



A Magyar
Víziközmű
Szövetség
lapja

XXIX.
évfolyam

„Összejövétel-
összetartás-összefogás”



VÍZ
MŰ

PANORÁMA
ONLINE

ANALITIKA

- **Thermo Scientific:** AA, ICP-OES, kvadrupol és hármaskvadrupol ICP-MS UV/látható spektrométerek
Automata diszkrét fotometriás analizátorok
FT-IR, FT-NIR és Raman spektrométerek, mikroszkópok
GC, kvadrupol és hármaskvadrupol GC/MS
HPLC, UHPLC, nano-HPLC
Kvadrupol és hármaskvadrupol LC/MS
Orbitrap hibrid és tribrid LC/MS és GC/MS rendszerek
Ionkromatográfok
Kromatográfiaszlopok, fogyóanyagok
Automatizált SPE és ASE mintaelőkészítők
C, H, N, S, O elemvizsgálók
Asztali NMR spektrométerek
Asztali és hordozható ED-XRF spektrométerek
Hordozható ED-XRF és LIBS spektrométerek
- **Trace Elemental Instruments:** TOC, TN, TS, TX, AOX meghatározók
Égetéses ionkromatográfia (CIC)
- **PS Analytical:** Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se meghatározók
- **Hunterlab:** Hordozható és asztali színmérő készülékek
- **CDS Analytical:** Pirolizátor
Gőztéranalízis
Termikus deszorpció
„Purge and Trap”
- **FMS:** Dioxin és PCB mintaelőkészítés
Automatizált folyadék extrakció
Szilárdfázisú extrakció
Automatikus bepárló rendszerek
- **Markes International:** Termikus deszorpció
- **Peak Scientific:** N₂, H₂, „zero air” gázgenerátorok

KÉPALKOTÁS

- **Olympus élettudományi mikroszkópok és képalkotás:** Élettudományi egyenes állású és inverz kutatómikroszkópok
Élettudományi és ipari rutin egyenes állású és inverz mikroszkópok
Élettudományi és ipari konfokális lézerpasztázó rendszerek
Metszet digitálizálás
Mesterséges megtermékenyítés IVF-ICSI
Lightsheet mikroszkóp
Élettudományi nagysebességű szuperfelbontású rendszerek
Kamerák és szoftverek
- **Abberior Instruments:** Élettudományi szuperfelbontású optikai mikroszkópok rendszerek
STED
- **Olympus ipari mikroszkópok és anyagvizsgáló rendszerek:** Egyenes állású és inverz kutatómikroszkópok
Opto-digitális mikroszkópok
Tisztaságvizsgáló rendszerek
Ipari endoszkópok
Ultrahangos falvastagságmérők
Ultrahangos és örvényáramos hibakeresők
- **iX Cameras:** Nagysebességű videokamerák
- **Applied Spectral Imaging (ASI):** Citogenetikai és patológiai rendszerek
Digitális kariotipizálás
FISH, CISH
- **Hitachi:** Pasztázó és transzmissziós elektronmikroszkópok
Elektronmikroszkópos mintaelőkészítők
- **Oxford Instruments/ Asylum Research:** EDX detektorok
Atomerő mikroszkópok és kiegészítők
- **Safematic:** Elektronmikroszkópos vákuumgőzölők
- **Micro to Nano:** Elektronmikroszkópos kiegészítők, fogyóanyagok

Tartalomjegyzék

- | | |
|----|---|
| 04 | VÍZ ÉS TUDOMÁNY
Klímaváltozás kritikus szemmel |
| 11 | VÍZ ÉS TUDOMÁNY
Szennyvíztisztító telepek
energiahatékonysági értékelése |
| 17 | AKTUÁLIS
Mekkora a baj?
Avagy legalább azt a kevés pénzt,
ami jut, költsük el okosan |
| 22 | SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL
Csapadékvíz-elvezető rendszerek
tervezése lefolyásmodellezéssel |
| 30 | SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL
Láthatatlan törődés, avagy társadalmi
felelősségvállalás a víziközmű ügyfél-
szolgálatán keresztül |
| 32 | KITEKINTÉS
REKK-tanulmány az infrastruktúrák
állapotáról |
| 37 | KITEKINTÉS
Víziközmű Világhíradó – 2021. április |
| 39 | SZAKMÁNK MEGALAPOZÓI
Segner János András
(1704–1777) |
| 40 | IPARI ÚJDONSÁG
Üzemeltetési (és) költség optimalizálás
meglévő eszközeink szakszerű
karbantartásával. Főzzünk abból
finomat, amink van! |

**„Ha összejövünk, az a kezdet, ha összetartunk,
az a haladás, ha összefogunk, az a siker.”**

(HENRY FORD)

Tisztelt Olvasó!



MÁRIALIGETI BENCE
főszerkesztő

Nehéz megszólalni a járvány miatti bezártság egyéves évfordulója után. Nehéz, mert egyrészt kezd elfogy-
ni a szó, a beszűkült létér minden zugát ismerem las-
san. Gondolom, ezzel Önök is hasonlóan vannak, mind
magánéletben, mind a napi munka területén.

Azt gondolom, hogy sokat tanulhatunk a karanté-
nidőszakból, biztos vagyok benne, hogy jelentősen átfর্মálja
majd ez a munkavégzési szokásainkat, megoldásainkat. De az is
biztos, hogy a személyes jelenléttel járó szakmai programokat,
találkozásokat más nem tudja pótolni.

Amikor e sorokat írom, már nyitnak a teraszok! Csak remélni
tudom, nyitást eredményez majd a személyes találkozásokban,
nyitást a szakmánkra nehezedő gondok területén is.

A mostani szám első cikke a klímaváltozással foglalkozik.
Ennek kapcsán nem állhatom meg, hogy ne írjak pár sort arról,
Németországban hogyan készülnek a klímaváltozás kihívásaira.
2008-ban készült el a DAS (Deutsche Anpassungsstrategie an

den Klimawandel – Németország stratégiája a klímaváltozás ki-
hívásainak kezelésére). A DAS céljai: kockázatértékelés, döntési
protokollok kidolgozása, akciók megfogalmazása, klímatauda-
tosság növelése. Konkrétan foglalkozik a települési vízgazdálko-
dás kihívásaival is, és az eltelt 12 évben két akcióterv után most
készül a harmadik akcióterv, mely konkrét feladatokat jelöl meg.
Ennek kapcsán olvastam a napokban, hogy a Települési Köz-
szolgáltatók Szövetsége pilotprojektek helyett széles körű meg-
oldásokat sürget, hiszen a víz nem áll meg a település határain,
azaz települések, térségek együttműködésére, közös koncepci-
óra és intézkedésekre van szükség. Példának felhozzák, hogy
a Ruhr-vidéken ez a következő húsz évben egy „klímaellenálló
térség nemzetközi kisugárzással” elnevezésű projekt keretében
valósul meg. 2040-ig 250 millió euró felhasználásával 10%-kal
növelik a párologtatást, és a szilárd burkolatú közterületek 25%-
át leválasztják a csatornahálózatról, mondván, a szennyvíztisztí-
tó telepek, a csapadékvíz nem használ senkinek sem. A projekt
központilag finanszírozott, a települések feladata és felelőssége
a fenntartás lesz, aminek finanszírozása legalább részben vár-
hatóan a szennyvízdíjakon keresztül történik.

A víz világnapja kapcsán ezek nagyon aktuális kérdések...

Egy kicsit olyan érzésem van, hogy aktuális problémák meg-
oldásán dolgozunk, néha úgy érezzük, iszapbirkózunk, miköz-
ben új kihívások kopogtatnak. Egymásra csúsznak a feladatok.
Azok a feladatok, melyek jól, csak közösen, együttműködés és
összefogás révén oldhatók meg.

Ehhez kívánok sok erőt, jó egészséget!



JAKOVÁC ANTAL

fizikus, egyetemi tanár, az MTA doktora, Wigner RCP, Komputációs Tudományok Osztálya

jakovac.antal@wigner.hu

KIVONAT A klímaváltozással kapcsolatban sok információt lehet hallani, számtalan forrásból értesülhetünk arról a vészhelyzetről, amelyben földünk van. A helyes cselekvéshez azonban pontosan érteni kell a háttérjelenségeket, hogy erőforrásainkat a megfelelő módon használhassuk fel. Ebben a cikkben áttekintünk pár jelenségek körét, és mélyebben megvizsgáljuk a hátterüket. Megnézzük, vajon mennyire tekinthető anomálishan magasnak a jelenlegi átlaghőmérséklet, hogy milyen szerepe van a szén-dioxidnak az üvegházhatásban, és mit jelentene a koncentráció további emelkedése. Áttekintjük, hogyan hatnak a klímára a nagy vízi és légköri áramlások, és milyen globális trendek húzódnak az elsivatagosodás mögött. A részletesebb elemzés megmutatja, hogy a klímavédelemben nem feltétlenül a CO₂-szint emelkedése elleni küzdelem a leghatásosabb eszköz, a negatív jelenségek leküzdésében a modern mezőgazdasági és vízgazdálkodási elvek érvényesítésének valójában jóval nagyobb szerepe van.

KULCSSZAVAK klímaváltozás, felmelegedés, üvegházhatás, szén-dioxid-szint, elsivatagosodás

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

Klímaváltozás kritikus szemmel

1. BEVEZETÉS

Habár a mai közbeszédet leginkább a Covid-járvány uralja, környezetünk és így az egész emberiség hosszú távú túlélése szempontjából a földi fenntartható fejlődés sokkal fajsúlyosabb kérdés. David Attenborough „A life on our planet” (Egy élet a bolygónkon) című 2020-as filmje drámai összehasonlítást ad Földünk XX. század közepi és XXI. század eleji állapotáról: környezetünk pusztulása, fajok kihalása, elsivatagosodás kíséri az emberiség fejlődését. Ezen folyamatok katasztrófához vezethetnek, ha nem lépünk időben és a megfelelő irányban.

Van egy láthatólag széles körben elterjedt narratíva, amely szerint a fenti negatív jelenségek előidézője a globális felmelegedés, általánosabban a klímaváltozás, ezt pedig az emberi tevékenység során a légkörbe került CO₂ üvegházhatása okozza. A klímaváltozás következménye az extrém időjárási jelenségek sűrűsödése, a gleccserek visszahúzódása, az elsivatagosodás, a sarki jég olvadása, a tenger szintjének emelkedése és még számtalan negatív jelenség.

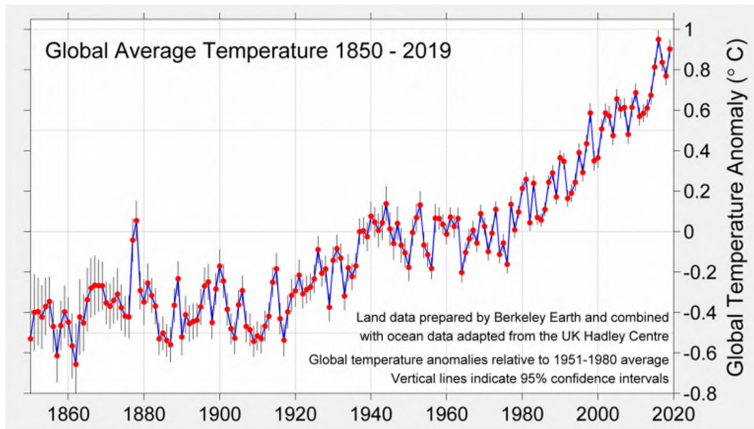
Ha ez a megfelelő értelmezés, akkor a Föld jövője szempontjából a CO₂-kibocsátást kell korlátozni, és reménykedni, hogy a Föld újraregenerálódik. Azonban a földi klíma rendkívül bonyolult rendszert alkot – egy igen sok paraméteres és nagyon nehezen modellezhető világban élünk. Hogy mennyire komplex a jelenségkör, mutatja, hogy évi mintegy 20 ezer cikk jelenik meg

klímaváltozással kapcsolatos témakörben. Attól, hogy a CO₂ valóban okoz üvegházhatást, és a koncentrációja valóban nő a légkörben, még korántsem biztos, hogy ez okozza a klímaváltozást, mint ahogy az sem, hogy mindez az emberi tevékenység következménye. Egy analógiával élve: sokáig az orvosok között széles körben elterjedt nézet volt, hogy a magas koleszterinszint okozza a szív- és érrendszeri betegségeket, ezért elég a koleszterinszintet megfelelő értéken tartani, és megoldódik a probléma. Mára evidens, hogy a kérdés ennél sokkal összetettebb, nem lehet egyetlen jelenségek köré okolni, különösen egy olyan komplikált rendszerben, mint az emberi szervezet – vagy éppen a földi klíma.

És ha már a klímaváltozás korát éljük, az is lényegében lehetetlen, hogy ennek kizárólag negatív következményei legyenek. Úgy tűnik, ahogy a pszichológiában létezik az „irreális optimizmus” fogalma, amely szerint velünk semmi rossz nem történhet, a globális jövőképet inkább az „irreális pesszimizmus” uralja, amely szerint velünk semmi jó nem történhet. A valóság azonban jóval inkább az, hogy, mint minden változásnak, ennek is vannak pozitív és negatív oldalai. A túlélés szempontjából pedig elengedhetetlen, hogy a pozitív hatásokra rámutassunk, azokra ráerősítsünk.

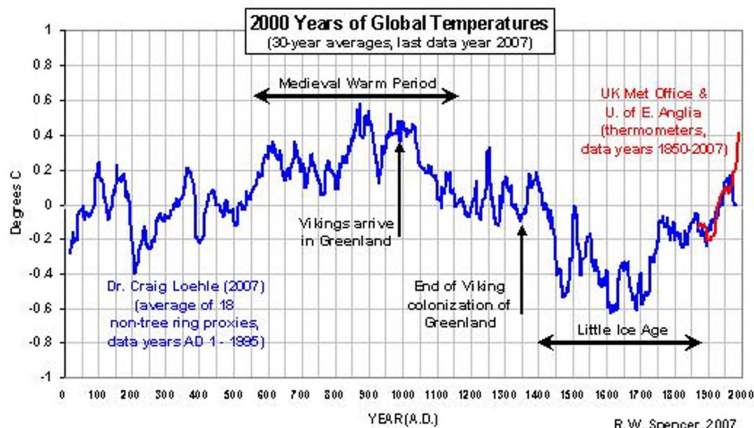
2. MELEGEDŐ FÖLD

Az első kérdéskör, amit tisztázni kell, hogy valóban milyen mértékű a mai felmelegedés. Ha az utolsó 150 év történetét nézzük, akkor a következő képet látjuk.



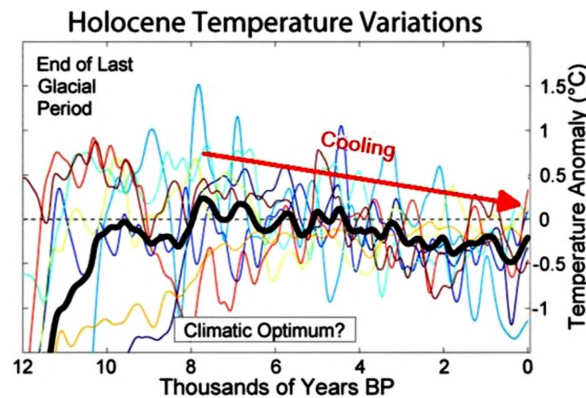
(forrás: <http://berkeleyearth.org/archive/2019-temperatures/>)

Ezen az ábrán a referenciapont (0.0 a függőleges tengelyen) az 1980-as év, ahhoz képest 2020-ra a Föld légkörének átlagos melegebbé kb. 0,8 °C volt. Érdekes megfigyelni, hogy az 1940-es években a globális trend megtörni látszott, és egy ideig a visszaforduló jégkorszak is lehetséges alternatívának tűnt. Ha hosszabb



(forrás: <https://weatherstreet.com/weatherquestions/Roy-Spencer-on-global-warming.htm>)

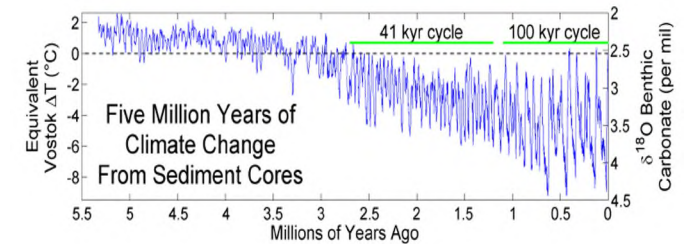
időtartamot akarunk felölelni, akkor megnézhetjük az elmúlt 2 ezer év történetét. Az ábra alapján a középkori meleg időszak és az azt követő kis jégkorszak hőmérsékletei között jó 1 °C volt. A hőmérséklet ingadozása tehát nem teljesen új keletű, azonban annak időskálája (50 év az 500 évvel szemben) arra utalhat, hogy ma egy nem szokásos időszakot élünk. Még hosszabb időskálán az elmúlt 12 ezer év, az utolsó jégkorszak utáni interglaciális időszak klímáját is megvizsgálhatjuk.



(forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Global_temperature_record).

Az ábrán feltűnően sok görbe látható, amely a hőmérséklet becslésének különböző „proxijait” jelenti, azaz hogy milyen megfigyelésekből következtetünk a Föld átlaghőmérsékletére (https://en.wikipedia.org/wiki/Proxy_%28climate%29). A vastag fekete vonal az átlaguk, ennek pontos értékeit nem szabad készpénznek venni, azonban a globális trendet jól mutatja. Ennek alapján az utolsó jégkorszak után a földi klímát folyamatos hűlés jellemzi (amely egyébként együtt járt egy folyamatos kiszáradással, pl. a Szahara elsivatagosodásával, <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/green-sahara-african-humid-periods-paced-by-82884405/>), az egyes modellekben a maximális és minimális hőmérséklet különbsége akár 2-2,5 °C is lehetett. Mindazonáltal a klíma meglehetősen stabil maradt, ami lehetővé

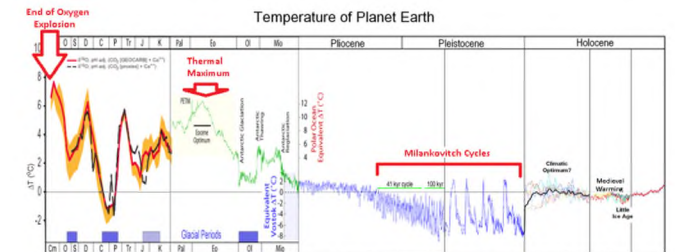
tette a földművelő civilizációk kialakulását 5–10 ezer évvel ezelőtt. Még pár időskálával feljebb haladva nézzünk rá az utóbbi 5 millió éves klímátörténetre.



(forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Global_temperature_record)

Ezen a képen a nulla szint az északi félgömbön megjelenő állandó szárazföldi jég kialakulását is jelenti, ez kb. 3 millió évvel ezelőtt történt. Mikor a globális átlaghőmérséklet a referencia-nullaszint alá süllyedt, akkor erősödtek fel és váltak szabályossá az eljegesedések, amelyek eleinte kb. 40 ezer évente, később kb. 100 ezer évente ismétlődtek.

Végül nézzünk rá mindezen adatok összefoglalásaként az utóbbi 500 millió év történetére.



(forrás: <https://muchadoaboutclimate.wordpress.com/2013/08/03/4-5-billion-years-of-the-earths-temperature/>)

A mai érték +0,8 °C körül van, amely kb. megegyezik a 8 ezer évvel ezelőtti hőmérséklettel. De amit látunk az ábrán, hogy ilyen hideg csak az utóbbi 3 millió évben van a Földön, amely kb. 15 millió év óta folyamatos hűlésben van. A Földön állandó jégta- karó a sarkokon (ezt hívjuk valójában jégkorszaknak) kb. 40 millió éve jelent meg, és a Föld történetének igen ritka korszakait

jellemzi. A Föld legtermékenyebb időszakaiban az átlaghőmérséklet a mai értékénél 2–4 °C-kal melegebb volt. A fenti ábrán kék csíkokkal vannak jelezve azon időszakok, amikor globális kihalási folyamatok zajlottak. Az egyik legelső lehetett az 500 millió évvel ezelőtti „oxigénrobbanás”, amely az oxigéntermelő mikroorganizmusok megjelenését követte. Ez nem csupán mérgező légkört teremtett a korábbi élőlények számára, de a Föld drasztikus lehűlésével is járt: ez a „hógyó-Föld” időszaka (<http://www.snowballearth.org/what.html>), amikor az Egyenlítőnél is a mai Antarktisz klímája uralkodott több millió évig. Az egyik legnagyobb kihalási folyamat a perm és triász között zajlott, amikor a fajok 80%-a pusztult ki. Amit itt érdemes megfigyelni, hogy a kihalási folyamatok a földi klíma drasztikus csökkenésekor következtek be, a hőmérséklet növekedése mindig virágzó életet jelentett.

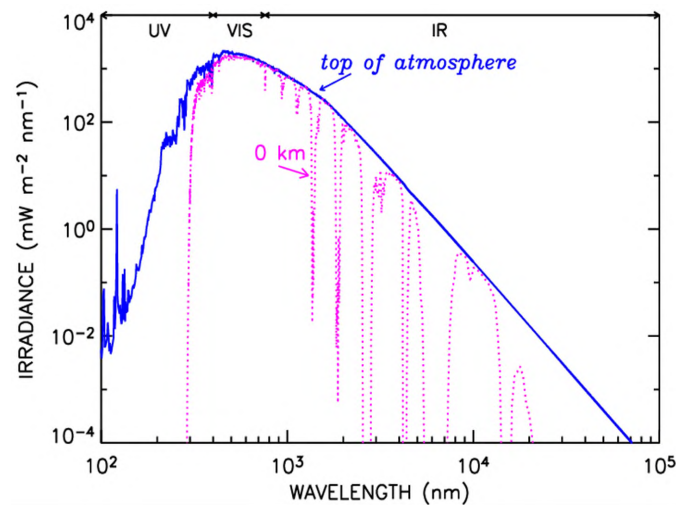
3. AZ ÜVEGHÁZTÁS ÉS A CO₂ SZEREPE

A fentiek alapján látható, hogy a mai, melegen mondott időszak korántsem példátlan a Föld történetében, sőt, ez a hőmérséklet inkább a hidegebb időszakokra volt jellemző. A korábbi melegebb időszakokat nyilvánvalóan nem emberi működés okozta. De vajon milyen mechanizmusok játszanak szerepet a klíma kialakításában?

A klímát alapvetően a Nap által besugárzott energia és a kisugárzott hő egyensúlya állítja be. A Nap felszínén ez kb. 60 millió W/m²-es energiaáramlást (fluxust) jelent (https://energyeducation.ca/encyclopedia/Solar_energy_to_the_Earth), amely egyenesen „hígul” a távolsággal (1/r²-es törvény alapján), és mire a Földre ér, átlagosan 1367 W/m²-es értékre áll be (ez a „napállandó”).

A napsugárzás sokféle színű (frekvenciájú) fény keverékéből áll, amit könnyen láthatunk, ha prizmával felbontjuk a fényt. A különböző frekvenciákon szállított energia eloszlása ideális esetben a feketetest-sugárzást leíró Planck-görbével jellemezhető. Azonban a légkör jelenléte megváltoztatja ezt az eloszlást: a Nap légkörében jelen levő gázok miatt bizonyos hullámhosszú sugárzások elnyelődnek, így a színek nem folytonos lesz, hanem fekete vonalak jelennek meg benne (elnyelési színek). Ugyanez történik a Föld légkörében: mivel itt sokkal több az

olyan gáz, amely képes sugárzást elnyelni, illetve visszatükrözni, a Föld felszínére egy bonyolult spektrumú fény érkezik, amely az eredeti energiának kb. 70%-át tartalmazza csupán.

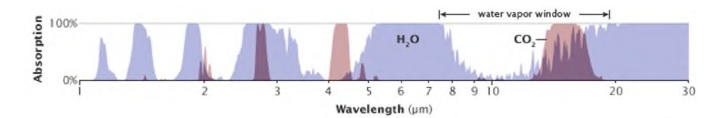


Ha a Földnek nem lenne légköre, akkor a Naptól érkező energiaáram kizárólag a felszínen nyelődne el, és sugárzással lépne ki ismét. A bejövő és kimenő energiák egyenlők volnának, ennek hatására a Föld felszíni hőmérséklete kb. -18 °C lenne (https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_effect). A „hógyó-Föld” időszakban, amikor a légkörből eltűnt a CO₂ és a lehűléssel a vízgőz is, nagyjából ilyen átlaghőmérséklet lehetett, pontosabban még alacsonyabb, mert a hótakaró miatt a Föld fényvisszaverő képessége (albedója) is megnőtt, ezért 70%-nál még kevesebb melegítette a Földet.

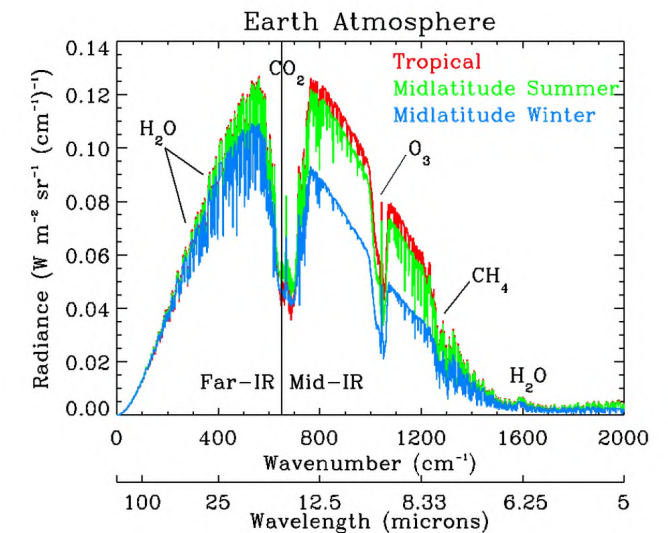
A Föld felszínén és légkörében elnyelődő sugárzás hővé alakul, amely ismét feketetest-sugárzást bocsát ki, azonban más hőmérséklettel, így más eloszlással is, mint a Nap fénye. A Nap Földet elérő sugárzása egy effektív 3200 K-es hőmérsékletnek felel meg, a sugárzás csúcsa a közeli infravörösben, kb. 0,8 μm-nél van. A Föld felszíne átlagosan 288 K hőmérsékletű (<https://objectivindividualist.blogspot.com/2014/06/simple-explanation-of-why-greenhouse.html>), itt a sugárzás csúcsa kb. 15 μm-nél van. Ebben a tartományban elsősorban a vízgőznek és a CO₂-nek van jelentős elnyelése (https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_effect).

Számszerűen a vízgőz a teljes energiaelnyelés 30–75%-ért felelős, a CO₂ a 9–25%-áért, a metán a 4–9%-ért, az ózon 3–7%-ért, míg a többi gáz nem jelentős ezen a hullámhossztartományon.

Mindezek miatt a Földet elhagyó sugárzás spektruma torzul, és ez ballonkísérletekkel mérhető is (<https://earthzine.org/the-far-infrared-spectroscopy-of-the-troposphere-first-instrument-new-technology-for-measuring-earths-energy-balance-and-climate-change-2013-earth-science-technology-showcase/>).



Tiszta égboltnál, azaz minimális vízgőzelnyelésnél az alábbi ábrát találjuk.



Milyen következtetést vonhatunk le ebből? Mielőtt a pontosabb elemzést elvégeznénk, hozzunk egy egyszerűbb példát. Vegyünk egy épületet, amely állandó hőmérsékletű külső környezetben van, és amelyet belül egyenesen fűtünk Q hőteljesítménnyel. A falakon át történő hővesztesség arányos a benti és kinti hőmérséklet különbségével (T-T₀), valamint a fal felületének nagyságával (A). Egyensúly akkor van, mikor a hővesztesség és a termelt hő egyenlők, képletben Q=kA(T-T₀), ahol az arányossági tényező az átlagos hővezetési együttható (κ). Ha jobban fűtünk, akkor melegebb lesz, ez világos. De akkor

is melegebb lesz, ha a hó kisebb effektív felületen tud eltávozni, vagyis például szigeteljük a ház egyik falát.

A légkörben az A felület szerepét azon hullámhosszok játszószák, amelyeknél nincs a légkörben elnyelés. Ha nulláról meg-növelem a CO₂ mennyiségét a légkörben, akkor ezzel a hőá-tadás „felületét” csökkentem, ezzel növelem a belső, azaz a Föld felszíni hőmérsékletét.

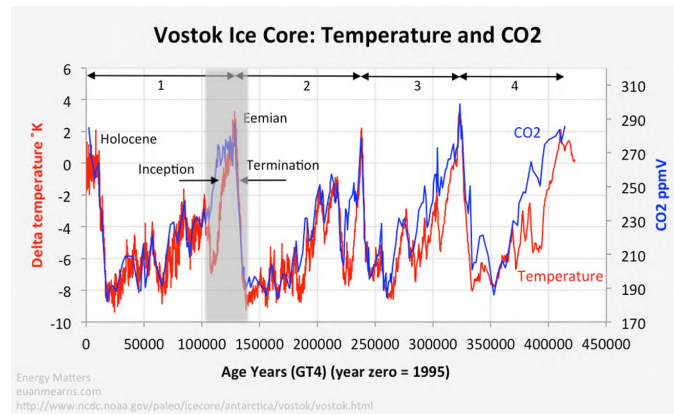
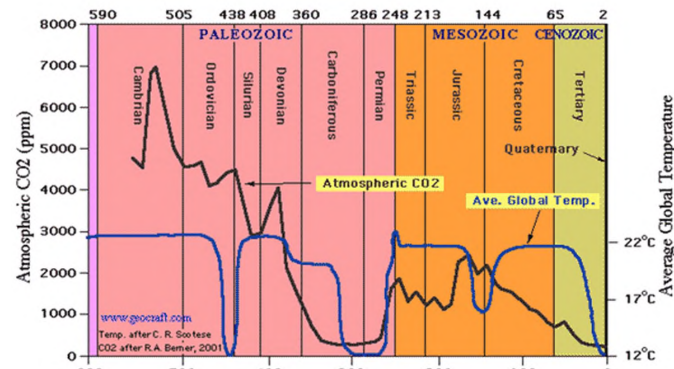
A Föld esetében pontosabb megfogalmazásban a következő történik. Vegyük a Föld felszínére másodpercenként beérkező energiát egységnyiére. Ha a Földnek nem lenne légköre, akkor ez olyan földfelszíni egyensúlyi hőmérsékletet eredményezne, amelynek hőmérsékleti sugárzása éppen elviszi a beeső energiát. A hőmérsékleti sugárzás a hőmérséklet negyedik hatványával arányos energiaáramot ad: $P \sim T^4$. Válasszuk az egységeket úgy, hogy ezáltal egységnyi legyen a Föld felszíni hőmérséklete. Ha most ebből bizonyos hullámhosszokon nem tud kimenni hő, akkor ugyanazt a kimenő energiaáramot nagyobb hőmérséklettel tudjuk csak elérni. Ha pl. a sugárzás fele elnyelődik, akkor ez megfelel annak a hőmérsékletnek, amelyre a beeső egységnyi energiaáramot a T hőmérsékletű feketetest-sugárzás energia-áramának fele fedezi: $1=0.5T^4$, azaz $T \approx 1.18$. Így tehát 18%-kal emelkedik a Föld felszíni hőmérséklete. Ez az üvegházhatás.

A kisugárzott spektrumból látható, hogy a CO₂ jelenlétének jelentős a hatása, az adott hullámhosszokon az energia kb. 60%-át elnyeli. Ez a teljes energiaáram (minden hullámhossz) 15%-ának felel meg, amely mintegy 4%-nyi hőmérséklet-növekedést okoz. Vagyis a CO₂ miatt kb. 10 °C-kal van melegebb, mint a hógolyó-Föld esetén. Ha nem lenne vízgőz, ez kb. -8 °C-os átlaghőmérsékletet jelentene. A Föld mai átlaghőmérséklete 15 °C, a maradékot a vízgőz átlagos szigetelése okozza.

Mi történne, ha a CO₂ koncentrációját jelentősen növelnénk? Az abszorpciós ábráról látható, hogy a CO₂ elnyelése már most is maximális a saját hullámhossz-tartományában, vagyis itt tökéletesen szigetel. Az épületszigetelési példánkban a CO₂ koncentrációjának növelése annak felel meg, hogy arra a falra, amely már amúgy is szigetelve volt, újabb szigetelést rakunk. Miután ezen a falszakaszon már eddig sem távozott hő, az újabb szigetelés jelenléte semmit nem fog okozni.

A Föld esetében kissé bonyolultabb a helyzet, mert sugárzá-sos energiavesztés mellett még a légkör mozgásából adódó (konvektív) energiacsere is jelen van. Ez azonban csak csökken-ti a szigetelés hatásosságát, azonban továbbra is igaz marad, hogy további szigetelés felhelyezése nem jár következménnyel. Mindez azt jelenti, hogy a CO₂ koncentrációjának növekedése már nem nagyon vezethet további hőmérséklet-emelkedéshez.

Ennek alapján azt gondolhatjuk, hogy a CO₂ bizonyos kon-centráció fölött már nem befolyásolja a klímát. És valóban, a Föld klímátörténetének vizsgálata azt mutatja, hogy a CO₂-kon-centráció és a Föld hőmérséklete nem korrelál szorosan.



(<https://www.discovermagazine.com/environment/heres-what-real-science-says-about-the-role-of-co2-as-earths-preeminent>,

<http://euanmearns.com/the-vostok-ice-core-and-the-14000-year-co2-time-lag/>)

4. A KONTINENSEK HELYZETE ÉS A KLÍMA

A fentiekben lényegében azt láttuk, hogy az üvegházhatás ugyan lényeges szerepet játszik a klíma kialakításában, a CO₂-koncentráció pontos értéke azonban nem számít. De akkor ugyan mi befolyásolja a Föld klímáját?

A kérdés természetesen rendkívül bonyolult, és senki nem tudja a pontos választ. Szerepet játszhatnak csillagászati hatások, mint a Föld tengelyének iránya, a Föld pályája, a Nap aktivitása (<https://climate.nasa.gov/news/2948/milankovitch-orbital-cycles-and-their-role-in-earths-climate/>). De szerepet játszhatnak földi jelenségek is, és ezek közül a legfontosabbnak tűnik a kontinensek elhelyezkedése.

Az egyik effektus, ami a szárazföldek elhelyezkedéséből következik, az a Föld átlagos albedója. Az albedó a napsugárzás-visszaverési képesség, amely 1, ha minden sugárzást visszaver a felület, és 0, ha mindent elnyel. Az albedó tehát direkt módon befolyásolja a Föld felszínére érkező hasznosuló energiát, és az optimális esethez képest $T=(1-a)^{0.25} T_0$ lesz az átlaghőmérséklet. A friss hó albedója például akár 0,9 is lehet (<https://en.wikipedia.org/wiki/Albedo>), ami azt jelenti, hogy mindössze 10%-ot nyel el a besugárzott energiából. Ilyen albedójú bolygó hőmérséklete mintegy 40%-kal alacsonyabb, mint egy jégmentes bolygóé. A jég kialakulása ugyanakkor pozitív visszacsatolással jár: ha megnő a jég területe, megnő az albedó, csökken a hőmérséklet, ami további eljegesedéssel járhat. Ez olyan instabilitáshoz vezethet, ami a teljes Föld befagyásával járhat (<http://www.snowballearth.org/cause.html>).

Az óceán energiaelnyelő képessége igen magas, albedója tipikusan 0,06 (<https://nsidc.org/cryosphere/seaice/processes/albedo.html>), azaz mindössze 6%-ot ver vissza a rá eső sugárzásból. A szárazföld tipikusan 0,3 albedóval rendelkezik (<https://en.wikipedia.org/wiki/Albedo>). Ez azt is jelenti, hogy ha a trópusi területeken sok a szárazföld, akkor a hasznosítható energia lecsökken, és ez a Föld átlaghőmérsékletét is csökkenti. Egyes kutatók szerint ez vezethetett a hógolyó-Föld kialakulásához (https://www.crediblehulk.org/index.php/2016/10/03/plate_tectonics_part_i/).

A kontinensek helyzetének van más következménye is, amely a Föld különböző területei közötti hőcserét érinti. Hőcsere lehetséges légköri mozgással és tengeráramlással. A hőcsere

szerepe az, hogy ha van egy effektív mechanizmus arra, hogy a trópusokon beérkező energiát átszállítsa a sarkok felé, akkor ezzel a sarkok jégtakaróját meg tudja olvasztani, a Föld átlagos albedóját pedig csökkenti, és így a Föld melegedéséhez vezet.

Ha megfigyeljük a jelenlegi klímaváltozás során az északi- és a déli-sarki jég mennyiségét, akkor a következőt látjuk (https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-antarctic-sea-ice_.html, <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-arctic-sea-ice>).

A felső ábra az Antarktisz, az alsó az Arktisz jégfedettségét mutatja. Az utóbbi 40 évben a déli-sarki részen lényegében állandó maradt a jégtakaró nagysága, míg az északin erőteljesen olvad. A jelenlegi trendek mellett 20–40 év múlva nem lesz nyáron jég az Északi-sarknál. Az északi-sarki tartomány a leginkább érintett a globális felmelegedésben, 2-3-szor akkora a

felmelegedés üteme, mint máshol a Földön (<https://climate.nasa.gov/news/3023/2020-arctic-sea-ice-minimum-at-second-lowest-on-record/>). Ezek a tények arra utalnak, hogy akár a klímaváltozás megértésének a kulcsa is lehet az Északi-sarkvidék vizsgálata.

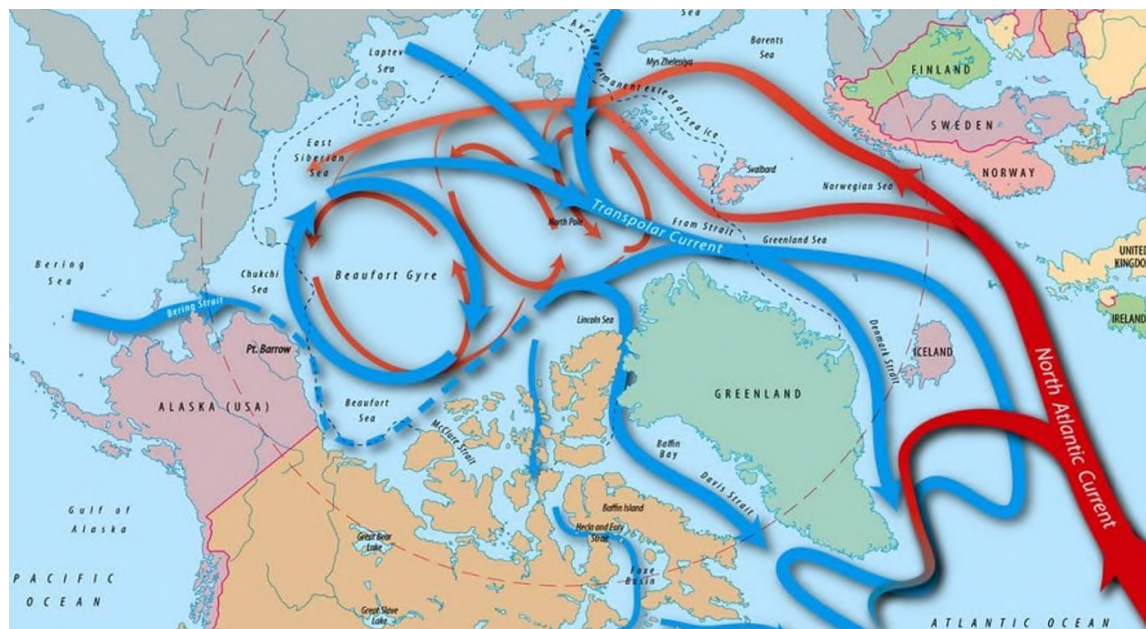
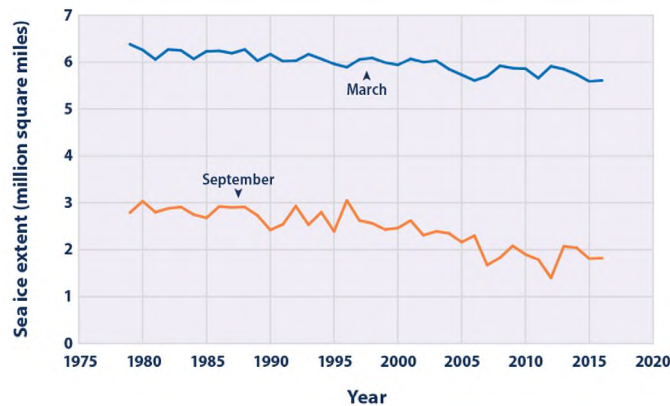
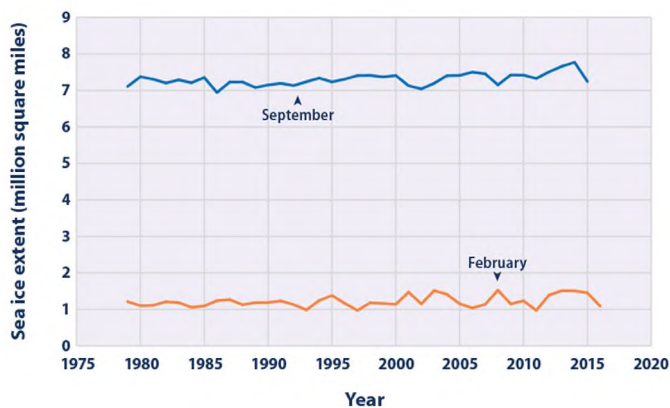
Az Északi- és Déli-sarkvidék között a legfontosabb különbség, hogy az Északi-sarkvidék tenger, míg a déli szárazföld. Ezért az északi-sarki jég alá befuthatnak tengeráramlatok. Az alábbi ábra mutatja az Észak-atlanti áramlat (Golf-áramlat) menetét (<https://www.whoi.edu/know-your-ocean/ocean-topics/polar-research/>).

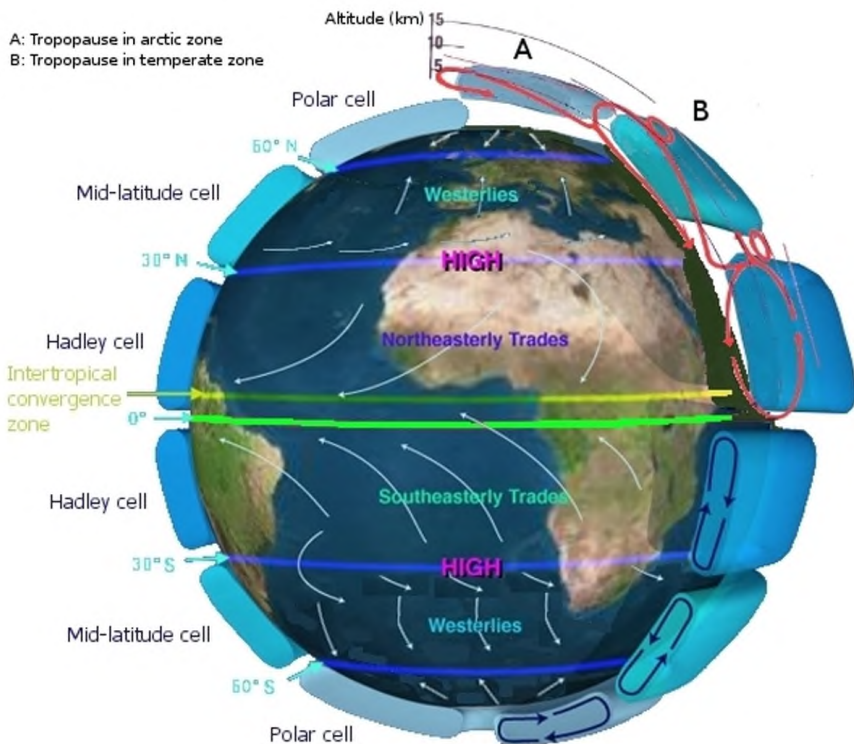
Ahogy látható, a meleg áramlat a sarki jég alá befut, ott lehűl, ezzel melegítve a sarki jeget. Az áramlatokban bekövetkező változások tehát erősen érintik az északi-sarki jég olvadását. Sőt: amennyiben a jég olvad, ez csökkentheti az ellenállást a sarkok felé futó tengeráramlatok előtt, és ez pozitív visszacsatolással olvasztja a jégtakarót. Miután itt egy pozitív visszacsatolásról van szó, kis változások beindíthatják a folyamatot, pl. az, hogy az Atlanti-óceán szélesedik évi 1–10 cm-nyit.

Az adatokból úgy tűnik, hogy az északi-sarki tartományba valóban egyre több és több hőáram érkezik délről (<https://science.sciencemag.org/content/331/6016/450.full>, <https://www.msn.com/en-gb/weather/topstories/growing-heat-blob-from-atlantic-driving-sea-ice-loss-in-arctic-study-says/ar-BB1bhsQv>).

A másik nagy hőcserélő rendszer a globális légköri áramlások. Jelenleg a Földön három nagy légköri áramlat van (https://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_circulation). A trópusokon belépő hőenergia felmelegíti a levegőt, amely felszáll, a sarkok felé áramlik, majd a térítőknél közelében éri el a földet (Hadley-cella). A Ferrel-cella a 60. szélességi kör közelében száll fel, és szintén a térítőknél száll le. A harmadik a sarki cella, amely a 60. szélességi körnél a sarkok felé fordul, a pólusok közelében száll le. Létezésük következménye, hogy a trópusokon és a 60. szélességi kör közelében sok csapadék hullik az állandó felszálló áramlás miatt, a térítőknél és a sarkoknál viszont a csapadék mennyisége csekély. Ugyanakkor a légköri áramlások hatalmas energiamennyiséget képesek szállítani (200-300 terrawatt teljesítményűek), ezért klímaki egyenlítő szereppel is rendelkeznek.

Ezen áramlási kép lényegében annak a következménye, hogy az egyenlítői légtömegeknek nagy perdületük van a Föld forgása miatt, és amikor a sarkok felé vándorolnak, amennyiben a perdület megmarad, egyre nagyobb keleti irányú sebességre tesznek szert, és előbb-utóbb a keleti irányú sebességkomponens nagyobb lesz, mint az észak-déli. A teljes sebesség csillapítása miatt végül a sarkok felé áramlás megszűnik, és a





levegő lassan lehűlve leszáll. Hogy ez pontosan hol történik, az azonban a részletektől függ, elképzelhető lenne, hogy egyetlen nagy leszálló áramlat uralná az sarkvidékeket. Ez a helyzet a Vénusz légkörében: ott a Hadley-cella a sarkköröknél száll alá, és a sarkvidéken turbulens légáramlatok jellemzők (https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Venus). Ez a Földön is lehetséges lenne, ha a trópusi légtömegek nagyobb magasságba emelkednének (<https://www.seas.harvard.edu/climate/eli/research/equable/hadley.html>). Talán ez a magyarázata annak, hogy bár a Napból érkező hőáram mindig is kicsi volt a sarkok körül, mégsem alakult ki állandó jégtakaró a Föld történetének nagy részében.

5. CSAPADÉK ÉS ELSIVATAGOSODÁS

A klímaváltozás egyik negatív következményeként szokták említeni az elsivatagosodást (<https://en.wikipedia.org/wiki/Desertification>), amely többek között a Szaharában, Argentínában, Mongóliában okoz

komoly gondokat. Ugyanakkor a várakozásunk mégis az, hogy az emelkedő hőmérséklet több vizet párologtat el, azaz élénkebb a víz körforgása, ami miatt több eső is kell eszen. És valóban, a globális adatok is ezt mutatják (<http://clivebest.com/blog/?p=8502>): a csapadék mennyisége ugyanolyan módon emelkedik, mint az átlaghőmérséklet. Az átlagosan több csapadék és a megemelkedett CO₂-mennyiség globálisan a növényzet megerősödését hozta magával, és ezt még a világuőrből is lehet látni (<https://climate.nasa.gov/news/2436/co2-is-making-earth-greener-for-now/>).

Az elsivatagosodás tehát nem a kevesebb csapadékmennyiség, hanem a változó csapadékeloszlás miatt következik be. A globális trend, amely emögött húzódik, az a trópusi légköri cella kiszélesedése (<https://www.nature.com/news/the-mystery-of-the-expanding-tropics-1.19271>). A megfigyelések szerint a Hadley-cella leszálló ága észak felé vonul évtizedenként 0,25–0,5 fokot. Ennek következtében a térítőkkal határos te-

réletek egyre szárazabbak lesznek, ez érinti például Spanyolországot vagy Kaliforniát is. Ugyanakkor a trópusi övezetben, valamint Észak-Európában vagy az USA északi részén több csapadék hullik. Magyarország a két zóna határán van, bár az utóbbi 110 évben mintegy 10%-kal csökkent a csapadék mennyisége (https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/).

A trópusi öv kiszélesedése mögötti ok nem igazán ismert. Biztosan köze van hozzá a klímaváltozásnak (<https://phys.org/news/2020-08-tropics-climate-primary-culprit.html>), bár a Szahara 6–9 ezer évvel ezelőtt még termékeny szavanna volt, és a klíma hűlésével együtt száradt ki. Lehetséges, hogy csillagászati tényezők is szerepet játszanak, ugyanakkor a direkt emberi tényezők sem hanyagolhatók el, mint a túllegeltetés, az erdők kivágása, a talajvíz túlhasználata.

Magyarországon például a folyók XIX. századi szabályozása és a túllegeltetés olyan következményekkel járt, hogy a

korábban erdős vagy vegetációval fedett területek sivatagosodni kezdtek (<https://molnar-v-attila.blogspot.com/2014/02/dr-varga-zoltan-professor-az-akacrol.html>). A korábbi nedves rétek helyét száraz, sokszor szikes, terméketlen talaj foglalta el. 1923-ban született az az erdőtelepítési törvény, amely 110 ezer hektár futóhomokos, szikes terület elsivatagosodását állította meg fák és szőlő betelepítésével.

A futóhomok megkötése, a növényzet és lehetőleg fák telepítése máshol is hatékony fegyvernek bizonyult az elsivatagosodás elleni küzdelemben (ld. pl. <https://www.rapidtransition.org/stories/how-china-brought-its-forests-back-to-life-in-a-decade/>, <https://www.naik.hu/hirek/a-magyar-akac-azsiban-segit-az-elsivatagosodas-elleni-kuzdelemben>). Észszerű zöldítési és öntözési programmal, a legeltetés szabályozásával és természetvédelemmel remélhetőleg megállítható az elsivatagosodás folyamata.

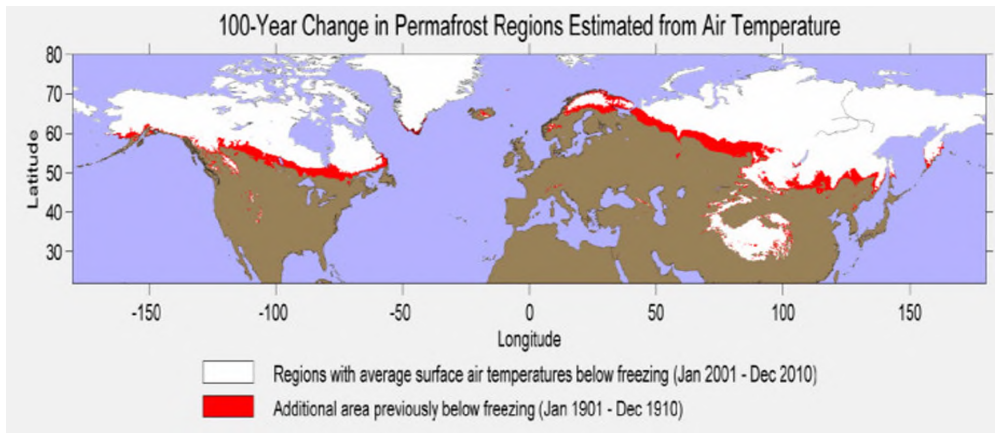
Bár a sivatagok elvesznek értékes termőterületeket az embertől és élőhelyeket az elővilágtól, ugyanakkor vannak a Földnek olyan területei, ahol épp ellenkező folyamatok zajlanak. Az állandó jéggel fedett területek csökkennek, ld. pl. az alábbi ábrát (<https://www.klimafakten.de/meldung/kurven-karten-zahlen-zum-klimawandel>).

A felszabaduló területek nagy lehetőséget kínálnak a mezőgazdaságnak, különösen, mivel új, szennyezetlen, tápanyagokban gazdag termőterületek kerülhetnek művelés alá. Az Északi-sarkvidéken megszűnő jég a kereskedelem szempontjából is kedvező, Ázsia, Európa és Amerika hirtelen sokkal közelebb kerül egymáshoz. De nem csupán a permafroszt-tartományokon javulnak a mezőgazdaság feltételei. Európában a felmelegedés miatt a melegigényes növényfajokat egyre északabbra lehet termeszteni. Erre példa a szőlő, ahol már most meg lehet figyelni a borrhégiók északabbra tolódását (<https://qubit.hu/2017/11/27/a-bor-es-a-klimavaltozas-magyar-rizling-helyett-jon-a-sved>).

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a cikkben megpróbáltam némileg önkényes válogatással kiemelni azokat a pontokat, ahol a klímaváltozás témakörében az általános vélekedéssel szemben a tudományos vizsgálat árnyaltabb képet sugall.

Talán a legérdekesebb az, hogy az üvegházhatás mechanizmusának pontosabb vizsgálata arra enged következtetni, hogy nem a CO₂ légköri koncentrációjának emelkedése hajtja



a klímaváltozást, inkább csak következménye annak. Feltehetőleg a klímaváltozás oka sokkal robusztusabb ennél.

Az a tény, hogy a felmelegedés leginkább az Északi-sarkvidéket érinti, ott a világtáznál jóval nagyobb mértékű, azt sugallja, hogy a felmelegedés okát is ezen a területen kell keresni. Az északi-sarkköri tengeri jég oladásának oka lehet például az Észak-atlanti áramlat (Golf-áramlat) kismértékű változása, amely például az Atlanti-óceán kiszélesedése miatt következhet be. Bár a változás lassú, azonban a jég oladásában pozitív visszacsatolások játszanak szerepet, amelyek a kritikus hőtranszport elérésekor gyors, fázisátalakulás-szerű változásokat eredményezhetnek.

A harmadik téma, amit érintettem, a csapadék helyzete a klímaváltozás során. A közvélekedéssel ellentétben a globális csapadékmennyiség nő, és a Föld globálisan egyre zöldebb, a levélfelület csaknem mindenütt növekedett. Vannak azonban területek, amelyeket fenyeget az elsivatagosodás, ez a trópusi légáramlási övezet kiszélesedése miatt történik, ennek oka azonban nem igazán ismert.

Mindentől függetlenül a klímaváltozás realitás, és negatív következményeivel küzdeni kell. Azonban a CO₂-kibocsátás csökkentése feltehetőleg semmi hatással nem fog járni, az erre fordított pénz elvesztegetett erőforrást jelent. Ehelyett a legveszélyesebb jelenséggel, az elsivatagosodással kéne szembenézni, ahol zöldítéssel, észszerűbb vízgazdálkodással és mezőgazdasággal nagyon sokat lehetne javítani a jelenlegi állapotokon. Ha a CO₂-kibocsátás elleni meddő küzdelem helyett erre fordítanánk a meglévő erőforrásainkat, akkor bolygónk kilátásain is jelentősen javíthatnánk.

Energiahatékony alacsony nyomású technológia

A ZS VSD+ csavarelemes fúvók 30%-kal csökkentik az energiaköltségeket a hagyományos forgódugattyús fúvókhoz képest.

Az ISO 8573-1 Class 0 tanúsítvánnyal rendelkező térfogat-kiszorításos, csavarelemes fúvókkal nem áll fenn a szennyeződés és a termelés kiesés kockázata.

A fejlett vezérlőrendszer maximalizálja a fúvóberendezés megbízhatóságát. Szervizkijelzők, hibariasztások és biztonsági leállítások segítségével figyeli a rendszer általános teljesítményét.

A ZS (VSD+) berendezéseink rendkívül alacsony zajszinten működnek a nyitott forgódugattyús fúvókhoz képest.

- Térfogatáram: 300 – 9.200 m³/h
- Nyomástartomány: 0,3 – 1,5 bar
- Motor teljesítmény: 18 – 355 kW

www.atlascopco.hu

 TAMÁS JÁNOS¹	 HARALD SCHÖNBERGER²	 CARSTEN MEYER²	 PETER BAUMANN³	 WERNER MAIER⁴
 ÁNYOS JÓZSEF⁵	 SZABÓ ISTVÁNNÉ⁶	 BAKONDI PATRIK⁷	 MURÁNYINÉ KREMPELS GABRIELLA⁸	 MAGYAR TAMÁS¹

magyar.tamas@agr.unideb.hu

¹Debreceni Egyetem, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

²ISWA, Universität Stuttgart

³HFT, Hochschule für Technik Stuttgart

⁴iat-Ingenieurberatung GmbH

⁵Debreceni Vízmű Zrt.

⁶Nyírségvíz Zrt.

⁷Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt.

⁸Belügyminisztérium

KIVONAT A tanulmány célja, hogy átfogó képet adjon a magyarországi kommunális szennyvíztisztító telepek jelenlegi energetikai helyzetéről, ehhez kapcsolódóan pedig javaslatokat fogalmazzon meg az energiatakarékossági és -termelési potenciálok feltárásához. Az energetikai ellenőrzésből számított mutatókat összehasonlítottuk a németországi (Baden-Württemberg tartomány) szennyvíztisztító telepek referenciaértékeivel; ennek során a telepek teljesítményét statisztikailag (alul-, illetve felülteljesítési gyakoriság) is értékeltük. A vizsgált magyarországi szennyvíztisztító telepek fajlagos villamosenergia-fogyasztásán belül meghatároztuk, hogy milyen arányt képvisel a biológiai fokozatnál alkalmazott levegőztetés energiaszükséglete, továbbá a biogáztermelés jellemző paramétereit figyelembe véve számításokat végeztünk a telepek elektromos önellátási arányainak megállapításához.

KULCSSZAVAK szennyvíztisztító telep, energiahatékonyság, biológiai fokozat, biogáz, elektromos önellátás

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

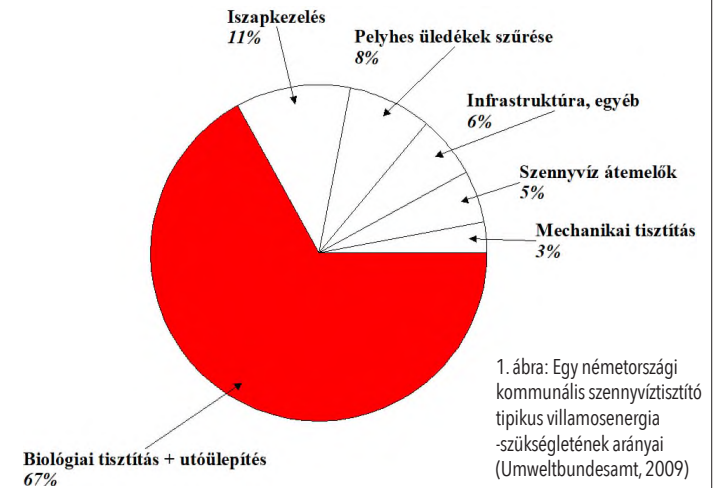
Szennyvíztisztító telepek energiahatékonysági értékelése

BEVEZETÉS

A németországi önkormányzati szektort tekintve általában a szennyvíztisztító telepek a legnagyobb energiafelhasználók. Az országban több mint 10 000 kommunális szennyvíztisztító telep található, ezek átlagosan az összes kommunális létesítmény villamosenergia-fogyasztásának csaknem 20%-át teszik ki. Ennek megfelelően a szennyvíztisztító telepeken magas az energiamegtakarítás lehetősége is, amely az utóbbi 5 évben került a leginkább a német kutatások fókuszpontjába (DWA, 2015).

Az 1. ábrán láthatjuk a németországi kommunális szennyvíztisztító telepek tipikus tisztítási eljárásainak energiaigényeit a teljes villamosenergia-szükségletre vonatkoztatva. Általánosságban kijelenthető, hogy a technológiai lépéseket tekintve a levegőztetés jár a legnagyobb energiaigénnyel egy szennyvíztisztító telepen. Az anaerob iszapstabilizálással működő telepeken ahol a technológiában a szennyvíziszap-rothasztás és a biogáztermelés is megtalálható ahol a levegőztetés áramszükséglete átlagosan a teljes energiafogyasztás 50%-át

teszi ki. Kisebb kapacitású, hasonló elven működő telepeken a levegőztetés a szennyvíztisztító telepek teljes áramszükségletének a 60-80%-át is elérheti (Umweltbundesamt, 2009).



Vitathatatlan, hogy a szennyvíztisztító telepek energetikai optimalizálásával (átemelő, keverő, levegőztetés stb.) szignifikánsan lehetne csökkenteni az energiafogyasztást anélkül, hogy a tisztítási teljesítményben veszteségekkel kellene számolni. Az energetikai optimalizálás gyakran már igen csekély befektetéssel is megvalósítható.

Az anaerob iszapstabilizációval működő szennyvíztisztító telepeken a szennyvíziszap szervesanyag-tartalmának lebontásával energiahordozóként funkcionáló biogáz termelhető, amit például fűtőberendezésekben hasznosítható energiaformává lehet alakítani. A képződő biogáz segítségével a tisztítótelepeken időszakosan, illetve részlegesen energia- vagy fűtési önállóság biztosítható. Az úgynevezett energiaautarkia, azaz a külső energiaszállítóktól történő komplett függetlenség azonban nem reális cél. Alapelvként rögzíthető, hogy a szennyvíztisztító telepről elfolyó víz minősége energetikai megtakarítási indokokra hivatkozva nem romolhat.

Németországban a relatíve magas népsűrűségnek köszönhetően a lakosság 98%-a központi szennyvízelvezető hálózatokra vagy szennyvíztisztító telepekhez kötött. Magyarország a 109 LE/km²-es értékkel feleolyan sűrűn lakottnak számít szennyvíztisztítás szempontjából, mint Németország (227 LE/km²). A magyarországi helyzetet tekintve elmondható, hogy a 100 000 LE feletti 9 városban lakik a populáció 30%-a, Pest megye pedig a legnépesebb közigazgatási egység. A 2015-ös adatok alapján a lakosság 79,1%-a kötött rá a közüzemi szennyvízelvezető hálózatra (Ligetvári et al., 2015). Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) 2009-es adatai 635 szennyvíztisztító telepet tüntetnek fel Magyarországon.

A jövőbeni fejlesztéseket tekintve célszerű lenne a ritkán lakott települések decentralizált létesítmények segítségével való ellátása (Tamás és Fehér, 2009). Új építésű szennyvíztisztító telepek létesítésére is készültek már különböző koncepciók. Míg Németországban a tervezést szokásosan kiválasztják az építéskivitelezéstől, Magyarországon inkább konzorciális projektek vannak, amelyeket közigazdasági és műszaki szempontok alapján ítélnék oda egy-egy vállalkozónak. Az üzemgazdasági és energetikai szempontok ez idáig inkább elhanyagolható jelentőséggel bírtak.

A tanulmány célja, hogy átfogó képet adjon a magyarországi kommunális szennyvíztisztító telepek jelenlegi energetikai helyzetéről, ehhez kapcsolódóan pedig javaslatokat fogalmazzon meg az energiatakarékossági és -termelési potenciálok feltárásához, amelyeket a németországi (Baden-Württemberg

tartomány) szennyvíztisztító telepekkel történő összehasonlítás útján elemzünk ki, a tartományban 2017-ben bevezetett energetikai önellenőrzési eljárás alkalmazásával a projektben együttműködő három szennyvíztisztító telep esetében.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az adatok gyűjtésének és kiértékelésének módszertana

A vizsgálat keretén belül három szennyvíztisztító telepet választottunk ki (Debrecen, Nyíregyháza és Karcag) statisztikai megfontolások alapján az összes magyarországi szennyvíztisztító telepet figyelembe véve, majd ezek adatait gyűjtöttük össze és értékeltük ki. Ehhez az alapadatok összegyűjtése céljából egy speciális kérdőívet állítottunk össze, amelyet a szennyvíztisztító telepek üzemeltetőinek adtunk át. Továbbá rendelkezésünkre álltak a szennyvíztisztító telepek üzemnaplói a 2015-ös, 2016-os, 2017-es évekről. Az így kapott információk és adatok alapján egy energetikai ellenőrzést készítettünk a három szennyvíztisztító telep számára. Végezetül az energetikai ellenőrzésből kapott mutatókat összehasonlítottuk a németországi szennyvíztisztító telepek referenciaértékeivel.

Az energetikai ellenőrzés alapján meg lehet becsülni az energiafogyasztást, az energiatermelést, és bizonyos esetekben képet kaphatunk a tisztítótelep energetikai optimalizációjának lehetőségéről is. A kiértékelés során a kapott értékeket rendszereztük más, hasonló technológiával működő és hasonló méretű (pl. osztott anaerob iszapstabilizáció) telepek mutatóinak (referenciaadatainak) megfelelő adatbázisába, ezáltal meg tudtuk állapítani az egyes tisztítótelepek relatív energetikai helyzetét. Például megállapítható egy bizonyos tisztítótelep mutatójának túllépési vagy alulteljesítési gyakorisága, illetve annak a teljes sokaság mediánjától való eltérése is. Döntő fontosságú a kapott értékek és referenciaadatok statisztikai sokaságának minősége, továbbá a peremfeltételek megállapítása. Általában

az energetikai ellenőrzés megfigyelési időtartama egy évet vesz igénybe, és ezt évente meg kellene ismételni. A rendszeres időközönként elvégzett felülvizsgálatok alapján a telep energetikai változására lehet következtetni. Az ellenőrzések esetén mindig figyelembe kell venni a szennyvíztisztító telep sajátosságait vagy kényszerű peremfeltételeit, amelyek például a terep topográfia-jából vagy a nagy távolságokon átemelt szennyvíz mennyiségéből és beérkező minőségéből adódnak.

A szakirodalom az elmúlt években számos mutatót vezetett be a szennyvíztisztító telepek energiahatékonyságának nyomon követésére és értékelésére. A mutatók az egész telep lakosegyenértékre (LE) vetített fajlagos villamosenergia-fogyasztásán, valamint az egyes részterületek összehasonlításán alapulnak kWh/(LE, év) értékben kifejezve. A módszerrel így a lakosegyenértékre vetített fajlagos villamosenergia-fogyasztás a ténylegesen csatlakoztatott lakosegyenértékhez viszonyítva adja meg a villamosenergia-fogyasztást. Figyelembe kell venni, hogy a mutatók egy közelítőleg összehasonlítható szintet adnak meg, azonban az értékek levezetése különbözőképpen is történhet, mint például statisztikai elemzésekből, egy modell tisztítótelep eljárástechnikai számításából vagy akár az úgynevezett legjobb elérhető gyakorlat (BAT) elvéből is (DWA, 2015). Az energetikai ellenőrzés végrehajtásához felhasznált energiotechnológiai mutatókat és azok meghatározásának módjait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

	Egység	A meghatározás képlete	Megnevezés
Tisztítótelep			
e_{ges}	kWh/(LE, év)	$e_{ges} = E_{ges} / LE_{KOI}$	Fajlagos villamosenergia-fogyasztás
e_{Bel}	kWh/(LE, év)	$e_{Bel} = E_{Bel} / LE_{KOI}$	Levegőtztetés fajlagos villamosenergia-fogyasztása
Tisztítótelepek rothasztóval			
e_{FG}	l/(LE, d)	$e_{FG} = Q_{FG,d,aM} / LE_{KOI}$	Fajlagos biogáztermelés a lakosegyenértékre vonatkoztatva
N_{FG} vagy N_2	%	$N_{FG} = (E_{KWK} \cdot 100) / (Q_{FG,a} \cdot g_{CH_4} \cdot 10)$	Biogáz villamos energiává történő átalakításának aránya
EV_{el} vagy V_e	%	$EV_{el} = (E_{KWK} / E_{ges}) \cdot 100$	Önellátás aránya elektromossággal

1. táblázat: Az energetikai ellenőrzés végrehajtásának főbb mutatói (DWA, 2015)

A vizsgált szennyvíztisztító telepek jellemzése

A debreceni szennyvíztisztító telep vízgyűjtő területe magában foglalja Debrecen városát, illetve további 4 települést a környéken. A telepet először az 1960-as években helyezték üzembe, és az 1980-as években egy biológiai fokozattal bővítettek, amelyet 2001-ben és 2012-ben az új kibocsátási határértékek miatt tovább fejlesztettek (2. ábra).



2. ábra: A debreceni szennyvíztisztító telep lát képe

A telepen már 1988-ban megvalósult az anaerob iszapstabilizációs kezelés. A tisztítóműben villamos és hőenergiát állítanak elő, amelyet annak környezetében hasznosítanak. A telepre be- és elfolyó átlagos szennyvízkoncentrációk a következők (2. táblázat):

Paraméter	Befolyó értékek	Elfolyó értékek	Megjegyzések
KOI	800 mg/l	<60 mg/l	
Összes N	95 mg/l		
NH ₄ -N		<0,01 mg/l	
NO ₃ -N	Csekély	<20 mg/l, <10 mg/l nyáron	Határérték: 10 mg/l Összes N
Összes lebegő anyag		<20 mg/l	
Foszfór	14 mg/l	<0,5 mg/l	Határérték: 1,0 mg/l Összes P

2. táblázat: A debreceni szennyvíztisztító telep átlagos be- és elfolyókoncentrációi

A telep terhelése az üzemi adatok szerint gyakran az üzemi kapacitásának 50%-án mozog (300 000 LE), nyáron az élelmszer-feldolgozó üzemek hatása miatt szignifikánsan megnő a

terhelés (akár az üzemi kapacitás 100%-ig). A napi és az éves vízfogyasztás értéke 45 000 m³/d (nyár) és 13 000 000 m³/év, a tisztítótelepre érkező mennyiség átlagosan 35 000–40 000 m³/d közötti. A nyíregyházi szennyvíztisztító telepet 1966-ban helyezték üzembe, és 1999–2001 között átfogóan egy teljesen új biológiai szennyvíztisztító teleppé alakították át anaerob iszapstabilizációval (3. ábra).



3. ábra: A nyíregyházi szennyvíztisztító telep biológiai fokozata (a háttérben a rothasztóberendezés)

A telep kapacitása a megadott érték szerint 133 000 LE, a maximális átfolyás 17 000 m³/d. A kihasználtság a kapott adatok alapján kb. 80 000 LE, amelyből az ipari részarány kb. 20 000 LE. Az átlagos, a telepre be- és elfolyó szennyvíz paramétereit a 3. táblázat foglalja össze.

Paraméter	Befolyó értékek	Elfolyó értékek	Megjegyzések
KOI	900 mg/l	34-36 mg/l	Határérték: 120 mg/l (üzemeltetői adat)
BOI ₅	480 mg/l	<10 mg/l	Határérték: 25 mg/l
Összes N	–	10–12 mg/l	Határérték: 25 mg/l
NH ₄ -N	70	<0,01 mg/l	Határérték: 10 mg/l
NO ₃ -N	Csekély	8 <20 mg/l / <10 mg/l nyáron	–
Összes lebegő anyag	–	–	Határérték: 35 mg/l
Foszfór	16–20 mg/l	0-1 mg/l	Határérték: 10 mg/l (üzemeltetői adat)

3. táblázat: A nyíregyházi szennyvíztisztító telep átlagos be- és elfolyókoncentrációi

A karcagi szennyvíztisztító telepet 2011-ben újították fel, a maximális befolyás így kb. 3000 m³/d-ről 4000 m³/d-re emelkedett. A telep kapacitása 26 600 LE, amelyből kb. 20 000 LE van átlago-

san kihasználva. Az utóbbi évek villamosenergia-fogyasztása az átemelőszivattyú nélkül 959 146 kWh/év volt. A befolyókoncentrációk értékét kb. 10 évvel ezelőtt vették fel, és ezek ma is igen hasonlóan alakulnak (4. táblázat).

Paraméter	Befolyó értékek	Megjegyzések
KOI	800 mg/l	Elfolyó-határérték: 75 mg/l
BOI ₅	400 mg/l	Elfolyó-határérték: 25 mg/l
Összes N	70 mg/l	Elfolyó-határérték: 25 mg/l
NH ₄ -N	66 mg/l	Elfolyó-határérték: 5 mg/l
Összes lebegő anyag	400 mg/l	Elfolyó-határérték: 5 mg/l
Összes P	15 mg/l	Elfolyó-határérték: 5 mg/l

4. táblázat: A karcagi szennyvíztisztító telep átlagos be- és elfolyó-határérték-koncentrációi

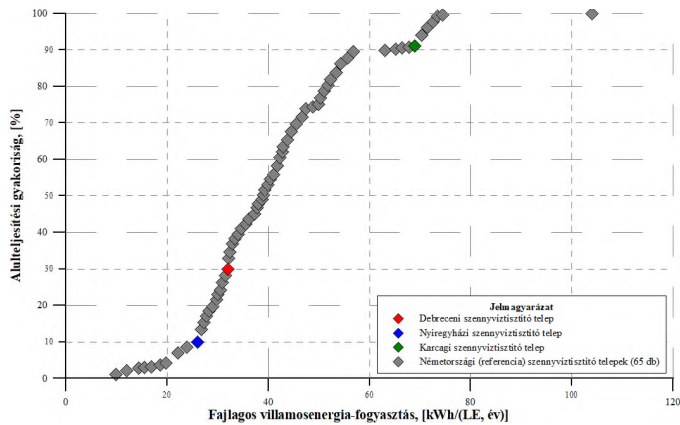
AZ ENERGETIKAI ÖSSZEHOSONLÍTÁS EREDMÉNYEI

Fajlagos villamosenergia-fogyasztás (eges)

A 4. ábra a vizsgált magyar szennyvíztisztító telepek fajlagos villamosenergia-fogyasztását ábrázolja a németországi telepek fajlagos villamosenergia-fogyasztásának függvényében. A tisztítótelepek összességének fajlagos villamosenergia-fogyasztása közötti nagy eltérés a különböző tisztítási technológiákra és eljárás módokra, valamint a lokális peremfeltételekre vezethető vissza. A helyzet alapvetően függ a tisztítótelep méretétől is, amennyiben a fajlagos villamosenergia-fogyasztás csökken a növekvő méretek függvényében. A magyarországi, debreceni

és nyíregyházi szennyvíztisztító telepek referenciadiagramba sorolásakor felismerhető, hogy ezen telepek fajlagos villamosenergia-fogyasztása 32 kWh/(LE, év), valamint 26 kWh/(LE, év)

értékekkel a németországi energetikai elemzés adatsorának tükrében relatíve alacsony. A debreceni szennyvíztisztító telepnél jobban teljesítő németországi telepek aránya 30%, a nyíregyházi szennyvíztisztító telepnél pedig 10%. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy a vizsgálatba bevont németországi szennyvíztisztító telepek csupán 30%-ánál, valamint 10%-ánál mutatható ki alacsonyabb fajlagos villamosenergia-szükséglet, mint a debreceni vagy nyíregyházi szennyvíztisztító telep esetében.



4. ábra: A vizsgált magyarországi szennyvíztisztító telepek teljes villamosenergia-fogyasztásának összehasonlítása a németországi adatbázissal

A karcagi szennyvíztisztító telep összehasonlítása a németországi telepekkel csak korlátozottan lehetséges, mivel a karcagi telep esetében egy membránszűrős technológiával működő telepről van szó. A karcagi telep esetében jól látszik a 69 kWh/(LE, év) értékű, a többi tisztítótelepéhez képest magas fajlagos villamosenergia-fogyasztás, amelyhez így 91%-os alulteljesítési gyakoriság társul.

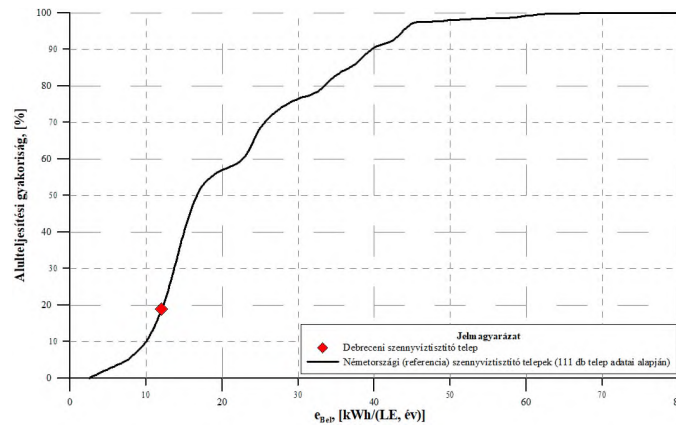
Fajlagos villamosenergia-fogyasztás a levegőztetésnél (eBel)

A szennyvíztisztító telepek energiahatékonyságára vonatkozó útmutató szerint átlagosan a teljes villamosenergia-fogyasztás 53%-a szükséges a biológiai fokozatnál. Amennyiben az átemelőket, továbbá a szivattyúzást, valamint a szeparációs

berendezéseket is beleszámítjuk, akkor a biológiai fokozatnál szükséges villamosenergia-fogyasztás aránya kb. 67%-ra emelkedik. A biológiai fokozat legnagyobb egyéni fogyasztója ebben az esetben 69%-kal a levegőztetőrendszer (Steinmetz et al., 2015).

A levegőztetés fajlagos villamosenergia-fogyasztásának kapott mutatói információt szolgáltatnak ahhoz, hogy a levegőztetőfűvókák teljesítménye csökken-e (folyamatos felülvizsgálat esetében), illetve ennek megfelelően szükséges-e azoknak a tisztítása vagy felújítása.

A levegőztetés fajlagos villamosenergia-fogyasztását a hiányzó adatok miatt csak a debreceni szennyvíztisztító telep esetében tudtuk megvizsgálni, amelynek értéke nagyjából 12 kWh/(LE, év). A németországi adatok tükrében ez a villamosenergia-fogyasztás inkább alacsonynak tűnik, ehhez kapcsolódóan a referenciaként használt 111 német szennyvíztisztító telep csupán 19%-a mutat még ennél is alacsonyabb értéket (5. ábra).

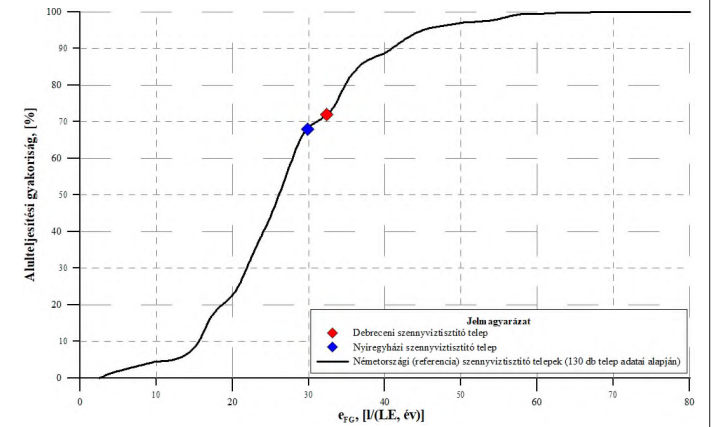


5. ábra: A debreceni szennyvíztisztító telep levegőztetésre felhasznált fajlagos villamosenergia-fogyasztásának összehasonlítása a németországi adatbázissal

Fajlagos biogáztermelés (eFG)

Az anaerob iszapstabilizációs technológiát használó tisztítótelepek biogáztermelését a lakosegyenértékre vetített fajlagos biogáztermelés (eFG) segítségével írjuk le. Az így számított érték a debreceni tisztítótelep esetében 32,4 l/(LE·d), a nyíregyházi

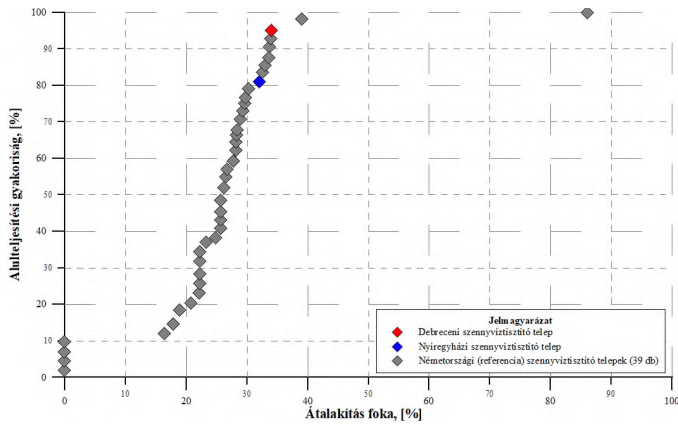
telep esetében pedig 29,9 l/(LE·d), ezek az értékek a 130 németországi tisztítótelepet magában foglaló adatbázis értékeihez képest meglehetősen magasak. A debreceni tisztítótelep esetében az alulteljesítés gyakorisága kb. 72%, a nyíregyházi tisztítótelep esetében pedig nagyjából 68%-ra adódott (6. ábra).



6. ábra: A vizsgált magyarországi szennyvíztisztító telepek fajlagos biogáztermelésének összehasonlítása a németországi adatbázissal

A biogáz villamos energiává történő átalakításának aránya (N2) Ideális esetben az összes előállított biogázt villamosenergia-termelésre hasznosítják. A valóságban azonban ennek felhasználása sokszor behatárolt a nem egyenletes gázképződés miatt, amihez gyakran társul alacsony gáztároló-kapacitás is. A biogáz villamos energiává történő átalakításának aránya tehát megadja, hogy mekkora az a biogázban található energiamennyiség, amelyet egy kapcsolt erőmű elektromossággá képes alakítani (DWA, 2015). Hatékonyan működő rendszert, továbbá megfelelő metántartalmat feltételezve a biogázban ez az érték rendszerint 30% feletti.

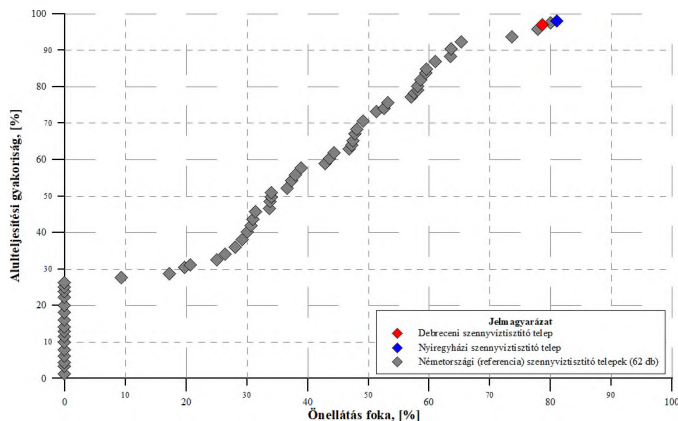
A vizsgált szennyvíztisztító telepek hiányzó adatai miatt csak a debreceni telepen tudtuk a biogáz villamos energiává történő átalakításának arányát megállapítani, amelynek értéke 34%-ra adódott 95%-os alulteljesítési gyakorisággal. Amennyiben a nyíregyházi telep esetében a biogáz metántartalmát 60%-ra becsüljük, akkor a biogáz-hasznosítás arányára 32%-os értéket kapnánk, megközelítőleg 81%-os alulteljesítési gyakorisággal (7. ábra).



7. ábra: A vizsgált magyarországi szennyvíztisztító telepeken képződő biogáz villamos energiává történő átalakításának aránya (N2) összehasonlítva a németországi adatbázissal

Az elektromos önellátás aránya (Ve)

Az elektromos önellátás fokát az éves villamosenergia-termelés és a teljes villamosenergia-fogyasztás hányadosából kapjuk meg. A cél az energiaszükséglet messzemenő lefedése a rendelkezésre álló biogáz mennyiségének maximális kihasználásával. A debreceni tisztítótelep önellátásának aránya elektromosság tekintetében 78,6%, az alulteljesítési gyakoriság értéke pedig 97%. A nyíregyházi tisztítótelep önellátásának aránya elektromosság tekintetében 81%, amelyhez 98% alulteljesítési gyakoriság társul a németországi telepeket figyelembe véve (8. ábra).



8. ábra: A vizsgált magyarországi szennyvíztisztító telepek elektromos önellátásának aránya összehasonlítva a németországi adatbázissal

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A magyarországi és a németországi szennyvíztisztító telepek energetikai összehasonlítása alapján az alábbi következtetéseket vontuk le:

- A kiválasztott három magyar szennyvíztisztító telep adatainak kiértékelése jól mutatja, hogy a debreceni és a nyíregyházi szennyvíztisztító telep viszonylag csekély fajlagos villamosenergia-fogyasztással bír.
- A debreceni szennyvíztisztító telep csekély teljes villamosenergia-fogyasztásának egyik fontos aspektusa, hogy alacsony a fajlagos villamosenergia-fogyasztás a levegőtetésnél, ami általában a teljes villamosenergia-fogyasztás jelentős részét képezi.
- A levegőtető alacsony villamosenergia-fogyasztásának egyik lehetséges oka a relatív magas szennyvízhőmérséklet Magyarországon (Debrecenben az éves középérték kb. 20 °C, a legalacsonyabb hőmérséklet kb. 12 °C), aminek következtében a németországgal szemben itt rövidebb az iszapkor.
- A membránszűrős technológiával működő karcagi telepet érthető módon nem lehet beilleszteni az összehasonlításba, hiszen a fajlagos villamosenergia-fogyasztás a membránszűrős technológia miatt sokkal magasabb. Általában a membrános bioreaktorok teljes energiaszükséglete kétszer, de szélsőséges esetben akár négyszer akkora is lehet, mint a hagyományos telepek esetében.
- A fajlagos biogáztermelésre vonatkozóan a debreceni és a nyíregyházi tisztítótelepeknek is nagyon jók az értékei. A nyíregyházi telepen ez bizonyosan arra vezethető vissza, hogy itt nagy mennyiségben kezelnek idegen iszapot is.
- A debreceni és a nyíregyházi telep esetében is előnyös értéket mutat a biogáz villamos energiává történő átalakításának aránya, amelynek értéke mindkét esetben magasabb, mint 30%. Így mindkét telep közel 80%-os önellátási fokról számolhat be.

Az energetikai ellenőrzés során kapott következtetések alapján tehát kijelenthetjük, hogy nem várható jelentős energetikai optimalizáció, amit egy energetikai vizsgálat mutathatna ki, éppen

ezért a részletes energetikai vizsgálat megvalósítása a debreceni és nyíregyházi telepeken nem javasolt. Karcag esetében beruházás szükséges, a jelen üzemeltetési körülmények között az energetikai hatékonyság érdemben nem javítható.

A PROJEKTEN TÚLMUTATÓ HATÁSOK

A német mintára kialakított kérdőívek alapján minden szennyvíztisztító telep önellenőrzése és ennek folyamatos évenkénti ismétlése lehetséges. A projekt rámutatott a szennyvíztisztító telepeken belüli egyes tisztítási fokozatok elkülönített energetikai mérésének kiemelt fontosságára. A módszertan átvételéből adódó eredmények meglepte a víziközmű-üzemeltetők elemi érdeke. Az adatok gyűjtése, az automatikus informatikai adatelemzések robbanásszerű bővülése, az adatokon alapuló üzemelesirányítás az energiahatékonysági célkitűzések alá is rendelhető. Az eddigi beruházásokban ez a szemlélet csak közvetve kapott szerepet, de a 2021-től várható tervezési időszakban a tervek szerint a rekonstrukciós projektek is támogatást kaphatnak. Az energiafelhasználási racionalizálás csakis a szennyvíztisztító telepekről elfolyó víz minőségi követelményeinek egyidejű biztosítása mellett lehetséges. Uniformizált hatékonysági célértékek a helyi sajátosságok miatt nincsenek, ezek csakis egyedileg határozhatóak meg, de az értékeléseket a benchmarking adatelemzésen alapulva vizsgálni lehet.

A német fél nemcsak Magyarország számára kívánta a módszertant átadni, hanem a projekt tapasztalatok alapján a jövőben további Duna menti országokra is tervezi kiterjeszteni a tudást.

A projekt a szennyvíztisztító telepekre fókuszált. A helyi vagy regionális hálózatokon azonosítható további energetikaihatékonyság-javító célterület. Az adatok ismerete, az alapos adatelemzés és az innovatív megoldások e területen is jelentős hatékonyság-bővülést eredményezhetnek.

Az Európai Bizottság a települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv átfogó értékelését 2019-ben végezte el, amelynek keretében kijelölte a jövőben vizsgálandó feladatokat. Célkitűzésként a meglévő művek megfelelő üzemeltetése mellett a társirányelvek előírásai felé történő általános nyitás sza-

kasztát határozták meg a jövőre nézve. A gazdasági hatásokra tekintettel kiemelten vizsgálják az energetikai kérdéseket, mivel az energiahatékonyság javítását az automatizálásból és a folyamatos üzemirányításból adódó többletismeretekkel kívánják összehangolni. Mivel a szennyvíztisztító telepek az önkormányzati szektor legnagyobb energiafogyasztói, az energetikai kérdéskörben elérhető eredménypotenciál a szennyvízirányelvel összefüggésben nagy.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„A magyarországi kommunális szennyvíztisztító telepek energiahatékonysági vizsgálatának módszertani megalapozásához” című kutatás a Duna Régió Stratégia keretében Németország Baden-Württemberg tartománya Környezetvédelmi, Klíma- és Energiaügyi Minisztériumának megbízásából készült a tartomány és a Magyar Kormány közötti Gazdasági Vegyesbizottság együttműködése keretében. A magyarországi koordinátori feladatokat a Belügyminisztérium látta el.

A kutatást támogatta a TKP2020-IKA-04 sz. projekt. A TKP2020-IKA-04 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a 2020-4.1.1-TKP2020 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALOM

DWA (2015): Arbeitsblatt DWA-A 216. Energiecheck und Energieanalyse – Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen. Hennef.

Ligetvári F., Zsabokorszky F., Kovács K. és Zsirai I. (2015): Wastewater Treatment and Sludge Utilisation in Hungary. In: JESE-B 4 (3). DOI: 10.17265/2162-5263/2015.03.005.

Steinmetz H., Reinhardt T., Gasse J., Meyer C., Maier W., Poppe, B. et al. (2015): Leitfaden Energieeffizienz auf Kläranlagen. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Stuttgart.

Tamás J. és Fehér J. (2009). Solution for urban and regional water resources management conflicts – a Hungarian case, Singapore International Water Week 2009, Water Convention 2009. Planning for Sustainable Water Solutions, 1–12.

Umweltbundesamt (2009): Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen.

A Víz Világnapja minden év márciusában egy kiváló alkalom és újabb lehetőség arra, hogy megálljunk és elgondolkodjunk. Elgondolkodjunk azon, hogy mit jelent nekünk a víz és azon, hogy miért is kell a víznek világnapot szentelni?!

A 2021-ES NEMZETKÖZI SZLOGEN: „A VÍZ ÉRTÉK. BECSÜLD MEG!”

A MaVíz munkatársai a 2021-es Víz világnapi szlogenhez kapcsolódóan egy figyelemfelhívó kisfilmet készítettek, amelyben a víz fontosságára hívják fel a figyelmet.

Az alábbi linken érhető el az anyag: <https://www.youtube.com/watch?v=NdGOgmH0Xw0>





**DR. DARABOS
PÉTER**

okl. építő-
mérnök,
c. egyetemi
docens

**ARZT
JÓZSEF**

okl. mérnök

darabos.peter@emk.bme.hu

KIVONAT Az előregedő hálózatok, az egyre drasztikusabban csökkentett pénzügyi források miatt a körmünkre égő rekonstrukciónál célszerű nagyobb hangsúlyt helyezni a beépíteni szándékozott csövek és szerelvényeik korrózió elleni védelmének minőségére és hatásosságára. Ennek a lépésnek a kihagyása radikálisan csökkenti a hálózat élettartamát és üzembiztonságát. A rekonstrukció teljes folyamatába, melynek részei: a projektkiírás, a tervezés, az anyagbeszerzés és szállítás, valamint a kivitelezés és a műszaki ellenőrzés, szervesen kéne beépüljön a korrózió elleni védekezés.

KULCSSZAVAK rekonstrukció, korrózió, korrózió megelőzése, korrózió elleni védekezés, oktatás, továbbképzés, szakmai követelmények

AKTUÁLIS

Mekkora a baj? Avagy legalább azt a kevés pénzt, ami jut, költsük el okosan!

A víziközmű-szolgáltatásban a korrózió a szolgáltatást biztosító létesítmények mindegyikét érinti, és elhasználódásuk, tönkremenetelük egyik meghatározó oka. A korróziós folyamatok bekövetkezése természetesen elkerülhetetlen, azonban a lassításuk és ezzel a létesítmények, berendezések élettartamának meghosszabbítása, vagyis a felújítás, rekonstrukció időpontjának kitolása elérhető. 10 évvel ezelőtt ugyanitt (Vízű Panoráma, 2010/3.szám) már született szakmai cikk kapcsolatban, hogy gondok vannak és lesznek a hazai vízellátás minősége és üzembiztonsága területén, amennyiben nem fordítunk erre megfelelő figyelmet, és nem mozgósítunk megfelelő szaktudást a létesítmények teljes életpályája mentén (tervezés, kivitelezés, üzemeltetés) a korróziós folyamatoktól való védelemre. Különösen igaz ez a földbe fektetett, földdel eltakart létesítményekre, vezetékekre, aknákra, szerelvényekre stb., mert a károsodás nem a létesítéskor azonnal, hanem évekkel később fog bekövetkezni!

A jelen cikk előzménye egy összetettebb vizsgálatsorozat volt, amelynek a tanulságai meglehetősen elkésérítőek lettek, különösen azért, mert végeredményben – az eltelt tíz év tapasztalatai alapján – nem történt semmiféle előrelépés a korróziómegelőzéssel kapcsolatos ismeretek felhasználásában és alkalmazásában, sőt mintha a szakma inkább felejtett volna.

A csővezetékek építésével kapcsolatos, 10 éve tett megállapítások a következők voltak:

1) Gyártás

a) A korrózió elleni védekezés az esetek többségében szakmaiatlan, és a gyártók gondoskodása jórészt csak a gyártósor végéig érvényes, már a raktározás is a cső bevonatának állapotát rontó módon történik.

b) A csövek védelmi megoldásai sokszor még a vonatkozó szabványok előírásait sem képesek teljesíteni.

c) A szakszerűtlen szállítás miatt a munkaárok mellé már nemegyszer hibás bevonatú, sokszor kialakult korróziós göccokkal teli szerkezetek kerülnek.

2) Beruházás-előkészítés, tervezés

a) A kiválasztott nyomvonal korróziós jellemzőinek, azaz destruktív potenciáljának¹ a felmérése, majd a leendő vezeték korrózió elleni védelmének meghatározása – igen ritka kivételtől eltekintve – elmarad.

b) A vonatkozó szabványok ismeretének hiánya és be nem tartása (pl. duktil anyagú vezetékek esetében az MSZ EN 545).

c) Az adott környezethez és csőanyaghoz alkalmazkodó korrózióellenes védekezés megtervezése – részletes költségvetési

¹ A destruktív potenciál az a paraméter, amely megadja, hogy egy adott környezet/közeg és az ezzel érintkező szerkezet között milyen lehetséges korróziós folyamatok jöhetnek létre. Ez a jellemző már a tervezés pillanatában létezik. A Dp tulajdonképpen a meghibásodás valószínűségére utal.

kiírással és technológiai leírással – nem kötelező része a vezeték szakasz kiviteli terveinek.

3) A beruházó/víziközmű-tulajdonos tervjövahagyóinak és műszaki ellenőreinek ismerethiánya a korrózió elleni védekezés elvárásairól

- A vonatkozó korróziós alapismeretek és szabványok ismeretének hiánya.
- A tulajdonosok érdektelensége a szigorú ellenőrzés megkövetelésében, illetve az ellenőrzések során feltárt hiányosságok számonkérésében.

4) A kivitelezők érdektelensége és felkészületlensége

- Gazdasági ellenérdekeltség a minőségi munkavégzéssel szemben.
- Minősített és szakképzett munkaerő hiánya az operatív szinteken.

Sajnos a tapasztalatok azt mutatják, hogy a helyzet tíz év alatt nemhogy nem javult, hanem kifejezetten romlott. A hálózatok tovább öregedtek, a felújításokra fordítható keret egyre szűkösebb lett. Olyannyira, hogy az adatok szerint már a szinten tartáshoz sem elég. Az elmúlt időszakban a témával kapcsolatosan elhangzott konferencia-előadások, szakmai folyóiratokban megjelent cikkek egybehangzóan azt mutatják, hogy még az a kevés – közműkorrózióval kapcsolatos – ismeret is eltűnni látszik a tudástárból, amit pár lelkes fanatikus anno éveken át próbált meg átadni.

Csudálkozni persze nem lehet, mert amikor a rendszerek üzemeltetésében jártas szakemberek fizetésére sem jut, azok kénytelenek a megélhetésüket más területeken keresni. Könnyen belátható, hogy miután lassan a haváriák felszámolására sincs sem fedezet, sem szakember, nyilván a korrózió elleni védekezés igencsak hátraszorul a fontossági sorrendben.

Nem lenne szerencsés, ha a még nagyobb baj tudatosodásával azt gondolnánk, hogy valami újat, divatos szóval élve

„innovatívát” kell kitalálni, mondjuk pl. a „meleg vizet” vagy a „spanyol viaszt”. Ebben az esetben nem feltétlenül erről van szó. Véleményünk szerint csupán a hazánkban még meglevő, de nem használt szaktudás mobilizálásával és a hazainál fejlettebb tervezési, építési, üzemeltetési, igazgatási, megkockázattom, szakmapolitikai kultúrával rendelkező partnerországok jó gyakorlatának bevezetésével lehetne előrelépést elérni. Megjegyezzük, hogy a jó gyakorlat átvétele a finanszírozásra is vonatkozik!

Nagyon is meggondolandó lenne, hogy:

- A közműeink rehabilitációja során a korrózió elleni védekezést ne lokálisan, hanem célzottan és rendszerszemléletűen építsék föl, a tervezéstől a munkagödör visszatöltéséig!
- Vigyáznni kellene arra is, hogy a nem korróziós szakterületeken mértékadónak tekintett szervezetek lehetőleg ne kövessék el azt a hibát, hogy a korróziós szakterület kérdéseiben, ismerethiányból adódóan, úgymond nem fejtik ki a teljes igazságot. Adott esetben az alulinformáltságból fakadóan nagyobb lehet a kár, mint a haszon ilyenkor.

Az ivóvíz természetes monopólium, és semmivel nem pótolható. A források, az ivóvízbázisok nem bővíthetők tetszés szerint, és a klímaváltozás előbb-utóbb a hozzáférhető víz mennyiségét csökkenteni fogja, és a minőségét is ronthatja. Ha pedig a lakosság ivóvízzel való ellátása nem lesz biztosítható, akkor kiszámíthatatlan lesz ennek a következménye.

A korróziós folyamatok hatásai összetettek: károsak a vízminőségre, növelik a hálózat vízvesztését, és veszélyeztetik az ellátás – és egyúttal a környezet – biztonságát.

Tételezzük fel, hogy valamilyen csoda folytán az illetékesek előteremtik és rendelkezésre bocsátják a hiányzó sok ezer milliárd forintot. Ekkor fogja a szakmán kívüli döntőnkesség szembealálni magát a valósággal:

- Ekkora mennyiségben honnan lehetne – korróziós szempontból is – jó minőségű csövet előteremteni? A gyártók sokszor évekre előre eladják a termékeiket.
- Honnan pótoljuk hirtelen a hiányzó, ténylegesen hozzáértő szakembergárdát? Aki még bírta erővel, szanaszét szaladt,

vagy elment nyugdíjba, vagy meghalt. Már tíz évvel ezelőtt is elképesztő volt a vertikum szakmai hiányossága, ez mára még sokkal rosszabb lett.

- Végül, de nem utolsósorban mit okozna az ország amúgy is gondban lévő gazdaságának, ha az utak nagy részét hirtelen munkagödörök népesítenék be, és hetekig-hónapokig akadozna a vízellátás? Különösen a 40 °C-os nyarakban?

Nagyon sokféle elméleti és gyakorlati megoldási próbálkozás kering a szakmai köztudatban annak kapcsán, hogy az adott műszaki, gazdasági és humán lehetőségek figyelembevételével miképpen lehetne valamiféle fenntartható rekonstrukciós rendszert működtetni.

Nyilvánvaló, hogy olyan, rendszerszintű pozitív változtatásokra lenne szükség, amikre – úgy tűnik – a közeljövőben nem lesz fogadókészség sem, meg szándék sem. A szakma hiába küldi már hosszú ideje a vészjelzéseket, ezek gyakorlatilag süket fülekre találnak.

Vizsgáljuk meg újra, a tíz évvel ezelőtti megállapításokhoz képest miket tudnánk felmutatni:

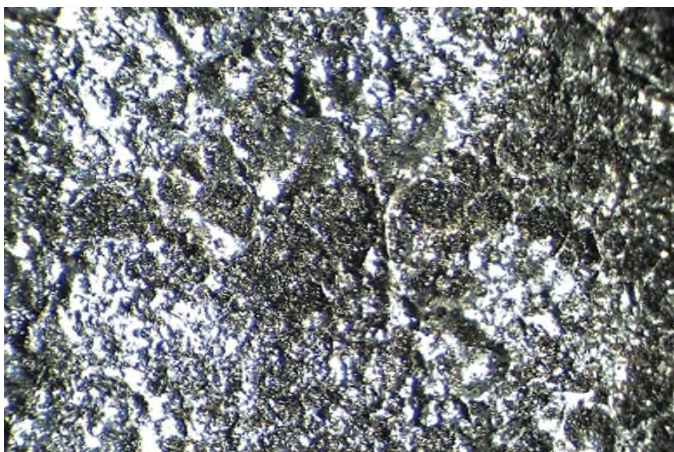
GYÁRTÁS

Azok a gyártók, akik tíz évvel ezelőtt is jól védett csöveket voltak képesek előállítani, ugyanazt tudják ma is. Akik akkor sem tudták, ma sem tudják. (Legalábbis a katalógusaik szerint.) Minden leöntött sarzból vesznek mintát, amit a mechanikai tulajdonságokra megvizsgálunk. Ellenőrizzük, hogy az adag megfelel-e a szabvány által előírt határokon belül az elvártaknak. Sajnos azonban soha nem vizsgálják a korróziós érzékenységet, holott egy egyszerű, standardizált potenciálméréssel ez az adat is rögzíthető lenne. Arra már gondolni sem mer az ember, hogy az érzékenyebb anyagból öntött csövekre ezt a hátrányt kiegyenlíteni képes, korrózió ellen védő bevonat kerüljön. Pénz és komplikáció, csökkenti a nyereséget... inentől kezdve el lehet a témát felejtani.

A tárolás? (Merthogy a műgyanták általában UV-érzékenyek?)



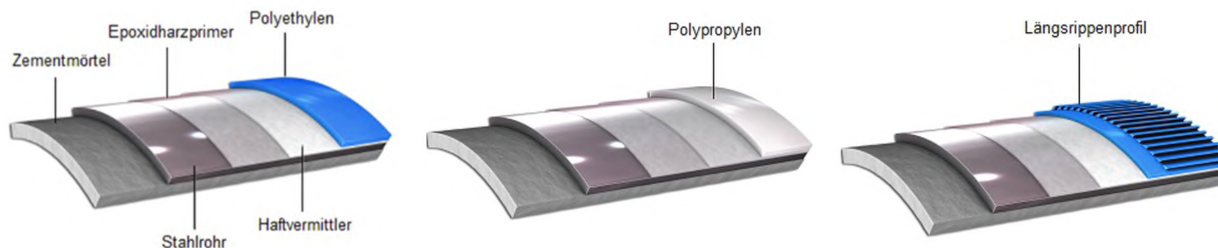
Amint látható, a Google Maps szerint nincs alapvető változás. A csónapozó folyamatosan működik! Mindazonáltal érdekes lenne kideríteni, napjainkra megoldott lett-e a bevonataiknál az UV-sugárzás tartós eltűrése?



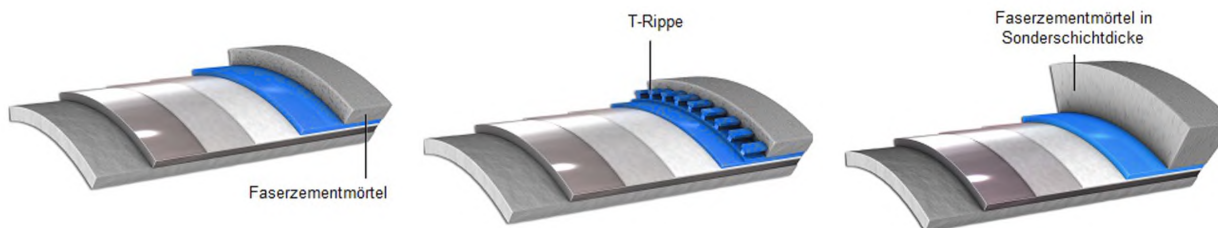
A katalógusok által sokat emlegetett cink-alumínium szórás a mellékelt képen láthatóan nem egyenletesen megoszló felület, sokkal inkább egy holdbéli kráteres táj. Sztereomikroszkóp nézve a kráterek alján itt-ott kilátszik az öntési kéreg, de legalábbis bőven 1 μm alatti lehet a cink/alu réteg vastagsága. Könnyen belátható, a védelem hatékonysága erősen korlátozott lesz ezeken a pontokon. Az erre felszórt műgyantabevonat tapadása több mint kétséges.

Összesítve azt kell mondanunk, hogy többféle fejlesztés történt az elmúlt 10 év alatt, ám a duktil csövek korrózió elleni védelmi megoldásai nem sokat léptek előre.

Az általánosan alkalmazott duktil és KPE-csövek mellé megjelent a kifejezetten a vízellátásnak készülő acélcső is, amelynek talajoldali felülete a szigorú szénhidrogénipari korrózió elleni védelmi elvárásoknak is megfelel, és végre belülről is megkapta a belső szálascementes védelmét, és így már nemcsak ivóvízre, de szennyvízszállításra is alkalmas.

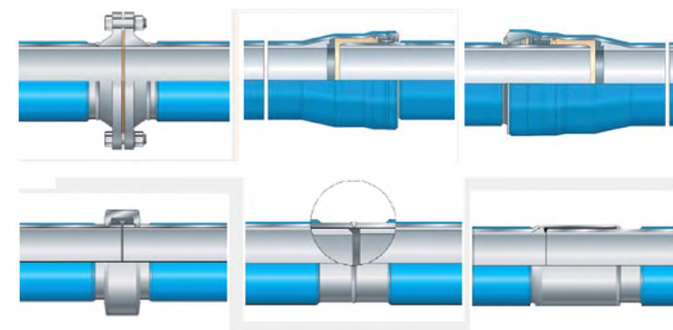


A rétegsorok felépítéséről látható, hogy itt nem 0,3-0,9 mm-es bevonatokat találunk, hanem csőre ráextrudált, a hagyományos passzív védelem elvárásait teljesítő bevonatrendszereket kapunk. Létezik olyan változat, amely még további ütés- és sérülésvédő szálascement bevonatot is alkalmaz. Korrózióvédelmi szempontból legalábbis erősen versenyképes a megszokott duktil csövekkel szemben.



Nem elhanyagolható, hogy akár 18 m hosszú szálakban is hozzáférhetőek. Ez lehetővé teszi a kötésponatok számának radikális csökkentését.

Ha azt is figyelembe vesszük, hogy hányféle csatlakoztatási lehetősége van, akkor kijelenthető, hogy vannak olyan körülmények, ahol előnyben van minden más megoldással szemben.



Miután létezik hegeszthető kivitelben is, ezt alkalmazva nincs vízvesztesége, továbbá húzásbiztos. Lévéen fémesen folytonos, aktív elektrokémiai védelemmel, esetünkben katódos, korrózió elleni védelemmel látható el. A két védelmi módszer együttesen képes garantálni az 50+ éves élettartamot, nem beszélve arról, hogy korróziós állapota a felszínről bontás nélkül, a folyamatos üzemvitelt nem zavarva rendszeresen ellenőrizhető.

Szükség esetén pl. búvárok segítségével akár a víz alatti szakaszok (pl. mederkeresztelés) is mérhetőek. Hátránya viszont, hogy csak NA 600 átmérőig léteznek.

Egy gondolat még a KPE-csővekhez:



Ameddig a kivitelezőknél következmények nélkül marad a fenti képeken látható befeszülési nyomvonal, az ágyazat nélküli vagy még rosszabb, köves, betontörmelékű ágyazatú csőfektetés, addig nem kell csodálkozni, ha a KPE-anyagú hálózatok csőtörésmentessége legalábbis kétséges lesz.

BERUHÁZÁS-ELŐKÉSZÍTÉS, TERVEZÉS

Mostanában alapvetően a meglévő hálózatok elavulás miatti rekonstrukciója képezi a feladatok túlnyomó részét. Az előkészítés során ehhez adatok kellenének. Pontos adatok, amelyek azonban korlátosan vagy nagyon hiányosan állnak rendelkezésre.

A hazai közművek sokféle adatbázist üzemeltetnek, de ezek egymással nem kommunikálnak. Márpedig a vízvezeték nem valamiféle vákuumban fekszik, hanem ott vannak mellette a gáz-, az elektromos, a hírközlési, a csatornarendszerek, a villamos és a nagyvasúti villamosvontatás stb. Meg az egyre több felhagyott vezeték.

Az átjárási hiány azzal is jár, hogy a közműegyeztetés többé-kevésbé egy rémálom. Lassan, a szereplők számának szapo-

rodásával a műszaki terv majd felét is kiteszik a begyűjtendő papírok. Ami persze nem garantálja, hogy amikor megindulnak a földmunkák, nem kedveskedik a helyszín némi váratlan csőtöréssel vagy kábelszakadással.

Például KPE-vezetékek esetében létezett olyan előírás, hogy egy kábelt kell fektetni a cső fölé, és a kábelnek helyenként a felszínről hozzáférhetőnek kell lennie. Miért? Hogy a nyomvonal a felszínről bemérhető legyen. Volt olyan helyszíni ellenőrzés, amikor a munkagödörben kilógó kábelt meghúztuk, amiről kiderült, hogy kb. 1 m hosszú darab, amit nyilván az ellenőrzés kedvéért dugtak gyorsan oda. „Okos” kivitelezők mindig voltak, lesznek, bár, gondolom, mindannyian elcserélnék őket megbízhatóra...

Akkor még nem is beszéltünk a különböző üvegekábelekről és hasonló, a fektetés után már beazonosíthatatlan nyomvonalú, föld alatti vonalas létesítményekről.

A hálózat-nyilvántartások tekintetében az utóbbi években kétségtelenül jelentős előrelépések történtek. Az e-közmű-szolgáltatás bevezetése, a hozzá kapcsolódó szakmai követelményrendszer évtizedek óta halmozódó, szakmailag egyébként teljesen indokolt feladatok megoldására kényszerítette rá a közmű-üzemeltetőket és -tulajdonosokat. A cél a közműegyeztetések online felületre terelése és egységesítése volt. Ebben a tekintetben elérte célját, hiszen ma már minden tervezőnek és üzemeltetőnek ezt a felületet kell használnia. A kialakított rendszernek azonban éppen fiatal kora miatt vannak még hiányosságai. Ilyen többek között:

- A közműegyeztetésben részt vevők közül, akik erőforrást fordítanak erre a tevékenységre, csupán egyetlen szereplő kap ezért juttatást, pedig csupán közvetítői szerepet tölt be. A tényleges egyeztetési erőforrás-ráfordításért az üzemeltetőknek nem jár ellentételezés. Holott éppen itt is szükség lenne motivációra;
- A csőanyagok, vezetékgyártmányok pontos azonosítása;
- A nyomvonalak térbeli töréspontjainak magassági koordinátái, amikből természetesen több is van;
- A hálózati műtárgyak, szerelvények geometriailag helyes adatainak standardizált meghatározása;

- A térbeli geometriai pontosság követelményeinek szigorítása.

Az itt felsorolt gyermekbetegségek természetesen orvosolhatók, hiszen az e-közmű alapkonceptiója szakmailag jó, ugyanis az adatokat nem egy központi szervezet gyűjti és szolgáltatja, hanem maguk a közmű-üzemeltetők. Márpedig ők azok, akik a valóságos tudás birtokosai, és leginkább érdekeltek az adatok karbantartásában, frissítésében, hiszen ők is ezeket az adatokat használják a mindennapi munka során.

Azonban az e-közmű filozófiája tovább is fejleszthető, hiszen egy ilyen rendszeren keresztül elvileg bármilyen közmű-szolgáltatói adat strukturáltan publikálható. Megkockázatom, hogy az e-közmű továbbfejlesztésével az üzemeltetők legtöbb adatszolgáltatási kötelezettsége automatizálva lehetne teljesíthető az adatigénylők felé.

Még tovább fejlesztve a gondolatot az e-közmű kiterjesztésével költségoptimalizálás valósítható meg. Az egész üzemeltetési, fejlesztési és beruházási folyamat gördülékenyebbé és erőforrás-felhasználás szempontjából hatékonyabbá tehető.

Gondoljunk Elon Muskra és a Tesla autók, ill. ezek önvezető képességeinek fejlődésére. Az első kocsik megjelenésekor kinevették az egész programot, aztán megállapították, hogy úgy lila köd az egész, ahogy van. Ott voltak a nagy hagyományú autógyártók, amelyeknek erősen a tyúkszemére lépett az új fiú. Mára hatalmas mennyiségű Tesla autó szaladgál a világon, és a közlekedési adataikat folyamatosan küldik a Tesla-központnak. Márpedig ez a hatalmas, folyton frissülő adathalmaz táplálja azt a mesterségesintelligencia-fejlesztést (AI, Artificial Intelligence), aminek eredményei aztán belekerülnek a kocsik vezérlő számítógépébe. Persze felébredtek a többiek is, és ma már kvázi kötelezően születnek a villamoshajtású okoskocsik, de azt a hatalmas előnyt, amit a naponta növekvő „programozó/tanító” adathalmaz jelent a Teslának, nehéz lesz behozni!

Azt gondolom, a mi esetünkben sincs másképp: egy ilyen, folyamatosan fejlődni képes adatbázisrendszer működtetése pénzben jól kimutatható, hosszú távon is kifizetődő nyereséget hozhatna az ellátási biztonságban.

Visszatérve a cikk eredeti témaköréhez sajnálattal kell meg-

állapítani, hogy a korrózió elleni védekezési stratégia kimunkálásához szükséges alapot jelentő Dp-adatok (destrukciós potenciál adatok) beszerzése viszont megszűnt, így aztán csak a szokásos rutindöntések működnek, azok is csak a szűkös beruházási keretek között.

Napjainkra eltűntek azok a sok évtizedes gyakorlattal rendelkező nagy tervezőirodák, amelyeknél a tudás mellett ott volt a tapasztalat is. Amik a roncsokból megmaradtak, azok – mondjuk úgy – nem mindig érik el a szükséges és elégséges felkészültségi szintet.

A BERUHÁZÓ/VÍZIKÖZMŰ-TULAJDONOS TERVJÓVÁ-HAGYÓINAK ÉS MŰSZAKI ELLENŐREINEK ISMERETHIÁNYA A KORRÓZIÓ ELLENI VÉDEKEZÉS ALAPVETŐ FELTÉTELEIVEL KAPCSOLATBAN

Ebben a kérdésben legalább három területen kellene lépni, mert ez vezethetne pozitív változásokhoz:

- Az érintettek rendszeres és ellenőrzött továbbképzése. Olyan szinten kellene beépíteni a szükséges ismereteket, hogy azok rutinszerűen és kompromisszummentesen működjenek. Nemcsak elméletben, de a gyakorlatban is, a munkagödörök melletti tapasztalatok megszerzésével.
- Meg kellene teremteni azt az érdekeltségi rendszert, amely nem teszi lehetővé a „félrenézést”. Mint a régi kínaiak, akik csak addig fizették az orvosukat, amíg egészségesek voltak!
- Egy, a német DVGW²-hez hasonló feladatú, független szakmai ellenőrző/szabályozó intézményt kellene felépíteni (akár pl. a MaVíz/BME gesztorálásával). Ez lenne hivatott többek között a „mekkmesterek” kiszűrésére is.

A KIVITELEZŐK ÉRDEKTELENSÉGE ÉS FELKÉSZÜLETLENSÉGE

A kivitelezési munkák drasztikus csökkenése magával hozta a kivitelezői választék számottevő szűkülését, valamint az ezen a

pályán megélhetést kereső valódi szakemberek pánikszerű menekülését.

Már tíz-egynéhány évvel ezelőtt erősen lelombozó volt, mi-kor kiderült, hogy a szakmai tudást pl. ács, cukrász, sőt egyszer egy fodrász képviselte a munkagödörben. Nyilván ezek az emberek nem fognak úgy járni, mint a MaVíz által szervezett egyik szerelőverseny győztes csapata, amelynek tagjait ott, a helyszínen egy külföldi vállalkozó az itthoni bérük sokszorosáért azonnal leszerződtette.

Pedig voltak olyan időszakok, amikor pl. egy szerelőversenyre való felkészülésnek része volt az is, hogy azokat a korrózió elleni védekezési kérdéseket, amikkel munka közben találkozhattak a szerelők, célzott tanfolyamokon elmondva és bemutattva feldolgozhatták. A kivitelezők sajnos soha, egyszer sem próbálkoztak ilyesmivel.

Mára ez a probléma úgy oldódott meg, hogy van „a vállalkozó”, meg vannak... ugyanazok, esetleg más néven, de mindnél közös, hogy csak erősen túlárázva hajlandók bármit „is” tenni. Nem lehet persze figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy igen sokszor a kiviteli tervnek nincs alapos műszaki leírása, nincsenek megadva részletesen a megkövetelt technológiák, és nincs gondosan összeállított költségvetés sem. Természetesen ezen cikk keretén belül csakis a korrózió elleni védekezésről beszélünk.

Minőségről, szakértelemről – meg-megállva manapság egy-egy munkagödör mellett – sajnos nem lehet beszélni, a csövek fektetése ugyanúgy nem kellő gondosságú, mint egy évtizede volt. Természetesen nemigen olvasni számonkérésekről sem a drágán, de rossz minőségben elvégzett munkákról, mert ezek általában minden részt vevő félnek kellemetlenek. Az viszont biztos, hogy végül az üzemeltetőn csattan az ostor, hiszen neki, sokszor politikai nyomásra, át kell vennie a hibás művet, és utána azt üzemeltetnie is kéne. A döntéshozók, finanszírozók, köztük maga az EU szervezetei is a mai napig nem hajlandók a leendő üzemeltetőket kompetens résztvevőkként bevonni a projektek megvalósításába, annak ellenére, hogy az üzemeltető a leginkább érdekelt abban, hogy egy mű szakszerűen, jó minőségben legyen megtervezve és megépítve.

Sok minden persze megelőzhető lenne, ha a fejlesztési és/vagy rekonstrukciós projektek tervezési, kivitelezési munkáinak korróziós szakmai követelményei egyértelműen lennének deklarálva, és szigorúbban lennének számonkérve. Ehhez a tőlünk nyugatra működő, ilyen feladatokat ellátó szakmai szervezetek mutatnak jó példát (pl. DVGW). Tudjuk azonban, hogy ezen szakmai szervezetek minőségbiztosítási képessége nem csak saját működésüktől függ, hanem a működési közeg, a megrendelők, megbízók, beruházók ezeket a szervezeteket kompetensnek tekintik, szakmai iránymutatásaikat elfogadják, és a tervezési és kivitelezési munkát végző szervezetektől megkövetelik a szabályok, követelmények betartását.

Ha meggondoljuk, hogy ivóvízről, szennyvízről, egyáltalán alapvető közmujszolgáltatásról van szó, ha meggondoljuk, hogy a szakma és szervezetei imádság módjára mantrázzák már évek óta, hogy baj van, és még nagyobb baj lesz, akkor óhatatlanul felmerül a kérdés:

Ki fog majd felelni a kialakulóban lévő katasztrófáért?

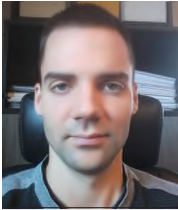
AJÁNLOTT IRODALOM

MSZ EN 545:2011 http://www.mszt.hu/web/guest/webaruhas;jsessionid=D-6B6F4BD7538A71F04A605F9CE0AAEB8?p_p_id=msztwebshop_WAR_MsztWAportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_ref=151361&_msztwebshop_WAR_MsztWAportlet_javax.portlet.action=search

DVGW <https://www.dvgw.de/>

H.W. Richter: *INSTANDHALTUNG VON WASSERVERSORGUNGSNETZEN*
https://www.weltbild.de/artikel/ebook/instandhaltung-von-wasserversorgungsnetzen-vulkan-verlag_17338973-1

Walter von Baeckmann: *Handbuch des katholischen Korrosionsschutzes*
<https://www.zvab.com/Handbuch-kathodischen-Korrosionsschutzes-Gebundene-Ausgabe-Walter/11023924033/bd>



CZAKÓ DÁVID

tervező, Szegedi Vízmű Zrt

czako@szegedivizmu.hu

KIVONAT Rövid tanulmányomban konkrét városfejlesztési terület példáján mutatom be, hogy a lefolyásmodellezés miként tudja segíteni egy – a jelenkor elvárásainak megfelelő – települési vízvezető rendszer tervezését. Arra keresem a választ, hogy a gravitációs hálózaton időben milyen lefutású csapadékintenzitásra adódik a mértékadó állapot, valamint hogy a csapadékvíz-visszatartás lehetőségeinek keresését mennyire lehet hatékonyan támogatni hidraulikai modellvizsgálatokkal.

KULCSSZAVAK lefolyásmodellezés, fenntartható települési vízgazdálkodás, vízkészletvédelem, víz-visszatartás, lefolyásszabályozás, városi villámárvizek, tározás, öntözővíz, záportározó, SWMM

Vízmű Panoráma / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja

Kiadja a Magyar Víziközmű Szövetség
Felelős kiadó Nagy Edit / Főszerkesztő Márialigeti Bence
A főszerkesztő munkatársai Várszegi Csaba, Tary Dávid,
Kasperkievics Kinga, Kreitner Krisztina

Szerkesztőség 1051 Budapest, Sas utca 25., IV. em.
Telefon +36 30 315 2472 E-mail vizmu.panorama@maviz.org
Honlap www.maviz.org/vizmupanorama
Hirdetésszervezés Tary Dávid / E-mail tary.david@maviz.org

Lapterv BrandAvenue / Korrektor BrandAvenue
Nyilvántartási szám B/SZI/1925/1993 302-5066
ISSN 2732-0340 / Minden jog fenntartva

Lapunkat rendszeresen szemléli a megújult www.observer.hu



SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

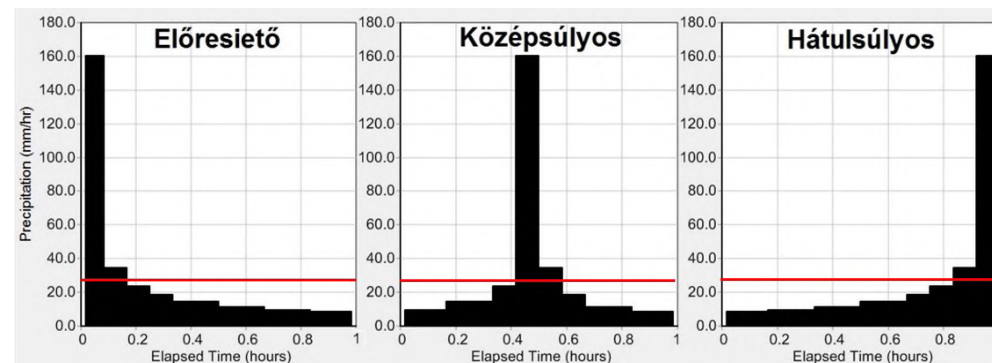
Csapadékvíz-elvezető rendszerek tervezése lefolyásmodellezéssel

BEVEZETÉS

A hazai vízmérnöki szakma egyik legkardinálisabb, ugyanakkor egyre kevésbé gondozott területe a települési csapadékvíz-gazdálkodás. A meglévő elvezetőhálózat karbantartásának hiánya, a burkolt felületek növekedése, valamint a globális klímaváltozás komoly kihívások elé állítják a tervezőket, a döntéshozókat, az önkormányzatokat, az üzemeltetőket, a szakmát. A városok csapadékvíz-elvezetésének fejlesztése nem követte az urbanizációs folyamatokat, így a heves esőzésekből, villám-árvizekből keletkező elöntések jelentős károkat okozhatnak a települési infrastruktúrában.

Gondolkodásra késztet az a tény, hogy az Alföldön akár egy éven belül is jelentkezhet a túl sok és a túl kevés víz miatti vízkárelhárítás kényszere. Szegeden a városi zöldfelületek öntözése szinte kivétel nélkül az ivóvízkészletek terhére történik. Ahogy a szakmai vita kezd pénzügyi kérdéssé válni, úgy változik a csapadékvizekhez történő hozzáállás szemlélete is. A klímaváltozás kapcsán kezd elterjedni az a nézet, miszerint a lehullott csapadékvíz kincs, annak minél nagyobb részét a keletkezés helyén kell visszatartani, felhasználni (Nemzeti Vízstratégia, 2017).

Munkám során a szegedi Science Park egyik ipari körzete csapadékvíz-elvezetésének és -elhelyezésének vázlattervszerű kidolgozására törekszem, mely a gravitációs levezetőhálózat helyszínrajzi és magassági vonalvezetését, valamint a záportározó tó üzemrendjének megtervezését foglalja magában. E rendkívül heterogén és szerteágazó kérdéskört EPA SWMM lefolyásmodellező szoftverrel vizsgálom, a különböző intenzitáseloszlású csapadékesemények csatornahálózatra gyakorolt hatásainak, valamint a terület vízháztartásának részletes megismérlése érdekében.



1. ábra: A 4 éves, 60 perces csapadék időben változó intenzitáslépcsői

DISZKRÉT LÉPCSŐS INTENZITÁSMODELLEK

A racionális módszer használata, ezzel együtt az időben állandó intenzitású „blokkcsapadék” feltételezése mind a mai napig a rutinmunkák alapmódszere, pedig a különböző intenzitásmodellek számítógépes implementációiban könnyedén kezelhetők. Így az extrém események valódi hatásaira is fény derülhet.

A csapadékmérő berendezések által mért adatok időbeli felbontása lehetővé teszi a záporsemények során az intenzívebb részintervallumok kimutatását. A szakirodalom három, mért adatokkal alátámasztott, időben változó csapadékinintenzitás-idősort különböztet meg (1. ábra).

Váradai & Nemes (1992) hazai csapadékvizsgálatainak eredményeiből kitűnik, hogy a csapadékhullási ciklus alatt (függetlenül annak hosszától) igazolt előfordulásokkal hol nagyobb, hol kisebb intenzitással hullhat az eső.

A leggyakrabban előforduló közepsúlyos eloszlás esetén centrálisan középen található a nagyobb intenzitású csapadék, melyhez lényegesen kisebb intenzitású megelőző és követő csapadékszakaszok csatlakoznak.

A lépcsős intenzitáseloszlásokat a csapadékmaximum-függvény blokkcsapadékaiból lehet előállítani. Az átlagos intenzitás vonala (1. ábra, piros vonal) feletti és alatti részek összege mindig egyenlő a blokkcsapadék intenzitásával.

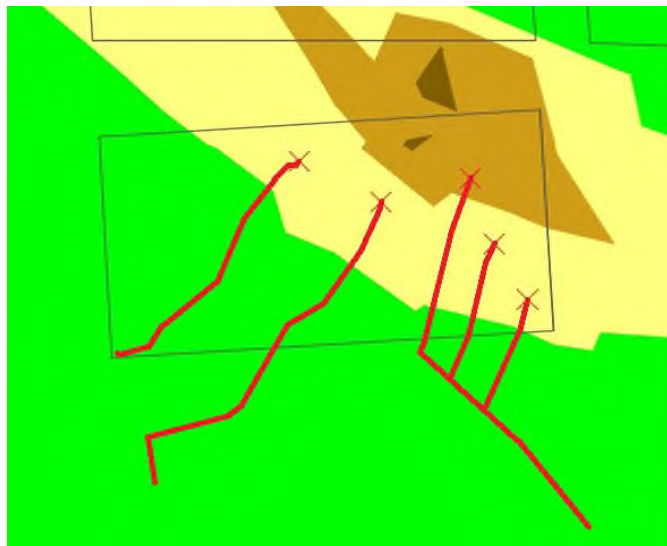
A VONALVEZETÉS KIALAKÍTÁSA

A tervezési területen a megközelítő utak mentén elválasztott rendszerű, zárt csapadékvíz-elvezető hálózatot tervezek. Az épületek elrendezése egy belső útgűrűt eredményez, mely a közműhálózat nyomvonalait is megadja.

A fejlesztési terület közelében nem található sem természetes vízfolyás, sem állóvíz, így befogadóként a külterületi belvízelvezető hálózat került kijelölésre, melyben további tározókapacitás nincs, a csúcsidejű terhelések kiegyenlítését csak a fejlesztési területen lehet megvalósítani. Ezt a célt hivatott szolgálni a közel 1 ha alapterületű puffertározó tó, mely a tervezési terület súlypontjában létesül, feladata a csapadékvíz visszatartása, az öntözővíz szolgáltatása és az állandó vízfelület, mint látványtő biztosítása.

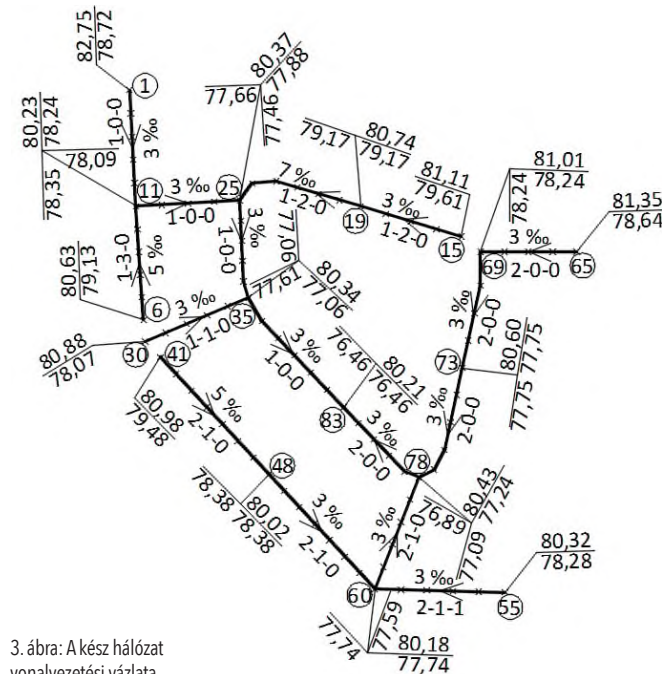
Mint minden vonalas létesítmény tervezéséhez, úgy a csapadék-víz-elvezető hálózat esetében is a kiindulási adatot egy magassági információkat is tartalmazó geodéziai felmérés szolgáltatja. Az adatok körültekintő szűrése után Civil3D programmal előállítható a minden műszaki ágazatban alapvető fontosságú digitális terepmodell, valamint a szintvonalas térkép. A teljes tervezési terület 33 ha, az előálló legnagyobb szintkülönbség 4 m.

Civil3D-ben lehetőség van lefolyásvizsgálatot végezni (2. ábra), mely során a program azt az útvonalat rajzolja meg, amely mentén egy tetszőleges pontba leejtett vízcsepp lefolyna.



2. ábra: Lefolyásvizsgálat Civil3D-ben

Több pontra kattintva átfogó képet kaphatunk az uralkodó lejtéviszonyokról, és hogy merre lehet gazdaságosan, a domborzati adottságokat leginkább kihasználva elvezetni a csapadékvizet. A központi tó elhelyezkedéséből két gravitációs öblözet kialakítása adódott. A nyomvonalon tisztítóaknáknak kerülnek elhelyezésre 30-40 méterenként (3. ábra).



3. ábra: A kész hálózat vonalvezetési vázlata

A terület sík jellegéből adódóan kétszeres átemelés tervezése a legkézenfekvőbb: egy átemelő szivattyútelep a gravitációs szakasz legmélyebb pontjáról emeli be a vizet a záportározó tóba, majd onnan a víz túlfolyóbukón át egy végátemelő aknába ömlik, ahonnan szintén szivattyúk továbbítják egy nyomóvezetéken át a belvízcsatornába.

A HIDRAULIKAI MODELL LÉTREHOZÁSA

Az EPA SWMM (Storm Water Management Model) egy dinamikus, elsősorban városias területek csapadékvíz-lefolyásának modellezésére kifejlesztett, nyílt forráskódú szoftver. Használható konstans vízhozamok vagy akár napi, órai, esetleg még részletesebb menetgörbével leírható vízbevezetések, vízgyűjtő területekhez rendelt csapadékhullások csőrendszerbeli levonulásának szimulálására. Akár mért múltbeli, akár fiktív modellcsapadékokkal terhelhetők a hálózatok. Tudja kezelni a csapadékesemények tetszőleges, időben és térben változó intenzitásának következményeit. A gravitációs lefolyást kedvünkre szabályozhatjuk

tározó műtárgyakkal, átemelőszivattyúkkal, osztóművekkel. A futtatást követően a program menti az egyes részvízgyűjtők által generált lefolyás mennyiségi és minőségi paramétereit, mint a vízhozamot, vízsebességet, úsztatási mélységet, szennyezőanyag-koncentrációt stb. Az eredmények ezután tetszőleges időlépcsőkben vizsgálhatók. Egységes kezelőfelületével szemléletes táblázatokat, grafikonokat, hossz-szelvényeket, színezett térképeket és statisztikai adatokat lehet előállítani. Kiválóan alkalmas tehát csapadékesemények által keltett árhullámok csatornahálózat-beli levonulásának tanulmányozásához.

Általánosan nézve a zárt gravitációs és nyomás alatti hálózatok vizsgálata 1D-probléma. Az SWMM a csőbeli és a felszíni lefolyáshoz is egydimenziós modellezést használ, és képes e két összetevő közötti kapcsolatot oda-vissza reprodukálni. Az összegyülekező víz lefolyását a hullámterjedés elméletének alkalmazásával parciális differenciálegyenletek mentén közelíti úgy, hogy az egyszerre maradjon pontos, de hétköznapi számítógépekkel mégis gyorsan kiszámítható.

A hálózat EPA SWMM programba történő bevitelére többféle módszer is van. Nagy, meglévő hálózatok esetén célszerű térinformatikai rendszereket alkalmazni már a tervezés legelejétől és ezekből exportálni a struktúra elemeit. Kisebb hálózatokon gyorsabban célhoz vezethet a modellezőszoftver kezelőfelületén történő kézi bevitel. Az aknák folyási fenékszintjének módosításával az SWMM automatikusan „real-time” számítja a lejtéseket is, ami nagyban felgyorsíthatja a vonalvezetés tervezését. A hálózat minden tisztítóaknáját „csomópont” objektumként kell megadni, míg a nem elhanyagolható térfogattal rendelkező átemelőaknák és maga a tó „tározó” objektumként kerülnek definiálásra.

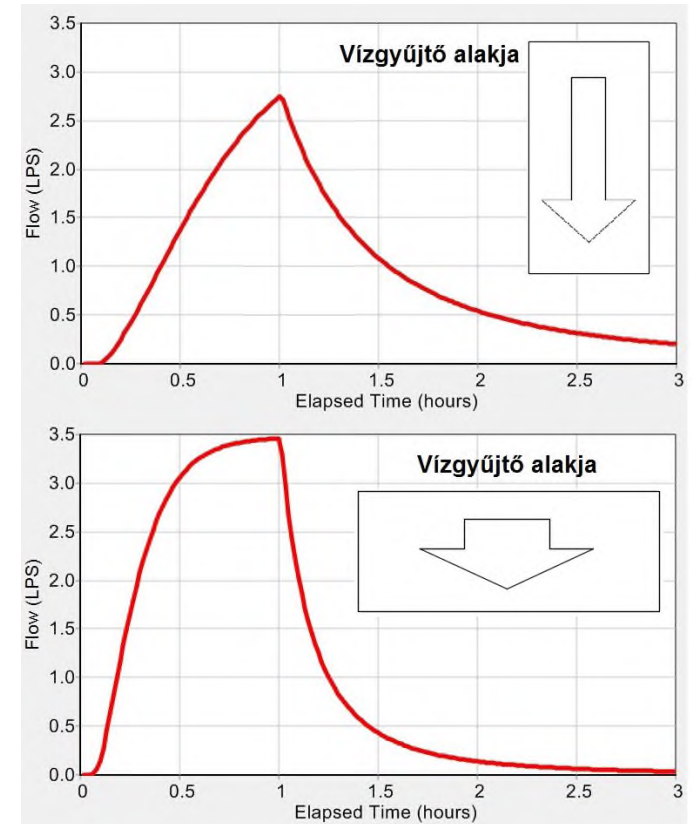
A modell építésének következő, szintén nagy munkaigényű lépése a vízgyűjtő területek lehatárolása. Ezek túlzott kirészletezése felesleges többletmunkát, ugyanakkor csak csekély mértékben pontosabb modellt eredményezne. Az aprólékos felbontás az eredményt még akár hibás irányba is elviheti, ha a vízgyűjtők túl sok bizonytalanul becsülhető paramétert tartalmaznak (Ámon, 2017). A hálózat csomópontjaihoz csatlakozó vízgyűjtőket ezért csak a következő három csoportba osztottam: útburkolat, zöldterületek és ingatlanok (4. ábra).



4. ábra: Vízgyűjtő területek lehatárolása AutoCadben

Egy vízgyűjtő definiálásakor megadható annak mérete, alakja, felszínének lejtése, érdességi értékei, a burkolt felületek aránya, a terület nedvesítéséhez szükséges vízmennyiségek, végül a beszívárgásra, illetve a talaj vízháztartására vonatkozó adatok. A lefolyás geometriai összetevője igényli a legpontosabb adatokat, mivel a modell erre reagál a legérzékenyebben.

Az adatok között nem véletlenül szerepel a vízgyűjtő szélessége, hiszen nem mindegy, hogy milyen alakú vízgyűjtőről történik a lefolyás. Egy keskeny, hosszú, valamint egy széles, de rövid vízgyűjtő árhullámképe szignifikáns különbséget mutat, habár a területük és a rájuk hulló csapadék intenzitása is egyforma. A jelenség vizsgálatához mindkét vízgyűjtőtípus esetében 1 óra időtartamú blokkcsapadékot modelleztem (5. ábra). A keskenyebb vízgyűjtő a csapadékhullás időtartama alatt végig egyenletesen kapcsolódik be a vízszállításba, kisebb a tetőző vízhozam mértéke, valamint a lefolyás jelentős része a csapadékesemény befejeződése után mutatkozik. A szélesebb vízgyűjtőn a rövid lefo-



5. ábra: A különböző vízgyűjtőalakok hatása a lefolyási árhullámképre

lyási pályából eredően hevesebb árhullám keletkezik nem sokkal a csapadékhullás kezdete után, és a vízgyűjtő kiürülési ideje is rövidebb.

A jelenséget a késleltetési idő okozza, mely alapvetően befolyásolja a vízgyűjtő csapadékesemény hatására adott válaszreakcióját. Olyan modellezőszoftverek esetében tehát, melyek számolnak felszíni lefolyással is, a szélességi érték (vagy a vízgyűjtő alakjának) figyelmen kívül hagyása fals eredményeket adhat, hiszen a sok vízgyűjtőre szabdalás miatt megnő az ismétlődő elemek száma, ami sokszorosan kihathat a végeredményre.

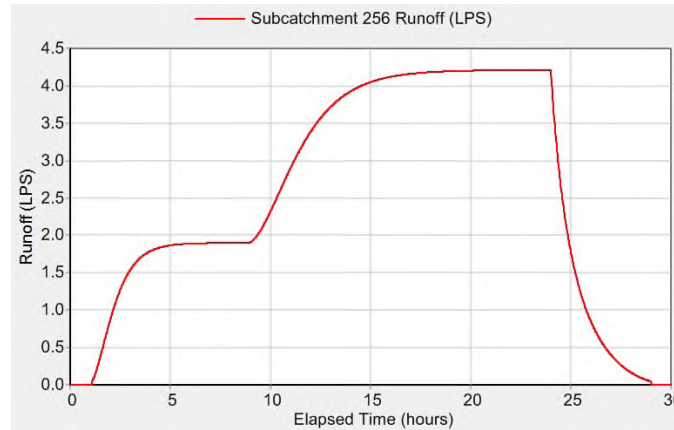
A tervezési terület sok apró vízgyűjtőre bontásával ugyanakkor vizsgálható lenne a ma előtérbe kerülő egyik legfontosabb

konceptcionális kérdés, miszerint a lefolyáscsökkentő beavatkozások közül a centralizált (pl. tározótó) vagy decentralizált (pl. porózus beton, tájökölógiai módszerek, tetőzitek telken belüli hasznosítása stb.) vízvisszatartásba érdemesebb-e fektetni. Az egyes műszaki megoldások összehasonlító vizsgálata során fény derülhetne rá, hogy a csapadékvíznek a keletkezés helyén vagy a felszíni lefolyás szakaszában történő szabályozása-e a költségghatékonyabb beavatkozás.

A modell talán legfontosabb része a vízgűjtőről történő lefolyás paramétereinek megadása. Az SWMM a lefolyási tényező értékét nem úgy kezeli, ahogy azt a hagyományos racionális méretezésnél megszokhattuk. A lefolyási tényezőt a program egy százalékos értéként értelmezi, mellyel megadható, hogy milyen arányban legyen felosztva a vízgűjtő a vízzáró és a beszivárogatni képes felületek között. Ezeknek külön-külön érdekességet, nedvesítési tározást, valamint vízáteresztő felület esetén beszivárgást lehet megadni. A nem vízzáró felületről is képezhető tehát lefolyás.

„Tekintettel arra, hogy teljesen burkolt, nagy lejtésű felületen is tartózkodik egy vékony vízréteg, amely azután nem lefolyás, hanem párolgás útján távozik el a felületről” (Öllős, Tervezési segédlet, 1966), a szilárd burkolatra hulló csapadékból nem lesz azonnal felszíni lefolyás, az az aszfalt makroérdességéből – mm-ben mérhető magassági egyenetlenségéből – eredő nedvesítési küszöbértékig a felületen marad. A lokális mélyedésekben a víz tározódni képes, így sík terepen a nedvesítési tározás fokozatosan átalakul tócsásodássá. A felület nedvesítése és a tócsásodás által igénybe vett vízmennyiség ilyenkor levonódik a csapadék-magasságból, melyből lefolyás nem keletkezik. A nedvesítési tározás zöldfelületek esetében fontos a leginkább, hiszen a növények, főleg a fák lombkoronái óriási felülettel rendelkeznek, így vízmegkötő képességük igen számottevő. Az érdesség növelése önmagában ugyan nem csökkentené a lefolyó víz mennyiségét, ám ha a beszivárgás is figyelembe van véve, akkor az érdesebb felszín miatt a víz hosszabb ideig tartózkodik a vízgűjtőn, a beszivárgási veszteség tehát ennek hatására emelkedik.

A beszivárgást a program Horton-görbével közelíti, mely meglehetősen jól leírja a talajok beszivárogatóképességét, azt



6. ábra: A vízgűjtőről történő lefolyás időbeli alakulása 50 éves visszatérési idejű, 24 órás csapadék esetén

soha nem engedi az állandósult érték alá csökkenni. Az altalaj vízvezető képességét Magyarország Agrotopográfiai adatbázisának erre a régióra vonatkozó vízgazdálkodási adatai alapján határozta meg (www.mta-taki.hu, 2019) (Várallyay, Makó, & Hermann, 2009).

Schirokné (1983) szerint síkvidéki települések esetében hasznos információt ad a 24 órás csapadék hatásának vizsgálata. Az alacsony intenzitású, de hosszan tartó csapadékhullásokra teljesen másként reagál a modell. A 6. ábrán tetten érhető, hogy először csak a vízgűjtő burkolt hányadáról indul meg a lefolyás, majd miután az állandósult, 10 óra elteltével kimerül a nedvesítési tározás, és egyben telítődik a talaj vízbefogadó képessége is, ezért hirtelen megindul a lefolyás a zöldfelületekről is. A grafikon lelegején a vízzáró felületek nedvesítési tározásából eredő késleltető hatás látható, mely kb. 1 órán át tart. Ez az ún. „holtidő”, mely a csapadékhullás kezdetétől a csatornabeli lefolyás kezdetéig tart. A csapadékhullás befejezését követően még kb. 5 órán át nem szűnik meg a lefolyás, a modell ezzel bemutatja, hogy a vizek szabad és gyors lefolyását a terep kis esése nem teszi lehetővé.

A lefolyási hányad a csapadékból keletkező lefolyás és a vízgűjtőre hullott csapadék víztömegének hányadosa. Ezt ugyan-

arra a vízgűjtőre, egy 10 éves visszatérési időre vonatkozó 10 perces, valamint 1 órás csapadék esetében vizsgáltam. 10 perces zápor esetén 0,79-et, míg 1 órás esetén 0,62-t kaptam eredményül. Ennek magyarázata, hogy hosszabb csapadékhullás esetén a víznek több ideje van beszivárogni a talajba. A vizsgálat igazolja, hogy a lefolyási tényező időben állandónak való feltételezése pontatlanságot okozhat. Ugyan nem függetleníthető a vízzáró/vízáteresztő felületek arányától, de nagyban függ a csapadékhullás tulajdonságaitól, mint az intenzitás vagy az időtartam.

A modell a víznyelők és a telkek bekötéseinek hozamait az aknába koncentrált vízbevezetésként értelmezi, a csöbéli vízmozgás felszínigörbéit csak ezeknél a csomópontoknál közelíti. A modell futása során az aknában előálló legnagyobb „saját befolyás” értékeket kilistázza a program. Ez az érték csupán a csapadékhullásból keletkező lefolyást veszi figyelembe, a visszaduzzasztás során a felszínre kerülő víz újbóli hálózatba kerülését nem, így – egyelőre erősen alulméretezett rendszer esetében is – megfelelőek ezek az információk, mely értékekre a gravitációs hálózat utólag „finomhangolható”. A hálózat tervezésének ezen – utolsó – szakaszán már csak az alkalmazott átmérőkön célszerű változtatni, hiszen a lejtést a már kialakított vonalvezetés, az érdességet pedig a választott csőanyag meghatározza. A magassági vonalvezetés módosítása kissé körülményes a programon belül, mivel az adatokat egyesével, aknáként kell átírni. A tervezéshez használt modellek esetében a geometria könnyű módosíthatósága fontos kérdés. A vonalvezetésen gyakran változtatni, finomítani szükséges, így a végleges hálózat folyamatában alakul ki.

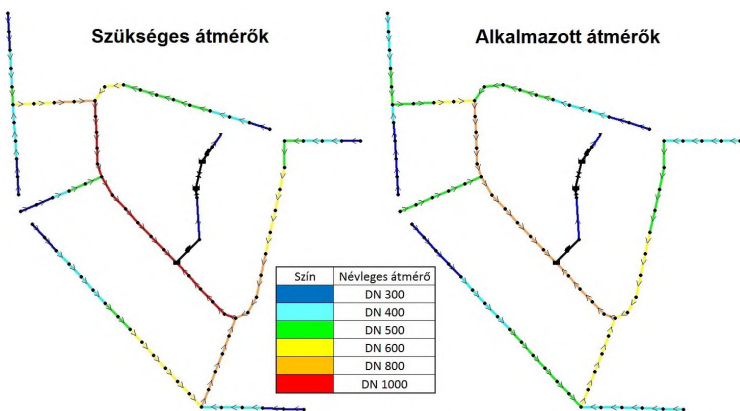
A gravitációs levezetőhálózatot a jelenleg használatos csapadékmaximum-függvény szerinti – szubjektív valószínűség alapján kiválasztott –, 4 éves visszatérési idejű, 10 perc időtartamú blokk-csapadékre méreteztem.

A GRAVITÁCIÓS HÁLÓZAT VIZSGÁLATA

Futtatás után a csövekre a „teltség” megjelenítést beállítva gyorsan tájékozódhatunk a lefolyási viszonyokról, láthatóvá válik a rendszer elégtelensége és/vagy éppen ki nem használt kapacitása. A programból kinyerhető hossz-szelvényeket is elemezve kiténik, hogy a hálózatban – annak rövidségének ellenére – elnyúlik

a lefolyás, a csúcsvízhozam nem egyszerre terheli az összes hálózati elemet. A befogadó felé haladva a víztömeg egyre inkább szétterül a csőhálózatban.

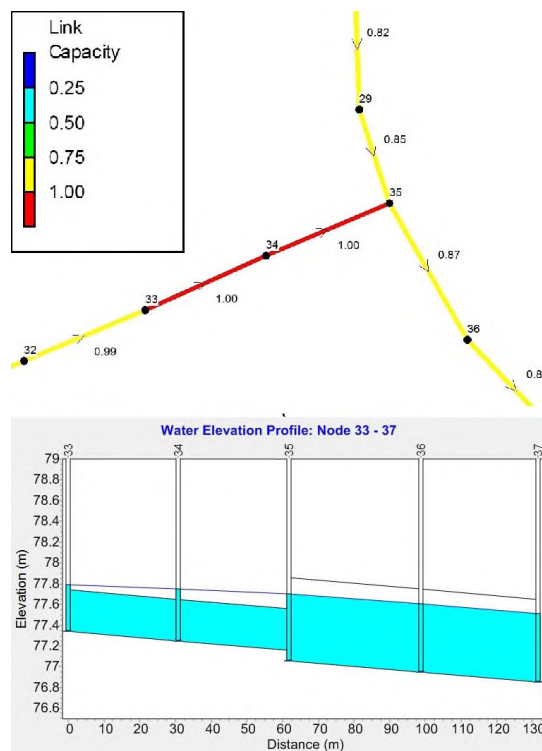
A jelenség számszerűsítéséhez a modellelmen 4 éves vizsztatérési idejű, 10 perces csapadékot futtattam. Egy, a hálózat végpontjához közeli csomóponton kialakuló csúcsvízhozam (72 l/s), valamint a hozzá tartozó vízgyűjtő terület (16.643 m²) hányadosából 43,26 l/s, ha fajlagos lefolyási érték adódik. Ugyanez a mutató a főgyűjtő csomópontjához tartozó (680 l/s) csúcshozam és (190.763 m²) vízgyűjtő terület alapján 35,65 l/s, ha értéket eredményez. Ezzel a hálózatban létrejövő árhullámlapulás jelensége bizonyított, a szelvényekben előálló csúcsvízhozamok a bekapcsolt vízgyűjtő területek méretével nem azonos arányban növekednek. Minél hosszabb a lefolyás útja, annál inkább kiegyenlítődnek a csúcspontok a hálózatban, ahová a vizek a terepi és csatornabeli lefolyási időnek megfelelő késleltetéssel érkeznek. A rövid idejű csapadékokra történő kézi, permanens-egyenletes vízmozgást feltételező átmérőmeghatározás nem veszi figyelembe az árhullámlapulás jelenségét, ezért némiképpen túlméretezi a rendszert. Így 10 perces csapadékok vizsgálata esetén a nagyobb szelvényű hálózati elemeken az igénybevételek tükrében jelentős tartalékok mutatkoznak, a főgyűjtők csőátmérőjét egy-két méretlépcsővel kisebbre lehet venni, mint amit a konstans vízhozamokból számolnánk (7. ábra).



7. ábra: A szükséges és az alkalmazott csővezetékek átmérők szerinti megoszlása

A késleltetés abból is ered, hogy maga a csőhálózat jelentős tározási kapacitással rendelkezik. A 2,6 km hosszú gravitációs csőhálózat belső térfogata 617 m³, egy 4 éves, 10 perces csapadékból pedig 2200 m³ térfogatú lefolyás keletkezik, tehát magában az elvezetőrendszerben a víztömeg negyede elfér, melynek nagy része a csapadékhullás befejeződése után fog lefolyni az átemelőhöz.

A modellből eredményül kapott teltségértékek azonban félrevezetőek is lehetnek. A 8. ábrán az az eset látható, amikor egy kisebb (DN 400) szelvény csatlakozik lényegesen több vizet szállító, nagyobb (DN 800) szelvényhez, mindössze 10 cm átbukással. A becsatlakozáshoz közeli szakaszok magas teltségi értékei ilyenkor megtévesztőek lehetnek, amit nem az adott szelvény lejtése vagy átmérője befolyásol, hanem a főgyűjtőben lévő magasabb vízszint visszaduzzasztó hatása.



8. ábra: A nem megfelelő mértékű átbukási magasságból eredő telt szelvény felülnézetben és hossz-szelvényen ábrázolva

Csupán a teltségeket nézni nem elegendő, a gyors hossz-szelvény és a program által kirajzolt felszingörbe segítségével még értékeesebb információkat kaphatunk a hálózat kapacitásáról. Az átbukás magasságát tehát úgy kell megválasztani, hogy a befogadószelvény 70-80%-os teltségénél se alakulhasson ki nyomás alatti áramlás a kisebb átmérőjű csatlakozó csatornán. Üzembiztos megoldást ad, ha az aknába becsatlakozó csövek felső alkotóit egy magasságba helyezzük.

Általánosságban a gravitációs üzemű elvezetőhálózat három állapotát lehet megkülönböztetni. Ha a teltség a teljes hálózaton 1,00 érték alatt marad, akkor a terhelést a rendszer gond nélkül képes továbbítani. A túlterhelés olyan állapot, melyben az egyébként gravitációs csatornában a csapadékvíz lefolyása a szabadfelszínű mozgásállapotból éppen telt szelvényűvé válik, de nem jut ki a felszínre, és így nem okoz elöntést. A felszíni elöntés esetében pedig a vízvezető rendszerből a csapadékvíz kilép az úttestre, illetve abba nem tud belépni, és/vagy a felszínen marad (Dulovics, 2004).

Csapadék időtartama	Visszatérési idő				
	10'	30'	60'	120'	180'
1 év	✓	✓	✓	✓	✓
2 év	✓	✓	✓	✓	✓
4 év	✓	✓	✓	✓	✓
10 év	2 cm (3 perc)	3 cm (5 perc)	✓ (0,02 m)	✓	✓
20 év	14 cm (7 perc)	15 cm (14 perc)	7 cm (14 perc)	✓ (0,41 m)	✓
33 év	20 cm (10 perc)	23 cm (19 perc)	17 cm (26 perc)	4 cm (14 perc)	✓ (0,64 m)
50 év	24 cm (12 perc)	33 cm (24 perc)	27 cm (35 perc)	18 cm (39 perc)	7 cm (26 perc)
100 év	32 cm (17 perc)	49 cm (31 perc)	48 cm (47 perc)	30 cm (64 perc)	22 cm (64 perc)

A 9. ábrán foglaltam össze, hogy mely blokkcsapadékok haladják meg az általam tervezett gravitációs elvezetőhálózat kapacitását. A pipa utáni zárójelben szereplő, méter dimenziójú érték azt mutatja, hogy a legkritikusabb csomópontban a csatornacső felső alkotójától számítva meddig emelkedett a víz az aknában. Ekkor a csatornahálózat egyes pontjai túlterhelte váltak ugyan, de felszíni kiöntés nem történt. A cm-ben szereplő számok az

útburkolaton megjelenő víz legnagyobb mélységét adják meg, a mögöttük zárójelben lévő értékek pedig azt, hogy mennyi ideig jelentkezett felszíni elöntés. Az útfelület kiemelt szegélyekkel határolt része viszonylag nagy térfogatú tározótér. Az eredményeket szemügyre véve elmondható, hogy a kiöntések csak eltérhető mértékű környezeti és anyagi károkat okozhatnak. Elválasztott csapadékvíz-elvezető rendszer esetén a rövid ideig tartó felszíni elöntés tehát megengedhető.

Megállapítható továbbá, hogy blokkcsapadékok vizsgálata esetén a fél óra időtartamú eső okozza a legkritikusabb üzemállapotot. Ez annak köszönhető, hogy a csapadékhullás félórás időtartama elég hosszú ahhoz, hogy a nedvesítési tározást és a talaj kezdeti befogadóképességét kimerítse, de nem is túl hosszú, így még számottevő intenzitásértékekkel rendelkezik. Ahogy a vizsgált csapadékhullás időtartamai egyre hosszabbak, úgy egyre nagyobb visszatérési idejű esemény okoz csak elöntést,

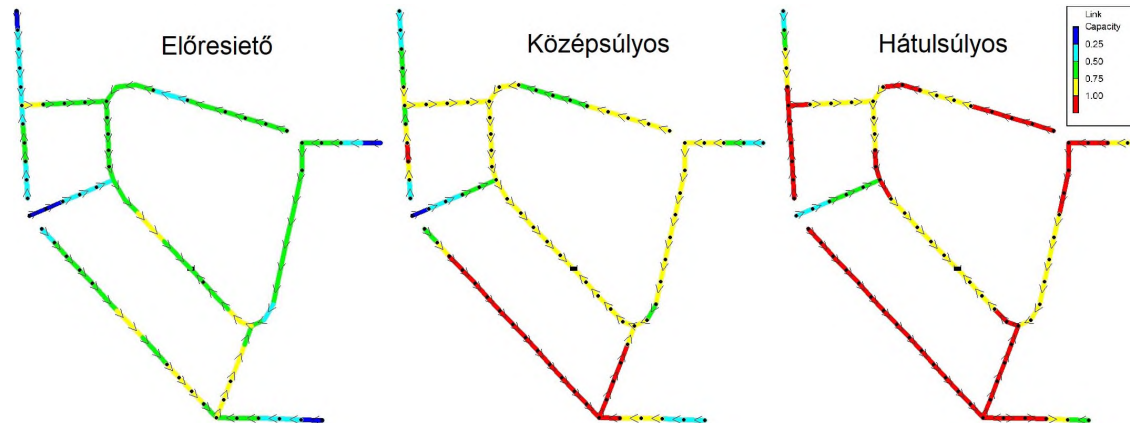
a vízgyűjtő egyre inkább kezd egyensúlyba kerülni. A hálózathoz kilépő víz mennyisége csökken, de az elöntési idő értelemesen növekszik. 4 órás, 100 éves visszatérési idejű eső esetén a hálózaton 1,5 órán át alakul ki telt szelvényű vízszállítás, felszíni elöntés azonban nem jelentkezik. Hosszú idejű (>180 perc) csapadékokra a hálózat bármely visszatérési időre megfelel, azok a hálózat vizsgálata szempontjából nem érdekesek.

A mérnöki gyakorlatban továbbra is célszerű a rövid idejű, de nem a 10, hanem a 30 perces csapadékokra való méretezés. A visszatérési idő megválasztásával csak egy vállalható kockázati szintet jelölünk ki, melynek arányosnak kell lennie az építési költségekkel és a környező létesítmények fontosságával. Teljes biztonságot adó rendszer gazdaságosan nem építhető, az úttest időszakosan részleges vagy teljes elöntését nem lehet elkerülni.

A modell felépítése és validálása után annak bővítése és ki egészítése már nem igényel jelentős többletmunkát, módunk van pillanatok alatt többféle bemenetre is választ kérni. A mo-

dellezőszoftverben a csapadékhullás egyes részintervallumainak eltérő intenzitásai is könnyen tanulmányozhatóvá válnak, így lényegesen pontosabb képet kaphatunk a záporosemények keltette lefolyásokról.

A diszkrétizált csapadékhullás-idősorok lehetővé teszik valós események szimulációját, mellyel értékes információkhoz juthatunk az elvezetőrendszerünk esetleges gyenge pontjairól. Mind-



10. ábra: Az időben változó intenzitásmodellek vizsgálatának eredményei (maximális szelvényteltségek)

három típusú, egyórás csapadékesemény (10. ábra) lefolyását megvizsgáltam a helyes tervezési irány kiválasztása és mérlegelése érdekében.

Előresiető eloszlás esetében túlterhelődés a hálózaton sehol sem fordul elő. A maximális szelvényteltség 85%, mely 0:10 perckor áll elő a főgyűjtőn, innentől az egyes csővezetékek víz-szállítása fokozatosan csökken. A talajba történő beszivárgás mértéke ebben az esetben a legnagyobb (4583 m³).

Középsúlyos csapadékhullás vizsgálatánál túlterhelt állapot keletkezik a 31. percben, ami 21 db csőszakaszt érint, és 9 percen keresztül fennáll. A visszaduzzasztás csak a 2-1-0 öblözetet érinti, felszíni kiöntés nem keletkezik. A modell eredményeiből megállapíthatóak a rendszer túlterhelődésének helyei. Határál-

apot először csak a mellékgyűjtő végpontjánál alakult ki, majd ez az állapot percről percre egyre lejjebb jelentkezett, de a főgyűjtőt már nem érte el. A jelenség magyarázata, hogy a csapadékhullás első hányada telíti a felületi tározóképességet, valamint a talaj gyors beszivárogtatóképességét is lerontja, mire megérkezik az intenzív középső szakasz. Annak befejeződése után pedig azért marad még percekig visszaduzzasztva a hálózat, mert a csúcshintenzitáson felül további számottevő csapadékot kap a rendszer. A három modell közül a középsúlyozott módszer adhatja a legrealisabb lefolyási árhullámképet, hiszen a valóságban is ehhez hasonlítanak leginkább a rövid idejű záporok.

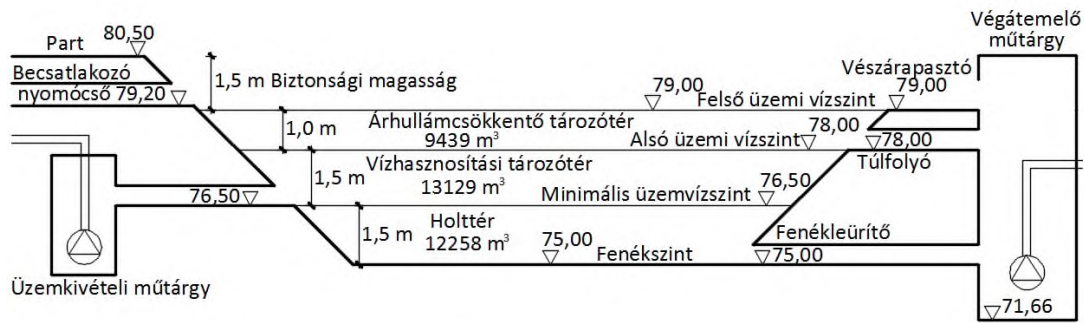
A hátsúlyos intenzitásmodell eredményei alapján a hálózat 10 perccig duzzadt vissza, mely állapot a csapadékhullás befejezését követően is fennállt. Ebben az esetben kiöntés is keletkezett, összesen 7 m³ víz került a felszínre, mely 3 percig tartózkodott az útburkolaton. A teljes vízgyűjtőről lefolyó víztömeg (4593 m³) és a beszivárgás mérté-

ke (4563 m³) ebben az esetben a legalacsonyabb, ellenben a felszíni lefolyás csúcsvízhozama kiemelkedően a legmagasabb. Ez a módszer már eleve telített talajviszonyokat feltételez, hiszen először az alacsony intenzitású csapadékkal kimerült a nedvesítési tározás és a talaj befogadóképessége, a hálózati elemek feltöltődtek vízzel, majd a nagy intenzitás könnyen elöntést okoz.

A modellből eredményül kapott maximális teltségek szignifikáns különbségei okán tehát nem mindegy, hogy milyen időbeli lefutással adjuk meg a csapadékmennyiségeket. A gravitációs hálózat szempontjából legkedvezőtlenebb állapotot a hátsúlyos intenzitáseloszlás adja.

A VÍZVISSZATARTÁS ELEMZÉSE

Az építési területen csak szigetelt záportároló tervezése jöhet szóba a magas talajvízállás és a csekély vízáteresztő képességű talaj okán. A csapadékvíz így csak a túlfolyón, párolgás útján vagy öntözővíz-kivétel gyanánt léphet ki a tározóból.

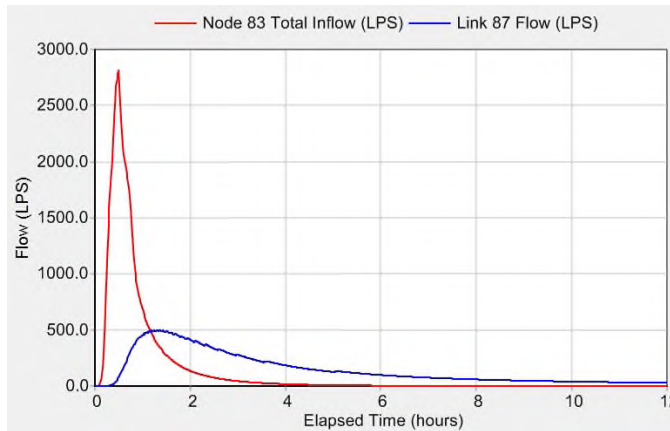


11. ábra: A záportározó tó szintjeinek sematikus ábrája

A 11. ábrán látható az átfolyásos tározó sémája. Öntözővíz-puffere száraz időszak napi 292 m³ öntözővíz-fogyasztás mellett 45 napig tartó csapadékmentes időszakot segít áthidalni. A tó állandó víztükre 8272 m², minimális üzemvízszintet tartva látványtőként funkcionál. A puffertározó fix küszöbű bukás árapasztóval is el van látva, mely szintén a végátemelő aknába üríti a tó vizét. A tározóként viselkedő csomópontokban is megadható egy jelleggörbe, mely segítségével megadható tetszőleges belső kialakítású alakzat a vízmélységekkel és a hozzájuk tartozó térfogatokkal leírva.

A gravitációs hálózat tervezéséhez képest fontos különbség, hogy a tározó méretezéséhez nem a csapadékhullás intenzitását, hanem a belőle keletkező árhullám tömegét kell figyelembe venni. A tóba belépő hozamidősort a lefolyásmodell szolgáltatja. A záportározótól elvárt elsődleges funkció, hogy a vízhozamok mennyiségi változásainak mérséklését lehetővé tegye, amely nagy mennyiségű csapadék esetén a betározott vízmennyiséggel tehermentesíti a befogadót. A túlfolyó vízhozam várható értéke szoros összefüggésben van a tározó méretével. A tó térfogatának méretezésénél hangsúly helyezendő azonban arra is, hogy elég öntözővízpuffer állhasson rendelkezésre. A mérnöki gyakorlatban a biztonság javára – az észszerűség és a gazdaságosság keretein belül – gyakran elmozdulunk, ám csapadékvízrendszerek esetében óvatosan kell kezelni ezt a

kérdést. Míg a gravitációs üzemű csatorna méretezése során előnyünk származik a túlbecsült csapadékból, a tározást tekintve ez nem célravezető, hiszen egy túlméretezett, vízhasznosítási célt is szolgáló tározó az év nagy részében alacsony vízszintet eredményezne, ami vízminőség, fenntartás és hasznosítás tekintetében sem kívánatos.

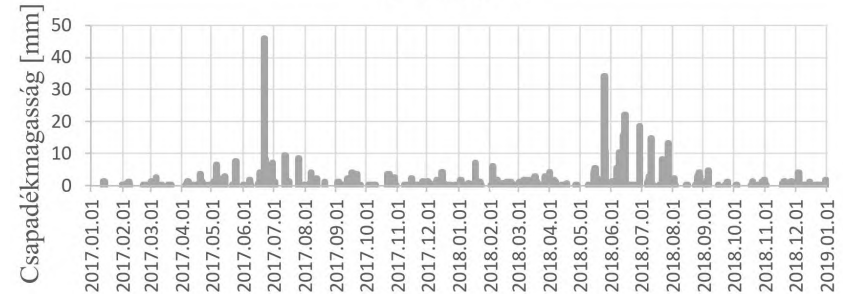


12. ábra: A záportározó árhullámcsökkentő és -késleltető hatása félórás, 20 éves visszatérési idejű blokkcsapadék esetén

A záportározó tó árhullámcsökkentő funkciójának vizsgálatához félórás, 20 éves visszatérési idejű csapadékeseményt vettem figyelembe. A 12. ábrán pirossal jelölt görbe a gravitációs hálózat végpontján lévő átemelőaknába beérkező vízhozamok összegét, a kék vonal pedig a tározótól túlfolyóján átbukó vízhozamot jelöli.

A grafikon tanúsága szerint a csúcsvízhozamot a puffertározó csaknem ötödére csökkenti, annak tetőzési időpontja pedig

Az óras csapadékösszegek Szeged-repülőtér állomáson

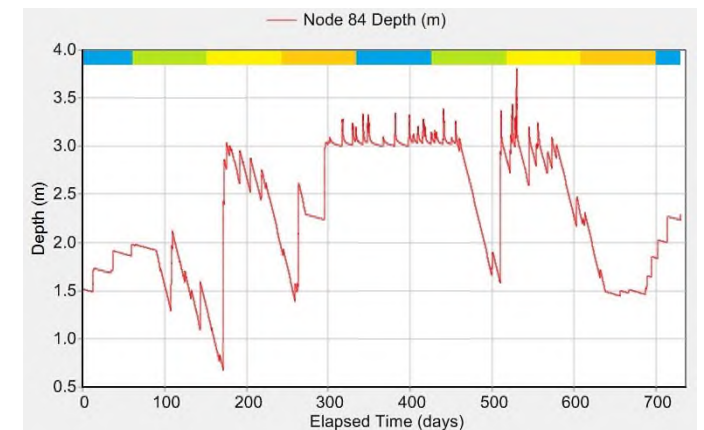


13. ábra: Az óras csapadékösszegek Szeged-repülőtér mérőállomáson (OMSZ)

egy órával később jelentkeznek. Árvíz-tömeg-csökkentés ebben az esetben nem történt, így a két görbe alatti térfogat megegyezik.

Mivel a rendszerben tározó is szerepel, a csapadékesemények hosszabb idejű spektrumának vizsgálatával a vízhasznosítási koncepciót elemezhetjük igazán. A Szeged-repülőtér mérőállomásra vonatkozó 2 éves csapadékidősort az Országos Meteorológiai Szolgálat biztosította számomra (13. ábra).

A 14. ábrán látható a tó vízszintjének alakulása a 2 éves futtatás során. A görbe felett színes sávokkal az évszakokat jelöltem. A program képes a léghőmérséklettől függően állóvizek felszíni párolgását is szimulálni. Az öntözővíz-kivételt szintén jelleggörbé-



14. ábra: A tározó vízállásidőszora a 2 éves futtatás során

vel leírható módon csak áprilistól szeptemberig vettem figyelembe. 2017-ben a Dél-alföldi régióban meteorológiai aszály alakult ki, az éves csapadékösszeg mindössze 439 mm volt Szegeden. Ennek ellenére a vízmérleg az első évben pozitív, az átlagosan csapadékos 2018-as évben pedig negatív, köszönhetően a 2018. május-júniusában érkező 5 db kiadós csapadéknak, melynek nagy része a túlfolyón került ki a tározóból.

A tó többnyire télen töltődik, ilyenkor a még fagyott talaj vízbefogadó képessége erősen korlátozott lehet, a nyári időszakban pedig, ha éppen nem esik jelentős mennyiségű csapadék – nem úgy, mint a vizsgált két év során –, szinte végig ürül, így az éven belüli tározás tetten érhető. A futtatás a téli hónapokban viszszaadja az óránkénti körülbelül 0,1 mm-es párolgási veszteséget, nyáron pedig a napi 292 m³ öntözésvíz-igényt.

Télen a többnyire fagyott csapadék a vízgyűjtőn tározódik, így ebben az időszakban a modellvizsgálat a tó vízszintjét kissé felülbecsli. A gravitációs hálózaton egyszer történik kiöntés, mely 2017. 06. 21-én egy intenzív csapadékhullásból keletkezik. Az eső hosszának pontos időtartamát az óras adatszolgáltatásból nem lehet megállapítani, így ezt egy 33 éves visszatérési időhöz közeli, 1 órás csapadéknak feltételeztem. A gyorsan kialakuló felszíni vízborítottság csak percekig áll fenn. A vézárapasztó egyszer sem üzemelt. A tó legmagasabb szintje 3,81 m, mely 19 cm-rel van a felső üzemi vízszint alatt. Ez egymást követő kiadós nyári záporok eredménye, amikor a talaj tározókapacitása a telítettséghez közeli. Legalacsonyabban 66 cm-en áll az első év júniusának közepén, amikor előtte 1 hónapig nem volt számottevő csapadék. Fontos, hogy az események egymást követő előfordulására milyen eséllyel kell számítani. Nemcsak a heves csapadékesemények, de a hosszabb száraz periódusok is egy új szélső állapotot tárnak fel. Ezért fontos, hogy a generált csapadékidősorok mellett valós, múltbéli eseményeket is futtassunk. A kétéves szimuláció során a tóba befolyó víz 60%-a (131.286 m³) hasznosult a vízgyűjtőn, illetve elpárolgott a tóból, 40%-a (86.076 m³) került csak a befogadó belvízcsatornába. Az elfolyó víz mennyiségének alakulása az év során egyenetlen, a legtöbb télen (36%) és nyáron (36%) csordult túl, tavasszal jóval kevesebb (18%), míg ősszel a legcsekélyebb volt ez a mennyiség (10%).

A vizsgált időszak alatt a csapadék éven belüli eloszlása rendkívül egyenetlen volt, a fenti eredmények alapján azonban megállapítható, hogy a rendszer mind a vízhasznosítási, mind a vízkárelhárítási, mind pedig a befogadó-tehermentesítési célokat megfelelő mértékben kiszolgálja.

ÖSSZEFOGLALVA

A jövőbeli csapadékesemények gyakoriság és intenzitás szempontjából is bizonytalansággal terheltek, ennek okán a műszakilag megfelelő, ugyanakkor gazdaságosan üzemeltethető rendszerek megtervezése alapos körütekintést igényel. A csapadék egyre többször rövid ideig tartó, intenzív záporok, zivatarok formájában hullik. A városok fejlődése és a megnövekedett beépítési igény miatt a jövőben várhatóan még tovább fog növekedni az elvezetendő víz mennyisége. A bő vízú időszakok extrém vízmennyiségeit be kell tározni, hiszen akár évente többszöri vízvisszatartásra is szükség lehet. A mérnöki igényesség egyre inkább ostromozza a racionális számítást, főleg a számítógépes modellek elterjedésének kapcsán. A '70-es években létrehozott, országos érvényességű csapadékmaximum-függvény megbízhatósága ma már megkérdőjelezhető, a valós események a „tankönyvi” visszatérési időkhöz képest lényegesen gyakrabban jelentkeznek. A leegyszerűsített, időben állandó intenzitású csapadékokat súlyozni érdemes, így – a valóságot sokkal jobban közelítő – részletesebb csapadékmódelleket kaphatunk. Az egyes futtatások tapasztalatai alapján a mértékadó árhullámkép a hajtóerős intenzitáseloszlásból keletkezik. A villamos energia és az élőmunka drágulása az eddigieknél is fontosabbá teszi, hogy a kialakított technológia a lehető legkisebb üzemeltetési költségeket okozza. A csapadékvíz helyben tartása és öntözésre való felhasználása tetemes költségmegtakarítást jelenthet városi környezetben is. Természetesen erre a legnagyobb ráhatás a tervezés folyamán adódik. Ma már a numerikus modellek jelentik a mérnöki problémák megoldásainak alapját.

HIVATKOZÁSOK

Ámon, G. (2017) *Települési vízrendszerek tervezése modellezéssel*. Baja, Nemzeti Közszolgálati Egyetem.

- Benke, L. (2008) *Hidraulika alapjai*. Budapest, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet.
- Brown, S. A., Schall, J. D., & Morris, J. L. (2009) *Urban Drainage Design Manual*, (Third Edition). Springfield, Virginia, National Technical Information Service.
- Dr. Bene, K. (2016) *Vízépítés*. Győr, Széchenyi István Egyetem.
- Dr. Buzás, K., Dr. Honti, M., Varga L. (2013) *Csapadékmaximum függvények változása*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
- Dr. Buzás, K. (2015) *Vízgyűjtő-gazdálkodási terv – Települési csapadékvíz-gazdálkodási útmutató*. Országos Vízügyi Főigazgatóság.
- Dr. Horváth, I. (1982) *Csatornázás*. Budapest, Építésügyi Tájékoztatási Központ.
- Dr. Illés, G. (1978) *A települések vízgazdálkodása*. Budapest, Országos Vízügyi Hivatal.
- Dulovics, D. (2004) *Sürgető szükségesség-e a csapadékvíz-gazdálkodás? Vízmű Panoráma*, 4, 26–33.
- Fórián, S. (2007) *Urbanizációs folyamat és annak néhány hatása a környezetre*. Debreceni Műszaki Közlemények, 1.
- Gayer, J., & Ligetváry, F. (2007) *Települési vízgazdálkodás és csapadékvíz elhelyezés*. Budapest, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium.
- Kozák, P. (dátum nélkül). *A belvízjárás összefüggéseinek vizsgálata az Alföld déli részén, a vízgazdálkodás európai elvárásainak tükrében, doktori disszertáció*. Szeged, Szegedi Tudományegyetem.
- Lakatos, M., & Hoffmann, L. (2017) *Növekvő csapadékinintenzitás, magasabb mértékadó csapadékok a változó klímában*. Baja, Nemzeti Közszolgálati Egyetem.
- Lakatos, M., Bihari, Z., Hoffmann, L., Izsák, B., Kircsi, A., & Szentimrey, T. (2018. február 20). *Megfigyelt változások Magyarország éghajlatában*. Országos Meteorológiai Szolgálat honlapja, https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_valtozasok/Magyarország/
- Magyarország csapadékvíz-gazdálkodási stratégiája 2040-ig* (2020), Országos Vízügyi Főigazgatóság.
- Markó, I. (1989) *Települések csatornázási és vízrendezési zsebkönyve*, 3., javított kiadás. Budapest, Műszaki Könyvkiadó.
- VMS 201/1-77 Rövid idejű (10–180 perces) csapadékok meghatározása* (1977). Nemzeti Vízstratégia (2017).
- Paksi, S., Dankó, K., & Kucs, M. (2018) *Science Park beépítési koncepcióterve*. VÁTI Városepítési Kft.
- Péczy, G., Salamin, P., & Winter, J. (1973) *Rövid időtartamú, nagy intenzitású esők törvényeinek vizsgálata*. BME Szakvélemény.



KAPOSVÁRI ZSUZSANNA
FEJÉRVÍZ ZRt.
Ügyfélszolgálati és vízdíj-számlázási osztályvezető

SZALAI ANITA
FEJÉRVÍZ ZRt.
Projektmenedzser

kaposvarizs@fejerviz.hu

KIVONAT Ott van a mindennapokban, sokszor tudunkon kívül csináljuk, gyakoroljuk. Ez egyfajta láthatatlan törődés a másikkal, közvetlen kisközösségeinkkel, kiterjesztett méretben ez a társadalmi felelősségvállalás, amelyet szervezeti szinten, szakmai berkekben röviden CSR-ként emlegetünk. Miről is van szó valójában? Első cikkünkben a CSR alapvető kérdéseit és ügyfélszolgálati hatásait mutatjuk be.

KULCSSZAVAK CSR, társadalom, környezet, gazdaság

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Láthatatlan törődés, avagy társadalmi felelősségvállalás a víziközmű ügyfélszolgálatán keresztül

Az Európai Unió működése során 2002-ben látott napvilágot a kifejezett CSR témában kiadott Zöld Könyv (Corporate Social Responsibility, A business contribution to Sustainable Development, European Communities). Ebben fogalmazták meg a vállalati felelősségvállalást először egy olyan koncepcióként, amely önkéntes alapon társadalmi és környezetvédelmi szempontok beépítését hangsúlyozza az üzleti tevékenységekben és az érdekzadakkal folytatott kölcsönös kapcsolatokban. Rendkívül erős kifejezés ezek egy szöveggörnyezetben és sokszor megfoghatatlannak

véljük őket, pedig tényleg ott vannak a hétköznapokban és nem is olyan bonyolult gondolkodásmódról van szó.

A vállalati felelősségvállalásról a szakmai állásfoglalások egy háromdimenziós keretrendszerben adnak iránymutatás. A víziközmű szolgáltatás szemüvegén keresztül ez a bal oldali ábrán mutatható be.

A víziközmű szolgáltatók közül sokan használják a CSR -t, mint eszközt, hiszen a tevékenységi körünkből eredően is úgy érezhetjük, hogy a téma közel áll hozzánk, és kinek ne lenne könnyebb a társadalmi felelősség témakörében

nyilatkozni, mint egy vízműnek. Azonban a modern felfogás szerint ez ennél jóval több, pontosabban az alábbi kérdéseket is magában foglalja:

- „Mit tesz a vállalat a munkavállalóiért és a munkakörülmények javításáért?”
 - „Mit tesz a környezet védelméért?”
 - „Mit tesz a fogyasztókért?”
 - „Mit tesz a társadalomért, a helyi közösségért, ahol tevékenykedik, azaz mit tesz az érintettjeiért (stakeholderekért)?”
- (forrás: <http://csremat.eu>)

A kérdéseket vizsgálva elgondolkodtató, hogy a saját területünkön milyen konkrét



intézkedéseket tudunk tenni a felelősségvállalás érdekében. A fenti három dimenzió kiinduló alapot jelent, de a társadalmi felelősségvállalás fókuszba helyezése és tudatos működtetése egy nagyvállalat számára kihívásokkal teli feladatot jelent. Az elhatározás önmagában még nem elég, a tudatosság előtérbehelyezése magával hozza azt a kölcsönhatásokkal teli függési rendszert, amely folyamatos éberséget igényel és állandó kapcsolatápolást jelent. Az a vállalat, amely CSR szemléletére időt és energiát fordít az alábbi viszonyrendszerben találja magát:



Ha megpróbálnánk prioritási sorrendet felállítani ebben a kontextusban, akkor messzemenően az Egyének csoportja kapja az első helyet. Ez nem azt jelenti, hogy a többivel kevésbé kell foglalkozni, de alapvetően ez az a kör, ahol a tudatos társadalmi felelősségvállalásra irányuló tevékenység felülvizsgálatát meg kell kezdeni. A víziközmű szolgáltatás aspektusában ennek egyik kiemelt területe az ügyfélszolgálati tevékenység. A vállalat itt találkozik közvetlenül és interaktív módon a legérzékenyebb célcsoportjával: a felhasználókkal. Ahhoz, hogy a pozitív felhasználói elégedettség egy stagnáló, vagy leginkább növekvő

jellemzőként legyen jelen a vállalat életében elsődleges, hogy a „láthatatlan törődés” megnyilvánuljon a munkavállalói kapcsolatokban.

Az ügyfélszolgálaton a vállalat a munkavállalóiért és munkakörülmények javításáért a fizikai környezeten túl a szellemi és pszichés terhelés csökkentésében tud segíteni (társadalmi dimenzió érvényesülése). Ez megnyilvánulhat szervezeti szintről érkező segítő, motiváló rendelkezések formájában: stresszoldó tréningekkel, mentális egészséget javító intézkedésekkel, és azaz, hogy időnként kimozdítja az ügyfelest a sokszor megterhelő környezetből. A munkavállalók tudásának bővítése, trenírozása, szintén javítja a munkavállalók helyzetét. A folyamat elindulhat egyéni cselekvések formájában: munkatársak egymás közötti interakcióival. Ilyen lehet munkaidőn belül az egymásra figyelem vagy a munkaidőn kívüli önszerveződő csapatépítés, közös programok szervezése.

A környezetvédelem az ügyfélszolgálati munkában közvetve ugyan, de megjelenik (környezeti dimenzió érvényesülése). A felhasználók minél szélesebb körű tájékoztatása a folyamat elengedhetetlen része. A környezettakarékos szemlélet, a papírtakarékosság az első lépés lehet az ügyfélszolgálati területen. Az e-számla kérdése nem csak a pandémia miatt aktuális, hanem a CSR része is lehet. Ezen felül az alapvető, általános környezetvédelmi szemléletmód kiterjesztése is rendkívül hasznos lehet. Eltökélt szándékom a vállalatunknál az ügyfélszolgálati munkatársak tudásának további bővítése a víz és szennyvíz témakörben, azon környezetvédelmi témákról, amelyek számukra is hasznosak, és amelyeket később ők is át tudnak adni a felhasználóknak az interakciók során. A személet elsajátítása nem csak vállalati, egyéni érdek is, hiszen mindannyian ismerjük a természeti erőforrások végeességét.

Az ügyfélszolgálati munkában úgy vélem a fogyasztókért tesszünk a legtöbbet. A szektor munkatársainak sokrétű tudása és magas színvonalú képessége értéket teremt a felhasználók részére. Az előírásoknak és a hatóságoknak való folyamatos megfelelés a felhasználók számára nyújtott szolgáltatás minőségét növeli, melyet természetesen folyamatos képzéssel fenn kell tartani (gazdasági dimenzió érvényesülése).

A társadalom, helyi közösségek és érintettek kérdésében a különböző ügyfélszolgálatokon találkozunk az adott térség ügyfeleivel. Véleményem szerint az egyes földrajzi területeknek vannak sajátosságai, melyeket kezelni kell. Ezek kezelése (például a nyitvatartási idő felhasználói igény szerinti igazítása, vagy az ügyfélpontok létrehozása) már önmagában is társadalmi tevékenységnek minősül. A pandémia előtt társaságunknál teret nyertek az olyan jellegű fórumok, ahol leültünk az egyes érdekcsoportokkal (például közös képviselők, más városi szolgáltatók) a közös problémákat, kérdéseket egyeztetni, a tudatos felelősségvállalás első lépései ebben nyilvánultak meg. Véleményem szerint hasznosak ezek a személyes találkozók a stakeholderekkel, hiszen az ügyfélszolgálati fő tevékenység milyensége függ az esetleges jó kapcsolatoktól. Ezekre építkezve tudunk hamarosan nagyobb lépéseket előkészíteni és megtenni, mind szervezeten belüli tevékenységekben, mind szervezeten kívüli kapcsolatainkban.

Az ügyfélszolgálati munka és CSR közös kapcsolódási pontjaival érdemes külön és sokkal mélyebben foglalkozni. Nemcsak a vállalat társadalmi felelősségvállalási modellje, de az egyén értékrendje is bővül ezáltal, megalapozza a szervezeti kultúra fejlesztésében rejlő lehetőségeket. Amennyiben ez a felhasználóknak is ad egy értéket, akkor biztosan elértük valamit.

FORRÁSJEGYZÉK

CSR EMAT honlap <http://csremat.eu> [letöltés időpontja: 2021.03.29.]



**HLAVAY
RICHÁRD**

*Főtitkár,
Infrastruktúra
Szövetség*

hlavayr@infrastrukturaszovetseg.hu

KIVONATA fenntartható gazdasági növekedéshez és a társadalmi jólét növeléséhez nélkülözhetetlen az anyagi infrastrukturális ágazatok megfelelő működése. Az Infrastruktúra Szövetség egy hosszabb távú kutatási együttműködés első lépéseként egy olyan tanulmány elkészítésével bízta meg a REKK Alapítványt, melynek tárgya az infrastrukturális ágazatok nemzetgazdasági teljesítményét és jóléti hatásait hitelesen, a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően értékelni képes komplex módszertani keret kialakítása, valamint első hazai alkalmazása.

KULCSSZAVAK *Infrastruktúra, mérés, értékelés, társadalmi jólét*

KITEKINTÉS

REKK-tanulmány az infrastruktúrák állapotáról

Az infrastruktúrák teljesítményének és hatásainak mérésére három megközelítést érdemes elkülöníteni, amelyek mind céljukat, mind módszertanukat tekintve érdemben eltérnek egymástól – jelzik az összefoglaló jelentésben a REKK mutatói. Egyrészt készülnek makrogazdasági fókuszú elemzések, amelyek statisztikai/ökonometriai módszerekkel próbálják megmérni az infrastruktúra állományának és kiépítettségének a gazdasági növekedésre vagy egyes esetben más társadalmi-gazdasági mutatókra (pl. egyenlőtlenség, termelékenység) gyakorolt hatását. Ennek az iránynak a legnagyobb hátránya, hogy elsősorban a gazdasági növekedésre fókuszál, és nem veszi figyelembe például a környezeti hatásokat vagy az olyan jóléti tényezőket, melyeket a GDP nem mér. További hátránya, hogy az infrastruktúrák hatását általánosságban, a vizsgálatba bevont jellemzően 100–150 ország átlagában méri, és nem alkalmas sem nemzeti szintű értékelésre, sem egy adott szektor aktuális állapotának felmérésére. Másfelől elterjedtek az úgynevezett költség-haszon elemzések, melyek egy adott infrastruktúra-elem vagy fejlesztési projekt esetében igyekeznek számszerűsíteni és összevetni a felmerülő költségeket a várható hasznnal, jellemzően beleértve az externális hatásokat és a közvetlenül nem monetizált előnyöket (pl. szolgáltatáskimaradás elkerülése). Költség-haszon elemzéssel megállapítható egy adott infrastruktúráról, hogy az társadalmi szempontból mennyire hasznos, ám hiányossága, hogy csak új infrastruktúrák értékelésére használható, meglévő eszközök

értékelésére nem alkalmas. A harmadik módszer az infrastruktúrák társadalmi hatékonyságának mérése, amely az előző két megközelítés előnyeit ötvözi azzal, hogy a meglévő infrastruktúra-állomány teljesítményéről ad átfogó képet különböző indikátorok segítségével. A szolgáltatásnyújtás társadalmi hatékonyságának mérésével kapcsolatos közgazdaságtudományi szakirodalom a termelésifüggvény-megközelítésre építve szofisztikált statisztikai eszközökkel dolgozik, létezik azonban ennek az iránynak egy módszertanában leegyszerűsített, kifejezetten közpolitikai célú változata is, amelyet döntően infrastruktúrák fejlesztéséért és kezeléséért felelős kormányzati intézmények vagy ágazati érdekvédelmi szervezetek alkalmaznak egyes országokban.

A REKK elemzése a magyarországi infrastruktúrák állapotáról és a társadalmi jóléthez való hozzájárulásáról végül is az utóbbi megközelítésben készült, azzal a céllal, hogy az infrastrukturális ágazatok GDP-hez történő közvetlen hozzájárulása mellett figyelembe vegyen olyan hatásokat is, amelyek ugyan nem monetizáltak, ugyanakkor a hosszú távú társadalmi jólétet alapvetően befolyásolják. A gyakorlatban használt indikátorrendszerek lényege, hogy viszonylag könnyen hozzáférhető adatok alapján, egyszerű eszközökkel, de mégis módszertanilag megalapozottan nyújtsanak rálátást a vizsgálni kívánt területre, a megalkotás során tehát egyensúlyozni kell az egyszerűsítésre és a szakmai igényességre való törekvés között. Az indikátorrendszerekben nem jelenik meg a jólét közvetlen számszerűsítése, ehelyett az

értékelés olyan mutatók azonosítása, mérése és értelmezése révén történik, melyek elméleti megfontolások és gyakorlati tapasztalatok alapján jól ragadják meg az infrastruktúrák által generált társadalmi hasznok különböző dimenzióit. Értékelésünk szerint – olvasható a REKK elemzésében – a makrogazdasági tényezőkre fókuszáló statisztikai elemzések hasznosak abból a szempontból, hogy általában véve demonstrálják az infrastruktúrák jóléti hatásait, és segítenek megérteni bizonyos mechanizmusokat.

Az infrastruktúra-teljesítményt kutató tanulmányok közül az egyik legátfogóbb 121 országos mintán negyvenévnnyi időszakot felölelve kimutatta, hogy az infrastruktúra-eszközök volumene pozitívan hat a hosszú távú gazdasági növekedésre, illetve az infrastruktúra-eszközök minősége és mennyisége is csökkenti a jövedelmi egyenlőtlenségeket – olvasható az anyagban. Méréseik többféle specifikációban, a becslések módszertani problémáit kiküszöbölve egyértelmű eredményt adtak, megállapítva ezáltal, hogy az infrastruktúra-fejlesztés a szegénység elleni harc egy kiemelkedően hatékony eszköze lehet. A kutatásban vizsgált fejlesztések számos csatornán keresztül hatnak: segítik az aggregált kibocsátás és a jövedelem növekedését, a humán tőke fejlődését, az egyenlőtlenség csökkentését.

Az infrastruktúra-fejlesztés hatásait sokszor aggregált mutatókkal mérik, de a szektorspecifikus hatásokat is gazdag irodalom vizsgálja, ezekből néhány kiragadott példa:

- Egy telekommunikációs szektor infrastruktúráját vizsgáló tanulmány 21 OECD-ország két évtizeden keresztül mért adatait elemzi. Az eredmények alapján a telekommunikációs infrastruktúra pozitív hatással van a gazdasági növekedésre, különösen abban az esetben, ha a kiépítettség szintje megközelíti a teljes lefedettséget.
- A közlekedési infrastruktúra hatását a XX. század második felében az Egyesült Államokban lezajlott fejlesztéseken keresztül vizsgálva azt lehet látni, hogy az útpítéseknek szignifikáns pozitív hatása van a gazdasági aktivitásra, de azon belül kiemelkedően nagy az autópárra. A gazdaságélénkítő hatás időben nem kiegyensúlyozott, az '50-es és '60-as évek nagymértékű fejlesztései utáni kisebb volumenű beruházá-

sok már jelentősen kisebb mértékben hatottak a termelékenységére.

- A latin-amerikai országok jelentősen nagyobb kibocsátási részét vizsgáló cikk az előző két szektor mellett az energia-termelést is bevonja a magyarázó faktorok közé. Az eredmények szerint a fejlett országokkal szembeni lemaradás egyharmadát a hiányos infrastruktúra-állomány magyarázza.

Az infrastruktúra-beruházások hatása időbeli és országspecifikus tényezőktől is függ – szögezik le a REKK kutatói. Ahogy az már néhány példán keresztül látható volt, a beruházások gazdasági fejlődéshez való hozzájárulása nem lineáris, az infrastruktúra-fejlesztések alacsony bázis esetén jelentősebben hozzájárulhatnak a növekedéshez, mint a kiépített infrastruktúra további fejlesztésekor. Egy infrastruktúra-fejlesztés a társadalom különböző rétegeiben is eltérő mértékben eredményez pozitív változásokat, egy latin-amerikai országokat vizsgáló tanulmány alapján egy beruházás megvalósulásakor a legnagyobb mértékű pozitív hatást a szegényebb rétegek realizálják. A beruházások hatása az időbeliséget tekintve sem homogén: a megvalósulást követően kezdetben jelentősen növelik a GDP-t, a gazdaságélénkítő hatás azonban időben csökkenő.

Kutatók kísérletet tettek arra is, hogy konkrétan azonosítsanak olyan folyamatokat, amiken keresztül a jóléti hatás érvényesülhet:

- a szegényebb egyének és régiók bekapcsolódnak a gazdaság vérkeringésébe;
- a foglalkoztatás növekedik új munkahelyek létrejöttével;
- a képzett és képzetlen munkások termelékenysége növekszik;
- az információáramlás, a munkaerő-mobilitás növekedik, a szegénység előfordulási esélye csökken, valamint a helyi gazdaság erősödik.

A téma kutatói a beruházások gazdasági hatásának pontos számszerűsítését is ambicionálták. Egy tanulmány eredményei alapján az infrastruktúra-fejlesztések eltérései a GDP-növekedés

különbözőségeit 25%-ban magyarázzák az afrikai és kelet-ázsiai országok között, míg 40%-ban a lassabban és gyorsabban növekvő országok között. De számítások alapján kimutatható az is, hogy a fizikai infrastruktúra állományának 1%-os növekedése az egy főre jutó GDP-növekedést 1-2%-kal növeli.

Több szervezet is rendszeresen foglalkozik az infrastruktúrák értékelésével és nemzetközi összehasonlításával, a rangsorok közül négyet mutatunk be részletesen. Ezekből kettőt a World Economic Forum (WEF), egyet a World Energy Council (WEC), egyet pedig a Kiel Institute for World Economy (KIWE) állított össze. Az utolsó kivételével a rangsorok éves rendszerességgel jelennek, jelentek meg.

	HU – pontszám (skála)	HU – helyezés (összes vizsgált ország)	Régió* – pontszám (átlag)	Régió* – helyezés (min; max)
GCI (WEF) – 2. pillér: infrastruktúra (2017-2018-as riport)	4,4 (1-7)	56 (137)	4,6	14; 83
EAPI (WEF) (2017-es riport)	0,71 (0-1)	21 (127)	0,71	6; 37
WETI (WEC) (2017-es riport)	ABA (AAA-DDD)	27 (125)	min, max: AAA - CAB	10; 37
NGII (KIWE) (2010-re számolt rangsor)	-0,25 (-1,4 – 3,2)	67 (140)	0,48	11; 86

*AT, CZ, HR, PL, RO, SI, SK

1. táblázat: Magyarország és a régió országainak helyezése és pontszáma a különböző rangsorokban (Forrás: http://infrastrukturaszovetseg.hu/wp-content/uploads/2019/03/REKK-Infrastruktur%C3%BAra-%C3%A9rt%C3%A9kel%C3%A9s-tanulm%C3%A1ny-v%C3%A9gleges_20181030.pdf)

Az országok rangsorának összeállításakor jellemzően egy kompozit indexet vesznek alapul, mely különböző területeket lefedő mutatók alapján áll össze. Ezek a komplex mutatók alkalmasak az országok sorba állítására, ugyanakkor sok részletet elfednek, az egyes területek közti különbségeket gyakran össze-mossák, ezért értelmezésük körültekintést igényel. A munkák egy része kifejezetten az energia-infrastruktúrára fókuszál, míg bizonyos rangsorok a tágas értelmezett infrastruktúra-fogalommal dolgoznak, ideértve például a pénzügyi infrastruktúrát is.

Az elemzések általában a gazdasági fejlettség és a versenyképesség indikátoraként aposztrofálják az infrastruktúrák állapotát, a rangsorok elkészítésének motivációjaként gyakran az ezek közötti kapcsolatok elemzését, feltárását jelölik meg. Kiemelik, hogy a megfelelő infrastruktúra megléte vonzóbbá teheti az országot a külföldi tőkebefektetők számára, és a gazdaság mindennapi működésének hatékonyságát is nagyban befolyásolja.

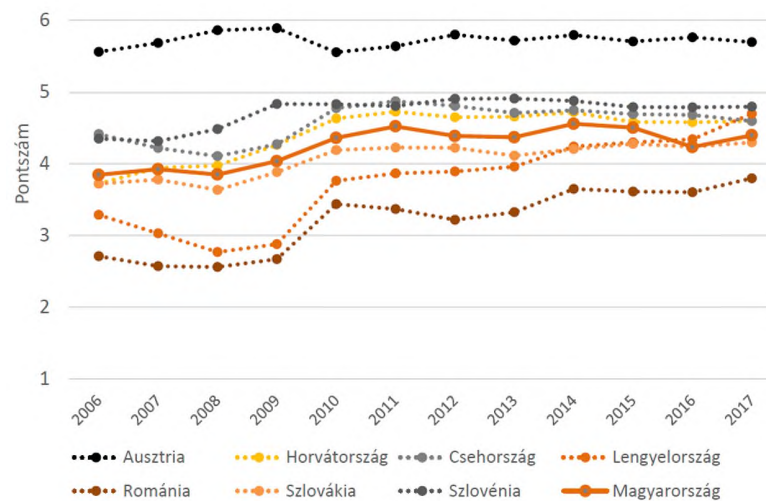
Az egyes mutatók az infrastruktúra különböző aspektusait igyekeznek mérni, melyek összességüként alakul ki egy pontszám és végül a rangsor. Ezek közül fontos terület a biztonság, a fenntarthatóság, az elérhetőség vagy lefedettség, és több helyen előkerül a nyújtott infrastruktúra-szolgáltatások mértéke is (pl. az egy főre jutó telefonvonalak száma vagy a szállított áruk mennyisége).

A nemzetközi rangsorok előnye, hogy Magyarország és a régió világban elfoglalt helyéről jó közelítő képet adnak az infrastruktúra-értékelés tekintetében, ezért úgy gondoltuk, jelen tanulmányban érdemes helyet biztosítani nekik. Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy mostani kutatásunk fókuszától némileg távolabb állnak ezek a munkák, hiszen sok esetben a versenyképesség, és nem közvetlenül a jólét kerül a középpontba. A tanulmányokban használt mutatók nagy része az infrastruktúra méretére/állapotára vagy az infrastruktúra-szolgáltatások mennyiségére (kiadott energia, szállított utasok száma) vonatkozik, a fogyasztói jólét mérésére vonatkozó mutatók ritkán kapnak helyet. Az általunk vizsgált infrastruktúra-csoportok közül néhányval (pl. távhő) egyáltalán nem vagy csak részlegesen foglalkoznak ezekben az elemzésekben. A kompozit indexek pedig a legtöbb esetben nem mutatják meg az egyes szektorok, alágazatok közötti különbségeket, és általában arra vonatkozóan sem adnak támpontot, hogy mely területeken érdemes beavatkozni, fejleszteni. Mindezt figyelembe véve a fejezet célja elsősorban hazánk helyzetének ismertetése, a hangsúly nem az elemzések módszertanának bemutatásán van, az csak az értelmezés megkönnyítését szolgálja.

MAGYARORSZÁG ÉS A RÉGIÓ HELYEZÉSE A RANGSOROK ALAPJÁN

A WEF GCI-mutatójának infrastruktúra-pillér szerinti rangsorában hazánk az 50. helyről indult (a 2006–2007-es GCI riportban), majd több egymást követő, romló és javuló tendenciát mutató időszak után az 56. helyen áll a legfrissebb közzétett riportban. A legjobb eredmény a vizsgált időszakban a 2011–2012-es riport 46. helye volt, míg a legrosszabbul a tavalyi (2016–2017-es) riportban álltunk, a 62. helyen.

Ezzel a régióon belül nagyjából a középmezőnyhöz tartozunk. A környező országok közül Ausztria, Szlovénia és Csehország a teljes időszak alatt jobban teljesített Magyarországnál. Horvátország és Szlovákia szorosan együtt mozgott velünk, előbbi jellemzően előttünk, utóbbi utánunk foglalt helyet a vizsgált időszakban. A nagyot fejlődő Lengyelország az elmúlt néhány évben előzött meg minket, Románia pedig messze a régiótól lemaradva, a legfrissebb riportban szerzett 83. helyével érte el a legjobb eredményt az infrastruktúra tekintetében.



1. ábra: GCI - Infrastruktúra pillér szerinti pontok a régió országaiban (skála 1-7)

Forrás: REKK ábra a WEF GCI adatbázisa alapján

A Global Energy Architecture Performance Index (EAPI) alapján Magyarország a legfrissebb, 2017-es riportban az előkelő 21. helyen szerepel, 8 helyet javítva a – benchmarkként alkalmazott – 2009-es teljesítményén. Szomszédjaink közül Ausztria (6.) és Szlovénia (13.) jóval előttünk, Horvátország (18.) és Szlovákia (20.) kicsivel minket megelőzve kapott helyet, míg Románia a 24., Csehország a 31., Lengyelország a 37. helyen áll. A régió minden országa javítani tudott a 2009-es eredményén.

Az Energy Trilemma Index alapján hazánk a 27. helyen végzett a legújabb, 2017-ben publikált rangsorban, ez azonban az egy, illetve két évvel ezelőtti 21. és 15. helyhez képest kevésbé előkelő pozíció. A régió országai közül ismét Ausztria (12.) és Szlovénia (10.) szerepel legelől, Csehország a 17. Hozzánk igen közel kapott helyet Szlovákia (24.) és Románia (25.), míg Horvátország (32.) és Lengyelország (37.) végzett a régióban leghátul.

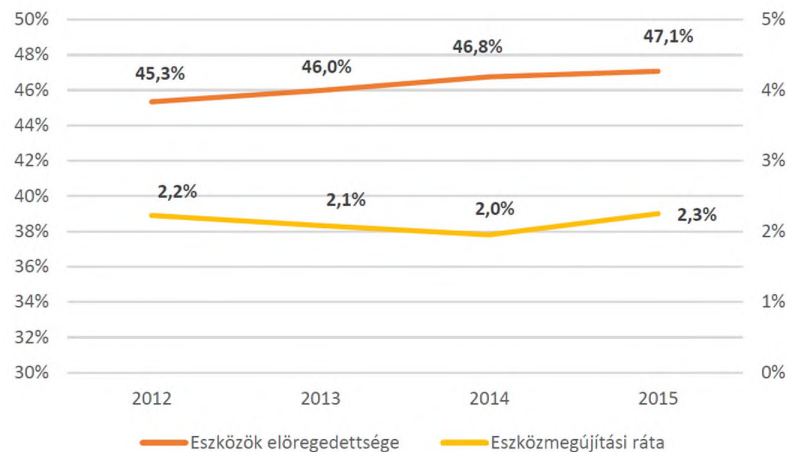
Végül a negyedik, a Kiel Institute for World Economy által készített elemzés alapján Magyarország az összesített (2010-es) rangsorban a 67., nálunk csak Románia (86.) teljesít rosszabbul a régió országai közül.

Az azonban elsősorban a pénzügyi infrastruktúra hiányosságai miatt alakul így (itt a 110. helyen állunk): az árampiac tekintetében az 50., a telekommunikáció és IT területén a 40. helyen vagyunk. Az összesített indikátort tekintve 2010-ben szerepeltünk a legrosszabbul: 1990-hez és 2000-hez viszonyítva 10, illetve 13 helyet rontottunk. Ausztria (11.) itt is kiemelkedik a régióból, öt követik Csehország (29.), Szlovénia (30.) és Horvátország (34.), majd Lengyelország (44.) és Szlovákia (47.) az összesített rangsorban.

Az energiaszektor mindhárom vizsgált területe – áram, gáz és távhő – szabályozott, teljesítményük, jóléti hatásai értékelésekor ezt érdemes figyelembe venni. Különösen fontos ez azoknál a mutatóknál, ahol a bruttó hozzáadott értékkel számolunk, hiszen ezt nagyban meghatározza az alapvetően szabályozott árbevétel. A szektorok tulajdonosi szerkezetét tekintve találunk állami (pl. MAVIR, MVM, NKM), önkormányzati tulajdonban lévő (pl. távhőtermelők és -szolgáltatók nagy része) és magáncégeket is (pl. E.ON, FGSZ), itt tehát egy meglehetősen vegyes kép rajzolódik ki. Az állami tulajdon bizonyos esetekben a szolgáltatás természetes monopóliumjellegeből adódik (lásd: MAVIR),

ugyanakkor az elmúlt években jelentős állami szerepvállalás kezdődött meg olyan területeken is, ahol korábban több nemzetközi vállalkozás dominálta a piacokat (pl.: az áramszolgáltatók és földgázszolgáltatók esetén). A tulajdonviszonyoknak egyrészt a beruházások forrása miatt van fontos szerepe, másrészt fontos lehet a piaci verseny szempontjából is.

Magyarországon már túl vagyunk az aktív bővülés időszakán, mindhárom vizsgált terület esetén jól kiépült hálózattal van dolgunk, hiszen az elmúlt évek során évről évre mindössze néhány százalékos változást figyelhettünk meg. Az eszközök állapotát tekintve az elöregedésre utal, hogy a rendelkezésre álló teljes eszköztértek egyre nagyobb része került már (legalább számviteli szempontból) leírásra, miközben az eszközmegújítási ráta csak néhány tizedszázalékot változott az évek során. Jelenleg tehát egy negatív tendenciát látunk, a hálózatok átlagos állapota a számok alapján romlik. Megjegyezzük ugyanakkor, hogy a mutató romlása mögött más okok is állhatnak (pl. eszközök újraértékelése, gyorsított leírás alkalmazása).



2. ábra: Eszközállomány állapota az energiaszektorban

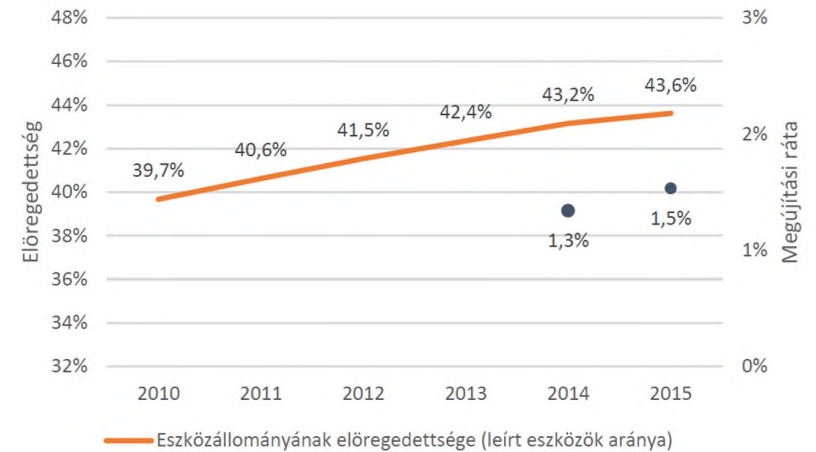
Forrás: http://infrastrukturaszovetseg.hu/wp-content/uploads/2019/03/REKK-Infrastrukt%C3%BAra-%C3%A9rt%C3%A9kel%C3%A9s-tanulm%C3%A1ny-v%C3%A9gleges_20181030.pdf

Összességében elmondható – állapítják meg elemzésükben a REKK munkatársai –, hogy a magyar energiaszektor mindhárom ágazata – áram, gáz és távhő – már érett szakaszában tart, az infrastruktúra jelentős része kiépült, a lakosság nagy részére elérhetőek a szolgáltatások. Azok minőségéről, megbízhatóságáról csupán az áramszektor esetén tudunk véleményt formálni, itt azonban egyértelműen elégedettek lehetünk, átlagosan az időnk kevesebb mint 0,15%-ában vagyunk kénytelenek megenni áram nélkül. A megfizethetőség a szabályozói beavatkozás hatására az elmúlt években jelentősen javult, az áram-, a gáz- és a távhőszámlákra már a legalacsonyabb jövedelmi tized is alig költ többet, mint a teljes kiadásainak 5, 4, illetve 1%-a. Ezzel párhuzamosan ugyanakkor az infrastruktúra elöregedésére utaló jelek is vannak, ami hosszabb távon kockázatot jelenthet. Komoly eredményeket értünk el a környezeti fenntarthatóság terén is: a távhőszektor esetén megháromszorozódott a megújuló energiából megtermelt hő aránya, míg az áramszektorban is a 2016-ig stagnáló megújuló arány után az

elmúlt 1-1,5 év fejleményei alapján növekedést várhatunk. A megfelelő minőségű ivóvíz minél szélesebb körű biztosítása az infrastrukturális ágazatok egyik fundamentális feladata. Az ivóvízhálózat kiépítettségének jelenlegi szintje a társadalom számára már egy alapvető szolgáltatás, amiben egyfajta határhoz értünk, hiszen a hálózat méretét tekintve az utóbbi 10 évben jelentős mértékű bővülés már nem történt. Ehhez képest a szennyvízelvezető hálózat jóval később kezdett el kiépülni, lemaradása még szignifikáns, de nagyon gyors ütemben csökken. Látható, hogyan közeledik egymáshoz a két vezetékrendszer kiépítettsége: az elsődleges közműolló értékei szemléltetik, hogy egy kilométer vízvezetékre már több mint 750 méternyi szennyvízvezeték jut, ami az utóbbi 5 évben realizált közel 15%-os javulás eredménye.

Összességében – áll a REKK tanulmányában – az ivóvízhálózat Magyarországon egy jól kiépített infrastrukturális szolgálta-

tás, ami az árszabályozás eredményeként egyre megfizethetőbb a fogyasztók számára. A szennyvízszolgáltatás díja hasonlóan egyre kedvezőbb, kiépítettsége még szignifikánsan elmarad a vezetékes víz penetrációjától, viszont nagyon erős ütemben közelíti azt. Legnagyobb lemaradásban a községi szennyvízhálózatok vannak, de az utóbbi években látható bővülés révén ez is jelentősen csökkent. Ezekkel szemben viszont a víziközmű-infrastruktúra állapotára és a szolgáltatás minőségére utaló indikátorok többnyire azt mutatják, hogy az eszközök elöregednek, termelékenységük romlik, és a meghibásodások száma és a hálózati veszteség aránya is nő. Meglepő mértékben nő az ivóvízből, illetve a természetbe visszaengedett tisztított szennyvízből vett kifogásolt minták aránya is. A szemléltetett adatok alapján a negatív tendenciák fő oka az, hogy a forráshiányos állapot nem teszi lehetővé a felújító beruházások és karbantartások elvégzését a szektorban.



3. ábra: A víziközmű szektor eszközállapotának alakulása

Forrás: http://infrastrukturaszovetseg.hu/wp-content/uploads/2019/03/REKK-Infrastrukt%C3%BAra-%C3%A9rt%C3%A9kel%C3%A9s-tanulm%C3%A1ny-v%C3%A9gleges_20181030.pdf

A távközlési szektor működése jelentősen eltér az eddig tárgyalt energia- és víziközmű-szektorokétól, mivel egy magánvállalkozások által dominált többszereplős versenypiacról van szó.

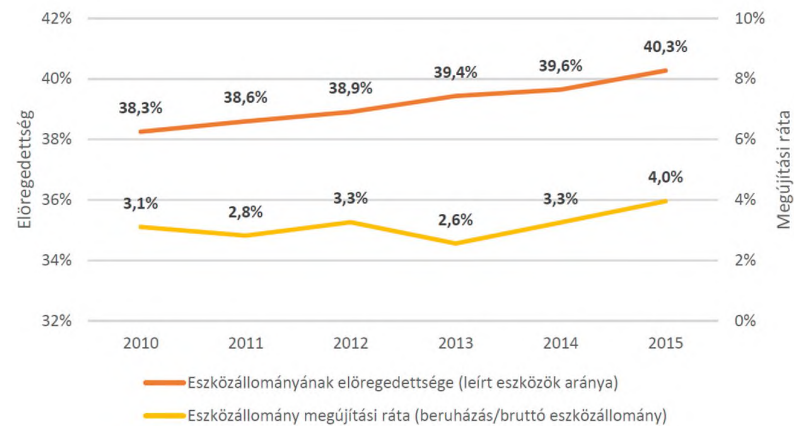
Bár az internet egyre alapvetőbb szolgáltatásnak tekinthető, a távközlési szolgáltatások hagyományosan nem minősülnek közszolgáltatásnak, és nincs is kiskereskedelmi árszabályozás (csak nagykereskedelmi hozzáférés-szabályozás). A szolgáltatás tartalmát és árazását alapvetően piaci folyamatok és üzleti döntések határozzák meg, ahogy a beruházások is döntően piaci, és nem állami forrásból valósulnak meg. Ebből adódóan a kormányzati politikák és az ágazati szabályozás valamivel kisebb mértékben befolyásolják a szektor működését a többi infrastrukturális ágazathoz képest, ám ahogy láthattuk a gazdasági és társadalmi kontextus ismertetésekor, ezt a szektort is számos fontos kormányzati aktus érintette érzékenyen. Különösen az adóterhek növekedése (pl. közműadó) jár jelentős hatással, ami korlátozza a beruházásra fordítható összegeket, illetve a vezeték hossz alapján számított adó nem még ellenőrzötté is hat.

A távközlési szektor összességében nagy fejlődésen ment keresztül az elmúlt években – jelzik a REKK elemzői –, hiszen mind a nagy sebességű vezetékes internethálózatok, mind a 4G mobilhálózatok nagyrészt kiépültek, miközben a szolgáltatások megfizethetősége is javult. Ahogy azonban korábban is jeleztük, a szektorra jellemző gyors technológiai fejlődés miatt szinte törvényszerű a hálózatfejlesztések ilyen magas üteme, és könnyen előfordulhat, hogy az aktuálisan jónak tűnő színvonal rövid időn belül már elégtelennek minősül. A jelenleg nagy sebességüként számoltartott 30 Mbit/s átviteli sebességre képes internetkapcsolat például számos szolgáltató kínálatában már nem is szerepel, ajánlataik 100 Mbit/s-ról indulnak. Innen nézve pedig a 82%-os (vidéken 50%-os) mutató már korántsem impozáns.

A szektor egyik nagy kihívása, hogy az alacsonyabb népsűrűségű területeken is biztosítsa azt az ár- és szolgáltatási színvonalat, amely a városi lakosság számára már évek óta elérhető. Ennek teljesítését azonban kifejezetten hátráltatja a vezeték hossz alapján fizetendő közműadó, hiszen éppen azokra a fejlesztésekre rakódik forgalomarányosan a legnagyobb adóterh, amelyek megtérülése egyébként is kérdéses lenne. Ebből a szempontból

fontos volt a 2015-ben bevezetett jogszabályváltozás, amely kedvezményt biztosít mind az új vezetékek létesítésére, mind a meglévő vezetékek fejlesztésére.

Figyelmeztetésnek lehet tekinteni továbbá az eszközállomány folyamatos elöregedésére utaló jeleket, bár a másik két vizsgált szektorhoz képest a 40%-os mutató (2015) még jónak is mondható.



4. ábra: A távközlési szektor eszközállapotának alakulása

Forrás: http://infrastrukturaszovetseg.hu/wp-content/uploads/2019/03/REKK-Infrastrukt%C3%BAra-%C3%A9rt%C3%A9kel%C3%A9s-tanulm%C3%A1ny-v%C3%A9gleges_20181030.pdf

A fogyasztókat azonban közvetlenül nem ez, hanem a hibabejelentések alapján történő hibaelhárítás idejének jelentős növekedése zavarhatja, amely ugyan még jelenleg is bőven teljesíti a szolgáltatói célértékeket, de a fogyasztói elvárások nem feltétlenül esnek egybe azokkal.

Összességében az infrastruktúrák állapotával és hatékonyságával kapcsolatban a következő megállapításokra jutottak a REKK kutatói:

- A hálózatos infrastruktúrák többsége Magyarországon már jól kiépült, a hálózatok hossza, a hálózati elemek száma, kapacitása, illetve az ágazat bruttó eszközállománya is kis mértékű bővülést mutat a legtöbb szektorban, egyedül a

szennyvízelvezetéssel és -tisztítással kapcsolatos eszközök jelentősebb növekedése emelhető ki.

- Az eszközállomány folyamatos elöregedését jelzi mindhárom vizsgált ágazatban, hogy egyre nagyobb az évek során már leírásra került eszközérték aránya (az energia- és a távközlési szektorban 2-2%-ponttal nőtt arányuk 2010 óta, míg a víziközmű-ágazatban 4%-ponttal).
- A szektorok termelékenysége esetében mind a távközlésben, mind az energiaszektorban korábban ingadozó, az utóbbi években valamelyest javuló vagy stagnáló tendenciákat látunk, míg a víziközmű-szektorban romlás figyelhető meg.
- Végül a távközlési szektor kivételével minden vizsgált szektor esetén kulcsindikátornak tekinthető a hálózati veszteség. Az energiaszektor mindhárom területén inkább javulás látható, míg a víziközmű-szektor itt is rosszul teljesít, egyre nagyobb hálózati veszteségeket könyvelt el az utóbbi évek során.

Víziközmű Világhíradó 2021. április

AZ ISMERET NEM HATALOM

Az adat és a digitalizáció az Egyesült Királyság víziközmű szolgáltatóinál elsődleges prioritássá válnak. De hogyan lehet a legtöbbet kihozni az adat-vagyonból?

Az Ofwat, a szolgáltatást szabályozó hatóság hatékonysági célokat tűzött ki a 2020-2025 közötti időszakra, hogy a szolgáltatás határait kitolja. Ezzel az üzemeltetőknek sokkal magasabb hatékonysági követelményeknek kellett megfelelniük, mint a megelőző időszakban.

A cégek hangsúlyt fektettek a „digitális”-ra, melynek eszközeivel a költségeiket csökkenteni tudják, miközben a hatékonyságuk nő. Nyilvánosan kötelezettséget vállaltak arra, hogy a digitális technológia fejlesztésével az adatokon alapuló döntéshozatali mechanizmus lesz az üzleti tevékenységük szerves része.

A víziközmű szolgáltatók már rendelkeznek egy sor rendszerrel és döntés támogató eszközzel. A fő kérdés az, hogy mikor érdemes az új megoldás mellett letenni a voksot és mikor jobb a régi kipróbált. Az egyik megközelítés, amely egyezik az IAM (Institute of Asset Management) irányelveivel, a döntés komplexitását és a nem megfelelő döntés hatását veszi figyelembe.

Forrás: Assets, 2019. augusztus



Szerkesztette
MÁRIALIGETI BENCE
főszerkesztő

marialigeti.bence@maviz.org

A hivatkozott publikációk, tanulmányok, cikkek eredeti nyelvű, teljes változatát a szerkesztő e-mail címén lehet kérni.

DOBSZŰRŐ, MINT ELŐÜLEPÍTŐ

Sihltal Szennyvíztisztító Telep (Svájc) jelenleg előülepitő nélkül üzemel. A közeljövő várható népességnövekedés és energiahatékonysági okokból tervbe vették előülepitő kiépítését. Helyszűke miatt azonban dobszűrőt építettek be előülepitő funkcióval.

A telep 2007-ben befejezet, 33.000 LEÉ-re történt kiépítése során az előülepitési fokozat elhagyásra került. Ennek következtében a biológián jelentős lerakódások jelentek meg és a telep terhelése is megközelített a kapacitását. Az előülepités megvalósításával terhelés csökkentésre kerülne a biológia és a rothasztáson keresztül többlet energia termelésre nyílik lehetőség a nyersiszap által. A helyszűke miatt dobszűrő mellett döntöttek.

sem az irodalomban, sem a gyakorlatban nem állt rendelkezésre túl sok tapasztalat. Néhány megvalósult példán keresztül 45-70% között lebegőanyag leválasztásra, 35-60% közötti KOI leválasztásra lehetett számítani, viszont a kevés tapasztalat miatt egy 9 hónapos tesztüzem mellett döntöttek.

A dobszűrőt a befolyó szennyvízmennyiségéhez igazítottan üzemeltették. A szűrt víz a biológiára ment, míg a leválasztott iszap a rothasztóra. A telep három párhuzamos biológiai sorból áll, önálló recirkulációval. Az egyik sor elé került telepítésre a korral cél teszt dobszűrő, melynek átmérője 1.6 m, a szűrő lyukátmérője 0.2 mm. Az előmechanikai fokozatban durva rács, homokfogás és finomrács (3 mm) üzemel.

A leválasztási hatékonyság kiértékelése céljából naponta 24 órás átlagminta került megvételre a homokfogás után és közvetlenül a dobszűrő után. A nyersiszap minőségét pontminták alapján határozták meg. A kísérletnek része volt flokulálószer tesztelése is. A biogáz kihozatal és összetétel mérése folyamatos volt. Az eredmények kiértékelése alapján az mondható, hogy a dobszűrő közel azonos leválasztási határfokkal működött, mint egy hagyományos, 1.5-2 órás tartózkodási idejű előülepitő. A lebegőanyagra vonatkoztatott leválasztási hatékonyság elérte a 60%-ot, míg az összes KOI-ra vetített határfok közel 40% volt. Flokulálószer adagolás hatására ezek a leválasztási határfokok 88%-ot és 71%-ot értek el (igaz egy napos kísérlet alapján).

A dobszűrőnek köszönhetően a szálasanyag leválasztása hatékonyan megtörténik. A biológiai fokozaton a nitrogén és foszfor eltávolítás mértéke, bár csökken, az előírt határértékek tarthatóak, miközben a tisztítási kapacitás növekszik. A telep energiaigénye a szűrésnek köszönhetően jelentősen csökkent (13%), miközben a gáztermelés mintegy 70%-kal emelkedett. Ez a hatás flokulálószer hozzáadásával tovább növelhető. Összességében elmondható, hogy a dobszűrő megfelelő hatékonysággal ki tudja váltani a hagyományos előülepitőt, minimális karbantartási igénnyel.

Forrás: Aqua & Gas 2019. év 10. szám

SZENNYVIZEK HŐHASZNOSÍTÁSA

Német-francia Svájcban végzett, 40 szennyvíztisztítótelepet érintő vizsgálat eredményei kerülnek a cikkben bemutatásra. Annak ellenére, hogy az utóbbi 40 évben számos, szennyvízhőhasznosító berendezés került kialakításra, manapság csak a telepek egy töredékében találkozunk ezzel a technológiával.

A szennyvíz hőtartalmának, mint folyamatosan megújuló energiaforrás hasznosításában nagy potenciál rejlik, ami ma sok esetben feledésbe merül. A hasznosítás a rendszer három logikai helyszínen is megvalósulhat: a kibocsájtó saját szennyvizéből („in house” megoldás), pl. egy nagyobb, folyamatos kibocsájtással rendelkező intézmény (pl. kórház) esetén, a hálózaton magán, tehát a tisztítótelep előtt, vagy a szennyvíztisztító végén, a tisztított szennyvízből. Svájcban az első megoldásból („in house”) 300 hasznosító mű épült, a második, nyers szennyvízre telepített megoldásból 30-40 db, míg a tisztított szennyvíz hasznosítása kb 100 esetben történt meg.

A hasznosítási potenciál az „in house” megoldásoknál a legkisebb, míg a tisztított szennyvíz esetén a legmagasabb. Ezzel szemben az „in house” megoldások esetében van a hőenergia felhasználója legközelebb a hasznosító műhöz, míg szennyvíztisztító telep esetében sok esetben nagyobb távolságokkal kell számolni. Több kanton irányelveket és ebben határértékeket adott ki a szennyvíz hőhasznosítás tárgyában, pl. megengedett minimális szennyvízhőmérséklet, hőmérséklet különbség vagy kapcsolatban.

A szennyvíz felhasználható hőkontingensének kiszámolásához az alábbi adatokat használják:

- szennyvízhozam adatok, lehetőleg perces adatsorok,
- Szennyvíz hőmérséklet adatok
- Ammónium koncentráció

Ezekből az adatokból határozzák meg a rendelkezésre álló hasznosítható hőkapacitást. 100kW hasznosítható hőkapacitástól éri meg komolyabban a hasznosító mű megépítésével foglalkozni. Az elkészült tanulmány a bekért adatok alapján levont következtetések (kiadott határértékek szakmai elfogadhatóságát) vizsgálta és arra a következtetésre jutott, hogy ezek sok esetben valamilyen „ököl szabály” alapján kerültek meghatározásra és a hőhasznosítás szignifikánsan tágabb határok között mozoghatna a kibocsájtási határértékek veszélyeztetése nélkül.

A tisztítóművek üzemeltetői számára elsődleges feladat a határértékek tartása, ez az alapfeladatuk. A szennyvíz hőhasznosítása másodlagos feladat számukra.

A kantonok vízvédelmi hatóságai a tisztítótelepek hatékony működésében érdekeltek, ezért érhetően nem rugalmasak a szennyvizek hőhasznosításának kérdésében.

Svájc klíma- és energiapolitikai céljai (nettó nulla CO₂ kibocsájtás 2050-re) megkövetelik a megújuló energiaforrások fokozott hasznosítását.

Jelen cikk azt mutatta be, hogy a szennyvíz hő hasznosításában sokkal kisebb a kockázat, mint amit a jelenlegi előírások mutatnak, ezért a mozgástér is nagyobb a hasznosító művek építésére.

Forrás: Aqua & Gas 2020. év 10. szám

YVERDON-LES-BAINS-I ESETTANULMÁNY SZENNYVÍZ HŐHASZNOSÍTÁSRA

Yverdon-les-Bains településen található szennyvíztisztító telepen a tisztított szennyvíz hőjét hasznosítják épületek fűtésére. Yverdon-les-Bains szennyvíztisztító telepe 33.000

lakos szennyvizét tisztítja. A telep rekonstrukciója során vizgálták a hőhasznosítás lehetőségét és döntöttek a megvalósítás mellett. A befolyó szennyvíz 10 és 20 C közötti hőmérséklete, a megfelelő minimális vízhozam és a potenciális hőfelhasználók elhelyezkedése együttesen eredményezték azt, hogy a megvalósítás mellett döntöttek.

A hőhasznosítási technológia a szennyvíz hőjét hideg távhő rendszeren keresztül hasznosítják. Ennek a technológiának a lényeges elemei a következők:

- A tisztított szennyvizet hőcserélőn keresztül vezetik
- A hőcserélőben a tisztított szennyvizet maximum 5 C-kal hűl le, majd visszavezetésre kerül a tisztítótelep elfolyó szennyvíz csatornájába
- A hőcserélőn keresztül maximum 5 C-kal felmelegedik a hideg távhő rendszer vize.
- A tisztított szennyvíz hőenergiája így átadásra kerül a távhőrendszer részére. Az átadott hőenergia a távhő ügyfeleknél hőszivattyúk segítségével kihasználásra és 65 C-os előremenő hőmérsékletet biztosít a felhasználói hőellátó rendszerekben.
- A távhő rendszer víz hőmérséklete a hőszivattyúzáson keresztül lecsökken és visszavezetésre kerül a szennyvíztisztító telepen található hőcserélőre.

A hőhasznosítás önálló épületbe került, minden technológiai, villamos és vezérlési egységgel közösen. A hőcserélő tisztítására automata savas tisztító rendszer került kiépítésre, hogy a határfok folyamatosan fenntartható legyen.

Forrás: Aqua & Gas 2020. év 10. szám

	I. Ütem (üzembe helyezve 2019.ban)	II. Ütem (várható üzembe helyezés 2030)
Hasznosított szennyvízmennyiség (l/s)	41	145
Maximális hűtés (hőmérséklet különbség) C	5	5
Beépített hőcserélő teljesítmény (kW)	1 x 850 kW 1 x 850 kW	1 x 850 kW 1 x 850 kW 1 x 1300 kW
Hasznosított hőcserélő teljesítmény (kW)	850	3000
Hőcserélő tartalék (redundancia)	100%	0%
Feladó szivattyú (db)	2	4
Feladó szivattyú tartalék („redundancia”)	100%	33% (1 db szivattyú)

SEGNER János András (1704–1777)

magyar fizikus, matematikus,
csillagász és orvos

Segner 1704. október 9-én született Pozsonyban. Atyja tekintélyes kereskedő volt és városgazda. Iskoláit Pozsonyban és Győrben végezte, majd 1724-ben Debrecenben folytatta tanulmányait. A természettudományok mellett az orvosi és a gyógyszerészeti tudományok iránt is érdeklődött, mivel korábban maga is súlyos pestis- és tífusz megbetegedésen esett át. Az orvosdoktori oklevél megszerzése érdekében a jénai egyetemre ment, ahol 1730-ban doktorált.

Ezután hazatért, előbb Pozsonyba költözött, majd Debrecenben a „városi-fizikusi” (tisztiorvosi) állást foglalta el. Egy év múlva azonban visszatért Jénába, itt előbb magiszteri, majd rendkívüli tanári címet kapott. Jénai tartózkodása idején kezdték el a kizárólag világi tudományokat oktató, a természettudományok művelésével foglalkozó göttingeni egyetem szervezését. Ennek fizika-matematika tanszékére került Segner 1735-ben, és lett alapítója annak a göttingeni matematikai iskolának, amely többek közt Gauss, Dirichlet, Riemann nyomán vált kiemelkedővé.

Segner csaknem két évtizedig működött Göttingenben. A matematika és fizika mellett orvosi előadásokat is tartott, és egy időben kémiát is előadott. Egész göttingeni működése alatt két – a filozófia- és az orvosi – kar tanára volt. Foglalkozott még meteorológiával és csillagászzal is, őt tekintik a matematikai meteoro-

TOLNAI BÉLA

okl. gépészmérnök

tolnabela51@gmail.com



lógia megalapítójának.

Fő szakterületének azonban mégis a matematikát és a fizikát tekintette, oktatási munkájában is ennek tulajdonított legnagyobb jelentőséget. Talán éppen az e területen való elmélyülés lehetősége ösztönözte arra, hogy elfogadjon a hallei egyetem meghívását 1754-ben. Halléban nagy megbecsülés övezte az akkor már európai hírvű tudóst, aki 1739-től tagja volt a londoni Royal Societynek, 1747-től a Berlini Akadémiának, 1751-től a Göttingeni Királyi Tudományos Társaságnak és 1754-től a Pétervári Akadémiának. 1777. október 5-én halt meg Halléban; két gyermeke volt, egy lány és egy fiú.

Segner elsősorban tanár és pedagógus volt, aki legfontosabb feladatának, hivatásának az oktatást tekintette. Sok tankönyvet írt; ezek legjelentősebb módszertani újítása a fizikai kérdések kétoldalú – deduktív és empirikus – megközelítése, a fizikaoktatás matematikai alapjainak előtérbe állítása, a kísérletezés széles körű alkalmazása. Ezek a tankönyvek átfogó, szintetizáló szellemben íródtak, aminek semmiféle káros hatása nem volt a könyvek színvonala tekintetében. Fizika- és matematikakönyvei az első modern tankönyvek közé tartoznak, melyeket nemzedékek tekintettek mintának.

Segner élete nemcsak tudományos eredményekben volt gazdag, hanem élvezhette munkájának gyümölcsseit is. Ezt pedig szellemi képességei mellett elsősorban erkölcsi értékeinek, rendkívüli egyéniségének és önzetlenségének köszönhette. Igazi

tudóshoz méltó magatartására jellemző Eulerhez fűződő baráti viszonya is.

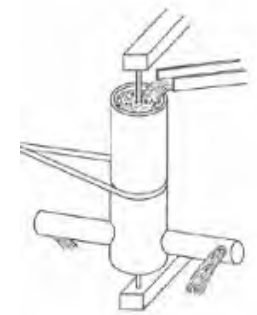
Segner nemcsak kiváló tanár volt, hanem alkotó tudós és gyakorlati értékű feltaláló is. A tudománytörténet elsősorban hidraulikai eredményeit tartja számon: a reakciós turbina előfutárjának tekinthető Segner-kereket, valamint a folyadékok felületi feszültsége fogalmának bevezetését. A Segner-keréssel kapcsolatos tanulmányai döntő jelentőségűek voltak Euler számára a turbinaegyenlet megfogalmazásában. Hasonló jelentőségű volt a pörgettyű elméletével foglalkozó tanulmánya, illetve a három, egymásra merőleges szabad tengely felfedezése, amely a forgó merev test Euler-féle mozgásegyenletének megfogalmazásához adott indítékokat.

A tudománytörténet megemlékezik még hajózási barométerről, az alkalmazott felsőbb analízis terén elért eredményei közül pedig a polinomértékek és -gyökök meghatározására szolgáló Segner-féle grafikus módszerről.

NEVÉT VISELI

SEGNER-KERÉK

vízikerék-hajtás malmok részére (modell)



vízikerék-hajtás malmok részére (modell)

FORRÁS

Szóke, B.: *Műszaki nagyjaink*, GTE-kiadás, Budapest, 1967.

<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Segner/>

http://sulifizika.elte.hu/html/sub_p179.html

Üzemeltetési (és) költség optimalizálás meglévő eszközeink szakszerű karbantartásával.

Főzzünk abból finomat, amink van!

NAPJAINKBAN...

Sajnos jól ismert tény, hogy a Víziközmű vállalatok jellemzően forráshiányos helyzetben vannak; egy ilyen helyzetben a működéshez kiemelten fontos a bevételek és a kiadások egyensúlya (1. ábra). Értelemszerű, hogyha a bevételeket Víziközmű Szolgáltatók növelni tudják, illetve kiadásokat pedig csökkenteni, akkor tud egyensúlyhoz közelebbi állapot létrejönni.



DROZDIK KÁROLY
műszaki vezető, eNeRWé
Hungária Kft.

drozdik.karoly@enerwe.hu

A működéshez kiemelten fontos az egyensúly



1. ábra: Víziközmű szolgáltatók főbb bevételei és kiadásai

Ha a bevétel oldalon elhelyezkedő vízdíjat tekintjük, akkor a „Vízű pénztárgépe”, a vízmérők kerülnek fókuszba: mára többszörösen bizonyított tény, hogy pontosabban mérő, hosszú távon állandó teljesítményt nyújtó mérőeszközök (pl. ultrahangos mérők) magasabb bekerülési költségük ellenére rövid időn belül megtérülést hozhatnak. Bevétel oldalon másik lehetőség és több társaság által követett út például a külső munkák, projektek, építési munkák arányának növelése.

A kiadások oldaláról három olyan terület van, ami eszköz karbantartása kapcsán szóba jöhet: a hálózat fenntartási költségek, a vízvesztés (NRW, NSZV) és az energia felhasználás. Ezek tekintetében szeretném megmutatni egyes általunk ismert, forgalmazott és javított termékeknél a kiadások csökkentésének vetületeit.

HÁLÓZATI ESZKÖZÖK: NYOMÁSCSÖKKENTŐ SZELEPEK

Nyomáscsökkentő szelepek feladata a hálózati nyomás a törvényben előírt határok közötti tartása a szolgáltatási pontokon. Ezen túlmenően



2. ábra: Nyomáscsökkentő szelep működése és beállítása
Link: <https://www.youtube.com/watch?v=flQavmtr3lg>

vizint a vízvesztés csökkentés igen jelentős elemei, hiszen a hálózati nyomás csökkentésével a hálózat hibáin elszivárgó víz mennyisége arányosan csökken. Ezzel egyidejűleg, ha a hálózatban alacsonyabb nyomást tudunk alkalmazni, az jelentősen csökkenti a csőtörések számát, ez által a hálózat élettartama kitölthető.

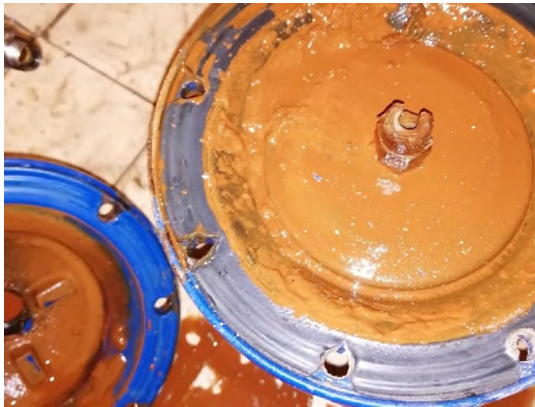
Fentiek ismeretében túlzás nélkül állítható, hogy a nyomáscsökkentő szelepek pontos működése kritikus fontosságú a hálózat ellátott részének élettartama és a vízvesztés szempontjából. Hogy mi akadályozhatja egy nyomáscsökkentő szelep helyes működését? Az alábbiakban néhány jellemző hibaok:

- szabályzóköri szűrő eltömődése
- csövek, átvezető elemek eltömődése
- tűszelep elrakódás
- membrán szakadás
- idegen anyag a szeleptestben – a szelep kitámaszt, átengedi a nyomást
- vasiszap lerakódás, berágódás
- kavitáció hatásai
- ...stb.

Mi történik akkor, ha a nyomáscsökkentő szelep nem működik? Azt hiszem, mindenki ismeri a válaszokat: a nyomás ingadozás léphet fel; ha alacsony nyomást ad be a szelep a rendszerbe,



3. ábra :
Nyomás-
csökkentő
szabályzó
körének
hibája



4. ábra : Vas-
iszap lerakódás
szabályzószelap
belsejében

vízhiány fogyasztói panasz várható, ha viszont túlzottan magas a kimenő oldali nyomás (sajnos a hibák többsége általában inkább ehhez vezet) rövid vagy közepes távon csőtörés, amiatt el-látási zavar alakulhat ki.

HÁLÓZATI ESZKÖZÖK: LÉGBESZÍVÓ-LÉGTENÍTŐ SZELEPEK

A hálózat másik hasznos, védelmi funkciót betöltő elemei a lég-beszívó-légtelenítő szelep. Ezek feladata röviden három pont-ban írható le:

- Energia megtakarítás a fojtást okozó légszák kialakulásá-nak megakadályozásával



5. ábra: Légbeszívó-légtelenítő szelep működés közben
Link: <https://www.youtube.com/watch?v=8bwOpOSgFug>

- Vákuum-védelem és kontrollált légkiengedés rendszer töltés / ürítés alatt
- Nyomáslengés védelem

A légtelenítő szelepek viszonylag egyszerű – ám annál hasznosabb – szerkezetek, ezért lelki problémáik két fő hiba köré csoportosíthatók:

- nem zárnak, amikor kell: lerakódás, szennyeződés, vagy tömítő felület sérülés miatt a szelep nem tud zárni, tömíteni, emiatt elfolyást okozhat.
- nem nyitnak, amikor kell: ha egy régebbi, akár beépítés óta karban nem tartott szelep kinetikus részének tömítése idővel rá-vulkanizálódhat az úszó záró felületére. Ilyen esetben a légtelenítő nem tudja ellátni feladatát és ez súlyos nyomáslengési és vákuum-problémákhoz vezethet.

Ha egy légtelenítő szelep nem megfelelően működik, akkor előbb felsorolt feladataiból adódik, hogy milyen problémákat okozhat:

- rendszer töltéskor elégtelen légtelenítés, így a rendszerben maradó légszákok ellátási problémákat okozhatnak (a fojtás miatt magasabb szállítási nyomás igény, csökkenő szállítási teljesítmény)
- a rendszerben maradó légszákoknál kialakuló helyi fojtások összeadódnak, így megváltozik a cső karakterisztikája

(ld. 6. ábra - S_h magasságú plusz szivattyú energia szivattyú nyomás igény lép fel) -> a szállító szivattyú munkapontja a tervezett munkaponthoz képest eltolódik, ez által megnő az energia felhasználás

- (gravitációs rendszereknél ugyanezen okok miatt nem tud a tervezett térfogatáram átáramlani a csővezetékben, így szélsőséges esetben vízhiány léphet fel – igen, sok esetben gravitációs rendszer)
- rendszer ürítéskor (sajnos ugyanebbe a kategóriába tartozik a csőtörés is) a magaspontokon vákuum problémák és/vagy nyomáslengések léphetnek fel
- szivattyúk közelében légbeszívó-légtelenítő szelepek a nyomáslengések, kosütések csökkentésének egyszerű és megbízható (pl. áram-kiesés esetén is működnek) eszközei. Működési zavarai nem kívánt transziens jelenségeket és szélsőséges esetben kritikus rendszerelemek kiesését (csőtörés, szivattyú vagy visszacsapó meghibásodás) okozhatják.
- a rendszerben maradó levegő miatt zavarosodás léphet fel, bizonyos pontokon kiengedéskor tejfehér vizet tapasztalhatnak a fogyasztók

EZEK AZ ESZKÖZÖK (ÉS A HÁLÓZAT) MEGHÁLÁLJÁK A TÖRŐDÉST

Ha konklúziót akarunk vonni, akkor sajnos Edward A. Murphy, Jr. (1918-1990) nyomán elmondható, hogy ami elromolhat az el is romlik, illetve azt is levonhatjuk tanulságként, hogy nem megfelelő eszközök

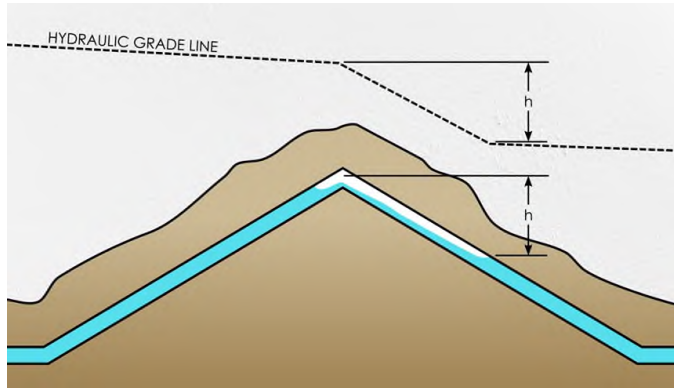
- ellátási zavart
- elektromos túlfogyasztást
- fogyasztói panaszokat
- a hálózat túlterhelését
- csőtöréseket

Tehát összességében jelentős, nem tervezett többlet KÖLTSÉGEKET okoznak. Ahhoz, hogy az üzemeltetési költségeket ebből a szempontból kordában tartsuk, sajnos gondolni kell a hálózatban fontos szerepet betöltő, de időszakosan karbantartást igénylő eszközökre.

Másik fontos tény, hogy sajnos hálózatunk az idő előrehaladtával sajnos nem fiatalodnak, hanem egyre érzékenyebbek pl. a nyomás ingadozásokra. Alapvetően elmondható igazság, hogy minél alacsonyabb egy csővezetéken érvényesülő „nyomásösszeg” – tehát a vezeték élettartama alatt tartott konstans nyomás, illetve a pozitív és negatív nyomáslengések összege (az élettartam-nyomásgörbe alatti – negatív nyomások esetén feletti - terület), annál hosszabb a vezeték élettartama. Ergo a hazánkban jellemző idősebb, kitettebb hálózatok esetén különösen fontos a szabályzó eszközök megfelelő működése, mert költséget takarítunk meg azzal, ha költünk rájuk...



7. ábra: Vákuum miatt létrejött csősérülés
Link: <https://www.youtube.com/watch?v=EBzLSD8iMHO>



6. ábra: Hálózaton kialakult légszakok hidraulikai fojtása
Link: <https://www.youtube.com/watch?v=mlPq6XeWNPU>

A MUNKA GYAKORLATI RÉSZÉ...

Sok Vízmű tart fent a használt eszközök legnagyobb részéhez jól értő, magasan képzett karbantartó csoportot, de az eszközök sokfélesége, illetve a humán erőforrás-megtartás napi problémái mellett ez sok helyen nem lehetséges.

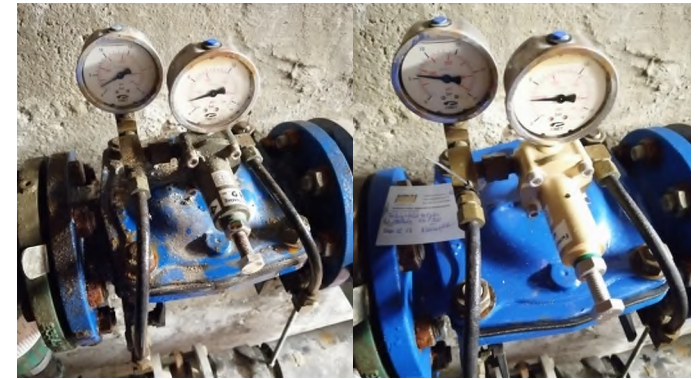
Azokban az esetekben, ha nincs lehetőség az esetleg sokféle szabályzó eszköz mindegyikéhez értő és mindhez felszerelt karbantartó csapat fenntartására, vagy kapacitás-hiány, havi-ria helyzet ezt szükségessé teszi, érdemes lehet erre felkészült és elkötelezett, sok éves javítási tapasztalattal bíró alvállalkozót igénybe venni.

Kollégáimmal sok éve foglalkozunk szabályzó szelepek és légbeszívó-légtelenítő szelepek, áramlásmérők forgalmazásával beüzemelésével és javításával, valamint kiválasztásukhoz, méretezésükhöz helyszíni vagy online tanácsadással. Amennyiben szükséges, ajánljuk tudásunkat, tapasztalatunkat egyedi vagy tervezett karbantartási, javítási munkák elvégzéséhez.

A Magyarországon megtalálható szabályzó szelep és légtelenítő típusok nagy részére, egyfajta márkafüggetlen szervizként igyekszünk Partnereink számára segítséget nyújtani a hálózati eszközök korrekt működéséhez az alábbiak mentén:

- Tervezett megelőző karbantartás (TMK)
- Felújítás (helyszínen vagy kiszállítás után)
- Ellenőrzés, állapotfelmérés
- Javítás hiba esetén – Kijáró szerviz
- Javaslatok beállítások optimalizálására
- Adatrögzítés, dokumentáció

Néhány, a közelmúltban elvégzett munkánk: (a képek alatt található Facebook linkek további munkákról készült bejegyzésekre mutatnak)



8. ábra : Dorot szelep, Dunántúl
Link: https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=1026299004549781&id=585753265271026



9. ábra: Hawido szelep javítása, Csongrád megye



10. ábra: Bermad 720 szelep, Pest megye
Link: https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=1041820156330999&id=585753265271026