

Orgoványi Péter<sup>1</sup> 

# Közüzemi vízellátó hálózatok veszteségelemzésének hatékonyságnövelése térinformatikai módszerrel

## Increasing the Efficiency of Loss Analysis of Public Water Supply Networks Using Geospatial Method

*A hazai közüzemi vízellátó hálózatok romló műszaki állapotának következtében jelentős mennyiségű tisztított és fogyasztásra szánt vízmennyiség kerül a csővezetéseket körülvevő talajrétegekbe. A hazai statisztikai adatok alapján a hálózati veszteség 20–30%, de vannak olyan területek, ahol 80% körüli ez az érték. A veszteségek csökkentése gazdaságossági és környezetvédelmi szempontból egyaránt kiemelt jelentőségű. A veszteségelemzési módszertanok hatékonyságát térinformatikai adatokkal növelni tudjuk. Jelen tanulmányban a térinformatikai adatbázisok (GIS) hatékony alkalmazhatóságára mutatok be egy javaslatot, amellyel a hálózati veszteségelemzés megkönnyíthető, majd további kutatási irányokat vázolok fel.*

**Kulcsszavak:** vízellátás, veszteség, térinformatika, WDS, DMA, szivárgás

*Due to the deteriorating technical condition of public water supply networks, a significant amount of treated water is being discharged into the soil surrounding the pipelines. Based on statistical analyses, network losses are in the range of 20–30%, but there may be areas where losses of around 80% can occur. Reducing loss is a priority from both economic and environmental points*

---

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kar Vízellátási és Csatornázási Tanszék; Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztoképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: [orgovanyi.peter@uni-nke.hu](mailto:orgovanyi.peter@uni-nke.hu)

*of views. The effectiveness of loss analysis methodologies can be improved by using geospatial data. In this paper, I propose the effective use of geospatial databases (GIS) to improve network loss analysis and outline further research directions.*

**Keywords:** water supply, water loss, geoinformatics, WDS, DMA, leakage

## Bevezetés

Napjainkban a hazai víziközmű-hálózatok műszaki állapota folyamatosan romlik, ráadásul kimutatások alapján a változás üteme növekvő tendenciát mutat. A közüzeti vízellátás a nemzeti létfontosságú kritikus infrastruktúra-rendszerekhez tartozik. A besorolás is alátámasztja, hogy a szolgáltatás színvonalának megőrzésére és tartós biztosítására kiemelt figyelmet szükséges fordítani. Közműszolgáltatás lévén, a víziközmű-szolgáltatók feladata a folyamatos, megfelelő minőségű, mennyiségű és nyomású víz biztosítása a szerződött fogyasztók számára. Hazánkban jelenleg körülbelül negyven<sup>2</sup> különböző víziközmű-szolgáltató vállalat végzi tevékenységét. A vállalatok száma azért is releváns adat, mert 2011. évben még közel négyszáz szolgáltató látta el a szolgáltatási tevékenységet.<sup>3</sup> Korábban a szolgáltatók az adatkezelést nem egységes rendszerben végezték, emiatt az adatbázisok hiányosak, a meglévő adatok pontossága megkérdőjelezhető. Mindez jelentős feladatot jelent napjainkban is a jelenlegi szolgáltatóknak. A 324/2013. (VIII. 29.) Korm. rendelet az egységes elektronikus közműnyilvántartásról alapján a szolgáltatók 2013 óta egységes alapokon vezetik a nyilvántartást. Bevezették az E-közmű rendszert, amely elsősorban az egységes elektronikus nyilvántartás és a közművekkel kapcsolatos ügyintézés átláthatóbbá és hatékonyabbá tétele érdekében jött létre. Az egységesített és online elérhető adatbázis az egyes közművekre vonatkozólag számos adatot tartalmaz. A teljesség igénye nélkül ilyen adatok például a tulajdonos neve, üzemeltető vállalat, szakasz hossza, közeg szállításmódja, szállított közeg megnevezése stb. A tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy napjainkban is jelentős adathiányok mutatkoznak a hálózatokkal kapcsolatban, még ha ennek mértéke területenként eltérő is.

A továbbiakban a vízellátó hálózatokkal foglalkozom részleteiben, de a csatornahálózatot is szükséges megemlíteni, amikor a víziközmű-hálózatokról beszélünk. A fenntartható települési vízgazdálkodás fontos eleme a használtvizek gyűjtése és tisztítása korszerű szennyvízkezelő technológiákkal.<sup>4</sup> A kisebb településeken, ahol a vízellátás már biztosítva van, viszont a csatornázás nem megoldott, decentralizált szennyvízkezelő megoldásokat alkalmaznak.<sup>5</sup> Az éghajlatváltozás hatására gyakrabban kialakuló szélsőséges időjárási jelenségek, mint például a villámvizek,<sup>6</sup> a csatornahálózatok tervezési módszertanának újragondolását indokolják, amelyet napjainkban már hidraulikai modellezéssel kiegészítve célszerű végezni.

<sup>2</sup> MEKH 2019.

<sup>3</sup> KPMG 2015.

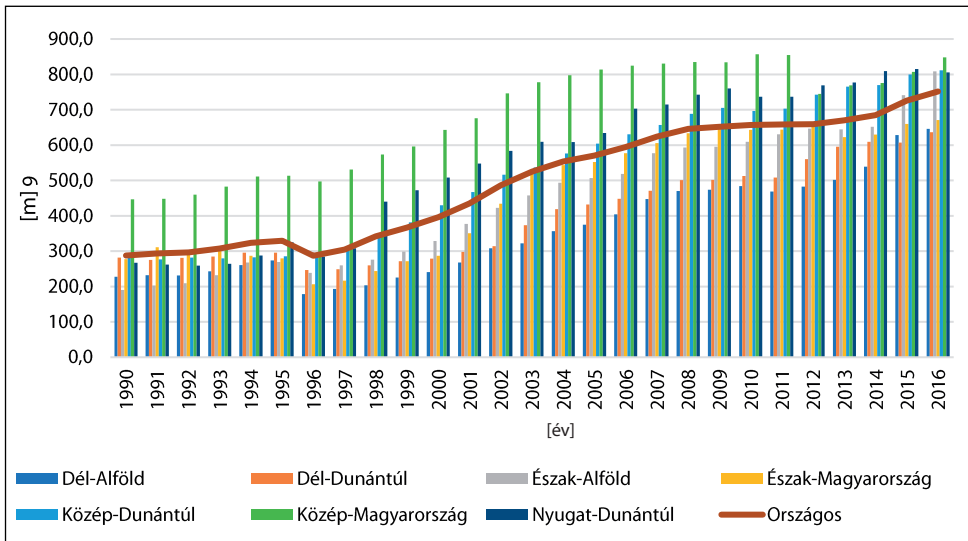
<sup>4</sup> BÁBA-KARCHES 2021.

<sup>5</sup> BÁBA-KARCHES 2020.

<sup>6</sup> FÖLDI-BEREK-PADÁNYI 2021.

## A vízellátó hálózat állapota

2017-ben a hivatalos adatok alapján a teljes vízellátó hálózati hossz 92 446 kilométer volt.<sup>7</sup> Ebbe az értékbe a gerincvezetéseken kívül a bekötővezetékek is beletartoznak, mintegy 25%-kal. A hazai szabályozás alapján a víziközművek teljes egészében állami vagy önkormányzati tulajdonban vannak.<sup>8</sup> A hálózat kiépítettsége 95% feletti volt már a 2011-es adatok alapján is. Ez az érték a környező országokhoz képest a legjobbnak mondható.<sup>9</sup> A teljes víziközmű-szolgáltatást – a csatornaszolgáltatást is ide értve – vizsgálva szintén jó kiépítettséget tapasztalhatunk. Az 1. ábra az elsődleges közműolló<sup>10</sup> mutatja régiónkénti felbontásban az 1990-es évektől kezdődően. Ez alapján azt is kijelenthetjük, hogy a víziközmű-szolgáltatás a teljes hazai piacot lefedi. A beruházási folyamatoknak ezt követően már a fenntartásra kell irányulniuk elsősorban.



1. ábra: Az elsődleges közműolló alakulása 1990–2016 között

Forrás: ORGOVÁNYI–DALKÓ 2019

A hálózat anyagát tekintve kétharmad rész az 1970-es években épült azbesztcement anyagú vezeték, illetve jelentős részt képeznek a maradék egyharmad részéből is a következő évtizedekben alkalmazott KM-PVC anyagú vezetékek. Napjainkban a KPE-típusú vezetékek alkalmazása az elterjedt. A cikk megírásakor elérhető legfrissebb adatok alapján készült csőanyagmegoszlást a 2. ábra szemlélteti. Fektetésük idején az azbesztcement vezetékeket 40 éves élettartamra

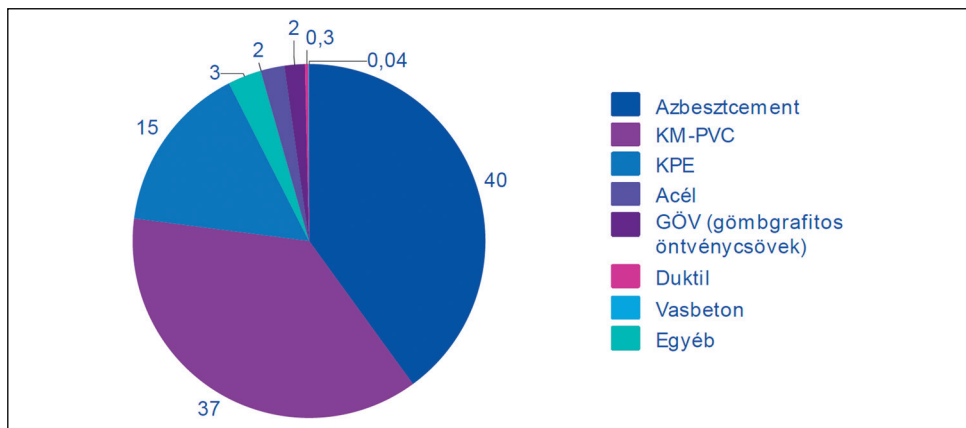
<sup>7</sup> Századvég Gazdaságkutató Zrt. 2018.

<sup>8</sup> 2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról, 6 §.

<sup>9</sup> KPMG 2015.

<sup>10</sup> Az elsődleges közműolló az egy kilométer ivóvízvezeték-hálózatra jutó szennyvízcsatorna-hálózat hossza méterben.

irányozták elő. A közműhálózatokat a tervezési gyakorlat alapján 50 éves időtávra tervezzük. Belátható, hogy napjainkban már meghaladtuk ezeket a tervezett intervallumokat. Az azbeszt-cement vagy köznyelvben használatos nevén az eternit csővezeték esetében a hosszú távú vizsgálatok kimutatták, hogy 50-60 év után romlanak a szilárdsági mutatói.<sup>11</sup>



2. ábra: Ivóvíz-gerincvezeték csőanyag szerinti megoszlása százalékban

Forrás: KPMG 2020 és MEKH 2019 alapján a szerző szerkesztése

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) adatai alapján a hálózat 56%-a túlnyomóan kockázatos, és 30%-a kockázatos minősítés alá tartozik. Az adatok alapján 2012-ben az egy kilométerre jutó meghibásodások száma 0,61 volt. Ez az érték 2017-ben már 1,34-re növekedett.<sup>12</sup> A növekedés üteme előreláthatólag folytatódni fog a következő években is. A problémára megoldást jelentene, ha a közműhálózati rekonstrukció megfelelő prioritást kapna. A víziközmű-szektor forráshiányának köszönhetően a rekonstrukciós munkálatok nem a megfelelő ütemben haladnak, így országos szinten az évenként lecserélt csőmennyiség csak 350 kilométerre tehető. Ezzel szemben 2000 kilométer vezetékcsere lenne szükséges évente (2017-es adatok alapján). Az elmúlt 20 évben az Európai Unióhoz történő csatlakozás következtében, az egységesség miatt szigorodó vízminőséggel szemben támasztott követelmények<sup>13</sup> teljesítése érdekében ivóvízminőség-javító programok keretében történtek fejlesztések az ágazatban. Ezek a fejlesztések azonban csak kis mértékben érintették az ellátó hálózatot. A Nemzeti Vízstratégia részelemei között kiemelt szerepet kap a minőségi víz- és szennyvíz-szolgáltatás, amelyen belül a vízvesztések csökkentése, illetve az energiahatékonyság növelése is kiemelt cél.

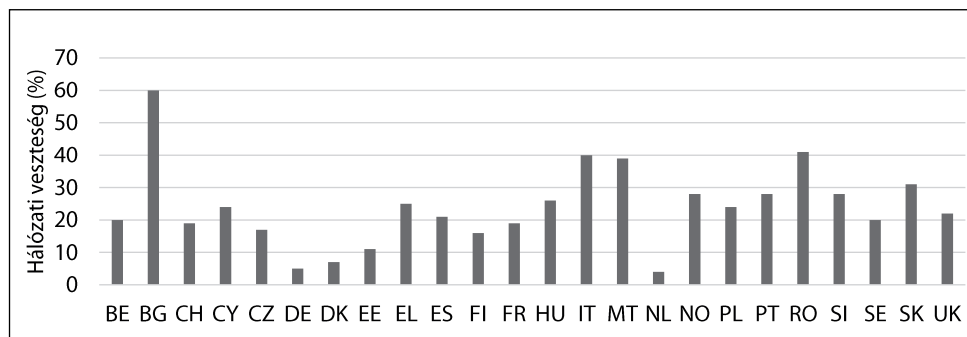
<sup>11</sup> Lásd MASZ: Azbesztcement csövek, <https://azbesztmentes.hu/>

<sup>12</sup> Századvég Gazdaságkutató Zrt. 2018.

<sup>13</sup> 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet.

## Veszteségek

A hálózati meghibásodások a veszteségek növekedésével is járnak. Egy gerincvezetéken jelentkező 1 mm átmérőjű lyukon keresztül körülbelül 500 m<sup>3</sup>, míg egy 3 mm átmérőjű lyuk esetében akár 4200 m<sup>3</sup> vízmennyiség távozik a környező talajba éves szinten.<sup>14</sup> Az általános nézet alapján a veszteség a termelt és értékesített víz különbsége. Legtöbbször ezekkel a százalékos értékekkel találkozunk a kimutatásokban. Hazánkban ez az érték a hivatalosan közölt adatok alapján mintegy 22%-ra tehető. Ha csak a 22%-ból indulunk ki, akkor az éves szinten 144 millió m<sup>3</sup> vízmennyiséget jelent. Tehát ezt a mennyiséget a vízbázisból kitermelték, szükség esetén a megfelelő technológiával megtisztították. A folyamat közben és a folyamat végén a nyers-, majd a kezelt vizet szivattyúk segítségével, elektromos áram használatával mozgatták. Az energiastratégiák alapköve a jelenlegi fogyasztások csökkentése, ezzel a fenntartható fejlődés elősegítése.<sup>15</sup> A teljes országos adatokat átlagoló, százalékos veszteség értékét figyelembe véve hazánk az EU országai között körülbelül a 15. helyen helyezkedett el 2012–2015-ben.<sup>16</sup> A legfrissebb, 2021-ben kiadott összegzés alapján a 9. helyen van.<sup>17</sup> Az egyes országok hivatalos százalékos veszteségadatait a 3. ábra szemlélteti. A százalékos értéken kívül, jelenleg a nemzetközi összehasonlításhoz a fajlagos veszteség-<sup>18</sup> értéket szokták még vizsgálni. Az uniós értékeket a 4. ábra szemlélteti országonként. Hazánkban a 2017-es jelentés alapján 1500 m<sup>3</sup>/km/év körüli értéket kapunk, még az EU-átlag 2171 m<sup>3</sup>/km/év. A legújabb adatok alapján a hazai érték megközelítőleg 3000 m<sup>3</sup>/km/év, amíg az EU-átlag 2696 m<sup>3</sup>/km/év.



3. ábra: Vízellátó hálózati veszteség az Európai Unió országaiban 2019-ben százalékos értékben kifejezve  
Forrás: EurEua 2021

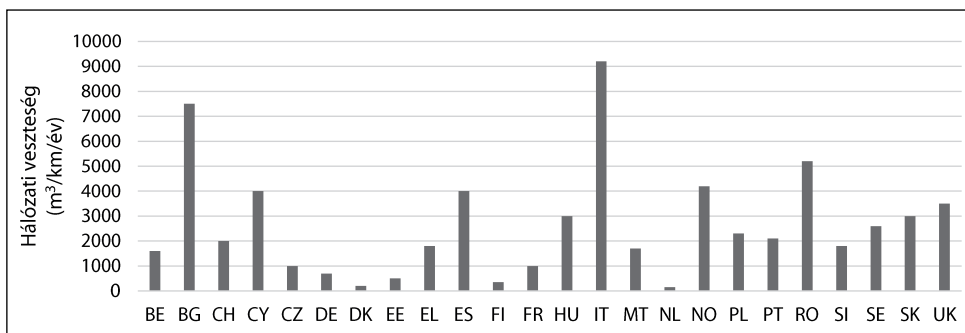
<sup>14</sup> FÁBRİK 2017.

<sup>15</sup> HALÁSZ–FÖLDI 2014.

<sup>16</sup> EurEau 2017.

<sup>17</sup> EurEau 2021.

<sup>18</sup> Egy kilométer csőhosszra vetített veszteség értéke köbméter mértékegységben kifejezve.



4. ábra: Vízellátó hálózati veszteség az Európai Unió országaiban 2019-ben m³/km értékben kifejezve

Forrás: EurEua 2021

A veszteségeket mindenképp területileg elkülönítve érdemes vizsgálni és nem országos vagy regionális szinten, hiszen a kiugróan magas értékek így rejtve maradnak.

A veszteségek részletesebb vizsgálatához az alábbi táblázat (1. táblázat) nyújt segítséget. A rendszerbe betáplált vízmennyiségek két részre bonthatók: engedélyezett fogyasztások és veszteségek. Az engedélyezett fogyasztások kategóriájában számlázott és nem számlázott mennyiségeket különítünk el. A számlázott, mért fogyasztások alkotják az értékesített vízmennyiséget. A nem számlázott, engedélyezett fogyasztások körébe tartoznak a számlázási hibák, illetve a méretlen fogyasztások, mint például a tűzoltásra használt vízmennyiségek.

1. táblázat: A rendszerbe táplált vízmennyiség összetevői

A rendszerbe betáplált vízmennyiség	Engedélyezett fogyasztás	Számlázott engedélyezett fogyasztás	Számlázott, mért fogyasztás (beleértve a vízexportot)	Értékesített víz	
			Számlázott, mért fogyasztás (beleértve a vízatadást) (számlázási hiba)		
		Nem számlázott, engedélyezett fogyasztás	Nem számlázott, mért fogyasztás (beleértve a vízatadást) (számlázási hiba)		Nem számlázott víz NSZV
			Nem számlázott, méretlen fogyasztás (tűzoltás)		
	Vízvesztesség	Látszólagos veszteség	Nem jogosult/illegális fogyasztás (vízlopás)		
			Mérési pontatlanságok		
Valódi veszteség		Hálózati szivárgások			
		Csőtörések okozta vízfolyások			
		Üzemeltetési hibákból adódó vízvesztések			

Forrás: a szerző szerkesztése IWA 2002 alapján

A veszteségek kategóriáját a nemzetközi irodalom két részre bontja, látszólagos és valós veszteségekre. A látszólagos veszteségek kategóriájába tartoznak az illegális fogyasztások, valamint a mérési pontatlanságok. A valódi veszteségek három részre bonthatók: hálózati szivárgások, csőtörések okozta vízfolyások, valamint üzemeltetési hibákból adódó vízvesztések. A Nem

Számlázott Víz (NSZV) kategóriába sorolhatók a veszteségek és a nem számlázott mennyiségek. A veszteségek mennyiségi megoszlását tekintve, az IWA<sup>19</sup>-adatok alapján 25%-át alkotják a nem látható szivárgások, amelyek annyira kis hozammal jelentkeznek, hogy akusztikus műszerekkel nem kimutathatók, más néven ezeket nevezzük háttérszivárgásnak. 30% körül alakulnak azok a nem látható szivárgások, amelyek már felderíthetők a megfelelő műszerezettség segítségével. A veszteségek legnagyobb hányadát, közel 45%-át a látható szivárgások adják. A látható szivárgások általában a többi kategóriához képest jelentősen kevesebb ideig tapasztalhatók. Ennek az az oka, hogy a nagyobb vízhozam miatt a felszínen is észlelni lehet, ami után gyors beavatkozás szükséges az üzemeltető részéről.

A nemzetközi vízvesztés-csökkentési stratégia alapján a feltárható éves valós veszteségeket (CARL)<sup>20</sup> csupán az elkerülhetetlen éves valós veszteség (UARL)<sup>21</sup> mértékéig lehet csökkenteni műszaki megoldásokkal. Ennek az értéknek az elérése viszont gazdaságossági okokból nem lehet célunk, emiatt meg kell állapítani egy gazdaságos veszteségszintet. Az IWA adatai alapján a gazdaságosvesztés-szint átlagosan 20% körüli értéken várható, de ez területenként erősen eltérő lehet.

A veszteség értékének jellemzésére számos metódus létezik. Gyakorlatban használatos a fajlagos hálózati veszteség-érték, amely az egy kilométer egységre adja meg a veszteség értékét [ $m^3/h/km$ ], valamint a fajlagos hibaszámérték is, amely egy év időegységre adja meg az egy kilométerre eső hibaszám értékét [ $db/km/év$ ]. Nemzetközi viszonylatban pedig a nem számlázott vizek (NSZV-) mutatót is gyakran alkalmazzák, számítása a CARL/UARL összefüggéssel egyszerűen elvégezhető. A CARL számítása esetében, ha ismerjük az éves valódi veszteség értékét, és a hálózatunk a teljes vizsgált időszak alatt üzemelt, tehát nyomás alatt volt, akkor az érték módosítás nélkül alkalmazható. Az UARL esetében összetettebb a meghatározás. A számítás során a hálózat hosszát, a bekötések darabszámát és hosszát, valamint az üzemi nyomást is figyelembe veszik. Nemzetközi szinten is emiatt támogatják inkább az ILI,<sup>22</sup> vagyis az infrastruktúra-szivárgási index alkalmazását a veszteségek leírására, mert értéke magában hordozza az adott rendszer sajátosságait is. Ezeket a sajátosságokat azonban az egyes rendszerek értékeinek összehasonlításánál is figyelembe kell venni.

Az IWA Vízvesztés Szakértői Csoportja<sup>23</sup> (WLSG) 2022. márciusi állásfoglalásában támogatja az ILI alkalmazását. A WLSG azért hívja fel a figyelmet az ILI alkalmazására, mert a 2020/2184 EU irányelv kapcsán az egységes értelmezés érdekében pontosítani szükséges a veszteségek vizsgálatának kérdéskörét. A tagállamoknak 2026-ig el kell végezniük a szivárgási szintek értékelését, és erről kimutatást kell készíteniük. Az irányelv megfogalmazása alapján nem kötelező az ILI alkalmazása, a szivárgás mértékének értékelése más, megfelelő módszerrel is elvégezhető. Az egyes országok beszámolóit alapján 2028-ig meghatározásra kerül az egységes szivárgási küszöbérték, amely alapján a küszöbértéknél magasabb mutatókkal

<sup>19</sup> International Water Association, Nemzetközi Vízügyi Szövetség.

<sup>20</sup> Current annual real losses – feltárható éves valós veszteségek.

<sup>21</sup> Unavoidable real losses – elkerülhetetlen éves valós veszteség.

<sup>22</sup> Infrastructure leakage index – infrastruktúra-szivárgási index.

<sup>23</sup> IWA Water Loss Specialist Group, IWA Vízvesztés Szakértői Csoportja.

rendelkező területekre 2030-ig az egyes országoknak cselekvési tervet kell készíteniük a szivárgások csökkentésére.<sup>24</sup>

## Adaptált térinformatikai módszertan

A vízellátó hálózatok vizsgálata során a bemeneti paraméterek körébe tartozik a hálózaton jelentkező fogyasztások térbeli és időbeli megoszlása. A térbeli eloszlás vizsgálatára számos gyakorlat létezik. A vizsgálat célja és a megkívánt részletesség alapján lehet eldönteni, hogy melyik módszer alkalmazása vezet a megfelelő eredményre. Itt is, mint sok más esetben, a rendelkezésre álló adatok korlátot jelentenek a vizsgálat kimenetele szempontjából. A számtani átlag módszerétől kezdve, a vezetékhozz arányos fogyasztás eloszláson át, a körzetesítésig, a gyakorló mérnök szakember számára számos lehetőség adódik.<sup>25</sup> Egy idealizált rendszerben gondolkodva az lenne a legpontosabb, ha minden egyes, a hálózaton jelentkező fogyasztást a pontos helyén tudnánk vizsgálni. A jelenlegi adatbázisok mellett azonban ez nem, vagy csak részben lehetséges. A következőkben leírt módszertan erre nyújt egy általam kidolgozott javaslatot. A számlázási adatok alapján ismerjük az egyes fogyasztók fogyasztási értékeit, hiszen a vízmérő órák leolvasása alapján a vízdíjat is az alapján fizetik. A fogyasztók adatait tartalmazó adatbázisok azonban tartalmazzák a számlázási mennyiségeket, a fogyasztók címadatát és az egyedi azonosítójukat. Ezeket az adatbázisokat egyfajta körzetesítésre eddig is többen felhasználták, azonban a nagy elemszám miatt csak utcaszintre leszűrve, és még így is hosszadalmas adatfeldolgozást követően lehetett eredményre jutni. Az 5. ábra egy fel dolgozott számlázási adatbázist mutat térképen megjelenítve (kék jelölők) tesztadatbázison végzett vizsgálaton.



5. ábra: Fogyasztói adatok téradathoz rendelve

Forrás: a szerző szerkesztése Bing alaptérképre

<sup>24</sup> IWA Water Loss Specialist Group Position Statement, <https://iwa-network.org/news/iwa-water-loss-specialist-group-position-statement-use-of-the-infrastructure-leakage-index-in-eu-directives-and-regulations/>

<sup>25</sup> SALAMON 2017.





6. ábra: Fogyasztói adatok hőterképes megjelenítéssel

Forrás: a szerző szerkesztése Bing alaptérképre

A 6. ábra a bemutatóterületen található felhasználók hálózati vízfogyasztását mutatja hőterképes megjelenítésben. Az ilyen és ehhez hasonló térképi megjelenítésekkel egy adott terület fogyasztáseloszlása könnyen elemezhető. A térképi adatok alapján a zónamérések eredményeinek kiértékelésekor pontosabb adatokkal tudunk dolgozni, amivel a veszteségcsökkentés hatékonyságát is tudjuk javítani.

Az előzetes eredmények alapján a címadatbázisok feldolgozása gyors és hatékony módszernek bizonyul. 90%-os feldolgozási pontosság feletti eredményeket sikerült elérni minden esetben csupán pár óras élőmunka-befektetéssel. A téradathoz társított adatbázisok ezt követően egyszerű térinformatikai módszerek segítségével számos célra felhasználhatók.

Egy települési vízellátó hálózat esetében az aktív veszteségkeresés módszerét szokták alkalmazni olyan területeken, ahol online monitoringrendszer nincs telepítve. A módszer lényege, hogy a hálózatot mérési körzetekre bontjuk. A hálózaton a fogyasztási trendek alapján, általában a folyamatirányító rendszer által naplózott adatok vizsgálatából megállapítják a minimumfogyasztás időpontját, amely legtöbb esetben az éjszakai időpontra esik. Az egyes körzetekben lehet eltérő is ez az időpont, ezért a zónánként kialakított ideiglenes vízkormányzás segítségével, valamint a megfelelő helyen elhelyezett áramlásmérők segítségével külön is vizsgálhatók. A helyszínek és időpontok meghatározását követően a zónamérések következnek, amelyek során a területek vízforgalmát monitorozzák. A kapott értékeket összehasonlítják, mivel hasonló zónákban körülbelül azonos fogyasztási értékeket kell hogy tapasztaljanak a minimum mérések alkalmával. Amennyiben jelentős eltérések tapasztalhatók egyes zónákban, akkor a terület részletesebb vizsgálata következik. Amennyiben műszakilag indokolt, akkor kisebb zónákra lehet osztani az adott zónát. Az előzőekben bemutatott adatbázis-építés ennél a lépésnél tud segítséget nyújtani. Alkalmazásával térben vizsgálható, hogy az adott zónában milyen fogyasztók vannak jelen. Számlázott mennyiségi értékeik alapján lehet következtetni az adott időszakban lehetséges fogyasztási értékre. A manuális adatfeldolgozást ezáltal egyszerűsíthetjük és gyorsíthatjuk. Ha a lehetséges problémákat zónaszinten feltártuk, akkor

következik a hibahely pontos lehatárolása. Ezt akusztikus lehallgatással, illetve ezt követően korrelátoros lehatárolással lehet elvégezni.<sup>26</sup> Amennyiben a hibahely körülbelül ismert, akkor talajmikrofonnal történik a pontos behatárolás. Ezt követi a tényleges vezetékfeltárás és a hiba elhárítása. Ezt követően az adott szektorban minden esetben újra el kell végezni a méréseket.

## Összefoglalás

A víziközmű-hálózatok hidraulikai modellezésének területén, az adatfeldolgozási módszertanok fejlesztésénél számos kiaknázatlan részterület van napjainkban is. Az említett fogyasztási adatok térbeli és időbeli pontosítása a modellek pontosságának növelése céljából kiemelt terület vizsgálataim során. A fogyasztások az 1990-es évektől kezdődően csökkenő tendenciát mutatnak országos szinten. A jelenleg üzemelő rendszereket a 30–50 évvel ezelőtti állapotokra méretezték. Az ország jelentős részére nézve a meglévő rendszerek túlméretezettek, és ez üzemeltetési gondokat eredményezhet. Vannak olyan agglomerációs területek, jellemzően Budapest környékén, ahol a rohamosan fejlődő területeken kiépített ellátóhálózatok fejlesztése elmarad a beépítettség fejlődésének ütemétől. Emiatt kapacitáshiány jelentkezik számos településen jelenleg is. Ez leginkább a nyári csúcsgazdálkodási időszakokban érzékelhető a vízellátó hálózatokon, de ugyanilyen problémák jelentkeznek a csatornahálózatokon és a szennyvíztisztító telepek esetében is.

A víziközmű-hálózatok elemzési hatékonyságának térinformatikai módszerekkel való fejlesztése meglatásom szerint az egyik fő irány lehet a módszertani fejlesztések vizsgálata során.

## Felhasznált irodalom

- BÁBA, Barnabás – KARCHES, Tamás (2020): Sizing of a Decentralized Wastewater Treatment Unit Supported by Biokinetic Modelling. *Pollack Periodica*, 15(1), 103–111. Online: <https://doi.org/10.1556/606.2020.15.1.10>
- BÁBA, Barnabás – KARCHES, Tamás (2021): Operation Improvement of Sequencing FED-Batch Wastewater Treatment. *Pollack Periodica*, 16(2), 61–66. Online: <https://doi.org/10.1556/606.2020.00302>
- EurEau (2017): *Europe's Water in Figures. An Overview of the European Drinking Water and Waste Water sectors*. Brussels: The European Federation of National Associations of Water Services. Online: [www.eureau.org/resources/publications/1460-eureau-data-report-2017-1/file](http://www.eureau.org/resources/publications/1460-eureau-data-report-2017-1/file)
- EurEau (2021): *Europe's Water in Figures. An Overview of the European Drinking Water and Waste Water Sectors*. Brussels: The European Federation of National Associations of Water Services. Online: [www.eureau.org/resources/news/566-europe-s-water-in-figures](http://www.eureau.org/resources/news/566-europe-s-water-in-figures)
- FÁBRIK Tamás (2017): Az értékesítési különbözet csökkentésének módszertana. *Vízű Panoráma*, 25(4), 10–13. Online: [www.maviz.org/system/files/vizmu\\_panorama\\_-\\_2017-4\\_web.pdf](http://www.maviz.org/system/files/vizmu_panorama_-_2017-4_web.pdf)
- FÖLDI, László – BEREK, Tamás – PADÁNYI, József (2021): Hungary's Energy and Water Security Countermeasures as Answers to the Challenges of Global Climate Change. *AARMS*, 20(2), 87–96. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2021.2.7>
- HALÁSZ László – FÖLDI László (2014): *Környezetbiztonság*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem.

<sup>26</sup> TOLNAI 2008.

- KPMG (2015): *A magyar víziközmű ágazat bemutatása – átfogó tanulmány*. Magyar Víziközmű Szövetség (MaVíz). Online: [www.maviz.org/system/files/kpmg-maviz\\_vizikozmu\\_agazati\\_helyzetkep\\_20150513.pdf](http://www.maviz.org/system/files/kpmg-maviz_vizikozmu_agazati_helyzetkep_20150513.pdf)
- KPMG (2020): *Helyzetfelmérés a hazai víziparról*. Magyar Víziközmű Szövetség (MaVíz). Online: [www.maviz.org/system/files/maviz\\_vizipari\\_tanulmany\\_frissített\\_202011\\_final\\_public.pdf](http://www.maviz.org/system/files/maviz_vizipari_tanulmany_frissített_202011_final_public.pdf)
- LAMBERT, A. O. (2002): International Report: Water Losses Management and Techniques. *Water Supply*, 2(4), 1–20. Online: <https://doi.org/10.2166/ws.2002.0115>
- MEKH (2019): *Felhasználói Elégedettségi Felmérés Víziközmű-szolgáltatás 2018*. Budapest: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal.
- ORGOVÁNYI Péter – DALKÓ Ilona (2019): A csatornázottság hazai helyzete statisztikai adatok alapján. *Védelem Tudomány*, 4(4), 154–166. Online: <https://vedelemtudomany.hu/articles/08-orgovanyi-dalko.pdf>
- SALAMON Endre (2017): Ivóvízhálózatok hidraulikai modellezése, a modellezés határai. *Vízű Panoráma*, 25(5), 10–17. Online: [www.maviz.org/system/files/vizmu\\_panorama\\_-\\_2017-5\\_web\\_1.pdf](http://www.maviz.org/system/files/vizmu_panorama_-_2017-5_web_1.pdf)
- Századvég Gazdaságkutató Zrt. (2018): *A hazai víziközmű-szolgáltatás aktuális helyzete. Tények, problémák, megoldási javaslatok. Fenntartható lesz-e az ellátásbiztonság a jövőben?* Online: <https://docplayer.hu/105106238-Szazadveg-gazdasagkutato-zrt.html>
- TOLNAI Béla szerk. (2008): *Vízellátás Mátyus Sándor nyomán. A Fővárosi Vízművek Zrt. üzemeltetői ismeretanyaga*. Budapest: General Press.