

Az árvizek hatása a vízközmű infrastruktúrára

Jelen cikk a II. ORSZÁGOS TELEPÜLÉSI CSAPADÉKVÍZ-GAZDÁLKODÁSI KONFERENCIÁRA készült „A VÁROSI ÁRVIZEK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A KRITIKUS VÍZIKÖZMŰ INFRASTRUKTÚRA RENDSZEREKBEN” című tanulmány kivonatolt változata.

Mrekva László NKE Víztudományi Kar, Víz-és Környezetbiztonsági Tanszék

Bevezetés

A változó éghajlat az életünk szinte minden területét befolyásolja. A hevesebb és gyakoribb esőzések a világ számos részén gyakori és jelentős áradásokat okoznak. Az elmúlt években lezajlott heves esőzések által indukált árvizek okozta veszteségek jelentősen megnövekedtek a városi területeken. Tovább rontotta ezt a helyzetet az árvíz járta területeken megnövekedett gazdasági tevékenységek jelenléte. A népességnövekedés, a városiasodás, a környezetszennyezés és az éghajlatváltozás hatásai pedig súlyos terhet rónak a vízkészletekre és annak minőségére (Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2016). **A globális változások, főként az időjárási jelenségek szélsőségesessé válása komoly veszélyeket rejt a kritikus infrastruktúra elemekre nézve. Napjainkban a városüzemeltetés szempontjából a globális változások okozta károk a kritikus vízi infrastruktúrák működőképességét, illetve a szolgáltatások folyamatos biztosítását fenyegetik. A káros események a szokásosnál többször okozhatnak fennakadást a települések működésben és a különböző infrastruktúra-szolgáltatásokban, ezzel veszélybe sodorva a település gazdasági működőképességét és a társadalmi szükség kielégítését. A biztonságpolitikai védelmi igazgatási feladatok meghatározása és a jövőbeli intézkedések kialakítása során fel kell készülni kritikus helyzetekre, alternatívák kialakítására.** A cselekvés terén különböző intézkedéseket kell foganatosítanunk az árvízveszély és a vízkárok minimálisra csökkentése érdekében (Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2018).¹

A vízellátás sajátosságait mind fogyasztói, mind szolgáltatói oldalon meghatározzák a települési környezet adottságai.² Egy város vízgazdálkodása nem csupán a lakossági vízellátó rendszereket jelenti, hanem az éghajlatváltozás, a városok terjeszkedése és a vízgyűjtők átalakulása következtében egyre gyakoribbá és pusztítóbbá váló árvizeinek a kezelését is. Sajnos a városi árvizeket illető ismereteink még hiányosak, azok mértékéről és következményeiről korlátozott információ áll rendelkezésre, és nagyon kevés az árvizek következményeinek kezelésére irányuló olyan intézkedések száma, és az olyan tervek kidolgozottsága, amelyek képesek kezelni a problémákat, még mielőtt azok tovább súlyosbodnának. Az árvíz kockázatokkal kapcsolatos információk nélkülözhetetlenek a kritikus infrastruktúrákat fenyegető múltbeli, jelenlegi és jövőbeli áradások általi sebezhetőség megbecsléséhez (De Bruijn et al., 2016).³

A városok olyan összetett rendszerek, amelyekben sokféle, különböző tudományág képviselteti magát, sok egymástól kölcsönösen függő kritikus infrastruktúra elemmel és feladatkörrel. Éppen ezért az **urbanizált területek** egyik legnagyobb **biztonságpolitikai kockázatát a kritikus infrastruktúrák védelme** jelenti.

¹ <https://www.eea.europa.eu/hu/jelzesek/eea-jelzesek-2018-viz-elet/cikkek/vezercikk-2013-tiszta-viz-elet>

² Eördöghné dr. Miklós Mária, A vízi infrastruktúra jellemzőinek vizsgálata kistelepülései térszerkezetben, Modern Geográfia, 2014/I. pp. 20 (19-28.) ISSN: 2062-1655

³ De Bruijn et al., Flood vulnerability of critical infrastructure in Cork, Ireland. E3S Web Conf., 2016 <http://publications.deltares.nl/EP3501.pdf>

Jogszabályi háttér, fogalmi meghatározás

Magyarország a *Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról* szóló 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat alapján a **kritikus infrastruktúrák közé sorolja a víziközmű szolgáltatást (ivóvíz-szolgáltatás, szennyvízelvezetés- és tisztítás), valamint a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről** szóló 2012. évi CLXVI. törvény (amelynek végrehajtási szabályait a 65/2013. végrehajtási rendelet tartalmazza) 15. § (3) bekezdés alapján **2014. január 1-i hatállyal a víz ágazatra, mint létfontosságú infrastruktúra elemre kiterjesztette a védelem körét.**⁴ A 2012. évi CLXVI. törvény szerint meg kell határozni azokat az ideiglenes intézkedéseket is, amelyeket a különböző kockázati és veszélyszinteknek megfelelően foganatosítani kell (a veszélyeztetettség mértékét pedig többek között a működés, az üzemeltetés biztonsági foka határozza meg⁵).

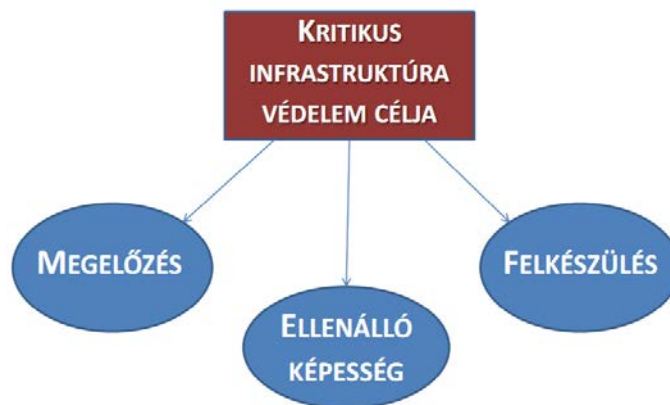
„Az **infrastruktúra**, mint fogalom meghatározására a tudományos irodalomban többféle fogalom ismeretes, **megközelítésének számtalan felfogása van.** Maga a kifejezés **főként műszaki jellegű.** A magyar szakirodalomban az **1960-as évek után** kezdett elterjedni. A legtágabb értelmezés szerint az infrastruktúra fogalmába beletartozik minden, ami az emberi életműködés feltételeit biztosítja, kivéve a termőföldet, míg az ennél szűkebb értelmezések az egyes kommunális szolgáltatásokat sorolták e körbe, vagy ahogyan Kőszegfalvi György - a településügy szakértője – rámutatott, a háttérhálózatok, illetve háttér ágazatok kifejezéssel próbálták leírni annak tartalmát. **Kőszegfalvi György az infrastruktúrát olyan összefüggő rendszerként kezelte, amely közvetlenül segíti elő a települések fejlődését és a humán életkörülmények javítását.**”⁶

Magyarországon a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló 234/2011. (XI. 10.) kormányrendelet 1. § 25. pontja egyértelműen definiálja a **kritikus infrastruktúra** fogalmát, miszerint: „Magyarországon található azon eszközök, rendszerek vagy ezek részei, amelyek **elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához, az egészségügyhöz, a biztonsághoz, az emberek gazdasági és szociális jólétéhez,** valamint **amelyek megzavarása vagy megsemmisítése, e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna.**”

⁴ Szilágyi János Ede, A vízágazat létfontosságú rendszereinek biztonságpolitikai védelme és a magyar vízjog, Publicationes Universitatis Miskolcensis Sectio Juridica et Politica, Tomus XXXIII (2015), pp. 354–366.

⁵ Berek Tamás, Rácz László István, VÍZBÁZIS MINT NEMZETI LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEM VÉDELME, Hadmérnök, VIII. Évfolyam 2. szám, 2013. június, pp. 5 (1-14)

⁶ ÁRVA ZSUZSANNA, Infrastruktúra-fejlesztés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Vezető-és Továbbképzési Intézet, Budapest, 2014 pp.4 (1-20)



1. számú árba: A kritikus infrastruktúra védelem célja (Bonnyai Tünde, 2008)

„A kritikus infrastruktúra védelem célja a kritikus infrastruktúra zavaraira vagy megsemmisülésére való felkészülés, az ezekkel szembeni védelem, az arányos és szükséges reagálás és a helyreállítás.”⁷ (1. számú árba)

A kritikus infrastruktúra fogalmára az alábbi nemzetközi meghatározások találhatók:

- A kritikus infrastruktúra olyan rendszerek, hálózatok és eszközök összessége, amelyek folyamatos működése nélkülözhetetlen egy adott nemzet, gazdaság, valamint a lakosság biztonságának és a közegészségügy ellátásának biztosításához.⁸
- A kritikus infrastruktúra „olyan eszközökből, rendszerekből és hálózatokból áll, amelyek lehetnek akár fizikai, akár virtuálisak, olyannyira létfonosságúak, hogy bármelyikük akadályoztatása, cselekvésképtelensége vagy megsemmisítése negatívan hatna az állambiztonságra, a nemzetgazdaság biztonságára, a nemzeti közegészségügyre vagy annak biztonságára, vagy ezek bármilyen kombinációjára” (Egyesült Államok Belbiztonsági Minisztériuma - DHS szerint).⁹
- A kritikus infrastruktúra vagy a kritikus nemzeti infrastruktúra olyan kifejezés, amellyel a kormányok olyan fizikai, nem fizikai és számítógépes erőforrásokra vagy eszközökre és rendszerekre utalnak, amelyek nélkülözhetetlenek a kormányzati műveletek fenntartásához, valamint a társadalom és a gazdaság minimális működéséhez.¹⁰
- A kritikus infrastruktúra olyan folyamatokra, rendszerekre, létesítményekre, technológiákra, hálózatokra, eszközökre és szolgáltatásokra vonatkozik, amelyek nélkülözhetetlenek az egészség biztonság, a közbiztonság vagy gazdasági jólét illetve a kormány hatékony működése szempontjából. A kritikus infrastruktúra területi hatáskörét tekintve lehet önálló, összekapcsolt és egymástól kölcsönösen függő, függetlenül, hogy országhatáron belül helyezkedik el, vagy azon átnyúlik. A kritikus infrastruktúra meghibásodása olyan katasztrófális veszteségeket okozhat, amelyek kedvezőtlen gazdasági következményekkel járhatnak, és szignifikánsan hatnak a közbizalomra.¹¹

⁷ Rácz László István KRITIKUS INFRASTRUKTÚRA VÉDELEM HAZAI ÉS NEMZETKÖZI SZABÁLYOZÁSI RENDSZERE, HADMÉRNÖK VII. Évfolyam 2. szám - 2012. június, pp.167 (166-172)

⁸ <https://whatis.techtarget.com/definition/critical-infrastructure>

⁹ <https://www.tenable.com/blog/what-is-critical-infrastructure-and-how-should-we-protect-it>

¹⁰ <https://www.profolus.com/topics/critical-infrastructure-definition-and-examples/>

¹¹ <https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/ntnl-scrt/crtcl-nfrstrctr/index-en.aspx>

- Kritikus infrastruktúra elem, amelyek elvesztése vagy veszélyeztetése az alábbiakat eredményezheti:
 - jelentősen káros hatása van az alapvető szolgáltatások elérhetőségére, integritására ellátására - ideértve azokat a szolgáltatásokat is, amelyek biztonságának sérülése, kiesése jelentős mértékű elhaláláshoz vagy betegségekhez vezethet - figyelembe véve a gazdasági vagy társadalmi hatásokat; és / vagy
 - jelentős hatással van a nemzetbiztonságra, a honvédelemre vagy az állam működésére.¹²
- A kritikus infrastruktúra olyan eszköz vagy rendszer, amely nélkülözhetetlen a létfontosságú társadalmi funkciók fenntartásához. A kritikus infrastruktúra károsodása, megsemmisítése vagy megzavarása természeti katasztrófák, terrorizmus, bűncselekmény vagy rosszindulatú magatartás esetén jelentős negatív hatással lehet a biztonságra és a polgárok jólétére.¹³
- Azok a fizikai eszközök, ellátási láncok, információs technológiák és kommunikációs hálózatok, amelyek megsemmisülése, leromlása vagy hosszabb ideig történő rendelkezésre nem állása, jelentősen befolyásolják a nemzet társadalmi vagy gazdasági jólétét, vagy befolyásolják a nemzet védelmi képességét, a nemzet biztonságát.¹⁴
- Az Európai Unió Tanácsának az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről szóló 2008/114/EK (2008. december 8.) irányelve alkalmazásában:
 - „Kritikus infrastruktúra”: a tagállamokban található azon eszközök, rendszerek vagy ezek részei, amelyek elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához, az egészségügyhöz, a biztonsághoz, az emberek gazdasági és szociális jólétéhez, valamint amelyek megzavarása vagy megsemmisítése e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna valamely tagállamban;
 - „Európai kritikus infrastruktúra” vagy „ECI”: a tagállamokban található olyan kritikus infrastruktúra, amelynek megzavarása vagy megsemmisítése jelentős hatással lenne legalább két tagállamra. A hatás jelentőségét a horizontális kritériumok alapján kell értékelni. Ide tartoznak azok a hatások is, amelyek az egyéb típusú infrastruktúrákkal fennálló, ágazatokon átnyúló kölcsönös függőségből erednek;

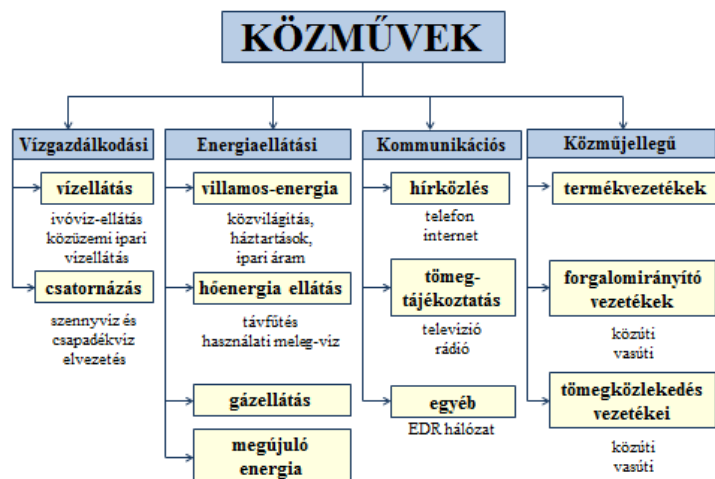
A víziközmű, mint kritikus infrastruktúra

Mint az korábban említésre került a 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat **a kritikus infrastruktúrák közé sorolja a víziközmű szolgáltatást**. A közmű kifejezés gyűjtőfogalom, mely a települések lakóinak közszolgáltatásokkal szembeni igényeit hivatott kielégíteni. A **közművek csoportosítása** szempontjából jelen cikk a rendeltetés szerint besorolást, azon belül is a vízgazdálkodási szempontokat vizsgálja (**2. számú ábra**).

¹² <https://www.cpmi.gov.uk/critical-national-infrastructure-0>

¹³ https://ec.europa.eu/home-affairs/what-we-do/policies/crisis-and-terrorism/critical-infrastructure_en

¹⁴ https://www.tisn.gov.au/Pages/Critical_infrastructure.aspx



2. számú ábra: Közművek rendeltetés szerinti csoportosítása (Bonnyai Tünde, 2014)¹⁵

A közművek fogalma és sajátosságai több ponton jelentős párhuzamokat és azonosságokat mutatnak a kritikus infrastruktúrák meghatározásával.¹⁶ A víziközművek üzemeltetésének kérdése európai szinten is kiemelt fontossággal bír, ezt jelzi, hogy a 2000-ben kiadott **Víz Keretirányelvben közös európai uniós irányvonalak** kerültek kijelölésre.¹⁷

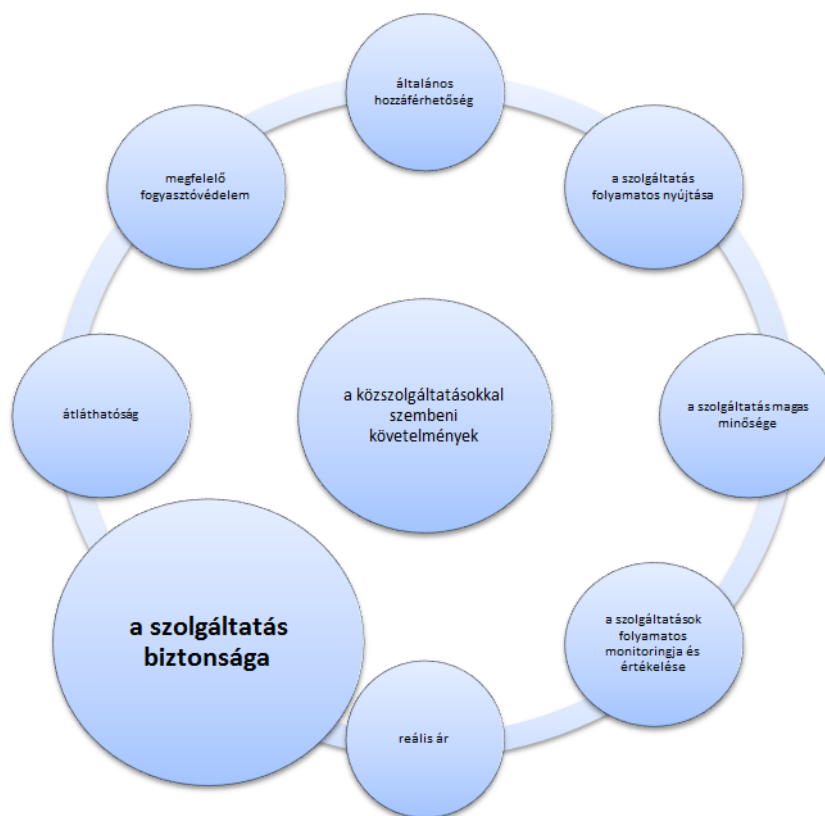
A víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény 2. § 20. bekezdése szerint **a víziközmű: olyan közcélú vízellátási rendszer, amely** „a) település vagy települések **közműves ivóvízellátását**, ezen belül az ivóvíztermelést, az ehhez kapcsolódó **ivóvízbázis-védelmet**, az ivóvízkezelést, -tárolást, -szállítást és -elosztást, felhasználási helyekre történő eljuttatást, mindezekhez kapcsolódóan a tűzvíz biztosítását vagy b) a **közműves szennyvízelvezetés** során (egyesített rendszer esetén a **csapadékvíz-elvezetést** is ideértve) a szennyvíz felhasználási helyekről történő összegyűjtését, elvezetését, tisztítását, a keletkező szennyvíziszap kezelését és **a tisztított szennyvíz hasznosítását, elhelyezését szolgálja**”.

A **víziközmű olyan közszolgáltatást** nyújtó infrastruktúra, mely elengedhetetlen, létfontosságú a társadalmi feladatok ellátásához, az egészségüghöz, a biztonsághoz, az emberek gazdasági és szociális jólétéhez. Működési zavaraira – jelentős méreteik és nagyfokú közhasznú igénybevételeik miatt – a társadalom igen érzékenyen reagál, ezért folyamatos és biztonságos működésük kiemelt feladat (**Dr. Kovács Ferenc**). A **közszolgáltatásokkal szembeni követelmények** az alábbi 3. számú ábra alapján foglalhatók össze, kiemelve a szolgáltatás biztonságát:

¹⁵ Bonnyai Tünde, A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében, Doktori (PhD) Értekezés, Budapest 2014, pp. 27

¹⁶ Bonnyai Tünde, A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében, Doktori (PhD) Értekezés, Budapest 2014, pp.27

¹⁷ EXPERT MANAGEMENT CONSULTING KFT., A HAZAI VÍZ- ÉS CSATORNAMŰ- ÜZEMELTETÉSI PIAC FELTÁRÁSA, A VÍZ- ÉS CSATORNAKÖZMŰVEK ÁRAZÁSI, ÁRSZABÁLYOZÁSI GYAKORLATÁNAK VIZSGÁLATA - A magyarországi piac szerkezetének elemzése, a hatósági árak kialakulási folyamatának, módszertanának vizsgálata, pp 4 (1-124)

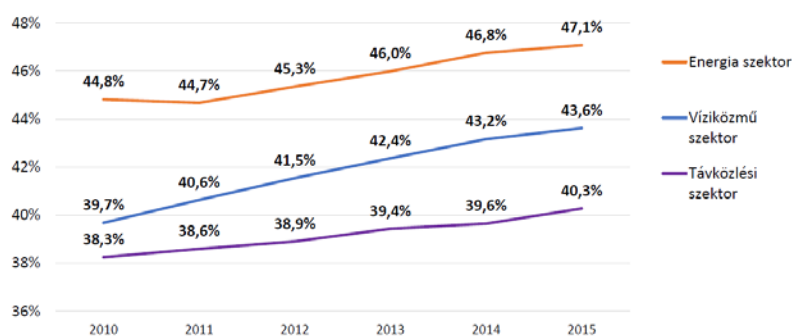


3. számú ábra: A közszolgáltatásokkal szembeni követelmények (Forrás: Dr. Bártfai, 2011)¹⁸ (Szerkesztette: Mrekva László)

A víziközmű infrastruktúrát az emberi lét szempontjából az egyik legfontosabb kritikus infrastruktúrának tekintik a világon (David Michael Birkett, 2017).¹⁹ A városok kontrol nélküli terjeszkedése (mely azt is jelenti, hogy a város növekedésével együtt nő az igény a tiszta vízre és a szennyezett víz elvezetésére), a koordinálatlan települési vízgyűjtő-gazdálkodás, az előregedett és gyakran alulméretezett infrastruktúra rendszerek melyek a meglévő csatornarendszereken keresztül már képtelenek fenntartható módon elvezetni az intenzív esőzések (melyek száma növekszik) okozta vízfelesleget mind hozzájárul az extrém városi árvizek kialakulásához. A hirtelen fellépő és tartós árvizek okozta veszteségek különösen az olyan területeken okoznak problémát, ahol a csapadékvíz-infrastruktúra romlása, a népesség növekedése és a fejlődés az elmúlt néhány évtizedben felgyorsult.

¹⁸ Dr. Bártfai, Zoltán, Településüzemeltetés, 2011 pp. 60 (1-108)

¹⁹ David Michael Birkett, Water Critical Infrastructure Security and Its Dependencies, 2017, pp.1 (21)
https://www.researchgate.net/publication/317281243_Water_Critical_Infrastructure_Security_and_Its_Dependencies



forrás: REKK ábra KSH adatok alapján

4. számú ábra: Az infrastruktúrák állapota - Eszközök előregedettsége²⁰

Magyarországon a víziközmű szektor teljesítménye és állapota inkább romló tendenciát mutat összességében (**4. számú ábra, 1. számú táblázat**). A szennyvíz-hálózat kiépítettsége gyors ütemben nő, a szolgáltatások megfizethetősége pedig javul, de az infrastruktúra állapota és hatékonysága mellett a közvetlenül érzékelhető eredménymutatók többsége is romlik (több meghibásodás, romló vízminőség, növekvő környezetszennyezés).²¹

Indikátor	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Trend
Az infrastruktúra állapota és hatékonysága									
Elsődleges közműháló (szennyvíz/ivóvíz hálózatra, m/km)	655	633	657	668	683	723	752	-	javul
Eszközök előregedettsége (leírt/bruttó eszközök)	39,7%	40,6%	41,5%	42,4%	43,2%	43,6%	-	-	romlik
Munkatermelékenység (hozzáadott érték, mFt/fő)	8,4	8,7	8,8	7,9	7,0	7,2	7,3	-	romlik
Hálózati veszteség	-	18%	18%	20%	16%	22%	21%	-	romlik

1. számú táblázat: A víziközmű szektor kulcsindikátorai (Vékony, 2019)²¹

A városi lakosságot ivóvízzel ellátó infrastruktúra hálózatnak minden más ágazaténál jobb minőségűnek kell lennie, hiszen a víz az egyik legfontosabb élelmiszer. Az ivóvíz mellett nagy hangsúlyt kell fordítanunk a szennyvízre²², amit a csatornarendszerben gyűjtenek össze, majd megfelelő tisztítás után az elhasznált víz a megfelelő víziközmű infrastruktúrákon keresztül kerül vissza a természetbe.

A korszerű víziközmű infrastruktúra hálózatokat végtelen csőrendszerek alkotják, melyek idővel tönkre mennek, megrepednek, és a víz elfolyik. A víziközmű infrastruktúrák üzemeltetése szempontjából nagyon fontos a szivárgások kezelése, víztakarékosságra ösztönző árképzési politikák bevezetése, víztakarékos eszközök használata. Ezekre a potenciális megtakarításokra nem csak az elérhető vízmennyiségek miatti takarékoskodás, hanem a víziközmű ellátás biztonságát garantáló egyéb infrastruktúra elemek megőrzése miatt is szükség van. Amikor az elégséges és biztonságos víziközmű szolgáltatásról beszélünk nem

²⁰ Vékony András, kutató főmunkatárs REKK, „A hálózatok jövője” workshop Budapest, 2019. 03. 06.

„Az **eszközök előregedése** jelzi, hogy a teljes rendelkezésre álló eszközérték egyre nagyobb része került már (legalább számviteli szempontból) leírásra, miközben az eszközmegújítási ráta csak alig változott az évek során. Jelenleg tehát egy negatív tendenciát látunk, a hálózatok átlagos állapota a számok alapján romlik.”

²¹ Vékony András, kutató főmunkatárs REKK, „A hálózatok jövője” workshop Budapest, 2019. 03. 06.

²² „A települési szennyvízkezelés technológiája akkor működik megfelelően, ha nem hígítják a szennyvizet. Nagycsapadékok esetén a szennyvíz így akár tisztítatlanul is juthat a befogadóba, nem beszélve a szennyvíz-biológia károsodásáról. Nem csak a családi házakra, hanem a középületekre is érvényes: a tetőn összegyűlő csapadékvíz nem a szennyvíz-csatornahálózatba kell vezetni, hanem lehetőség szerint vissza kell tartani, vagy a külön erre a célra szolgáló elvezető hálózatba kell juttatni.” (Dr. Bíró Tibor)

csak a víz elégséges rendelkezésre állását kell megemlíteni, hanem számolnunk kell a túl sok víz katasztrófális következményeivel, mely a szektor infrastruktúra elemeit sújtja leginkább. Csökken a víziközmű csatornahálózatok többletvíz felvevő képessége, fokozódik a város árvízzel szembeni sebezhetősége. Az elmúlt évtizedekben a városok hatalmas pénzüsségeket fordítottak a stabilabb árvízvédelmi rendszerek kialakítására. Felmérték a különböző intézkedések költségeit, a lehetséges műszaki megoldásokat, mely alapján kimutatták, hogy a csatornahálózat továbbfejlesztése önmagában nem oldaná meg a problémákat, mivel az igen költséges fejlesztések nagyon költségesek lennének, és a tervezett műszaki beavatkozások ellenére a várost mégis elárasztaná a víz. Kimutatták, hogy a vízmegtartásra és a vízelvezetésre összpontosítva elengedhetetlen a zöld infrastruktúrák szerepének fokozása.²³

A közműszolgáltatóknak jelentős kihívást és problémát okoz a kiépített rendszerek csökkenő kihasználtsága.²⁴ Legyen szó tiszta víz zavartalan biztosításáról, szennyvizek tisztításáról, illetve árvízre vagy vízhiányra való felkészülésről, annyi bizonyos, hogy egy nagyváros vízgazdálkodásához jó tervezés és előrelátás szükséges.²⁵

Az infrastruktúra tervezés során a mérnökök elsődleges feladata a meghaladási valószínűségek, az egyes előntési eseményekhez tartozó visszatérési idők és előfordulási gyakoriságok vizsgálata. És mivel nincs olyan árvíz, amelynél nagyobb ne fordulhatna elő a meghaladási valószínűség egyben a vállalt kockázat is.²⁶

A biztonsági fenyegetések csökkentését célzó intézkedések hangsúlyozottan fontos eleme kell, hogy legyen az üzembiztonságot megalapozó létesítmények, eszközök fizikai védelme.²⁷

A társadalom az éghajlatváltozás hatásait elsősorban szélsőséges időjárási és éghajlati jelenségeken, például hóhullámokon és aszályokon, heves esőzéseken, az ezzel együtt járó árvizeken és rendkívül erős szélviharokon keresztül érzékeli.²⁸ A víz, a csapadék és szennyvízcsatorna, valamint az árvízvédelmi infrastruktúra megléte alapvető szükséglet bármely város sikeres működéséhez. Ezeket a rendszereket keresztül beleláthatunk abba a folyamatba, ahogy a városok viszonyulnak a természetes környezetükhöz. A jövőbeli városi vízrendszerek megtestesítik azokat a városi tájképhez fűződő elképzeléseket és függőségi viszonyokat, aminek a részesei vagyunk. Mindeközben a városok hidrológiai folyamatai is megváltoznak. Csapadékosabbak lesznek a telek és szárazabbak a nyarak, ez jelentősen kihat a vízellátó és vízelvezető rendszerek működésére (amelyeket viszonylag stabil és állandó havi csapadékokra terveztek) megnő az árvíz kockázat, mialatt jelenlegi árvízvédelmi rendszereink tényleges élettartamuk végére érnek.²⁹ Ezért a hosszú távú és magas költségvetésű

²³ „A nagy intenzitású csapadék kezelésére két megoldás is kínálkozik: egy részét visszatárhatom – például átmeneti tározókban –, illetve minél nagyobb részét beszívárogtathatom a talajba. A zöldfelületek növelésével hatékonyan tudom lassítani a lefolyást, és itt nem csak parkok jöhetnek szóba, de olyan zöld sávok is, amelyek például az útpálya két oldalát választják el egymástól. Felelős vízgazdálkodás nem képzelhető el anélkül, hogy foglalkoznánk a csapadékvízzel.” (Dr. Bíró Tibor)

²⁴ Magyar Víziközmű Szövetség (MaVíz), A magyar víziközmű ágazat bemutatása - átfogó tanulmány 2. kiadás, 2015. augusztus, pp.13 (1-86)

²⁵ <https://www.eea.europa.eu/hu/jelzesek/eea-jelzesek-2018-viz-elet/cikkek/kozelkep-2013-viz-a-nagyvarosban>

²⁶ Benke Lászlóné, Hidrológiai adatok feldolgozása, „A képzés minőségének és tartalmának fejlesztése” c. kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002, pp.7 (1-29)

²⁷ Berek Tamás, Rác László István, VÍZBÁZIS MINT NEMZETI LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEM VÉDELME, Hadmérnök, VIII. Évfolyam 2. szám, 2013. június, pp. 12 (1-14)

²⁸ <https://www.kormany.hu/download/1/43/00000/tervezet.pdf> Jelentés Magyarország nemzeti katasztrófakockázat-értékelési módszertanáról és annak eredményeiről, tervezet pp. 70 (1-80)

²⁹ Bell, S. 2013. Water supply, drainage and flood protection. In: Bell, S and Paskins, J. (eds.) Imagining the Future City: London 2062. Pp. 85-93. London: Ubiquity Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.5334/bag.1>

infrastrukturális projekteket úgy kell megtervezni, hogy képesek legyenek ellenállni az éghajlatváltozás napjainkban megfigyelhető és a jövőben várható hatásainak.³⁰

Az árvizek hatása a víziközmű infrastruktúrára

„Magyarországon az árvízvédelemnek különleges helyzete és fontossága van. Az időjárási események halmozódása sokszor vezet természeti katasztrófához, mint például a hosszantartó esőzések árvizekhez. A hőmérséklet mellett a csapadék a másik legfontosabb jelentőségű időjárási elem. A csapadéktöbblet ismétlődő árvizeket, belvizeket, helyi elöntéseket, egyéb károkat, sőt katasztrófákat is okozhat. A kialakult katasztrófa helyeztek okai a csapadékvíz elvezető rendszer elégtelensége, az emberi felelőtlenség, az engedély nélküli építkezés, a vízfolyások medrének karbantartatlansága.”(Üveges, 2012)³¹

A vízkezelést és vízellátást biztosító infrastruktúrák kiszolgáltatott helyzetben vannak az éghajlatváltozás miatti áradások hatásaival szemben.³² Ugyanis az éghajlati változások miatt kialakuló szélsőséges események kis mértékű növekedése is súlyos károkat okozhat az infrastruktúrákban (Freeman et al., 2001)³³ és azért csökkenteni kell infrastruktúrára ható az árvizek általi sebezhetőséget,³⁴ ami tovább nehezíti a tervezők és a vízgazdálkodási szakemberek munkáját.³⁵ Az éghajlat ilyen irányú szélsőséges megváltozása a városi területeken bekövetkező fluviális (folyami) és pluviális (eső okozta) áradások számának növekedését eredményezi.³⁶ Ezek a városi áradások károkat okozhatnak a víziközmű infrastruktúra eszközökben és szolgáltatás (ivóvíz-ellátás, szennyvíz és csapadékvíz elvezetés) kieséssel is társulnak. A biztonságos víziközmű szolgáltatás a társadalom alapvető követelménye, ezért fontos a vízszolgáltatásokkal kapcsolatos kockázatok megértése.

Az árvíz okozta káresemények az egész világon az egyik legjelentősebb példái a katasztrófa kockázatnak és az infrastruktúrára gyakorolt hatásuk még mindig az egyik legköltségesebb³⁷ gazdasági tényező. A fokozott árvízi veszélyeztetettség azonban nemcsak a múltban, hanem a jelenben is érvényes.³⁸

³⁰ COM(2013) 216 final, A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó uniós stratégia, 2013, pp. 11 (1-14)

³¹ Üveges László pv. ezredes, A Magyar Köztársaság katasztrófa-veszélyeztetettsége és az arra adandó válaszok, Doktori (PhD) értekezés, ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM, Budapest, 2002 (1-142)

³² <https://www.climatechange.org.uk/research/indicators-and-trends/buildings-and-infrastructure-networks/flooding-and-infrastructure/>

³³ Freeman, P. & Warner, K. Vulnerability of infrastructure to climate variability: How does this affect infrastructure lending policies? October, 2001 (1-40)

³⁴ Nicole Lee Siew Len, Nurmin Bolong, Rodeano Roslee, Felix Tongkul, Abdul Karim bin Mirasa and Janice Lynn Ayog, Flood Vulnerability Index for Critical Infrastructure Towards Flood Risk Management, ASM Sc. J., 11, Special Issue 3, 2018 for SANREM, 134-146, pp. 2

³⁵ „A tervezők az elmúlt évtizedek statisztikai adatsorára alapozva dolgoznak, az alkalmazott eloszlásfüggvények már nem a mai valóságot írják le. Amikor a csapadékelvezetés infrastruktúráját tervezzük, nem csak az elmúlt 30 év alapján kell tervezni, hanem azt (is) figyelembe kellene venni, hogy mi várható az elkövetkezendő évtizedekben. A klímaváltozást is figyelembe vevő csapadékmaximum-függvények megújítása, valamint a változó intenzitású méretezés bevezetése olyan feladatok, melyeket minél hamarabb be kell építeni a tervezői gyakorlatba.” (Dr. Bíró Tibor)

³⁶ Bell, S. 2013. Water supply, drainage and flood protection. In: Bell, S and Paskins, J. (eds.) Imagining the Future City: London 2062. Pp. 85-93. London: Ubiquity Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.5334/bag.1>

³⁷ Alexander Fekete, Critical infrastructure and flood resilience: Cascading effects beyond water, 2019, pp. 1 (13)

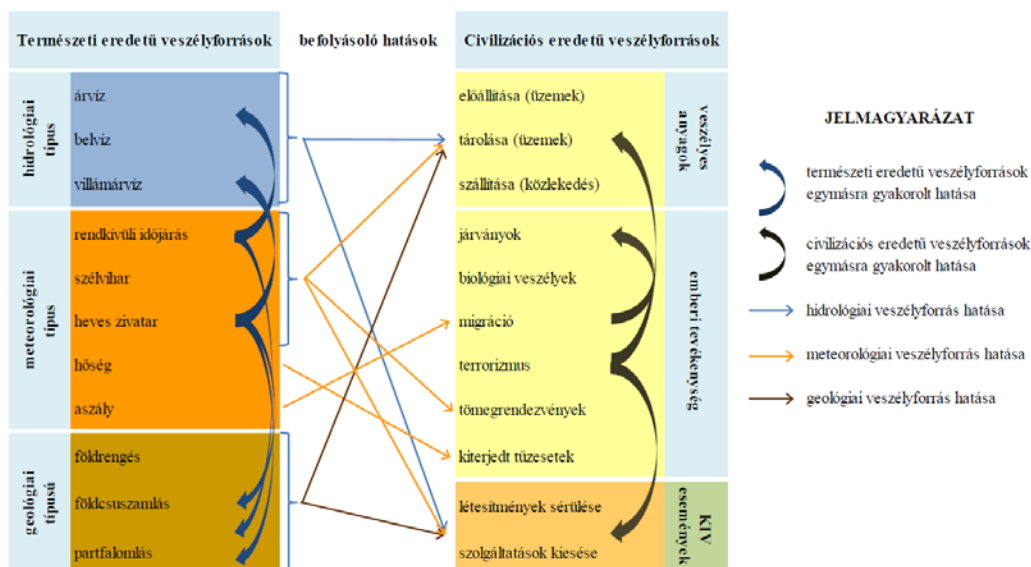
³⁸ Dövényi Zoltán, Az árvizek település- és településhálózat formáló hatása a felső-Tisza vidéken, Földrajzi Értesítő 2005 LIV. évf. 1-2. füzet, pp. 85-109

Az árvíz mind az egyénekre, mind a közösségekre kihat, és társadalmi, gazdasági és környezeti következményekkel jár. Az árvíz közvetlen következményei között szerepel az emberi veszteség, az anyagi károk, a vízben terjedő betegségek miatti egészségi állapot romlás,³⁹ az egyes gazdasági tevékenységek megszűnése, az infrastruktúrák megsérülése. Az infrastruktúra árvíz általi károsodása különösen az utak, a vasúti hálózatok és a kulcsfontosságú közlekedési csomópontok megsérülése, a tiszta vízellátás, a szennyvízkezelés, az elektromos ellátás, a kommunikáció, az egészségügyi ellátás akadozása, együttesen a normál életvitel megszakadásához vezet, hosszú távon pedig jelentős hatással lehet a nemzetgazdaságra.⁴⁰

Az árvíz károsíthatja a létfontosságú infrastruktúrát és megakadályozhatja az alapvető közszolgáltatásokhoz való hozzáférést, az elárasztott berendezések meghibásodhatnak, az árvíz általi hordalék nemcsak a csőhálózatokat károsítja, hanem tökre teszi a technológia rendszerek szerkezetét pl. a különböző átemelőket, az ott található elektromos kiegészítőket, vezérlő és kapcsoló berendezéseket, melyek javítása, helyreállítása költséges és időigényes.

A heves esőzések következtében fellépő árvizek miatt kialakuló földcsuszamlások és talajerózió súlyosan veszélyeztetheti víziközmű infrastruktúra elemek alapjait. A városi területeken kialakuló árvizek víziközműveket érintő további káros hatása, hogy sok esetben az árvíz visszavonulása előtt a helyreállítások nem kezdhetők meg, melyből kifolyólag szintén jelentős szolgáltatás kiesések keletkezhetnek, jelentős járulékos kiadásokat indukálva (pl. palackos ivóvíz biztosítása, szivattyúzás stb.).

A városi árvizek miatt különösen az áradások során a kritikus városi infrastruktúra-eszközök károsodása jelentős másodlagos következményekkel járhat, amelyek ugyanolyan súlyosak lehetnek, mint a közvetlen következmények. Például az energiaellátás kiesése akadályozhatja az egész városi közösség egészségügyi szolgáltatásait. Ezért is alapvető fontosságú, hogy megértsük ezeket a lépcsőzetes hatásokat, valamint a szolgáltatások nyújtásában részt vevő szervezetek és rendszerek közötti kapcsolatokat (**5. számú ábra**).⁴¹



³⁹ A víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény (a továbbiakban: Vksztv.) előírja, hogy a víziközmű-infrastruktúra állapotának megőrzése céljából az üzemeltetőknek 15 éves időtávra gördülő fejlesztési tervet kell készíteni, amely felújítási és pótlási tervből (rekonstrukció), valamint beruházási tervből áll.

⁴⁰ <https://www.chiefscientist.qld.gov.au/publications/understanding-floods/flood-consequences>

⁴¹ <https://baxcompany.com/insights/protecting-our-critical-infrastructure-from-flood-damage-a-case-study-in-bangkok/>

5. számú ábra: Összefüggések a veszélyforrások egymásra gyakorolt hatásai között (Bonnyai Tünde, 2014)⁴²

Chiara Arrighi és társai⁴³ kutatásaik során szintén arra a megállapításokra jutottak, hogy az árvíz a vízelosztó rendszerekben a rendszerek meghibásodása miatt közvetlen veszteségeket indukál, például a berendezések károsodását és a csővezetékek szennyeződését, valamint a közvetett hatásokat is eredményezheti, mivel ez szolgáltatási zavarokhoz vezethet, és így a hálózat funkcionális függőségein keresztül az eseménytől távol eső populációkat érintheti.

A városi árvizek veszélyesek lehetnek az emberekre, elpusztíthatják a házakat, beleértve a víz- és a szennyvízkezelési infrastruktúrát, akár az áradó víz ereje miatt, vagy akár egyéb káros hatásai miatt⁴⁴ és hogy az árvíz során fokozódik annak kockázata, hogy az ivóvízbázisok az árvízben jelenlévő szennyezőanyaggal is szennyeződhetnek.⁴⁵

Összefoglalás

A megfelelő infrastruktúra szolgáltatás fundamentális feladat. **A globális változások**, főként az extrém árvízi események változékonysága megnőtt, és ez **komoly veszélyeket rejt az infrastruktúra elemekre** nézve. Napjainkban a városüzemeltetés szempontjából ezek a **globális változások okozta károk a kritikus vízi infrastruktúrák (ivóvíz szolgáltatás ezzel együtt a vízbázisok védelme és a csapadékvíz elvezetés, a szennyvízelvezetés és szennyvíztisztítás) működőképességét, illetve a szolgáltatások folyamatos biztosítását fenyegetik**. A megoldás nem az, hogy a kockázat elkerülése érdekében figyelmen kívül hagyjuk ezeket a változásokat, hanem hogy felkészülünk a kockázat lehetőségére, amit ezek a változások vonnak maguk után.

A fenntartható gazdasági növekedéshez és a társadalmi jólét növeléséhez nélkülözhetetlen víziközmű, mint infrastrukturális ágazat megfelelő működése. A kritikus infrastruktúra árvíz elleni védelmének fontossága egyértelmű (**Wheater & Evans**).⁴⁶ A városokban a kritikus infrastruktúrák működése szempontjából meghatározó tényező a földrajzi kiterjedésük. A működés szempontjából az extrém árvízi eseményeknek való kitettségük jelenléti a legnagyobb kockázatot.

Az elmúlt néhány évtizedben a városi árvízi kockázat iránti érdeklődés folyamatosan növekszik, ahogy az áradások gyakorisága és a városi árvíz okozta károk is. A városi területeken bekövetkező áradások legfőbb okai azok az extrém, csapadékesemények melyek a városi víziközmű infrastruktúrák túlterheléséhez vezetnek.

Az árvíz kockázat számszerűsítéséhez az árvíz teljes spektrumát lefedő valós eseményekből származó adatokra van szükség, ezen felül olyan módszertan kidolgozására, amely az árvíz valószínűségét és következményeit számszerűsíti.

A megfigyelések mellett elengedhetetlen a különböző csapadékviszonyokból származtatható, a városi víziközmű infrastruktúra rendszerek viselkedését leíró szimulációs vizsgálatok

⁴² Bonnyai Tünde, A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében, Doktori (PhD) Értekezés, Budapest 2014, pp. 64

⁴³ Arrighi, Chiara & Tarani, Fabio & Vicario, Enrico & Castelli, Fabio. (2017). Flood Impacts on a Water Distribution Network. Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions. 17. 1-22. 10.5194/nhess-17-2109-2017. pp. 1

⁴⁴ Lessons learned in WASH Response during Urban Flood Emergencies The Global WASH Learning Project, 2009, pp. 1 (1-21) <http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/washurbfl.pdf>

⁴⁵ <http://www.simcoemuskokahealth.org/Topics/SafeWater/drinkingwater/Drinking-water-safety-and-floods#b5e7a8d7-0022-4c9a-9773-284a02238761>

⁴⁶ Wheater, Howard & Evans, Edward. (2009). Land use, water management and future flood risk. Land Use Policy. 26. 10.1016/j.landusepol.2009.08.019.

elvégzése, melyek az adott infrastruktúra rendszer heves esőzésekből származó túlterhelését illetően képesek a csatornahálózaton keresztüli áramlásokra is pontos becsléseket adni.

Egyre inkább elterjedt az a felismerés miszerint az árvíz kockázat értékelést integrálni kell más vízgyűjtő-gazdálkodási célokkal. Egy ilyen cél a városok oly módon történő előkészítése, hogy alkalmassá váljanak az árvízi elöntések adaptálására, azaz váljanak rezilienssé.

Az árvíz kritikus infrastruktúrákra gyakorolt kockázatának megértése és számszerűsítése, valamint a vízgyűjtő szintű árvíz kockázat - kezelésre tervezés szempontjából eddig nagyon keveset tettünk. A kockázatkezelés azonosítja, értékeli és rangsorolja a kockázatokat. A kockázatértékelés a kockázat szintjének meghatározására szolgáló kvalitatív vagy mennyiségi alkalmazás és egy adott veszélyhez kapcsolódik. Ez a folyamat határozza meg a nemkívánatos esemény valószínűségét és súlyosságát.

Ezek az információk az árvíz védekezési intézkedések rangsorolása miatt fontosak, segítenek a vízgazdálkodási szakembereknek, a várostervezőknek a tervek leszűkítésében a reziliens árvíz-gazdálkodási stratégiai tervek kifejlesztésében.⁴⁷ A víziközmű, mint infrastrukturális ágazat olyan lényeges sajátossággal bír, amelynek a társadalmi jólétéhez direkt és indirekt módon történő hozzájárulása kiemelten lényeges (**Vékony és társai, 2018**).

Az infrastruktúra közvetlen hatással van a személyes és gazdasági jólétünkre. Az infrastruktúra jelentősége közvetlen arányos az általuk nyújtott szolgáltatással, és minden összetevője azonnali hatással van az életminőségre. Ha figyelmen kívül hagyjuk az negatív hatásokat és nem fejlesztjük a kritikus infrastruktúráinkat, az eredmények nyilvánvalóak lesznek. Az üzemeltetőknek napi szinten kell szembenézniük ezekkel a hiányosságokkal. Ezt tovább már nem engedhetjük meg, mivel a városi területeken egyre nagyobb a népsűrűség, magasabb a gazdasági aktivitás, ennek következtében az árvizek által okozott károk is súlyosabbak lesznek.

Éppen ezért az árvízi esemény bekövetkezési valószínűségének megértése elengedhetetlen lépés a városi árvíz kockázat kezelésében (**Neal, 2014**).⁴⁸ A döntéshozóknak pedig figyelembe kell venni, hogy a létrejött infrastruktúra fenntartását és minőségének megőrzését, pótlását biztosítani kell.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Alexander Fekete, Critical infrastructure and flood resilience: Cascading effects beyond water, 2019, pp. 1 (13)
2. Arrighi, Chiara & Tarani, Fabio & Vicario, Enrico & Castelli, Fabio. (2017). Flood Impacts on a Water Distribution Network. Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions. 17. 1-22. 10.5194/nhess-17-2109-2017. pp. 1
3. ÁRVA ZSUZSANNA, Infrastruktúra-fejlesztés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Vezető- és Továbbképzési Intézet, Budapest, 2014 (1-20)

⁴⁷ R. Pant, S. Thacker, J.W. Hall, D. Alderson and S. Barr, Critical infrastructure impact assessment due to flood exposure, Journal of Flood Risk Management – Special Issue: Land for Flood Risk Management, A catchment-wide and multi-level perspective, 23 December 2016, <https://doi.org/10.1111/jfr3.12288>

⁴⁸ Gloria Neal, THE PHYSICAL AND ECONOMIC IMPACTS OF URBAN FLOODING ON CRITICAL INFRASTRUCTURE & SURROUNDING COMMUNITIES A DECISION-SUPPORT FRAMEWORK, Thesis Work at The University of Tennessee, 2014

4. Bell, S. 2013. Water supply, drainage and flood protection. In: Bell, S and Paskins, J. (eds.) *Imagining the Future City: London 2062*. Pp. 85-93. London: Ubiquity Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.5334/bag.1>
5. De Bruijn et al., Flood vulnerability of critical infrastructure in Cork, Ireland. E3S Web Conf., 2016 <http://publications.deltares.nl/EP3501.pdf>
6. Benke Lászlóné, Hidrológiai adatok feldolgozása, „A képzés minőségének és tartalmának fejlesztése” c. kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 projekt, pp.7 (1-29)
7. Berek Tamás, Rácz László István, VÍZBÁZIS MINT NEMZETI LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZERELEM VÉDELME, Hadmérnök, VIII. Évfolyam 2. szám, 2013. június, pp. (1-14)
8. Bonnyai Tünde, A kritikus infrastruktúra védelem elemzése a lakosságfelkészítés tükrében, Doktori (PhD) Értekezés, Budapest 2014
9. COM(2013) 216 final, A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó uniós stratégia, 2013, pp. 11 (1-14)
10. David Michael Birkett, *Water Critical Infrastructure Security and Its Dependencies*, 2017, pp.1 (21)
11. Dövényi Zoltán, Az árvizek település- és településhálózat formáló hatása a felső-Tisza vidéken, *Földrajzi Értesítő* 2005 LIV. évf. 1-2. füzet, pp. 85-109
12. Dr. Bártfai, Zoltán, *Településüzemeltetés*, 2011 pp. 60 (1-108)
13. Eördöghné dr. Miklós Mária, A vízi infrastruktúra jellemzőinek vizsgálata kistelepülései térszerkezetben, *Modern Geográfia*, 2014/I. pp. 20 (19-28.) ISSN: 2062-1655
14. EXPERT MANAGEMENT CONSULTING KFT., A HAZAI VÍZ- ÉS CSATORNAMŰ-ÜZEMELTETÉSI PIAC FELTÁRÁSA, A VÍZ- ÉS CSATORNAKÖZMŰVEK ÁRAZÁSI, ÁRSZABÁLYOZÁSI GYAKORLATÁNAK VIZSGÁLATA - A magyarországi piac szerkezetének elemzése, a hatósági árak kialakulási folyamatának, módszertanának vizsgálata, pp (1-124)
15. Freeman, P. & Warner, K. (2001). Vulnerability of infrastructure to climate variability: How does this affect infrastructure lending policies?. October, 2001 (1-40)
16. Gloria Neal, *THE PHYSICAL AND ECONOMIC IMPACTS OF URBAN FLOODING ON CRITICAL INFRASTRUCTURE & SURROUNDING COMMUNITIES A DECISION-SUPPORT FRAMEWORK*, Thesis Work at The University of Tennessee, 2014
17. Jelentés Magyarország nemzeti katasztrófakockázat-értékelési módszertanáról és annak eredményeiről, tervezet pp.70 (1-80)

18. Lessons learned in WASH Response during Urban Flood Emergencies The Global WASH Learning Project, 2009, pp. 1 (1-21)
19. Magyar Víziközmű Szövetség (MaVíz), A magyar víziközmű ágazat bemutatása - átfogó tanulmány 2. kiadás, 2015. augusztus, pp.(1-86)
20. Nicole Lee Siew Len, Nurmin Bolong, Rodeano Roslee, Felix Tongkul, Abdul Karim bin Mirasa and Janice Lynn Ayog, Flood Vulnerability Index for Critical Infrastructure Towards Flood Risk Management, ASM Sc. J., 11, Special Issue 3, 2018 for SANREM, 134-146, pp. 2
21. Podobni István interjúja Dr. Bíró Tibor Dékánnal, Változtatnunk kell! Újra kell gondolni a települési csapadékvíz-gazdálkodást, BONUM PUBLICUM, 2018. 6. JÚLIUS pp. 38-40
22. Rácz László István KRITIKUS INFRASTRUKTÚRA VÉDELEM HAZAI ÉS NEMZETKÖZI SZABÁLYOZÁSI RENDSZERE, HADMÉRNÖK VII. Évfolyam 2. szám - 2012. június, pp.167 (166-172)
23. R. Pant, S. Thacker, J.W. Hall, D. Alderson and S. Barr, Critical infrastructure impact assessment due to flood exposure, Journal of Flood Risk Management – Special Issue: Land for Flood Risk Management, A catchment-wide and multi-level perspective, 23 December 2016, <https://doi.org/10.1111/jfr3.12288>
24. Szilágyi János Ede, A vízágazat létfontosságú rendszereinek biztonságpolitikai védelme és a magyar vízjog , Publicationes Universitatis Miskolcensis Sectio Juridica et Politica, Tomus XXXIII (2015), pp. 354–366.
25. Üveges László pv. ezredes, A Magyar Köztársaság katasztrófa-veszélyeztetettsége és az arra adandó válaszok, Doktori (PhD) értekezés, ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM, Budapest, 2002 (1-142)
26. Vékony András, Dézsi Bettina, Diallo Alfa, Kácsor Enikő, A hazai infrastrukturális ágazatok nemzetgazdasági teljesítményeinek mérése, Tanulmány, 2018
27. Vékony András, kutató főmunkatárs REKK, „A hálózatok jövője” workshop Budapest, 2019. 03. 06.
28. Wheeler, Howard & Evans, Edward. (2009). Land use, water management and future flood risk. Land Use Policy. 26. 10.1016/j.landusepol.2009.08.019.

INTERNETES HIVATKOZÁSOK

1. <https://www.eea.europa.eu/hu/jelzesek/eea-jelzesek-2018-viz-elet/cikkek/vezercikk-2013-tiszta-viz-elet>
2. <http://publications.deltares.nl/EP3501.pdf>
3. <https://whatis.techtarget.com/definition/critical-infrastructure>

4. <https://www.tenable.com/blog/what-is-critical-infrastructure-and-how-should-we-protect-it>
5. <https://www.profolus.com/topics/critical-infrastructure-definition-and-examples/>
6. <https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/ntnl-scrt/crtcl-nfrstrctr/index-en.aspx>
7. <https://www.cpni.gov.uk/critical-national-infrastructure-0>
8. https://ec.europa.eu/home-affairs/what-we-do/policies/crisis-and-terrorism/critical-infrastructure_en
9. https://www.tisn.gov.au/Pages/Critical_infrastructure.aspx
10. https://www.researchgate.net/publication/317281243_Water_Critical_Infrastructure_Security_and_Its_Dependencies,
11. <https://www.eea.europa.eu/hu/jelzesek/eea-jelzesek-2018-viz-elet/cikkek/kozelkep-2013-viz-a-nagyvarosban>
12. <https://www.kormany.hu/download/1/43/00000/tervezet.pdf>
13. <https://www.climatechange.org.uk/research/indicators-and-trends/buildings-and-infrastructure-networks/flooding-and-infrastructure/>
14. <https://www.chiefscientist.qld.gov.au/publications/understanding-floods/flood-consequences>
15. <https://baxcompany.com/insights/protecting-our-critical-infrastructure-from-flood-damage-a-case-study-in-bangkok/>
16. <http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/washurbfl.pdf>
17. <http://www.simcoemuskokahealth.org/Topics/SafeWater/drinkingwater/Drinking-water-safety-and-floods#b5e7a8d7-0022-4c9a-9773-284a02238761>

FELHASZNÁLT JOGSZABÁLYOK

1. 1995. évi LVII. Törvény a vízgazdálkodásról
2. AZ EURÓPAI PARLAMENT és a TANÁCS 2000/60/EK IRÁNYELVE a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról
3. A Tanács 98/83/EK irányelve (1998. november 3.) az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről
4. A Tanács 91/271/EGK irányelv a települési szennyvíz kezeléséről,
5. 2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról

6. 58/2013. (II. 27.) Korm. rendelet a víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról,
7. 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről
8. 43/1999. (XII. 26.) KHVM rendelet a vízkészletjárulék kiszámításáról
9. 47/1999. (XII. 28.) KHVM rendelet az állami tulajdonú közüzemi vízműből szolgáltatott ivóvízért, illetőleg az állami tulajdonú közüzemi csatornamű használatáért fizetendő díjakról
10. 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól
11. 221/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a vízgyűjtő-gazdálkodás egyes szabályairól
12. 30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról
13. 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól
14. 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról
15. 27/2005. (XII. 6.) KvVM rendelet a használt- és szennyvizek kibocsátásának ellenőrzésére vonatkozó részletes szabályokról
16. 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK)
17. 25/2002. (II.27.) Korm. rendelet a Nemzeti Települési Szennyvíz-elvezetési és -tisztítási Megvalósítási Programról
18. 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról
19. 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló
20. 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról
21. 541/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet a létfontosságú vízgazdálkodási rendszer elemek és vízellátási létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
22. 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
23. 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról

24. A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről

25. 2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról