a védekezés gazdaságosabb, biztonságosabb és az erőforrások hatékonyabban mozgósítható volt. A hatékony fellépés érdekében kulcsfontosságú, hogy a védekezésre specializált, szervezett és begyakorlott szakemberek képesek legyenek a veszély elhárítására és a károk mérséklésére. Ezekből a megfontolásokból és a védekezési tapasztalatokból fejlődött ki a mai védelmi szervezetünk.

Annak érdekében, hogy az árvízvédelmi rendszer erősségeit, gyengeségeit, lehetséges fejlesztési irányait objektív módon, ne csak az én személyes látásmódomon és tapasztalataimon keresztül határozzam meg, kérdőíves felmérést végeztem.

A felmérést annak érdekében készítettem, hogy az eredmények alapot szolgáltatassanak az árvízi felkészülést, fenntartást, üzemeltetést és védekezést érintő további kutatásaimhoz, valamint koncepcionális megközelítést adjanak a mentett oldali kockázaton alapuló árvíz tervezéshez, így közvetve rávilágítsanak a tervezési alapértékek (mértékadó árvízszintek) számításának paradigmaváltására.

Véleményem szerint az árvízi fejlesztési irányokra történő javaslattétel a vízügyi szolgálat feladata. Természetesen a fejlesztések megfogalmazása komoly tervezést és felkészülést igényel, amelynek során minél pontosabban meg kell állapítani a társadalmi igényeket és ezekhez kell társítani a minél költséghatékonyabb műszaki beavatkozásokat.

A **3. főfejezetben** elemeztem az elmúlt 50 év hazai árvízvédelmi stratégiai irányainak változását, valamint a vízgazdálkodás kihívásait az éghajlatváltozás tükrében.

Véleményem szerint jelenleg a hazai vízgazdálkodás fontos feladata, hogy biztonsági szempontok alapján differenciáltan alkalmazza az árvízvédelmi fejlesztéseket a lakosság, védett értékek és mezőgazdasági területek igényeihez igazodva, annak érdekében, hogy a beruházások gazdaságosak és a védelmi rendszer fenntartható legyen. A fenntartható árvízvédelemnek azt az alapkövetelményt kell teljesítenie, hogy képes legyen több szinten és több területen figyelemmel kísérni a vízgazdálkodás fejlődését, és azonnal lépni a veszélyes helyzetek kialakulásának megelőzése vagy a károk csökkentése érdekében.

Mivel olyan természetföldrajzi és hidrológiai környezetben élünk, dolgozunk és tervezünk, ahol az időjárási feltételek változóak, és akár éven belül is változhatnak, ezért olyan létesítményeknek és gondolkodásmódnak van helye a vízügyi ágazatban, ami komplex módon kezeli ezeket a változó feltételeket.

A Föld légkörének összetételét és a benne lezajló áramlások alakulását számos külső és belső tényező befolyásolja. Éghajlati jellemzőink rövidtávon gyorsan változhatnak, ami nehezíti az éghajlatváltozás hatásainak igazolását és annak megállapítását, hogy ezek hogyan befolyásolják az emberi tevékenységet.

A globális felmelegedést valószínűsítő tudományos bizonyítékok azonban egyre gyarapodnak és közben a klímaváltozás folyamatáról és lehetséges következményeiről is egyre többet tudunk. A Föld légköre szoros kapcsolatban áll a természeti környezet más részeivel, mint például az óceánokkal, a jégtakarókkal, a szárazföldi rétegekkel és az élővilággal.

A külső tényezőkben – a Naptól érkező sugárzásban a Föld keringésében – végbemenő változások és az említett kölcsönhatások eredményeképpen az éghajlat változott és jelenleg is változik.

Az emberi tevékenység hatása az utóbbi mintegy kétszáz évben érte el azt a mértéket, amellyel már a földi légkör, illetve tágabb értelemben a földi környezet állapotának alapvető megváltozását idézheti elő. Az ipari forradalom időszakában a fosszilis tüzelőanyagok – szén, kőolaj, földgáz – egyre nagyobb mennyiségű felhasználása, valamint az ipari tevékenység által kibocsátott, az ózon réteget károsító anyagok légkörben történő felhalmozódása miatt, a légkör korábbi évezredekre jellemző állapota megváltozott. Tény, hogy a globális éghajlatváltozás időszakonként szélsőséges környezeti körülményeket idézhet elő. A környezeti változás jelentős hatást gyakorolhat a társadalomra, ezen belül a vízgazdálkodás, árvízvédelem vagy a mezőgazdasági tevékenység feltételeinek gyökeres módosulása révén.

Hazánk vízgazdálkodását szintén befolyásolják az éghajlatváltozás által kiváltott szélsőségek. Ezek kiváltó okai közül a hőmérséklet és ezzel szorosan összefüggő csapadék van a legnagyobb és legközvetlenebb hatással, így ezek jellemzőit mutattam be részletesen.

Részletesen bemutattam a tervezési alapadatként szolgáló mértékadó árvízszint számítást, az árvízcsúcs-csökkentő tározók szerepét, valamint a nagyvízi mederben tervezett beavatkozásokat és azok árvízszint csökkentő hatását.

A tervezett beavatkozásokon és számításokon túl hosszú idősoros adatok felhasználásával elemeztem a hazai folyók árvízszint növekedésének okait. Az árvízszintek emelkedésében befolyásoló tényezőként nem csak az időjárási szélsőségek gyakoriságának drasztikus növekedése, hanem a nagyvízi medrek elhanyagolt, így lefolyást gátló állapota jelentkezik. A természeti folyamatok változása és az emberi beavatkozások miatt az árvizek előfordulási valószínűsége a közelmúltban emelkedő tendenciát mutattak. Hazánkban az elmúlt 20 évben új legnagyobb vízszintek alakultak ki a Dunán 3 alkalommal (2002, 2006, 2013), a Tiszán 5 alkalommal (1998, 1999, 2000, 2001, 2006), de a Sajón, a Hernádon (2010), valamint a Murán (2014) és a kisebb vízfolyásokon is. Az új rekordvízszintek nagy kihívást jelentettek az árvízvédelmi feladatokat ellátó vízügyi szolgálat részére.

Az elmúlt 20 évben több mint 50 vízmércén haladta meg az árvíz az addigi rekordokat. A kutatások bebizonyították, hogy a helytelen területhasználatok, a hullámterek, holtágak, mellékágak feltöltődése és a klímaváltozás miatt emelkedő árvízszintek egyre több területet fognak veszélyeztetni a nyílt ártereken. Ha ez a folyamat nem áll meg, a nagyvízi meder területe folyamatosan nőni fog és az árvizek a töltések magassági biztonságának csökkenése miatt növekvő veszélyt jelentenek a védett településekre. Annak érdekében, hogy a bekövetkező kár mérsékelhetővé váljon, nem elegendők (és nem finanszírozhatóak) a hagyományos fejlesztések (töltés vagy tározóépítés) szükség szerint változtatni kell a területhasználatokat. Az emelkedő árvízszint oka, hogy a szűk, beépített hullámtéren a növényzet túlzott elszaporodásából adódó rossz lefolyási körülmények visszaduzzasztást eredményeztek.

Az árvízszintek ma már mintegy 1,5-2 méterrel haladják meg a 20. század derekáig észlelt maximumokat. Ez azt is jelenti, hogy a védvonalak jogszabálynak megfelelő kiépítettsége 67%-ról kevesebb, mint 20%-ra csökkent.

A hullámterek szélesítése csak egy-egy kisebb folyószakaszon jelent megoldást, de az árvizek biztonságos levezetésére általános megoldást nem tud nyújtani. Az árvízi biztonságának a vízszintemelkedések miatti csökkenése egyre inkább valószínűsíti, hogy lesznek kivédhetetlen árvizek, és az így keletkező árvízkarok nagyságrendekkel növekednek.

A védekezési, kárelhárítási és újjáépítési költségek nagy terhet róttak az országra. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy Magyarországon az elmúlt 120 évben csak azokon a töltésszakaszokon következett be gátszakadás, amelyek nem feleltek meg az előírásoknak.

A **4. főfejezetben** nemzetközi példák alapján mutattam rá az országok árvízvédelmi képességeit befolyásoló tényezőkre és árvízvédelmi stratégiai jellemzőire.

Európában a súlyos árvizek gyakorisága érezhetően megnövekedett. A közepes és nagyobb méretű villámárvizek száma több mint kétszeresére nőtt az 1980-as évek végéhez képest. Az éghajlatváltozás okozta változások jelentős szerepet játszanak, mivel hatással vannak a csapadék eloszlására, az időjárásra és a tengerszint emelkedésére, amelyek következtében egyre gyakoribb és súlyosabb árvizek következnek be.

Az egyre súlyosbodó árvízi veszélyek kezelése érdekében az Európai Parlament és a Tanács 2007. október 23-án hatályba léptette az árvíz kockázatok értékeléséről és kezeléséről szóló 2007/60/EK irányelvét. Az Irányelv egészen új megközelítést igényelt a tagországoktól. Az eddigi „követő” magatartás helyett a vízkárookra történő minél pontosabb felkészülést és a megelőzést helyezte a középpontba.

Annak érdekében, hogy a hazánkban megkezdett útnak, a kockázati értéken történő tervezésnek a helyességét alá tudjam támasztani, vizsgáltam az Európai Unió tagállamai által elkészített veszély és kockázati térképeit, valamint az Irányelv végrehajtása során tett erőfeszítéseit. Ezen felül megvizsgáltam a nemzetközi viszonylatban a veszélytérképezés módszertanát, a differenciálás esetleges módszereit, ezért levelet küldtem a Belügyminisztérium segítségével a nemzeti vízigazgatóknak. A levelet olyan országoknak küldtem ki, amelyeknek hidrológiai, domborzati viszonyai hasonlítanak Magyarországra és a válaszokból következtetéseket tudok levonni a hazai árvízvédelem tekintetében. Az alábbi országokat választottam ki: Csehország, Ausztria, Lengyelország, Szlovákia, Hollandia.

Az elmúlt évtizedekben, Európában egyre gyakoribbá váltak az árvizek, különösen az elmúlt években figyelhető meg az a tendencia, hogy az 1980-as évek végéhez képest sokkal több közepes vagy nagyobb léptékű villámárvizet kellett regisztrálni.

Az éghajlatváltozás által előidézett esőzési trendek Európa-szerte változatosak. Az előrejelzések azt mutatják, hogy Észak és Közép - Európában várhatóan növekedni fog az éves csapadékmennyiség. Magyarországon a téli csapadékmennyiség az elmúlt két évtizedben már több mint 10%-kal növekedett.

Az árvízi kockázatok csökkentésére más megoldások is léteznek, amelyek a szürke és zöld infrastruktúrákon túlmutatnak. Ilyen megoldások a földhasználat váltás, a tudatosságnövelő tevékenységek és az árterületen élők biztosítási lehetőségei. Ezek az eszközök a nem szerkezeti intézkedések kategóriájába sorolhatók.

Az árvízvédelmi irányelv egyik jelentős eredménye az árvíz kockázat meghatározásának szabványosítása, amely figyelembe veszi az árvíz esemény bekövetkezésének valószínűségét,

valamint az esemény által okozott hatásokat az emberekre, a környezetre, a kulturális örökségre és a gazdaságra. A felelős pénzügyi tervezés elvei azt diktálják, hogy a szakpolitikai célok konkrétak, mérhetőek, relevánsak, teljesíthetőek és határidőhöz kötöttek legyenek. Az árvízvédelmi irányelv 7. cikke kötelezi a tagállamokat arra, hogy hatékony árvízkezelési célakat állapítsanak meg, majd ezeket a célokat szolgáló intézkedéseket is beépítsék az árvízkezelési terveikbe.

Az árvízvédelmi irányelv nem írja elő az éghajlatváltozás hatásainak figyelembevételét az árvízkezelési tervképzése során. Az összes tagállam az árvízvédelmi irányelv által előírt három valószínűségi eseményen alapuló árvíz-forgatókönyvet használta a kockázatok feltérképezése során, amelyek a „valószínű visszatérési idő” vagy a százalékos esélyek alapján adják meg az árvíz bekövetkezésének valószínűségét. Azonban ezek a statisztikai adatok csak a múltbeli meteorológiai és hidrológiai mintázatokat veszik figyelembe, és nem tükrözik az éghajlatváltozás jövőbeli hatásait. A jövőbeni időjárási viszonyok figyelembevételéhez olyan előrejelzésre van szükség, amelyek képesek figyelembe venni az éghajlatváltozás lehetséges hatásait az árvízgyakoriság és súlyosság terén.

Az árvízi védekezés két nagy csoportra bontható, melyekkel az **5. és 6. fejezetben** foglalkoztam részletesen. Az egyik csoportot alkotják mindazon beavatkozások, amelyek az árvízi terhelést csökkentik, ezáltal csökkentik az árvízvédelmi töltésre háruló nyomást. A másik csoportot képezik azok az intézkedések, amelyek a töltés árvíz elleni ellenálló képességét növelik.

A két intézkedési csomag egyaránt hat a töltés mentett oldali kockázatára. Ezt a kockázatot számításokkal fogom igazolni. A Tisza-völgyben kiválasztottam egy ártéri öblözetet, amelyre minden fent bemutatott hatás számítható.

A vizsgálataimhoz a szolnoki ártéri öblözetet választottam, mivel ezen területen töltésfejlesztések, nagyvízi mederkezelési beavatkozások, árvízcsúcs csökkentő tározó építés is megvalósult, így minden ellenállást növelő és terhelés csökkentő hatás kimutatható. Vizsgálatom célja az volt, hogy ezen beavatkozások mentett oldali kockázatokra vonatkozó hatását számítsam és bizonyítsam azt, hogy a kockázat alapú árvízvédelmi tervezés a leghatékonyabb a hazai folyóinkon.

Részletesen bemutattam az ártéri öblözet védelmi rendszerének fejlődését, valamint kigyűjtöttem azokat az árvizeket, amelyek akkoriban minden addiginál magasabb vízzszinttel vonultak le a Tisza szolnoki szelvényében. Megállapítható, hogy az előző évszázadban tapasztalt árvízszint növekedés miatt a töltések magassági hiánya növekedett, bár voltak fejlesztések az időszakban az előző tervezési szintekre, de ezek magassága továbbra sem

megfelelő. A gyors vízszintemelkedés miatt a kiépítési szintek magassága gyorsan túlhaladottá vált.

Számításaimat az árvízi veszély és kockázati térképek felhasználásával végeztem el. Vizsgálataimat a hatályos mértékadó árvízszinthez viszonyított 10 cm-es léptékekben végeztem el a MÁSZ-360 cm – MÁSZ+150 cm-es tartományon.

A számításom lényege az, hogy minden egyes 10 cm-es léptékhez megvizsgáltam azt, hogy a töltésfejlesztés, védekezés és szükségtározás milyen kombinációjával lehet elérni a kívánt szintet úgy, hogy annak bekerülési költsége legyen minimális a hozzá tartozó mentett oldali kockázatcsökkenést figyelembe véve.

A beavatkozások költségeinél az elmúlt 10 év védekezéseit és töltésfejlesztéseit vizsgáltam, abból határoztam meg a bekerülési költségeket. A szükségtározás költségeinél a Tisza üzemirányítás projektben alkalmazott költségbecslést alkalmaztam.

A számítás során a célkitűzésem az volt, hogy az adott szint eléréséhez tartozó bekerülési költség és a mentett oldali, öblözeti maradó kockázat legyen minimális. Ehhez vizsgáltam a szint eléréséhez vezető legköltséghatékonyabb utat. Ezek figyelembe vételével meghatároztam azt a szintet, ami esetében az ártéri öblözet először védhetővé válik a töltésfejlesztés, védekezés és szükségtározási beavatkozásokkal.

Ez azt is jelenti, hogy az öblözet teljes védelme szempontjából természetesen a hatályos jogszabályban előírt, magassági biztonsággal megnövelt értékére történő fejlesztés a hosszú távú cél, viszont a mentett oldali kockázatokat figyelembe vevő árvízszint számítás eredményeképp egy közbenső kiépítési szint adódik költség-kockázat szempontjából az optimális értéknek.

Ezt az értéket véleményem szerint be lehet építeni a jelenleg hatályos jogszabályba úgy, hogy rövidtávon elérendő célként határozzuk meg azzal a kikötéssel, hogy a végleges, teljes kiépítést a jogszabályban előírt 100 évente egyszer előforduló árvízhozamból képzett árvízszint jelenti. Részletesen foglalkoztam az ellenálló képesség csökkenését okozó, árvízvédelmi rendszert alkotó vasbeton árvízvédelmi fallal, amelynek roncsolásmentes beton vizsgálatával becsülhető annak védőképessége. Egyetemi éveim alatt részt vettem egy kutatásban, amely a beton szerkezetek roncsolásmentes szilárdságvizsgálatával foglalkozott. Az ott elért eredmények és következtetések felhasználásával terepi mérést végeztem a kiválasztott ártéri öblözet árvízvédelmi fala esetében és meghatároztam a műszaki állapota miatti mentett oldali kockázatcsökkenés hatását.

Schmidt kalapácsos roncsolásmentes betonvizsgálataimat a szolnoki ártéri öblözet Szolnok belterületén található, a várost védő árvízvédelmi falon végeztem el 2023 kora tavaszán. A

visszapattanási értékekből megállapítható, hogy a parapetfal egymás melletti két dilatációs tagja (Tisza jobb part, 10.02. árvízvédelmi szakasz 65+400 tkm) esetében jelentős szilárdság csökkenés tapasztalható, így a szakasz szilárdsági szempontú mértékadó keresztmetszelyét erre az alacsony visszapattanási értékű helyre vettem fel.

A védvonal ilyen pontjait, ahol a tönkremenetel nehezen vagy nem számszerűsíthető, szinguláris helyeknek nevezhetjük. A védvonal ezeken a pontokon jelentősen másképp viselkedik, és nem tudjuk mérlegelni a biztonságot. Ennek érdekében fel kellett mérnem, hogy az adott helyen esetlegesen végbemenő töltésszakadás milyen területeket önt el, milyen mélységben. Az előbb felsoroltakon túl kiemelendő szempont a környezetében élő lakosság kitelepítése is.

Az esetleges töltésszakadás által okozott mentett oldali hatások és beavatkozások megfogalmazására lokalizációs tervet kell készíteni, melynek fő célja a töltésen kitörő víz minél kisebb károkozással a folyóba történő visszavezetés. Megvizsgáltam azt is, hogy a lokálisan gyenge szakasz környékén felvett szakadás milyen elöntéseket okozhat.

Helyszíni vizsgálataim rávilágítanak arra, hogy az árvízvédelmi rendszerben fellelt lokálisan gyenge szakaszok védőképességének helyreállítása rendkívül fontos és elengedhetetlen feladat. Ez arra is rámutat, hogy a jól szervezett operatív védekezés végrehajtása pontosan ezek miatt a lokálisan gyenge szakaszok miatt egyre jobban felértékelődik, a megfelelő szaktudású és tapasztalattal rendelkező szakember utánpótlás elengedhetetlen egy sikeres védekezés végrehajtásához.

Összegzett következtetések

Doktori értekezésemben részletesen foglalkoztam a hazai vízkárelhárítás legfontosabb és általam legaktuálisabbnak ítélt kérdéseivel. **Rávilágítottam** arra, hogy az éghajlatváltozás okozta szélsőségek növekedése az árvizek előfordulási valószínűségében és a levonuló árhullám magasságában is tetten érhető.

Kutatásom során **megállapítottam**, hogy létezik olyan nemzetközi példa, amely mutatja a hazánkban alakuló, a tervezési szintre vonatkozó paradigmaváltás helyességét.

Számításokkal alátámasztva bizonyítottam, hogy az ártéri öblözeteinket először a tározással, operatív védekezéssel és kockázati alapon meghatározott árvízvédelmi szintre történő töltésfejlesztéssel védhetővé kell tennünk, mivel a szűkös fejlesztési költségeink mellett ez az egyetlen közeljövőben elérhető és hosszú távon fenntartható és a megoldás.

Rávilágítottam és helyszíni mérésekkel bizonyítottam, hogy a lokálisan gyenge szakaszokat kell először detektálnunk és fejleszteniük, mert e kritikus helyek felszámolásakor kis fejlesztési költség ráfordításával jelentős mentett oldali kockázatsökkenés érhető el.

Megállapítottam, hogy öblözeti szinten a szükségtározás, operatív védekezés és a töltésfejlesztés kockázatsökkentő hatása számítható, és a három beavatkozás típus megfelelő kombinációjának kiválasztásával elérhető az öblözeti egyenszilárdság és a fejlesztési forrásokhoz társítható maximális mentett oldali kockázat csökkenés.

Új tudományos eredmények

1. **Javaslatot tettem** jogszabály módosításra, melynek célja, hogy a védekezést a hatályos jogszabállyal ellentétben, a kockázati értékek figyelembe vételével egy közbenső, védhető szint kialakítására (beütemezésére) kell alapozni. **Bizonyítottam**, hogy nem csak országosan, hanem öblözeten belül is prioritálni kell a fejlesztési megoldásokat és forrásokat, amely lehetővé teszi egy gazdaságosan és megnyugtató biztonsági szinten üzemelő árvízvédelmi rendszer kialakítását.
2. Elemzéseimre alapozva **megállapítottam**, hogy az időjárási szélsőségek növekedése miatt hazánk árvízvédelmi rendszerének további, hatékony fejlesztéséhez paradigmaváltás szükséges, melynek alapját a kockázati értéken alapuló árvízvédelmi tervezés adja.
3. **Megállapítottam**, hogy az Európai Unió Árvízi Irányelve egységesítette a tagállamok árvízi kockázat számítási metodikáját és rámutatott arra, hogy fejlesztéseink tervezésénél nem csak a hidrológiai adatokat kell elemeznünk, hanem azt is, hogy beruházásainkkal milyen mértékű kockázatot tudunk csökkenteni a mentett oldalon. Hazánkban elkezdett út helyességét alátámasztották a nemzetközi tapasztalatok, mely szerint kockázati alapra helyezük a hangsúlyt fejlesztéseink tervezésekor.
4. Kutatásaimra alapozva **bizonyítottam**, hogy a jövőben alkalmazandó árvízvédelmi fejlesztéseink esetében nem csak a száz évente egyszer előforduló árvízre történő töltésfejlesztést, hanem a szükségtározást, a lokálisan gyenge szakaszokat és az operatív árvízi védekezést is figyelembe kell vennünk, növelve ezzel a védekezés hatékonyságát. Azt is bizonyítottam, hogy a tisztán hidrológiai statisztika mellett szükséges az árvízvédelmi rendszerünkben rejlő biztonsági tartalékaink számszerűsítésére és a védőképességbe történő figyelembe vételére.

A kutatási eredmények gyakorlati felhasználhatósága

Doktori értekezésemben részletezett kutatási eredmények gyakorlati felhasználhatóságát az alábbiakban foglalom össze:

1. Támogatja a vízkárelhárítás és katasztrófavédelmi szakterület felelős vezetőinek döntéshozatalát, valamint hozzájárulhat a kockázati értéken alapuló árvízvédelmi szintek meghatározásánál a szemléletváltásukhoz.
2. Adatokkal és számításokkal alátámasztott információkat tartalmaz a differenciált árvízvédelmi előírások alkalmazhatóságát tekintve országosan és öblözeti szinten is.
3. Alapul szolgálhat Magyarország árvízvédelmi rendszerének jövőbeni fejlesztéseinek tervezésében.

Ajánlások

Kutatási eredményeim megfontolását és a mindennapi munkavégzésbe történő beépítését az alábbiaknak ajánlom:

1. hazai vízkárelhárításban dolgozó kollégáknak,
2. vízügyi kutatásokkal foglalkozó oktatási és kutató intézmények oktatóinak, kutatóinak és hallgatóinak.
3. önállóan védekező települések polgármestereinek és műszaki kollégáinak,
4. az Országos Vízügyi Főigazgatóság és a Vízügyi Igazgatóságokon dolgozó, árvízvédelmi fejlesztések meghatározásával foglalkozó kollégáinak.

A témakörből készült publikációk jegyzéke

Lektorált könyv, pályázat, jegyzet

1. Dobó Kristóf: Árvízi veszély-, és kockázati térképek használata, Árvízvédelmi ismeretek, ISBN 978-963-498-231-9, 699-722. oldal.

Lektorált szakmai folyóiratcikkek

Magyarországon megjelenő idegen nyelvű folyóiratban

2. Dobó Kristóf - Tóth Rudolf: The Role of the Hungarian Defence Forces Skills in the Protection against Water Damages – The Extraordinary Flood on the Danube River

2013, Műszaki Katonai Közlöny, ISSN 2063-4986; 2019; 29. évfolyam; 3. szám; 55-65. oldal; DOI 10.32562/mkk.2019.3.1.

3. Dobó Kristóf: The necessity of the riverbed management treatment in the mirror of the introduction of the differentiated flood-prvention, Katonai Logisztika, ISSN 1588-4228; 2020, 28. évfolyam; 3. szám; 141-149. oldal, DOI 10.30583/2020.3.141.
4. Dobó Kristóf: The flood protection developments on Sajó-Hernád rivers is relation to the 2020 flood event, Katonai Logisztika, ISSN 1588-4228; 2021, 3-4. szám; 98-108. oldal, DOI 10.30583/2021-3-4-098.

Magyar nyelvű (MTA besorolás szerinti A, B, C, D kategóriájú) mértékadó folyóiratban

5. Dobó Kristóf: A hazai árvízvédelmi stratégia főbb irányai, Műszaki Katonai Közlöny; ISSN 2063-4986; 2019.; 29. évfolyam; 2. szám; 133-144. oldal; DOI 10.32562/mkk.2019.2.11.
6. Dobó Kristóf: Differenciált árvízvédelem Magyarországon, Hadmérnök, ISSN 1788-1929; 13. évfolyam; 4. szám; 184-189. oldal.
7. Dobó Kristóf: Változások kora az árvízvédelemben, Műszaki Katonai Közlöny, ISSN 2063-4986; 29. évfolyam; 1. szám; 57-64. oldal; DOI 10.32562/mkk.2019.1.5.
8. Dobó Kristóf - Göncz Benedek - Iványi Krisztina: Az árvíz- és belvízvédelem országos helyzetképe, Hidrológiai Közlöny, ISSN 0018-1323; 100. évfolyam; 1. szám; 5-19. oldal.

Szakmai-tudományos életrajz

1988. augusztus 2-án születtem Mosonmagyaróváron. Szüleim a Dunakiliti duzzasztómű építésében részt vettek, valamint apai ági nagyapám volt többek között a Kiskörei vízlépcső egyik tervezője volt, így egy többgenerációs vízépítő család legfiatalabb tagja vagyok.

Általános iskolai tanulmányaimat a székesfehérvári Kossuth Lajos Általános Iskolában végeztem, majd a Ciszterci Rend Szent István Gimnáziumában szereztem kitűnő érettségi bizonyítványt.

Német nyelvből 2005-ben, angol nyelvből 2008-ban középfokú, „C” típusú nyelvvizsgát szereztem.

A gimnázium után a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szereztem BSc diplomát, majd ezután a mesterszakot is elvégeztem kiváló minősítéssel, így okleveles szerkezet-építőmérnök a végzettségem.

Az egyetemi éveim alatt a beton roncsolásmentes szilárdságvizsgálatához kapcsolódó kutatásba is bekapcsolódtam, amelynek eredményéből írt Tudományos Diákköri Konferencia dolgozattal országos 3. helyezést értem el 2012-ben.

Az egyetemi tanulmányaim befejezése óta, 2012-től az Országos Vízügyi Főigazgatóságnál dolgozom. A Központi Ügyeleten, majd az Árvízvédelmi Főosztályon helyezkedtem el, 2016-tól a főosztály vezetőjeként dolgozom.

2015-ben elvégeztem az Eötvös József Főiskola Árvízvédelmi és belvízvédelmi szakmérnöki képzését is.

2017-ben jelentkeztem a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolába. Komplex vizsgát 2019-ben teljesítettem, abszolutóriumot 2021-ben szereztem.

Szakmai konferenciák rendszeres előadója voltam a képzés teljes hossza alatt, előadtam az Országos Vízügyi Főigazgatóság, a Magyar Hidrológiai Társaság, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem által szervezett eseményeken is. Rendszeres vendégelőadó vagyok a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Karának képzésein.

Szakmai munkáim közül kiemelendők az árvízi veszély és kockázati térképezés projekt vezetése, nagyvízi mederkezelési tervek és a lokalizációs tervek elkészítésében történő részvétel. A mértékadó árvízszint újraszámításában, a Tisza-völgyi Árvízi Elemző Központ kialakításában és a felső-Tiszai kommunális hulladék elfogó kialakításában és is tevékenyen részt vettem.

A felsorolt vízkárelhárítási beavatkozásokban részt vettem az Országos Műszaki Irányító Törzs munkájában 2016-ig vezető műszaki ügyeletesként, 2016-tól törzsvezető-helyettesi beosztásban:

- 2013-as rendkívüli dunai árvízi védekezésben,
- 2014-es Dráva, Mura árvízvédekezésben,
- 2014-es és 2018-as Balaton vízkilendülés elleni védekezésben,
- 2017-es Szerb-horvát közös Duna-szakasz és a hazai Tisza-szakasz jégvédekezésében,
- 2018-as Ráckevei-Soroksári Duna-ág vízminőség kárelhárítási védekezése – Kvassay szivattyútelepen szivattyú provizórium kiépítésében,
- 2019-es Hableány hajó kiemelésének koordinációjában,
- 2020-as Balaton vízvirágzása miatt elrendelt vízminőség kárelhárítási kotrásban,
- 2020-as Szigetszentmiklós olajszennyezés miatt elrendelt vízminőség kárelhárításban,
- 2021-es Szamos nehézfém szennyezés miatt elrendelt vízminőség kárelhárításban,
- 2022-es aszály elleni védekezésben,
- 2023-as Sió-csatorna hajózási program végrehajtásában,
- 2023-as Rába-Dráva-Mura árvízvédekezésben.

Szakmai munkám elismerésül 2022-ben a Magyar Hidrológiai Társaságtól Pro Aqua emlékérmét kaptam.

Budapest, 2023. augusztus 11.

.....
Dobó Kristóf