

**THE IMPORTANCE OF FLOOD HIROLOGY
IN ENVIRONMENTAL PROTECTION****AZ ÁRVÍZHIDROLÓGIA JELENTŐSÉGE A
KÖRNYEZETVÉDELEMBEN**KERÉK Gábor¹**Abstract**

The fight against river floods is a historical heritage in our country. Hungary is constantly exposed to the anomalies of surface water entering the country in both quantitative and qualitative aspects. We have been living together for centuries with the destructions of waters and we strive to mitigate their harmful effects. Recently, floods have also become an environmental factor due to overuse of river basins, urbanization and anthropogenic impacts. In this paper, the author analyzes the importance of hydrologic forecasts for operational water quality remediation operations, as well as the importance of hydrologic statistical studies onto the determination of the relevant flood level in context with the planning and permitting tasks. Finally presents - in context with last year's "Hableány disaster" - the relationship between hydrology and environmental protection by representing its hydrological and flow regulational aspects.

Keywords

hydrology, flood protection, environmental protection, hydrologic forecasting, PET-cup, Hableány-disaster, Danube flooding, flow regulation

Absztrakt

Hazánk történelmét végigkíséri a folyók elöntései elleni küzdelem. Magyarország folyamatosan kitett az országba érkező felszíni vizek mennyiségi és minőségi anomáliáinak. A vizek kártételeivel évszázadok óta élünk együtt, és törekszünk a káros hatásaik mérséklésére. Az utóbbi időszakban a vízgyűjtők túlhasználata, az urbanizáció és antropogén hatások miatt környezetvédelmi tényezővé is váltak az árvizek.

A szerző ebben a cikkben elemzi a hidrológiai előrejelzések fontosságát a folyók operatív vízminőségi kárelhárítási műveleteinek vonatkozásában, valamint a hidrológiai statisztikai vizsgálatok jelentőségét a tervezési-engedélyezési feladatok alapját jelentő mértékadó árvízszint meghatározásában, és a nagyvízi mederkezelési tervek kapcsán. Végezetül a tavalyi évi „Hableány-tragédia” hidrológiai és vízkormányzási feladatain keresztül mutatja be a hidrológia és a környezetvédelem kapcsolatait.

Kulcsszavak

hidrológia, árvízvédelem, környezetvédelem, hidrológiai előrejelzés, PET-kupa, Hableány-katasztrófa, Duna-árhullám, vízkormányzás

¹ kerek.gabor@eduvizig.hu | ORCID: 0000-0002-5804-3594 | doktorandusz / PhD Student | National University of Public Science Doctoral School of Military Engineering / Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola

BEVEZETÉS

A lakosság veszélyek elleni védelme a kezdetektől fogva régi törekvése a társadalmaknak. A különböző államok mindig gondot fordítottak az országuk és annak állampolgárai védelmére. Ez a kezdetekben „csak” az adott ország határainak, szuverenitásának, diplomáciai és szükség esetén fegyveres megóvásában nyilvánult meg. A védelem intézményesített formái eleinte az ország idegen erők behatolása elleni katonai védelmét jelentették, de később kiterjedt a lakosság más jellegű veszélyek elleni védelmére, életének és anyagi javainak megóvására is [1, 132. o.].

Ilyen veszélyt jelent napjainkban a környezet terhelése és károsítása, amelynek az emberek egészségére, életére is komoly kihatása van. A környezetvédelmi világprogramok és egyezmények ellenére, a környezet terhelése olyan méreteket öltött, hogy minden területnek el kell gondolkodnia, hogy hogyan járulhat hozzá a környezet védelméhez. A vizek kártétele az egyik legősibb környezetterhelő tényező. Az árvizek nemcsak a természeti, de az épített környezetet is sújtják. Az emberiség örök törekvése az ellenük való védelem. Az árvizek kezelésének, az ellenük való védekezésnek egyik fontos területe az árvízhidrológia, amely nem csupán egy szakmai terület, hanem a környezeti károk mérséklésének is egy fontos eszköze. Felmerül a kérdés, hogy milyen módon segítheti az árvízhidrológia a környezet terhelésének csökkentését, a környezet védelmét. Kérdés továbbá, hogy milyen szerepe lehet a hidrológiai előrejelzéseknek és elemzéseknek a vízbaleseteket követő vizsgálatokban. A kérdések megválaszolása érdekében bemutatom hazánk árvízi kitétséget, annak általános összefüggéseit a védelmi szférával, majd bemutatom az árvízi előrejelzések és az árvízhidrológiai vizsgálatok jelentőségét a folyóinkat érő szennyezések elleni operatív védekezésben és azok tervszerű prevenciójában. Megvizsgálom továbbá a 2019. májusi Hableány-katasztrófa során elrendelt vízkormányzási beavatkozások hatásait, azok kimenetelét a mentési munkákra.

MAGYARORSZÁG ÁRVÍZI KITÉTTSÉGE ÉS ENNEK KAPCSOLATA A VÉDELMI SZFÉRÁVAL

Hazánk medencejellege okán folyamatosan kitétt az Alpokból és a Kárpátokból érkező vizek mennyiségi és minőségi ingadozásainak. A XVIII. század második felében megkezdődött folyamszabályozási és árvíz-mentesítési munkák megkezdéséig a hegyvidéki területekről leérkező, és a síkvidéken „elterülő” árvizek jelentős területeket öntöttek el. E tény bizonyítéka az ún. „pocsolyatérkép”, mely a Kárpát-medence vízborította és időszakosan vízjárta területeit ábrázolja az árvízmentesítések megkezdése előtt [2]. A vizek hiányából, de sokkal inkább káros többletből fakadó kitétség a civil lakosság és a katonai erő számára is talán a legjelentősebb természeti veszélyforrást jelentette a múltban, és jelenti ma is hazánkban. A múltban a folyók rendezetlensége miatt egyes katonai műveletek végrehajtását közvetlenül nehezítette, vagy lehetetlenné tette el egy-egy árvíz. Ezzel szemben napjainkban a katonai tevékenység e téren sokkal inkább az árvízi védekezés támogatásában jelentkezik.



1. ábra A Kárpát-medence vízborította és árvízjárta területei az ármentesítő munkálatok megkezdése előtt[2]

Jelenleg Magyarország területének mintegy harmada mentesített ártér², ez a tény már önmagában meghatározza az ország árvíz-veszélyeztetettségét. Ez a kiterjedtség napjainkban az árvíz elleni védekezésért felelős szervezetek - Országos Vízügyi Főigazgatóság (továbbiakban: OVF) és az ország területén vízgyűjtőhatárok mentén szervezett 12 területi vízügyi igazgatóság³ - és a Magyar Honvédség együttműködésére erős befolyással bír, hiszen egy jelentősebb árvízi védekezés esetén a katonai erő és eszközállománya számos esetben elengedhetetlen a sikeres védekezés megoldásában. Ennek az együttműködésnek a közelmúlt nagy árvizei során számos jó példája felsorolható. Ilyen volt a Duna-völgyi 2013-as rekordárvíz során pl. Győrújfalú védelmében végrehajtott közös védekezés, a 2006-ban a Tisza-völgyében kialakult hosszú árvízi helyzet közös megoldása a Hármas-Körös torkolati szakaszán, Csépa és Szelevény térségében, vagy a 2001. évi beregi árvíz során tapasztalt együttműködés, melynek során hazánk mindezülig utolsó töltésszakadással járó árvízi helyzetét kellett megoldani a Felső-Tiszán, Tarpa térségében. Valamennyi védekezési munka közös jellemzője volt, hogy sikere jelentős részben a katonai erő hatékony alkalmazásának volt köszönhető, ami kombináltan jelentette az élőerő alkalmazását, és légi, valamint kételtű szállítójárművek használatát. A fent felsorolt három eset mindegyike szintén megegyezett abban, hogy a kritikus helyzet csak a bevetett katonai erő hatékonysága okán volt kezelhető. A vízügyi szolgálat eszköz- és élőerő-állománya egy esetben sem volt elegendő az egyedüli sikeres védekezéshez, kulcsfontosságú volt a közös védekezés. Ezekben az esetekben a Rendőrség közreműködése is elengedhetetlen volt a rend fenntartása érdekében. Ezen túlmenően, a védelmi igazgatás szervei, valamint a civil védelmi szervezetek bevonására is szükség volt. A védelmi feladatok ellátása során tehát megvalósul a védelem komplex rendszerének működtetése. Ennek célja a károk mérséklése, az eszkalálódás megakadályozása és a károk felszámolása, mely egyben a környezet védelmét is szolgálja.

² az a terület, amelyeket az árvizek árvízvédelmi létesítmények hiányában elöntene

³ Észak-dunántúli – Győr, Közép-Duna-völgyi – Budapest, Alsó-Duna-völgyi – Baja, Közép-dunántúli – Székesfehérvár, Dél-dunántúli – Pécs, Nyugat-dunántúli – Szombathely, Felső-Tisza-vidéki – Nyíregyháza, Észak-Magyarországi – Miskolc, Tiszántúli – Debrecen, Közép-Tisza vidéki – Szolnok, Alsó-Tisza vidéki – Szeged, Körös-vidéki - Gyula

AZ ÁRVIZEK ÉS EGYÉB VÍZKÁRELHÁRÍTÁSI ESEMÉNYEK KÖRNYEZETI KOCKÁZATAI

Az árvíz, mely a klasszikus értelmezés szerint a vizek káros mennyiségi többlete, napjainkra elsősorban a vízgyűjtők intenzív mezőgazdasági hasznosítása, másrészt az egyre jellemzőbb urbanizáció és antropogén hatások miatt, több szempontból, környezetvédelmi-környezetterhelési tényezővé is vált. A folyók ár- és hullámterein létesített, vagy illegálisan elhelyezett hulladék napjaink egyik legnagyobb és egyben legköltségesebb kihívását jelenti az árvizek és a hulladék kezelésében. Különösen hazánk keleti szomszéd államai (Ukrajna, Románia) felől érkező folyóink esetében igaz, hogy a felső folyószakaszok árterét (vagy hullámterét) illegális hulladéklerakóként használják, melyeket a hirtelen vízszintváltozások, árhullámok rendszeresen mosnak el, és szükségképpen – úszó hulladékként – a magyar folyószakaszokon hatalmas mennyiségben jelenik meg a zömében műanyag hulladék. Az utóbbi időszak tiszai árvizei (jellemzően a 2006. évi tavaszi árvíz óta) esetében rendszeresen visszatérő problémaként jelentkezik, hogy a vízgyűjtőterület Kárpátaljai felső részéről a levonuló árhullámok jelentős mennyiségű műanyag hulladékot szállítanak a folyó magyar szakaszára. Ezek a környezetterhelési kockázatok számottevő mértékben rendszerint határon túlról érkeznek, ennek okán az ellenük való védekezés szinte kizárólag operatív kárelhárítással oldható meg, azok tervszerű megelőzésére gyakorlatilag nincs mód, a szennyezés haváriaszerű.



2. ábra PET palackkal jelentősen szennyezett uszadék a Tiszán 2010-ben (készítette a Szerző)

Hazai viszonyok között folyóink és kisvízfolyásaink környezetterhelési kockázatait az ipari üzemek szintén haváriaszerű szennyezései jelenthetik. Ilyen volt 2010 októberében hazánk egyik legjelentősebb ipari katasztrófája a MAL Zrt. ajkai vörösiszap-tárolójának gátszakadása, mely a Torna-patak völgyén keresztül a Marcal folyón okozott jelentős környezetszennyezést és természetkárosítást. A haváriaszerű szennyezéseken túlmenően, a mezőgazdasági területekről a vízfolyásokat terhelő diffúz tápanyagterhelés jelenthet további jelentős környezetterhelést, kiváltképp olyan heves vízjárású kisvízfolyásokon, amelyek esetében fennáll a völgyi elöntések veszélye, ahol intenzív mezőgazdasági termelés folyik.

Tipikusan ilyen kisvízfolyás a Cuhai-Bakonyér, amely 2010 tavaszán a Zsófia és Angéla névre keresztelt ciklonok nyomán kialakult árhullámok alkalmával jelentős árvízhozamokat szállított a Bakony É-i lejtőiről. A síkvidéki mederszakaszokon számottevő völgyi elöntés alá kerültek a mezőgazdasági területek, amelyekről jelentős tápanyagterhelés érte a vízfolyást. A 3. ábrán a Cuhai-Bakonyér széles völgye látható Bőny mellett, a 2010. májusában, illetve 2020. márciusában. A képek jól érzékeltetik, hogy a patak medre a jelentősebb árvízhozamokat nem képes kiöntés, és károkozás nélkül levezetni, így az árvíz egy része azt megkerülve a völgyben vonul le. Intenzív mezőgazdasági hasznosítás esetén ilyen esetben növényi tápanyagokban (nitrogén- és foszforformák) gazdag, esetleg növényvédőszerrel szennyezett víz kerül a vízfolyásba, illetve annak befogadójába, amennyiben a teljes kiömlött árvíz tömeg a völgyben marad. Az ilyen jellegű vízszennyezések általános jellemzője, hogy területi kiterjedésük okán monitorozásuk gyakorlatilag nem lehetséges.



3. ábra , A Cuhai-Bakonyér völgye, Bőny, 2020. március, és ugyanaz a helyszín 2010 május 17. (készítette a Szerző)

Hajózható folyóink jellemző környezetterhelési kockázatát jelentik a különböző szénhidrogén-származékok okozta szennyeződések, amelyek szintén a haváriák kategóriájába sorolhatók.

A vízminőségi problémák közös jellemzője, hogy szemben az ár- és belvizekkel, valamint az aszálykárokkal rendszerint nincsenek determinisztikus kapcsolatban természeti tényezőkkel, vagyis vízminőségi kár gyakorlatilag bárhol, bármikor, bármekkora volumenben előfordulhat. Ellentétben egyéb – mennyiségi – vízkárelhárítási eseménnyel (árvíz, belvíz, villámárvíz-helyi vízkár) a vízminőségi káresemények rendszerint közvetlen vagy közvetett antropogén hatások eredményei. Természetesen kedvezőtlen meteorológiai, – biokémiai folyamatok eredményeként természetes okok is kiválthatnak vízminőségromlást, de ezek a jelenségek viszonylag ritkák.

Folyóink hidrológiai jellemzőinek operatív vagy statisztikai vizsgálata a mennyiségi jellemzőkön kívül, számos esetben szolgálhatja a vízminőségvédelem, és ezzel a környezetvédelem érdekeit. Az árvízhidrológia a vízjárás jellemzők statisztikai alapú meghatározásán keresztül fontos alapadatokat szolgáltat a tervezési feladatok, stratégiai tervek megalapozásához. Az árvízi előrejelzés, mint a vízkárelhárítás egyik alappillére kulcsfontosságú döntéstámogató eszköz a vízminőségvédelmi intézkedések előkészítésében.

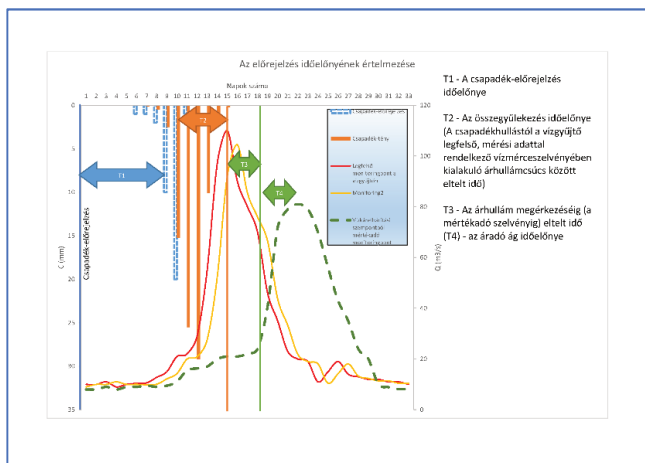
A VÍZKÁROK KÖRNYEZETI KOCKÁZATAINAK CSÖKKENTÉSI LEHETŐSÉGEI MŰSZAKI HIDROLÓGIAI MÓDSZEREKKEL

Az operatív hidrológiai monitoring és előrejelzés szerepe a vízszennyezések kezelésében

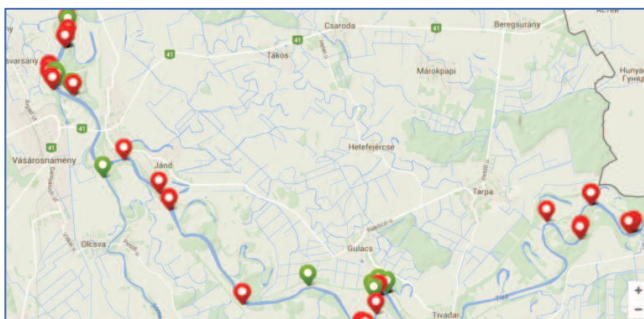
Folyóink és vízfolyásaink vízjárásának mindenkor ismerete és várható alakulásának monitorozása, előrejelzése számos vízgazdálkodási feladat alapja, így az árvízi védekezésért felelős szervezetek munkájában, valamint a katasztrófavédelmi veszélyhelyzeti tervezésben is kiemelt jelentőségű. A vízminőségi kárelhárításban a kritikus védelmi szituációk elkerülését segíthetik a hidrológiai előrejelzések, amelyek segítségével egy-egy meteorológiai-hidrológiai esemény várható nagyságrendje, ezáltal várható hatásai számszerűsíthetők. Az előrejelzések két legfontosabb mérőszáma az ún. védekezési időelőny, és a beválási pontosság. A beválási pontosságot az árvízi előrejelzési gyakorlatban minden esetben egy ún. bizonytalansági sávval jellemezzük, az időelőny alatt pedig egy-egy előrejelzési produktum publikálását és az előrejelzett esemény bekövetkezéséig hátralévő idő megállapítását értjük. Ez az idő egy-egy, esetleg katonai erőt, vagy ágazati operatív beavatkozó egységet is igénylő művelet tervezése és levezénylése szempontjából kritikus fontosságú. Ezt a 4. sz. ábrán szemléltettem. Jól látható, hogy mivel egy-egy hidrológiai eseménynek minden esetben meteorológiai előzményei vannak, a meteorológiai előrejelzés publikálásának időpontja jelenti egy műszaki beavatkozás első becsülhető időszükségletét (az ábrán T1). Az esetek döntő többségében ez az időelőny operatív beavatkozások tervezéséhez nem nyújt megfelelő támogatást, hiszen magában hordozza a meteorológiai előrejelzések által magukban hordozott – olykor jelentős – tér- és időbeni bizonytalanságot; azonban egy-egy esemény nagyságrendi előrebecslésére (korai figyelemfelhívásra, figyelmeztetésre) alkalmas lehet. Egy műszaki beavatkozás (pl. vízszennyezés felszámolására) operatív tervezésére a lehullott csapadékból számított felszíni lefolyás előrejelzési időelőny ad kielégítő támogatást (az ábrán T2), mivel már valós eseményeken alapuló, analitikus meghatározás eredménye. Ez az időelőny természetesen az árhullám levonulásának ütemében növekszik a folyó- vagy vízrendszer alsóbb vízmérceszelvényeiben⁴. Hazánkban az OVF szervezeti keretein belül működő Országos Vízjelző Szolgálat (továbbiakban: OVSz) a felelős szervezet a folyóink vízjárásának előrejelzésére. Eredményeik a <http://www.hydroinfo.hu/> honlapon érhetőek el, diszkrét vízmérceszelvényekben 144 órás időelőnyű folyamatos vízjárás előrejelzést adnak közre. Árvizek levonulásának esetén azonban a helyi védekezésért felelős szervezetek az árvízi védekezés műszaki, logisztikai, gazdasági támogatása érdekében saját előrejelzéseket is készítenek. Közös jellemzőjük az OVSz előrejelzéseivel, hogy diszkrét vízmérceszelvényre korlátozódnak, azonban kiszolgálhatnak speciális helyi igényeket is, és jellemzően csak az árhullámkép előrejelzésére terjednek ki időben. Az igazgatóságokon alkalmazott módszerek a közelmúltig zömében papír alapú grafikus kapcsolat elemzések alapján történtek, azonban az elmúlt évtizedben a számítástechnika, a térinformatika és a hidrológiai monitoring robbanásszerű fejlődése (pl. nagy tér- és időbeli felbontású

⁴ egy folyó vagy állóvíz vízszintjének (vízállásának) meghatározására szolgáló eszköz a folyó meghatározott szelvényeiben telepítve

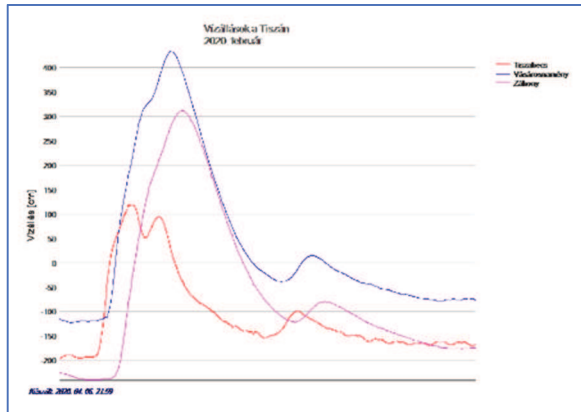
vízhozammérő eszközök, vízszint-távmérés, hidrodinamikai modellek széleskörű elterjedése és alkalmazásuk oktatása a műszaki felsőoktatásban stb.) magával hozta a hidrológiai előrejelzések fejlesztésének igényét is. Ennek eredményeként e szakterületen is megjelentek az online, folyamatos rendelkezésre állású előrejelző modellek, matematikai-statisztikai alapú kapcsolatalemző szoftverek, és a nagy tér- és időbeli felbontású monitoring-rendszerek [3].



4. ábra, Az árvízi előrejelzés időelőnyének értelmezése (szerkesztette: a Szerző)



5. ábra, PET-kupa hulladékmonitoring applikáció képe [4]

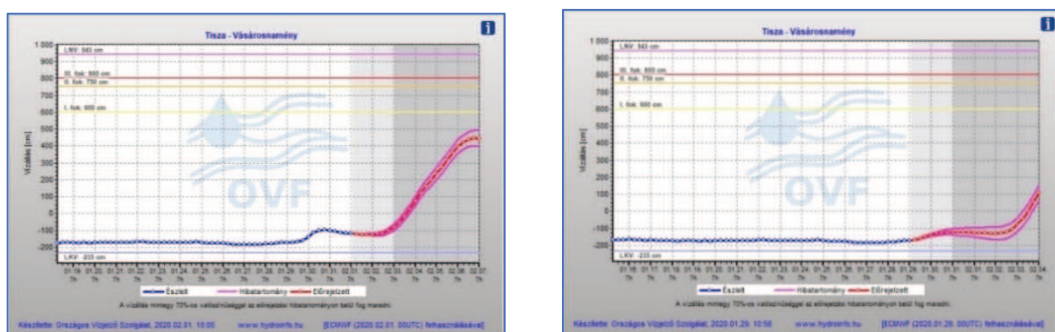


6. ábra Mért vízállások a Felső-Tiszán, 2020. február [5]

Az árvízi előrejelzés mindezek mellett hatékonyan szolgálhatja a vízminőségi kárelhárítást is, hiszen az utóbbi idők tapasztalatai és helyszíni felmérései alapján, főként a Tisza vízgyűjtőterületén továbbra is jelentős a lakosság és az ipar részéről a hulladék felhalmozása a hullámtereken és a folyók vízjárta területein. Számottevő kezdeményezésként említhető az ún. tiszai PET-kupa, amely 2013 óta számos civil kezdeményezéssel hívja fel a figyelmet a probléma súlyosságára, és visszatérő mivoltára [4]. A szemétszedő akciók mellett állami és intézményi támogatással hulladék-monitoring, és ahhoz kapcsolódó adatbázist és vízminőségi mérési programot hoztak létre. Az eredményeket a vízminőségi kárelhárítást végző vízügyi igazgatóságok rendelkezésére bocsátották a védekezés támogatása céljából. Korunk technikai lehetőségeit kiaknázva a hulladék-monitoring adatbázis mobilapplikációkon keresztül is hozzáférhető, és szerkeszthető [4]. Mivel a hulladék annak hullámtéri deponálása okán fokozottan kitett a folyók vízszint-változásaiból fakadó elmosásnak, a védekezés szempontjából a hidrológiai előrejelzések kulcsfontosságúak, mivel egy megfelelő helyen elvégzett műszaki beavatkozással szinte a teljes magyar folyószakaszt mentesíthetik a hulladékszennyezéstől. 2020 februárjának első napjaiban intenzív vízszintemelkedés alakult ki a felső-Tiszán, mely a folyó kárpátaljai vízgyűjtőterületeiről jelentős mennyiségű úszó hulladékot indított útjára Magyarország felé. A magyar szakasz felső vízmércéin mért vízállások a 6. ábrán láthatók. Jól látható, hogy a folyó felső vízmércéin intenzív vízszint-emelkedéseket mértek, amely árvízvédelmi szempontból nem tekinthető jelentősnek, azonban a vízgyűjtők felső szakaszán deponált hulladékot képes volt a hullámterek mélyebb részéről elmosni. Az Országos Vízeljáró Szolgálat az árhullámot 144 óra időelőnyvel, kielégítő pontossággal előrejelezte. A 7. ábrán látható grafikonokon az OVSz által publikált árhullámképeket ábrázoltam, melyeken látható, hogy a Tiszán az árhullám érkezését már a vásárosnaményi tetőzés előtt 8 nappal jelezte a Szolgálat. 5 napos időelőnyvel pedig a tetőzés várható szintje és időpontja is előrejelezhető volt [6]. Ez az időelőny megfelelőnek bizonyult, hogy az OVF és a Felső-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság (továbbiakban: FETIVIZIG) felkészüljön az operatív vízminőségi kárelhárításra, aminek keretében már nem sokkal az országhatár alatt, Vásárosnamény térségében lokalizálni lehetett az árhul-

lámával menetrendszerűen megérkező zömében műanyag hulladékot. Emellett ez az időelőny a lakosság védelme érdekében is jól kiaknázható, hiszen szükség esetén időigényes döntések meghozatalára adhat módot. A művelet során a 8. ábrán látható géplánc segítségével a FETIVIZIG több tonna hulladékot távolított el a folyóból. A feladat sikeres végrehajtása a tervszerűen lebonyolított kárelhárítási munkán túl, nem kis arányban a civil hulladék-monitoringnak, a FETIVIZIG online webkameráinak és megfelelő hidrológiai előrejelzésnek volt köszönhető.

Az operatív hidrológiai monitoring és előrejelzés kapcsolata a környezetvédelemmel tehát meglehetősen szoros a vízminőségi anomáliák kezelése és megelőzése terén is. Azok megelőzésében a hidrológiai és árvízi előrejelzések mellett, a monitoring-adatok hosszú idejű statisztikai vizsgálatait, valamint az azok felhasználásával készült hidrodinamikai modellek tapasztalatait adnak segítséget.



7. ábra Tisza-Vásárosnamény, előrejelzett vízállások, 2020. január 29-február 1. [6]



8. ábra Úszó műanyag hulladék lokalizálása a Felső-Tiszán, 2020. február [7]

Hidrológiai statisztikai vizsgálatok – Mértékadó nagyvízhozamok, és környezetvédelmi jelentőségük

A vízszennyezések elleni tervszerű védekezés alapja töltésezett folyókon, és az azokba torkolló vízfolyások torkolati szakaszain az ún. mértékadó árvízszint (a továbbiakban: MÁSZ). Ennek a vízszintnek a biztonsággal növelt értékére kell valamennyi vízlétesítményt, vagy azzal összefüggésben minden építményt tervezni és megvalósítani a folyók hullámterében, illetve vízjárta területein. Jelentőségéről és jelentéséről a folyók mértékadó árvízszintjeiről szóló 74/2014. (XII. 23.) BM rendelet 1. § (1) (2) bekezdés ír:

1. § (1) A folyók mentén és az azokba torkolló vízfolyások, csatornák visszatöltésezett szakaszain az árvízvédelmi műveket, továbbá a folyók nagyvízi medrét vagy az árvízvédelmi műveket keresztező, vagy a nagyvízi mederben elhelyezkedő építményt, vezetékét vagy egyéb létesítményt (a továbbiakban együtt: létesítmény) a folyókra jellemző hidrológiai viszonyok alapján, az 1. mellékletben meghatározott mértékadó árvízszintek figyelembevételével kell megtervezni, méretezni és megvalósítani.

(2) A mértékadó árvízszint a jégmentes árvíznek az 1%-os valószínűségű vízhozamból származtatott vízszint, amelyet hatévenként felül kell vizsgálni. A felülvizsgálatnak minden esetben meg kell előznie 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 szóló 83/2014. (III. 14.) Korm. rendelet 17. § (3) bekezdésében előírt nagyvízi mederkezelési tervek felülvizsgálatát.

A MÁSZ valamennyi töltésezett folyókon egy vízfelszín-görbe magasságilag abszolút értelmű helyzetét jelenti. Meghatározásának alapja a statisztikailag 100 évente egyszer előforduló (vagy 1%-os előfordulási valószínűségű) nagyvízhozam jelenti, melynek levonulását 1 dimenziós hidrodinamikai modellel szimuláljuk a folyórendszeren.

Az 1%-os árvízhozam meghatározása a műszaki hidrológia egyik legfontosabb alapfeladata, melyet hazánkban a vízrajzi-hidrológiai monitoring-adatok immár 120 éves múltja visszatekintő strukturált tárolása és hozzáférhetősége tesz lehetővé. A szükséges információkat egy-egy vízmérceszelvény vízhozam-idősorainak hidrológiai (matematikai) statisztikai eloszlásvizsgálatával határozhatjuk meg. A Duna és mellékfolyóinak vonatkozásában a legutolsó átfogó hidrológiai statisztikai vizsgálat a 2013. évi dunai rekordárvízvet követően történt, ami a jelenleg hatályos MÁSZ meghatározásának alapja volt. Ennek környezetvédelmi vonatkozásai a jövőben tervezett árvízvédelmi és hullámtéri beruházások vízjogi és környezetvédelmi engedélyeztetési eljárásaiban jelennek meg, hiszen árvízjárta területen bármilyen létesítmény e szintek betartásával tervezhető és engedélyezhető.

Szintén az 1%-os előfordulási valószínűségű árvízhozam az alapja az ún. nagyvízi mederkezelési terveknek (továbbiakban: NMT), melyek a 2013. évi Duna árvíz tapasztalatainak hatására készültek. A Kormány 1979/2013. (XII. 23.) a vízkárelhárítás és az öntözés hatékonyságának növelését biztosító intézkedésekről szóló határozatának 2. pontjában az árvízszintek további emelkedésének megakadályozása érdekében, felhívta a belügyminisztert és a vidékfejlesztési minisztert a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény (a

továbbiakban: Vgtv.), valamint a nagyvízi medrek és a parti sávok hasznosításával és kezelésének rendjével kapcsolatos szabályozás felülvizsgálatára, továbbá a belügyminisztert a nagyvízi mederkezelési tervek elkészítésére [8].

Ezek a nagyvízi mederkezelési tervek 2015-ben elkészültek, és részletes intézkedési programokat tartalmaznak a hullámterek, árterek, árvízlevezető sávok rendezésével, hasznosításával összefüggésben. A nagyvízi mederkezelési terv célja az árvízlevezető képesség hosszú távú biztosítása. Minimális célkitűzés, hogy a kialakuló árvízszintek további növekedését el kell kerülni, mivel az exponenciálisan növeli a kialakuló veszélyhelyzetet. Alapelvként kell tekinteni, hogy a nagyvízi meder elsődleges funkciója a mértékadó vízhozam kártétel nélküli levezetése. Ebben az összefüggésben tehát a környezet védelmét is szolgálja. Az integrált vízgazdálkodási tervezés irányelveit követve a nagyvízi medrek árvízlevezető funkciója mellett, figyelembe kell venni minden olyan tevékenységet, funkciót, amely ezekhez a területekhez kötődik. Az árvízi vízszállító-képesség javítása érdekében lehetséges egyes beavatkozások műszaki, hidrológiai-hidraulikai, hajózási, ökológiai, vízminőségi, vízbázis védelemi, turisztikai, mezőgazdasági erdészeti, halászati, idegenforgalmi várható hatásait értékelni kell [8]. Itt kell feltétlenül említést tennünk a tervek környezetvédelmi vonatkozásairól, mivel azok jó támpontot adnak egy-egy környezetvédelmi beruházás tervezéséhez is.

Az NMT-k a nagyvízi medrek funkcióit az árvízlevezető képesség prioritásait (hidraulikai ellenállás, területhasználatok, beépítettség) figyelembe véve jelölik ki, melyeket 2 dimenziós hidrodinamikai modellek segítségével határoztak meg [8].

A MŰSZAKI HIDROLÓGIA NYÚJTOTTA LEHETŐSÉGEK KIAKNÁZÁSA EGY KÖZELMÚLTBAN TÖRTÉNT HAJÓBALESET TAPASZTALATAI ALAPJÁN

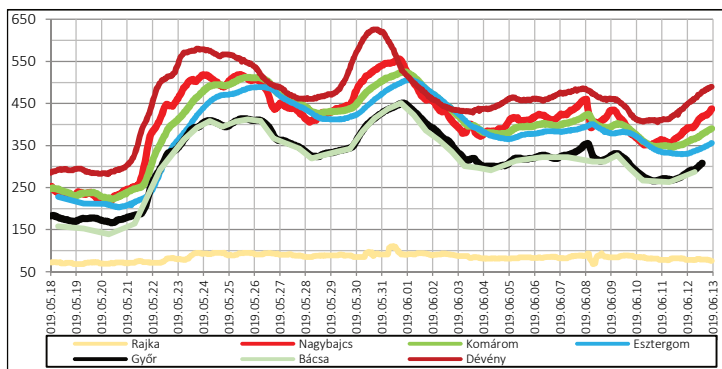
A Budapesti Rendőr-főkapitányság 2019. május 29-én 21:14-kor kapott bejelentést arról, hogy a Dunán felborult és elsüllyedt egy turistákat szállító sétahajó, a Kossuth Lajos tér közelében. Mint később kiderült a Panoráma-Deck Hajózási Kft. által rendezvényhajóként üzemeltetett, 60 ember befogadására képes, 27 méter hosszú, 150 lóerős motorral felszerelt, Hableány nevet viselő hajó volt a balesetben elsüllyedt hajó, amelyen 35-en tartózkodtak, egy dél-koreai turistacsoport 33 tagja és a kétfős magyar személyzet. A balesetet a Viking Sigyn nevű szállodahajó okozta [9].

Az eseményt rögzítő ipari kamerák felvételei és a katasztrófa minden részletét felmérő rendőrségi vizsgálat alapján valószínűsítik, hogy a maximálisan 28 km/h sebességre képes, ezer tonnás Viking Sigyn 13-14 km/h sebességgel utolérve a negyven tonnás Hableányt, a tatjának ütközött, és megperdítette a jóval kisebb méretű hajót majd maga alá gyűrve tovább görgette a víz alatt. Van olyan feltételezés is, hogy nem maga a sebességkülönbség okozta az ütközést, hanem amikor a Viking Sigyn orra a Hableány fara mellé ért, akkor a hajók közötti kis távolság és az erős áramlás miatt Bernoulli törvénye szerint a nagyobb hajó magához „szippantotta” a kisebbiket. A Hableány az oldalára fordult és hét másodperc alatt elsüllyedt [9]. Vizsgáljuk meg a hidrometeorológiai összefüggéseket!

A tragédia napjaiban a következő hidrometeorológiai helyzet jellemezte a Duna vízjárását:

Egy lassan mozgó, hullámozó frontrendszer hatására 2019. május 20-22. között területi átlagban is jelentős csapadék hullott a Duna felső szakaszának térségében, majd a Morva és a Vág vízgyűjtőin. Néhány nap szünetet követően egy dél felől felhúzódó mediterrán ciklon hatására 2019. május 27-29. között területi átlagban ismét számottevő csapadék hullott a Duna több részvízgyűjtőjén és az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (továbbiakban: ÉDUVIZIG) területén. Az ezt követő napokban már sehol nem volt jelentős csapadék. 2019 júniusától pedig lényegében csapadékmentessé vált az időjárás, határozott felmelegedés kezdődött [10].

A csapadék hatására a magyarországi Duna-szakaszon két egymást követő, készült-ségi szintet elérő árhullám alakult ki. Az egyes vízmércéken mért vízállásokat a 9. ábrán követhetjük nyomon:



9. ábra Vízállások a Dunán, 2019. május-június [10]

A balesetet követő napokban megkezdődött műszaki mentést a Terrorelhárítási Központ koordinálta. A hajótest kiemelését több napos műszaki-logisztikai tervezési fázis előzte meg, amiben a hidrológiai – hidraulikai viszonyok feltárása és előrejelzése, valamint intenzív figyelőszolgálat ellátása a vízügyi ágazat (OVF, és a Duna-menti vízügyi igazgatóságok) feladata volt.

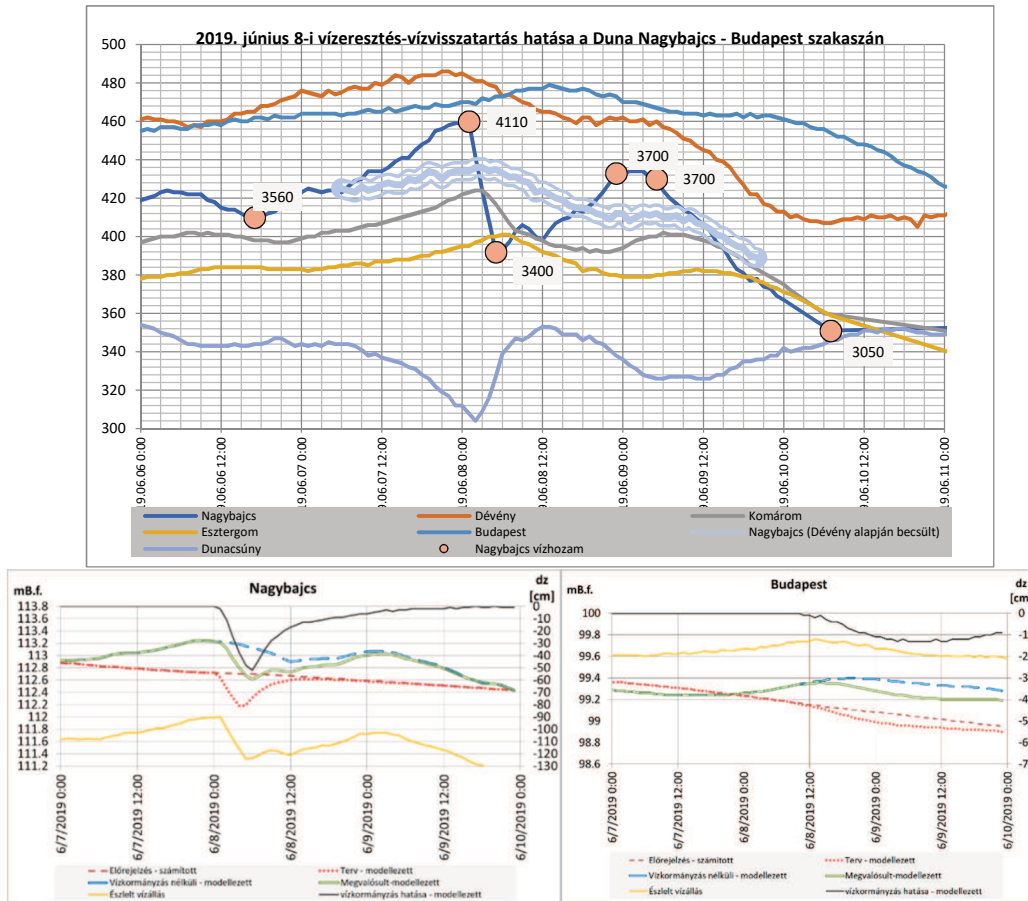
A Dunán a baleset idején levonuló kisebb árhullám a műszaki mentés körülményeit döntően befolyásolta. Vízminőségi kárelhárítás elrendelését is indokoltá tette, hogy a Hableány üzemanyagtartályában lévő mintegy 7 m³-nyi gázolaj potenciális vízszennyezés forrása volt, aminek vízbe jutása elleni lokalizálást a mentéssel egyidejűleg el kellett végezni.

A roncsok megközelítéséhez, feltárásához és kiemeléséhez az akkori vízállás és vízsebesség sem volt megfelelő. A hajóroncs környezetének 3 dimenziós áramlási viszonyait több cég (pl. Norbit) és a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kara is vizsgálta. A hajóroncs kiemelését az akkor a Komáromi Duna híd építésében résztvevő Clark Ádám úszódaru segítségével tervezték a mentés irányítói. A daru azonban a magas vízállás miatt nem tudott a budapesti Margit híd alatti hídnyíláson áthaladni. Ezzel összefüggésben az Országos Vízügyi Főigazgatóság és az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság feladatot kapott annak vizsgálatára, hogy a Duna felső szakaszán, a szlovák fél közreműködésével van-e reális lehetősége egy rendkívüli vízkormányzásnak, amivel elérhető a hajó áthaladásához szükséges vízszintcsökkentés [11].

A feladat teljesítése érdekében az ÉDUVIZIG a kiemeléshez szükséges vízjárási viszonyok rövid ideig történő kedvezőbbé tételéhez kérelemmel fordult a Szlovák Vízügyi Igazgatóság (SVP) Főmérnökéhez, a Magyar-Szlovák Határvízi Bizottság Duna Albizottság Szlovák Tagozatának Vezetőjéhez. A kérés arra irányult, hogy 2019. június 8-án (szombaton) hajnalban 01:00-tól 4 óra hosszan a Bősi Alvízcsatornán az átadott vízhozamot 1000 m³/s-al csökkentésék, ezzel egyidejűleg az Öreg-Dunába átadott hozamot 200 m³/s-al növeljék meg [11].

Várható hatások kimutatása, előrejelzése és megvalósult vízkormányzás, tényleges hatásainak vizsgálatát az ÉDUVIZIG hidrológus és HD⁵ modellezésben jártas munkatársai, valamint a Budapesti Műszaki Egyetem szakértője végezték. A vízkormányzás vízjárásra gyakorolt összegzett hatását a 10. ábrán a modellezett és mért hidrológiai adatok idősoraival szemléltetem. Az ábrán látható, hogy a Dévényi szelvény becsült vízhozama alapján a nagybajcsi vízhozam miként változott a dunacsúnyi tározó vízszintjét is figyelembe véve. Megállapítható, hogy a vízkormányzás előtt a tározó szintjét kis mértékben felemelték, majd a vízkormányzásból adódó csökkentés után vissza is töltötték. Emiatt a negatív árhullám két tényleges árhullám között alakult ki, ami idővel egymásra is futott. A Duna magyarországi felső szakaszán elvégzett vízkormányzás hatására a Duna teljes szakaszán – az árhullám-ellapulás törvényszerűségét követve – egyre kisebb amplitudójú „negatív árhullám” alakult ki, amely a modellezett eredmények szerint mintegy 1 – 1,5 dm-es vízszintcsökkenést eredményezett a Duna budapesti szakaszán a természetes vízjáráshoz képest. Az értékelés előzetes becslését a monitoring adatok visszaigazolták; eszerint a Budapesten elérhető vízszint-csökkenés 10 cm körüli volt. A vízszint-csökkenés időben a vízkormányzás megkezdése után már 12 órával érzékelhető volt Budapesten, a maximális értékét 28-36 óra között érte el. Összefüggésben a kért manipulációval is, a Clark Ádám úszódaru végül sikeres manőverrel átjutott a kritikus szakaszon, majd 2019. június 11-én, 13 napos előkészítő munkát követően kiemelte a Hableány roncsait a Dunából [9]. A hajótestben lévő gázolaj lokalizálására a mentés során nem kerülhetett sor, mivel a Duna áramlási viszonyai miatt az anyag teljes egészében eltűnt a hajó üzemanyag-tartályából, és a napokon át működő figyelőszolgálat sem azonosította a Duna teljes magyar alsó szakaszán. Az esemény jól világított rá a hidrológia, a műszaki mentés és a környezetvédelem szoros összefüggéseire, a hidrológiai előrejelzések és elemzések pedig jól támogatták a komplex mentési munkát.

⁵ Hidrodinamikai modellezés – Számítógépi szimuláció a folyórendszerek hidraulikai vizsgálata céljából



10. ábra 2019. június 8-i vízeresztés-vízvisszatartás hatása a Duna Nagybjacs - Budapest szakaszán, modellezett és mért vízszintek [11]

EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

A tanulmány legfontosabb következtetése az, hogy az operatív és statisztikai hidrológiai analízis jelentősége a környezet védelme szempontjából kiemelkedő fontosságú. Ennek jelentőségét különböző – általános és konkrét védekezési események – vízszennyezési esetek és tervezési-engedélyezési eljárások jogszabályi háttérének vonatkozásában vizsgáltam. Fontosságát alátámasztja, hogy folyóink árvízvédelmi létesítményei, és ezzel összefüggésben valamennyi környezetvédelmi beruházás mértékadó tervezési paramétere, a mértékadó árvízszint is hidrológiai statisztikai vizsgálatok alapján kerülnek meghatározásra. A tiszai hulladékszennyezés során elvégzett kárelhárítási művelet fontos tanulsága, hogy a civil kezdeményezések (és bármilyen, több területet érintő szakmai, katonai és civil szervezet együttműködése) rendkívül eredményesek lehetnek nagy volumenű káresemények elleni

védekezésben, valamint azok megelőzésében. Mindkét konkrét esettanulmány fontos következtetése, hogy az operatív hidrológiai monitoring és előrejelzés a komplex kárelhárítási – műszaki mentési műveletek támogatásának jelentős tényezője.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] HORNYACSEK Júlia: A lakosságvédelem korszerű értelmezése, helye, szerepe a védelmi rendszerben és a védelmi igazgatással való összefüggései. 132. In: Hornyacsek Júlia (szerk.): A védelmi igazgatás rendszere és a honvédelmi igazgatással való kapcsolatának elméleti és gyakorlati összefüggései. Dialóg Campus, Budapest, (2019) pp. 133-152.
- [2] Közöld Környezeti Portál, Magyarország „pocsolyatérképe”; <http://kozold.hu/cikk/magyarorszag--pocsolyaterkepe-/192721/egeszseges-no> (letöltve: 2018.12.01)
- [3] KERÉK Gábor: Környezetbiztonsági kockázatok csökkentése – árvízi elöntési területek kiterjedésének valós idejű előrejelzése – a Rába-vízgyűjtő magyarországi szakaszán. Hadmérnök, v. 14, n. 4, p. 113–125, 16 ápr. 2020.
- [4] Tiszai PET Kupa, Rólunk; https://petkupa.hu/hu_HU/rolunk (letöltve: 2020. április 5.)
- [5] Országos Vízügyi Főigazgatóság: „Magyar Hidrológiai Adatbázis (Egységes online hidrológiai adattároló és adatfeldolgozó rendszer)” Budapest, 2015.
- [6] Országos Vízügyi Főigazgatóság: Országos Vízjelző Szolgálat tárolt képparchívuma, elérhető az Országos Vízügyi Főigazgatóságon (Budapest, Márvány u. 1/D) 2020. Budapest
- [7] Sokszínű vidék, Uszályok állják útját a szemétnak a Felső-Tiszán; <https://sokszinuvidek.24.hu/viragzo-videkunk/2020/02/07/tisza-hulladek-folyo-viz-szem-et-pet-palack/> (letöltve: 2020. április 6.)
- [8] Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: Nagyvízi mederkezelési tervek, tervezési segédlet, elérhető az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságon (Győr, Árpád út 28-32.) 2014. Győr
- [9] 2019-es budapesti hajókatasztrófa: https://hu.wikipedia.org/wiki/2019-es_budapesti_haj%C3%B3katasztr%C3%B3fa (letöltve: 2020. április 10.)
- [10] Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: A 2019. május-júniusi árhullámok hidrometeorológiai jelentése, elérhető az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságon (Győr, Árpád út 28-32.) 2019. Győr
- [11] Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: A „Hableány” hajó katasztrófája kapcsán végzett vízkormányzás kiértékelése, elérhető az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóságon (Győr, Árpád út 28-32.) 2019. Győr