

Szádeczky Tamás[✧]

Víz 4.0? A digitális víziközmű-infrastruktúra kiberbiztonsági kitettsége

DOI 10.17047/HADTUD.2021.31.4.111

A digitalizáció minden üzleti területet elér, csak idő kérdése, hogy a kevésbé fejlett területek, mint a címben foglalt vízi közművek mikor jutnak el a jelenlegi nyugat-európai szintre. A tanulmány elemzi a digitalizáció lehetséges területeit a klórgáz-adagolástól az okos mérőkig, majd az új szolgáltatások biztonsági kihívásait állítja ezekkel párhuzamba. Ezek a folyamatok már a villamosenergia-ellátás területén lejátszódtak: a kritikus infrastruktúrára vonatkozó szabályok, a bevezetett technológiák (pl. okosmérők), a kockázatokból eredő incidensek és az ezek miatt megindult tudományos kutatások. Ezek mind előre vetítik a víziközmű-szektor jövőjét, amit inkább proaktívan alakítani kellene a jó példák alapján.

KULCSSZAVAK: digitális transzformáció, kritikus infrastruktúra, települési vízgazdálkodás, vízmű

Water 4.0? Cybersecurity Exposure of the Digital Water Utility Infrastructure

Digitalization reaches all areas of business. Therefore, it is just a matter of time when the less developed areas, like water utilities, reach the Western-European level of technology. This paper analyses the possible areas of digitalization from chlorine addition to smart meters. Afterwards, cybersecurity issues are correlated with these new services. These processes have already taken place in the field of electricity supply: the rules on critical infrastructure, the technologies introduced (e.g., smart meters), the incidents arising from the risks, and the scientific research initiated as a result. These are all projections for the future of the water utility sector, which should be shaped proactively based on good examples.

KEYWORDS: digital transformation, critical infrastructure, urban water management, water utility

✧ Nemzeti Közszolgálati Egyetem –
National University of Public Service;
email: szadeczky.tamas@uni-nke.hu; <https://orcid.org/0000-0001-7191-4924>

Ipari forradalmak

A 21. században az informatika szerepvállalása a mindennapokban tagadhatatlan tény. A technológia sokkal kényelmesebbé és hatékonyabbá teszi az életünket, kevesebb repetitív munkát kell végeznünk, az automatizálható folyamatok gépek által végezhetőek. Ez növekvő informatikai függést okoz az egyén, a szervezet és a társadalom szintjén is. Az egyén szintjén ezt tapasztaljuk a munkaidőben és a szabadidőben végzett tevékenységek esetében is, ma már a feladatok túlnyomó része igényli a számítógép használatát. A munkánkat akár otthonról is VPN-en¹ keresztül, a vállalati hálózatra csatlakozva vagy éppen a repülőgépen ülve, a tabletünkön végezhetjük. Kérdéseinket a Google keresőbe tesszük fel, üzleti partnereinknek e-mailt írunk (amit lehetőleg valamilyen publikus kulcsu infrastruktúrával elektronikusan aláírunk és titkosítjuk is).² Távollévő szeretteinket telekonferencia vagy chat alkalmazáson keresztül érjük el. A koronavírusos időszakban kifejezetten aktívan használjuk ezeket a lehetőségeket a mindennapi munka során.

Ha a szervezet informatikai függőségére gondolunk, akkor gyakorlatilag bármely üzleti nyilvántartásra asszociálhatunk. Így például az ügyfelek nyilvántartását ma már customer relationship management (CRM) rendszerben végezzük. A számviteli nyilvántartások is számítógépen futnak. Amíg egy egyszeres könyvvitel (pénztárkönyv) még vezethető papír alapon, addig a kettős könyvvitel esetében ma már ez teljesen anakronisztikusnak tűnik. Közepes szervezetméret fölött már jellemző valamilyen integrált vállalatirányítási rendszer (ERP) bevezetése, így például SAP vagy Microsoft Dynamics rendszerek. De ezt nem csak a költségekre, hanem a termelési folyamat követésére is használjuk.

A termelés, illetve gyártás automatizálása az ipari forradalmakkal írható le a legjobban. Ezek a forradalmak nemcsak a technológiában jelentettek nagy fejlődést, hanem mind gazdasági, mind társadalmi hatásuk is jelentős volt. Az első ipari forradalmat a gőzgépek megjelenésétől számítjuk. Ez erősen kötődött a polgári forradalomhoz, és egész Európában a feudális rendszer leépüléséhez vezetett. Technológia szintjén a textilipar gépesítése, gőzhajtású hajók, gőzvasút és általában a gőzgépek gyártási célú felhasználása jellemezte. A manufaktúrák helyett magánvállalkozások lettek az elsődleges termelők.³ A második ipari forradalom a sorozat-, illetve tömeggyártás kialakulását jelentette. Ennek egyik példája volt a Ford autógyárban a gépjárművek sorozatgyártása. De a vas és acélipar fejlődése, az elektromosság felhasználása, a robbanómotor feltalálása, a vegyipar, a mezőgazdaság és a hadiipar technikai fejlődése is jelentős volt. Gazdaságilag a monopóliumok kialakulása, társadalmilag pedig a középosztály kialakulása és a munkásság differenciálódása jellemezte. A harmadik ipari forradalom a számítástechnika megjelenését és ilyen módon a folyamatok automatizálását jelentette. Ez a kezdetekben autonóm szabályozást és vezérlést, majd pedig mindinkább ezeknek valamilyen központi összehangolását foglalta

1 Virtuális magánhálózat.

2 Az elektronikus aláírással el nem látott e-mail meghamisítható, titkosítás nélkül pedig lehallgatható.

3 Wienecke-Janž 2007, 207.

magába. Egyik alapeleme a programozható logikai vezérlő, vagyis PLC,⁴ ami közvetlen kapcsolatban áll a szenzorokkal és aktorokkal, amik az irányított folyamatba épülnek be. Ezeket a vezérlőket megfelelő hálózaton össze lehet kötni (régében RS-485, ma ipari Ethernet segítségével), és azokból mérési adatokat lehet gyűjteni például egy SCADA-rendszerrel,⁵ illetve elosztott vezérlést lehet megvalósítani DCS-rendszerekkel.⁶ Az ipar 4.0, vagyis a negyedik ipari forradalom ezen technológiákon alapulva, de más, modern információtechnológiai elveket és módszereket alkalmazva, az adat-alapú és hálózatos megközelítésű gyártást jelentik.⁷ A 21. század informatikai eszközrendszerével korábban még elképzelhetetlennek tartott mennyiségű adatot lehet gyűjteni és elemezni, amellyel az adattudomány vagy Data Science foglalkozik. Emellett a kétezres évekre kifejlődött masszív hálózathasználat – így az internet teljes életünket átfogó és kvázi minden eszköz számára lehetséges használata – a gyártásba és általában a folyamatirányításba is begyűrűzik. Ezzel a gyártás még hatékonyabbá válik: minden pillanatban több millió adatforrás elemzése alapján valós időben optimalizálhatjuk a folyamatot, így még hatékonyabban használhatjuk az emberi erőforrást, és nagyobb eredményességgel végezhetjük az adott munkát. Azt, hogy ez valóban jelent-e ipari forradalmat (gazdasági és társadalmi hatást is magával vonzva), vagy pedig csak egy múló jelenség, ami csak a marketingesek asztalán létezik, azt csak történeti távlatból lehet meghatározni. Az viszont biztos, hogy az informatika használata (pejoratívabban az informatikai függés) megállíthatatlannak tűnő folyamat.

Smart Water (okos víz)

Az ember az ipar 4.0 kapcsán első körben egy Tesla gyárra asszociál, vagy valamilyen újtechnológiát képzel el, de a helyzet az, hogy az ehhez szükséges eszközrendszer azok árának drasztikus csökkenésével elérhetővé vált a gazdaság és a társadalom széles rétegei számára. Elég, ha arra gondolunk, hogy mára az okos otthon megoldások számos otthonban bevezetésre kerültek. Néhány százezer forintos beruházásból egy tucat szenzorral és egy felhő alapú személyes asszisztenssel automatizálhatjuk és hangvezéreltté tehetjük a családi házunkat. Az okos város (*Smart City*) koncepciója alapján a település közszolgáltatásait lehet optimalizálni és hatékonyabban kihasználni. Egy ilyen megoldás lehet például az okos parkolás bevezetése, ahol a járdaszegélybe beépített szenzorok segítségével a parkolni vágyó autós egy mobilalkalmazáson keresztül látja az úticélhoz legközelebb eső szabad parkolóhelyeket, és a navigációban ezt az adatot átadva minimalizálhatja a parkolóhely-keresés idejét.

Víziközművek tekintetében ezek talán utópisztikusnak hangzanak, például a jelenlegi finanszírozási helyzet miatt. Ezzel szemben az elérhető rendkívül olcsó technológia beépítésével, valójában alacsony beruházási volumen mellett, jóval hatékonyabb üzemeltetési paramétereket lehet elérni. Nyilván az adott vállalat jelenlegi

4 Programmable logic controller.

5 Supervisory control and data acquisition – felügyeleti szabályozás és adatgyűjtés.

6 Distributed Control System – folyamatirányító rendszer. Ajtonyi, Gyuricza 2002.

7 Lasi, Heiner, Fettke et al. 2014.

informatikai és üzemirányítási infrastruktúrájának függvényében válhat ez a technológia (illetve azok egyes elemei) a napi gyakorlat részévé, de mindenképpen számolnunk kell az elkövetkezendő években az ilyen irányú technológiai fejlesztésekkel.

Milyen tényleges gyakorlati felhasználásra érdemes gondolnunk vízmű szakmai területen? A VITUKI még 1994-ben készített egy világszintet felmérő tanulmányt arról, hogy a számítástechnikát milyen mértékben használják a víz- és csatornaműveknél különböző országokban.⁸ A főbb területekként a térinformatikai alkalmazásokat, az üzemvitel folyamatirányítását, a vízdíj-elszámolást és a szakértői rendszerek bevezetését azonosították. A két és fél évtizede leírt francia gyakorlattól még ma is gyakran elmarad egy kisebb magyar víziközmű-szolgáltató, de egy ilyen fejlesztés gyakran nem szerves piaci fejlődés, hanem kormányzati döntés eredménye. A térinformatika tekintetében például az elektronikus közműnyilvántartás és a közműegyeztetés folyamata a szakmában ismert.⁹ A hatóság az adatokat elektronikus formában bekérve építi fel az adatbázisát, amivel így jelentősen egyszerűsödik a közműtervezés és üzemben tartás folyamata. De ezen túllépve is, a megfelelő adatok birtokában (például az okosmérőkből származóan) web-alapú tudásbázis-rendszereket lehet kiépíteni a vízmű-infrastruktúra építőmérnöki feladatok megkönnyítése érdekében.¹⁰

A víztisztítás és a szennyvíztisztítás üzemirányítási folyamataiban, azok komplexitása miatt, sok szenzor és aktor alkalmazása szükséges. Digitalizációt az alábbi folyamatokban lehet használni: nyersvíz vételezésénél mennyiség meghatározása, optimalizálása, energiahatékonyság a szivattyú üzemeltetésénél, tározott víz minőségének monitoringja, a tisztítandó víz mennyiségének a meghatározása és a minőségének az elemzése, víztisztítási folyamat optimalizálása (vegyszer, klórgázhasználat, alumínium-oxid adagolás). Lehetséges a hálózatba tápláláskor az optimális szivattyúteljesítmény meghatározása, a hálózatba táplált víz nyomásának monitoringja, csőtörés és szivárgások érzékelése, fogyasztási igény valósidejű felmérése, toronyházaknál nyomásfokozás, vízmű infrastruktúra védelme. Nyomás alatti szennyvíz-csatornarendszer esetén a szivattyúk működésének optimalizálása, szennyvíz-átemelő telepeken szaghatások felmérése, működtetés optimalizálása. Szennyvíztelepek üzemeltetésének az optimalizálása, szennyvíziszap kezelési folyamatának célszerűsítése biogáz felhasználásának az energiahatékonysága, tisztított szennyvíz minőségének a mérése a befogadóba bocsátás előtt.¹¹ Szennyvíztisztító mű azonnali riasztást kaphat például, ha egy nagy ipari szennyvíz-kibocsátó nagy mennyiségű alacsony pH-jú szennyvizet bocsát a rendszerbe. Szintén optimalizálható a záportározás és az egyesített csatornarendszerek esetén az esetleges megkerülő folyamatok ütemezése.

Külön kiemelendő az okos mérők felhasználásának a lehetősége, amire ma több technológia is adott Magyarországon, így például a vízóraaknába telepített okos vízmérő a távközlési szolgáltató által biztosított NB-IoT¹² technológia segítségével a korábban semmilyen más rádiós úton el nem érhető helyről is képes – alacsony sebességgel,

8 Déri 1994.

9 Lásd <https://www.e-epites.hu/e-kozmu>

10 Stewart, Willis, Giurco et al. 2010.

11 Patziger 2018. alapján.

12 Lásd <https://www.vodafone.hu/kozep-nagyvallalatok/iot/narrowband>

viszont nagy megbízhatósággal – kommunikálni a vízműszolgáltató rendszereivel.¹³ Az okos mérők segítségével lehetséges a vízfogyasztási szokások valós idejű elemzése és a víz tisztítási és vízellátási technológia tényleges felmerülő igényeknek (*on demand*) megfelelő beállítása.¹⁴ Ezzel a vízdíj számlázási folyamat is hatékonyabbá tehető, mint a hagyományos megoldások esetén, hiszen mindig a valós fogyasztási adatok alapján készülhet a számla. A szolgáltató vízfogyasztási korlátozást tud bevezetni a fogyasztónál helyszíni beavatkozás nélkül. A vállalatirányítási rendszerrel integrált számlázási rendszerben az üzemeltetési folyamatból közvetlenül lehet hozzáférni az adatokhoz. Az elektronikusan aláírt, PDF-formátumban kiküldött papírmentes, de hiteles számlák kibocsátásával minimalizálható a postaköltség és a számla kibocsátási logisztika.

Ezeket a megoldásokat a szakma az ipar 4.0 hoz hasonlóan víz 4.0-nak (*Water 4.0*), digitális víznek (*Digital Water*), okos víznek (*Smart Water*), illetve a víz internetének (*Internet of Water*) is nevezi. Mindezek kétségkívül megreformálják a települési vízgazdálkodás teljes infrastruktúráját és működését, támogatják a víziközművek gazdaságilag hatékonyabb működtetését, az ügyféloldali elégedettséget, a környezetvédelmet, a folyamatok optimalizálását, az előre jelezhető karbantartást és a szabályozóknak való megfelelést. Pénzügyi szempontból az üzemeltetési költségek (OPEX) csökkenése, a beruházások jobb megtérülése és magasabb bevételek jellemzik ezeket a megoldásokat, emellett a vállalat gazdasági értéke is növekszik. Üzembiztonság tekintetében magasabb szintű rendelkezésre állás és jobban kiszámítható humán erőforrás-gazdálkodás érhető el.

Biztonsági megfontolások

A digitalizációnak az egyén, a szervezet és a társadalom szintjén is rendkívül sok pozitív hozadéka van. Mindezek mellett nem szabad elfelejteni azokat a veszélyeket, amelyek pont a technológiának való kiszolgáltatottságból fakadnak. Így különösen az informatikai alkalmazások és szolgáltatások, valamint a folyamatautomatizálás kiesését, illetve a rendszerek komplexitásából fakadó nehézségeket kell figyelembe venni.

Mivel a folyamat működése nagyban függ a szenzorok, aktorok és az irányítórendszer működőképességétől, ezért nagyobb a valószínűsége a műszaki okokból történő leállásnak, mint a hagyományos rendszerek esetében.¹⁵ Ezen felül könnyebben jelenthet egy rendszerelem kiesése teljes szolgáltatáskiesést. Elég itt a 2003 augusztusában történt, az Egyesült Államok északkeleti és Kanada középső részét érintő villamosenergia-kimaradásra (*blackout*) gondolnunk. A világ akkori második legnagyobb áramkimaradása 55 millió embert érintett, és két napig szinte teljes kimaradást, két hétig pedig abnormális szolgáltatási szintet jelentett. A dolog érdekessége számunkra, hogy egy szolgáltatói szoftver hibájából indult, de az egyébként redundánsnak gondolt rendszerben a hiba tovagyűrűzött, és magával rántotta a kapcsolódó rendszereket is. Ugyanígy könnyen lehet víziközmű szolgáltatáskiesés valamely más kritikus infrastruktúra-elem kiesése esetén. Így például az internet szolgáltatás

13 Alvisi, Casellato, Franchini et al. 2019.

14 Moraes, Langhi, Crivelaro 2015.

15 de Vitry 2019.

kiesése is jelenthet problémát a vízművek tekintetében. Ezeknek a problémáknak az oka visszavezethető a rendszerek megbízhatatlanságára, természeti jelenségekre, de mégis legjellemzőbb módon az ember jelenti a legnagyobb veszélyt. Ez az ember lehet egy külső támadó, aki kiberbűnözés vagy kiberhadviselés keretében kívánja a rendszerünk működését lehetetlenné tenni, és általában erre asszociálunk, mikor a támadót elképzeljük. De sajnos ugyanígy veszélyt jelent a belső munkatársak hanyagsága vagy rosszindulatú cselekménye a rendszerek ellen. Kiemelt jelentőségű tehát a digitalizációs folyamatot a megfelelő kiberbiztonsági kutatásokkal és az ebből megállapított, szükséges információbiztonsági kontroll intézkedések bevezetésével támogatni. Az informatika által érintett területeken magasabb szintű kiberbiztonsági szakmai ismerettel rendelkező munkatársak alkalmazása szükséges, ami jelen esetben általában nem áll rendelkezésre a víz- és csatornamű-szolgáltatóknál.

A települési vízgazdálkodás elemei de facto kritikus infrastruktúrák, ezek közül egyes elemeket a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény, illetve a létfontosságú vízgazdálkodási rendszerelemek és vízilétesítményekről szóló 541/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet nevesít is. Kiemelt állami érdek tehát az, hogy a lakosság vízellátása és a szennyvízkezelés működése, mint közegészségügyi kérdés, a bevezetett digitális szolgáltatások esetén is megoldott legyen.

Az édesvíz birtoklása stratégiai kérdés, több földrajzi régióban (például Izrael, Tibet, Kasmír, Nílus völgye) jelenleg is fegyveres konfliktusokat okoz a korlátozott édesvízkészlet felhasználása.¹⁶ Láttunk már arra példát, hogy kibertámadás történt (az előbb említett vagy más konfliktus során) víziközmű-szolgáltató ellen. 2020 áprilisában egy izraeli vízműben az izraeli kormány szerint palesztin hackerek a klórada-goló rendszer átállításával tömeges klórmérgezést akartak okozni, de a támadást sikerült megakadályozni. A palesztin fél tagadta a vádat.¹⁷

Mivel a korábban leírt digitalizáció Magyarországon még gyerekcipőben jár, ezért az ez irányú vizsgálatoknál célszerű nyugat-európai mintát használni. Erre jó példa lehet a szintén nagyszámú szereplőt felvonultató német piac. A német szabályozó hatóságok már foglalkoznak a víziközművek kiberbiztonságával, a KRITIS-stratégia és az az alapján alkotott jogszabályok a teljes német kritikus infrastruktúra területre állapítanak meg kiberbiztonsági feladatokat.¹⁸ A német szolgáltatók támogatásában a szakmai szervezetek is aktívak, például a Német Víz- és Gáz Egyesület (*Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches*, DVGW) és a Német Vízgazdálkodási, Szennyvíz és Hulladék Egyesülés (*Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.*, DWA) is bocsát ki ajánlásokat ebben a témában.¹⁹

Egyetemi kutatások is megindultak ezen a területen, amiből kiemelném a CYBERWATER projektet,²⁰ ami egy NATO Advanced Research Workshopból kiindulva jelenleg is komoly kutatásokat folytat Prof. Harsha Ratnaweera vezetésével.

16 Padányi 2015.

17 Haaretz 2020.

18 BMI 2009.

19 Fettig and Oldenburg 2019.

20 <https://www.natoarw-cyberwater.net/>

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ajtonyi István, Gyuricza István 2002. *Programozható irányítóberendezések, hálózatok és rendszerek*. Budapest: Műszaki Kiadó.
- Alvisi, Stefano; Casellato, Francesco; Franchini, Marco et al. 2019. "Wireless Middleware Solutions for Smart Water Metering." *Sensors* 19 (8) Art. <https://doi.org/10.3390/s19081853>
- Bundesministerium des Innern (BMI) 2019. Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie, 2009). <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/kritis.html> (Letöltés ideje: 2020. 04. 08.)
- Déri József 1994. *Számítógépesített technológiák víz- és csatornaműveknél. Világszintfelmérő tanulmány. I–II*. Budapest: Vituki Innosystem Kft.
- Fettig, Joachim and Oldenburg, Martin 2019. Overview: Preparedness in the Water Supply and the Sanitation and Sewerage Sectors in Germany and Europe. In Ratnaweera, H., Pivovarov O. A.: *Physical and Cyber Safety in Critical Water Infrastructure*. IOS Press.
- Haaretz 2020. "Iranian Cyberattack Aimed to Raise Chlorine Level in Israeli Water, Report Says." *Haaretz* június 1. <https://www.haaretz.com/israel-news/iranian-cyberattack-aimed-to-raise-chlorine-level-in-israeli-water-report-says-1.8886235> (Letöltés ideje: 2020. 09. 22.)
- Lasi, Heiner; Kemper, Hans-Georg; Fettke, Peter et al. 2014. *Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering* 6 (4): 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Moraes, SD.; Langhi, C.; Crivelaro, M. 2015. "Identifying telecommunications network needs to support the deployment of smart meters in a water utility." *Independent Journal of Management & Production* 6 (4): 922–932. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v6i4.351>
- Padányi József 2015. Vízkonfliktusok. *Hadtudomány* 25 (E-szám): 272–284. <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2015.25.E.272>
- Patziger Miklós 2018. *Közepes és kis szennyvíztisztító telepek hatékony üzemeltetése. Technológiai ismeretek*. Budapest: Magyar Víziközmű Szövetség.
- Stewart, Rodney; Willis, Rachele; Giurco, Damien et al. 2010. "Web-based knowledge management system: linking smart metering to the future of urban water planning." *Australian Planner* 47 (2): 66–74. <https://doi.org/10.1080/07293681003767769>
- de Vitry, MM.; Schneider, MY.; Wani, O.; Manny, L; Leitao, JP.; Eggimann, S. 2019. "Smart urban water systems: what could possibly go wrong?" *Environmental Research Letters* 14 (8): Art. 081001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3761>
- Wienecke-Jan, Detlef (ed.) 2007. *Die Chronik der Deutschen*. Gütersloh/München: Chronik Verlag.