

Szerelőverseny. Fotó: Fővárosi Vízművek Zrt.



A Magyar
Víziközmű
Szövetség
lapja

XXX.
évfolyam

Nyitottság és hit

VÍZ
20
22
6
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
Kromatográfiai oszlopok, 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 digitalizálás
Mesterséges megtermékenyítés IVF-ICSI
Lightsheet mikroszkóp
Élettudományi nagysebességű szuperfelbontású rendszerek
Kamerák és szoftverek
- **Abberior Instruments:** Élettudományi szuperfelbontású optikai mikroszkóp 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

Szennyvíziszap-biogáz hasznosítása határainak feszegetése

09

AKTUÁLIS

Erőművek életciklus alapú komplex értékelése

20

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Végtelen történet
– Békéscsabai szennyvízvezető rendszer szagmentesítésének kihívásai, eredményei

21

VISSZA AZ ISKOLAPADBA

Hálózati vízminőség-változási folyamatok üzemeltetési vonatkozásai

24

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Profi ügyfélszolgálat, profi teljesítményértékelés

27

AKTUÁLIS

16. Ivóvízbiztonsági szakmai nap, 2022.

30

MAVÍZ HÍREK

Rövid összefoglaló a Műszaki Bizottság 2022. évben végzett munkájáról

33

MAVÍZ HÍREK

Vízpróba – az ország legjobb csőszerelőinek megmérettetése

35

MAVÍZ HÍREK

Visegrádon találkoztak a legjobb vizes ügyfelek

39

IPARI ÚJDONSÁG

Út a jövőbe: „Szakági térképek három-dimenziós terepi megjelenítése Augmented Reality rendszerek segítségével”

BEKÖSZÖNTŐ

Tisztelt Olvasó!



MÁRIALIGETI BENCE
főszerkesztő

Karácsonyhoz közeledve olyan érzésem van, mintha az eredeti karácsonyi történet közepében lennénk. A környezetünkben háború dúl, a jelen helyzetben a megélhetési kilátásaink magánemberként egyre rosszabbak, és a jövőt fürkésztve csak a lefele irány látszik biztosnak. Egy ilyen helyzetben valódi, gyökeres és végleges változás után áhítózunk, a békés jólétet várjuk. Ha jobban belegondolunk, szeretett szakmánk háza táján is hasonló a helyzet. 2018 óta várjuk, hogy a hét szűk esztendő kövesse végre a hét bő esztendő, de egyre csak szűkül az élettér. Talán sok esetben valóban nem látni, hogyan lehet a következő évben talpon maradni. Azt gondoljuk, hogy valódi és gyökeres változásra lenne szükség. Olyan változásra áhítózunk, mely biztosítja a hosszú távú kiszámíthatóságot és a hosszú távú fenntarthatóságot mind műszaki, mind gazdasági, mind humán területen. Igazi karácsonyi élethelyzet.

És innentől már nem is annyira a párhuzam továbbgondolása a cél vagy a lényeg, hanem inkább a nyitottság és a hit megőrzése. Ez a kettő lehet talán az a motiváció, mely segíthet befejezni ezt az évet és elkezdni az újat. Az elvárásaink és a céljaink egyértelműek és tiszták. Ezt senki és semmilyen „grémium” nem gondolhatja másképp: hosszú távon kiszámítható és fenntartható infrastruktúra a hozzá tartozó humán erőforrással és gazdaságos üzemeltetéssel. Ezen senki sem vitázik.

Legyen motivációnk a nyitottság és a hit, hogy hamarabb látjuk e célok teljesülését, mint hogy valamelyik aspektus véglegesen megsemmisülne!

Mi a Vízmű Panoráma Szerkesztőbizottságában nem tétlenkedünk. Ebben a számban nyíregyházi kollégánk tollából jelenik meg az első

lektorált írás, mely a biogáz-hasznosítás, a kimonodottan kommunális szennyvíziszapból származó biogáz-hasznosítás gazdaságossági határait taglalja.

Energetikával foglalkozik a következő cikk is. Általános körképet ad az erőművekről azok életciklus-szemléletű elemzésével. Érdekes olvasni, hogy energetikai oldalról megvizsgálva milyen értékelése van az energianövények termesztésének. Készülünk arra, hogy a következő számban ezt a kérdést vizsgáldokozási szempontból is bemutassuk.

A következő írásban a békéscsabai szennyvízvezető rendszer szagmentesítéséről olvashatunk.

Vissza az iskolapadba című rovatunk mostani számában a hálózati vízminőség-változás és annak kezelésének részleteivel ismerkedhetünk meg.

Rövid beszámolókat olvashatnak a 16. Ivóvízbiztonsági szakmai napról és a MaVíz Műszaki Bizottságának 2022. évben végzett munkájáról.

Az ügyfélszolgálati munkának nagyon fontos része a teljesítményértékelés, melynek egy jól működő példájáról olvashatnak interjút.

Mozgóképet is tartalmazó beszámolót közlünk az ideai szerelő- és ügyfélszolgálati versenyéről. A résztvevőknek, nyerteseknek ezúton is gratulálunk!

Önöknek pedig az év végi feladatok sikeres elvégzéséhez sok erőt, majd azt követően boldog karácsonyt kívánunk!

A következő évben pedig a nyitottság és erős hit kísérje Önöket!

Jó olvasást!



**DR. VERES
ZOLTÁN**

Nyírségvíz Zrt.
Szennyvíz-technológia
csoportvezető

vereszt@nyirsegviz.hu

KIVONAT Magyarországon a legelterjedtebb hagyományos eleveniszapos szennyvíztisztító telepek jelentős fölösiszap-mennyiséget termelnek. Az iszap biogázként való hasznosítása kézenfekvő megoldást jelenthet az üzemeltetőknek. A vizsgálat során kerestem az elméleti legkisebb szárazanyag-terhelésben (TDS) kifejezett szennyvíztisztító telepet, melynél a biogáz-hasznosítás gazdaságossá válik. Ismeretes, hogy a dinamikus költségelemzés segítségével kellően távoli időintervallumra lehet mértezeni a rendszer elemeit. A kalkulációban három üzemeltetési költségkategoriót határoztam meg: eszköz, karbantartás, működtetés; azonban a kezdeti beruházás összegét nem vettem figyelembe. A számítások eredményeképpen kaptam, hogy ezek közül a működtetésben szereplő áramköltségek, valamint az iszapkezelés adja a legfőbb hányadot. A kapott eredmények alapján a szennyvíztisztító telepeken a szárazanyag-terhelés szerint TDS-ben kifejezve megközelítőleg 1900 kg/nap értéken már egyértelműen megéri iszaprothasztókat alkalmazni. Ugyanakkor, figyelembe véve a helyi adottságokat, a paritásérték kisebb is lehet. Az eredményeket tovább árnyalják a magyarországi jogi lehetőségek, mert a keletkezett iszap minősítése alapján további jelentős tételek kerülhetnek az üzemeltetés tágabb keretein belülre.

KULCSSZAVAK biogáz, dinamikus költségelemzés, szennyvíziszap

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

Szennyvíziszap-biogáz hasznosítása határainak feszegetése

BEVEZETÉS

A szennyvíztisztító telepeken keletkezett fölösiszap hasznosításában mindig is nagy lehetőség volt (Juhász 2013). Mezőgazdasági értéke mellett az energetikai opciók sokasága áll rendelkezésünkre. A korábban meghatározott szennyvíziszap-hasznosítási stratégia szerint (Stratégia 2017) országos szinten új centralizált egységekkel kívánták hatékonyabbá tenni a meglévő egységeket. Az ismert adatok alapján kézenfekvő volt, hogy fejlesztések garmadája fog elindulni, ennek tükrében különösen nagy figyelem fordult a biogáz-hasznosításra is. Az anaerob rothasztás folyamata kellően ismert (Öllös 2010), integrálása a meglévő szennyvíztisztító rendszerekbe bevált fejlesztési irány, ugyanakkor kellő körültekintést igényel. A szennyvízben található energia kiaknázása optimálisabb a nyers előlépített iszaphoz a minél nagyobb önellátási hányad elérésének érdekében (Silvestre 2015). A centralizált, 100 000 LEÉ és afeletti szennyvíztisztító telepeknél kombinált hőszivattyúk beépítése is megfontolható bizonyos körülmények között, ezáltal javítva a kinyerhető extra hőenergia-tartalmat, nem megfelelően a számítások során az így csökkenthető CO₂-kibocsátásokról (Sanaye 2022). A decentralizált, kisebb telepeknél jellemzően a gazdaságos rothasztás elérését a plusz beszállított anyag ad hoc pótlásával igyekeznek elérni, azonban a víziközműrendszerek hosszú távú tervezésénél ezekre építeni rendkívül nagy kockázat. Az utóbbi években Magyarországon keletkező iszapmennyiség növekedést mutatott, köszönhetően a fokozatos fejlesztésnek, ezzel együtt pedig egyes régiók fajsúlya átalakult. A tervezett iszaphasznosítási centrumok méretei egybeesnek a kategorikusan alkalmassá tehető telepekkel. Sajnos a megváltozott gazdasági környezetfeltételek következtében nem sikerült befejezni az elképzeléseket. Nemzetközi számítások szerint 20 000 LEÉ alatt

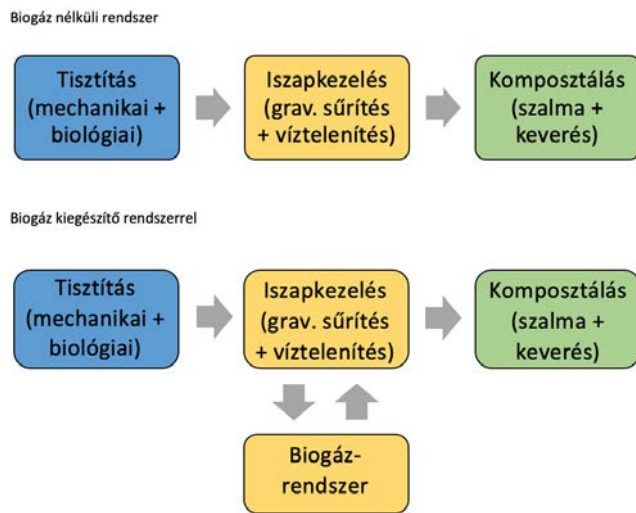
nem szabad rothasztótornyokkal biogázt előállítani csak azért, hogy feltétlen minimalizáljuk a külső hálózati energiafelhasználást (Svardal 2011). Ennek ismeretében szeretném végigvenni azokat a sárokszámokat, amikből kiderül a mai viszonylatban, hazánkban vajon mekkora az a biogáz hasznosításra alkalmas létesítmény legkisebb mérete, amit még gazdaságosan üzemeltethetünk.

MÓDSZERTAN

A számítás behatárolásánál ki kell emelni, hogy egy speciális szűk technológia közgazdasági racionalitását vizsgálom. Az elérhető modellek segítségével a szakemberek széles körű életciklus-számításokat képesek elvégezni a szennyvíziszapok kezelését illetően, és a kapott eredményeket interpretálják a már meglévő adatok tükrében. Más esetekben a rothasztótornyok által termelt energia előállítási költségét vizsgálják, illetve az üzemek megtérülési idejét határozzák meg években (Tsagarakis 2006). Ha szükséges, figyelembe veszik a társadalmi megtérülést és a szén-dioxid-kibocsátást is többek között, ezzel pontosítva a becslést. Ezzel szemben jelen kutatásban csak az energiamegtermeléshez szükséges gazdasági értékét keresem a tapasztalati úton rendelkezésre álló saját adathalmazból.

A szárazanyag-terhelés mennyiségben kifejezhető szám (TDS, kg/nap), ez adja meg a gazdaságosan üzemeltethető rothasztótornyok elméleti és szerencsés esetben gyakorlati legkisebb méretét. Ez az érkező szennyvíz mennyiség és BOI5 értékből számolható ki. Ehhez magyar forintra kell konvertálni az üzemelést befolyásolni képes feltételezhető költségeket. A víziközműrendszerek tervezhető hosszát 30 évben határozták meg, amit itt az iszapvonalra fogok alkalmazni. A jövőbeli események érték-korrektúrához a dinamikus költségelemzés tárgyköre

ad támpontot (Maszesz 2011.). A keresett fiktív szennyvíztisztító telepnek rendelkeznie kell előmechanikai, biológiai és utómechanikai fokozatokkal. A tisztítás során keletkező iszapmennyiséget az iszapkezelés vonalon kell kezelni. A szennyvíztelep tisztításra vonatkozó költségeivel jelen cikk keretében nem foglalkozom. Két úton kell végighaladni (1. ábra). Az egyikben helyben beékelek rothasztás biogázhasznosítási rendszert, a másikban pedig csak szimplán víztelenítem a keletkezett iszapot. Ezért fontos leszögezni, hogy két párhuzamos oldalon fog futni az elemzés, kiépített biogázzal (B), valamint biogáz nélkül (N).



1. ábra: Sematikus rajz a fiktív szennyvíztisztító telep párhuzamos számításához

Itt, Magyarországon speciális helyzetben vagyunk, mert a fejlett országok közé tartozunk, de ahhoz nem elég tőkeerősek, hogy a nulla pontban felmerülő építési költségeket is figyelembe vegyük. Az adat-sor öt darab szennyvíztelep alapjaira épül emelkedő sorrendben. A két

Telep	Szv Q	BOI ₅	TDS	Biogáz esetén		
	m ³	mg/l	kg/nap	VS tonna	Gáz m ³	kW
T1	2200	588	867	0,299	254	508
T2	4400	549	1618	0,558	474	949
T3	5672	700	2660	0,917	780	1559
T4	7000	600	2814	0,970	825	1649
T5	12 000	1250	10 050	3,465	2945	5891

1. táblázat: A kalkulációban részt vevő telepek alapadatai (szv Q: napi szennyvízmennyiség m³, VS tonna: illékony szárazanyag-tartalom)

legnagyobb telepnél már létező biogáz vonal adatai segítenek, és a biogáz nélküli verziót kell meghatározni. Míg a három kisebb telepnél a nem biogáz tény mellé kell a biogáz változatot számolni. A kiindulási alapértékek megtalálhatóak az 1. táblázatban.

Szükséges megemlíteni, hogy a T5 telep esetében a számítások összefüggése végett a lényegesen magasabb BOI₅ érték a vidéki szennyvíztelepekről beszállított, már egyszer levíztelenített, de ezen a telepen újra a toronyba feladott anyagmennyiség miatt van. A TDS-ből fakadó energianyereség valós származtatott értéket mutat a létező biogázos rendszer esetében.

Az iszapvonalhoz tartozó torony és gázmotor kiszolgáló egységek felújítási/pótlási értékek eszköz csoportba kerülnek (E). Tartalmazza a tapasztalati úton meghatározott futásteljesítmény és elavulásból adódó pótlásköltséget. Figyelembe kell venni a javasolt DFACIC 3%-os korrekciós értéket (diszkontfaktor egyedi költségekhez) a mindenkori felmerülés (akár többszöri) pillanatában, az alábbi eszközökre (várható élettartam évben kifejezve):

- fáklya (30),
- elősűrítő (15),
- szálprés (15),
- gázmotor (6),
- gáztartály (15),
- muncher (10),
- gázsűrítő (10),
- centrifuga (10).

A következő csoportba a karbantartáshoz (K) köthető nem teljes felújítás néven futó javítások kerülnek. Ez a rendszer egészére vonatkozható kis javítások, nagyjavítások, valamint a motorra külön vonatkozó javítási költségek a javasolt DFACS 3%-os korrekciós értékkel (diszkontfaktor egyenletes költségsorozatokhoz) 30 évre korrigálva.

Harmadik csoportba pedig a működtetéshez tartozó költségeket soroltam (M). Áram, polielektrolit, vas (kénmentesítéshez) és a keletkező iszapkezelés komposztálásköltsége (M). Javasolt a DFACSP 2% kamatláb és 3% diszkontláb (diszkontfaktor progresszíven növekvő költségsorozatokhoz) korrekciós értéket használni 30 éves idő távlatra. A megállapított diszkont- és kamatlábak egy alapvetően ideális állapotot feltételeznek.

EREDMÉNYEK ÉS JAVASLATOK ESZKÖZÖK

Az E csoportnál a B oldalon minden említett eszközt figyelembe kell venni a szükséges mennyiségben a megfelelő pótlási intervallumokkal. Ezzel szemben az N vonalon csak a szálprést és a centrifugákat. A centrifuga értékét ugyanakkor a rothasztás hiánya miatt nagyobb mennyiségi aránnyal szükséges növelni. A B oldalon viszont az elősűrítő működtetése közel arányosítható a centrifugával. Az arány a későbbiekben is vissza fog köszönni, és jelentősen megkönnyíti a számításokat.

Millió forint	T1		T2		T3		T4		T5	
	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N
Fáklya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elősűrítő	10	0	10	0	14	0	14	0	14	0
Szálprés	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Gázmotor	52	0	52	0	64	0	64	0	378	0
Gáztartály	15	0	15	0	19	0	19	0	19	0
Muncher	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0
Gázsűrítő	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Centrifuga	64	116	64	116	128	192	128	192	232	348
Összesen	165	127	165	127	249	203	249	203	667	359

2. táblázat: A biogáz és nélküli oldalak pótlási értékei millió forintban kifejezve 30 éves távlatban

Az öt szennyvíztelepre összesített felmerülő költségeket az E kategóriában a 2. táblázat tartalmazza. A telepek terhelési arányaival megegyezően kell a pótlási költségeket kiigazítani. Méretarányosan bizonyos eszközök (T1–T2; T3–T4) egy sávba esnek, de a T5 külön kategóriát képvisel. Míg bizonyos kiegészítő egységek fixek (gázsűrítő, muncher), és jelentős mértékben nem skálázhatók le, addig például a gázmotort és centrifugákat mint a legfőbb egységeket szükségszerűen muszáj. Sőt, utóbbi esetében kötelező is, mert a ki nem rothadt iszapmennyiségét ugyanúgy vízteleníteni kell. A nagyobb telepeknél ezt pluszgép beiktatásával megoldhatjuk, a kis telepeknél viszont nem lehet arányosan, ezért oda az N vonalra eleve nagyobb gépet nagyobb pótlási értékkel kell figyelembe venni. Ez a megoldás összességében gazdaságosabb, mint ha két kisebb gépet kellene pótolni.

KARBANTARTÁS

A K csoport összegének pontos behatárolása és skálázhatósága összetett. Az elméleti szétválasztásnál figyelembe kell venni, hogy a biogáz vonal esetében a meglévő gépészeti bonyolultság méretarányosan

nem változik számottevően. Mindenhova kell működtető egység, és ami el tud romlani, az el is fog. A kis javítások az apróbb mindennapos dolgokat tartalmazzák, amiket egyszerű, tervszerű megelőző karbantartási munkával végeznek. Szorosan összefügg azonban a nagyjavítással. Értéke az N vonalon a jelentősen több víztelenítés miatt növelt értéket tartalmaz, főleg T5 esetében (3. táblázat).

Ezt egészíti ki a nagyjavítás, ami csak B vonalon van. Ez alatt pl. toronykeverő-csere, hőcserélők javítása szerepel számottevő értékben, tervezett módon. T5-nél lesz a legjelentősebb, de a csökkenő terhelés következtében nem lehet kisebb értéket megadni T4–T1 esetében, révén a gépek darabszáma indokolja azok javítási szükségletét. Az N vonalon az emelt kis javítás értéke igyekszik kiegyenlíteni a nagyjavítások hiányát. T3–T1 méretarányban nagyjavítási költségek N vonalon nem állnak rendelkezésre. Ez szintén a növelt kis javítás irányába tolja a költségeket.

T1-nél eredendően az alacsonyabb munkaórák száma kevesebb a T2-es telephez képest, ez feltételezhető kevesebb meghibásodást, a nagy időtávlatban ezt nehéz megjósolni, és egy bizonyos szint alá nem lehet csökkenteni.

Millió forint	T1		T2		T3		T4		T5	
	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N
Karbantartás	30	45	30	45	39	60	39	60	39	100
Kis javítás	100	0	100	0	100	0	100	0	117	0
Nagyjavítás	50	0	50	0	73	0	73	0	199	0
Motorjavítás	50	0	50	0	73	0	73	0	199	0
Összesen	180	45	180	45	212	60	212	60	355	100

3. táblázat: Karbantartási költségek millió forintban biogáz és nélküli verziókban

A motoroknál sokkal egyszerűbben megadható a várható karbantartási költség. Méretük és üzemórájuk alapján a szervizgyakorúság tervezhető. Ezek alapján T1-nél szintén inkább felfele szükséges kerekíteni hasonlóan a korábban említett időtényező miatt.

MŰKÖDTETÉS

A felhasznált villamos energia esetében ki kell hangsúlyozni, hogy a számított értékek arra vonatkoznak, hogy mennyi a tényleges megvásárolni szükséges mennyiség napi szinten az egész telepre nézve (tisztítás + iszapkezelés). A kalkuláció idején még a 35 Ft/kWh bázisérték volt a mértékadó. A két vonal között különbség adódik maga a tornyok léte-

zésével és a kiegészítő pluszgépekkel (4. táblázat). Az N oldalon a centrifugák 50%-os növekedésével kellene számolni, ezt árnyalja az elősűrítő gép megléte. Áramfelvételben közel azonos értéket jelent, ezért itt az elhanyagolható. Ezt leszámítva még így is közel 10%-os többlet-villamosenergia kell a B vonal működtetéséhez, amit le kell vonni a termelés során kapott villamosenergia-haszonból. Említést érdemel, de nem került számolásra a nyert hőenergia. Ez a tornyok fűtését adja, és kellő odafigyeléssel még bizonyos szociális épületeknél is használható, ami a földgázváltást válthatja ki. Nyáron azonban a melegben vészhűtő alkalmazása lehet szükséges, megfordítva a mérleg nyelvét.

Millió forint	T1		T2		T3		T4		T5	
	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N
Működtetés	523	628	777	992	889	1277	688	1110	532	2232
Áram	82	82	158	158	200	200	214	214	543	543
Polle.	15	0	29	0	38	0	46	0	79	0
Vas(III)	81	123	151	229	249	377	263	399	940	1424
Komposztálás	701	833	1116	1379	1375	1854	1211	1723	2094	4199

4. táblázat: A működtetésnél felmerülő költségek becslése a biogáz és nélküli verziókban

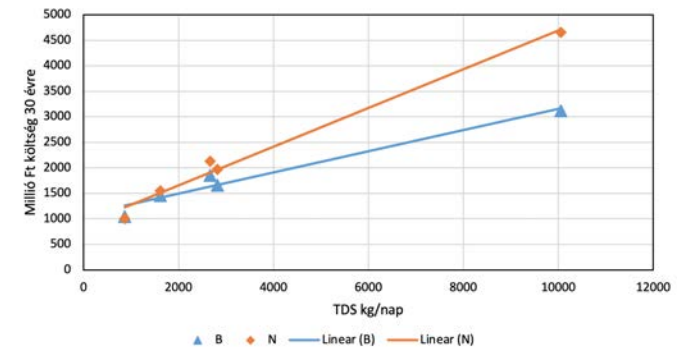
A tapasztalati úton gyűjtött információk alapján a polielektrolit felhasznált mennyisége egy szerencsés helyzetet teremt. Az elősűrítéssel és víztelenítéssel kapott fajlagos vegyszerfelhasználás szárazanyag tonnánként 3,4 kg és 10 kg rendre. Ez ugyanannyi vegyszerfogyást jelent, amennyiben elfogadjuk, hogy a tornyokban a biogázzá alakult szárazanyag-mennyiség egyharmada a teljes értéknek. Ebből fakadóan teljesen mindegy, melyik irányba billen a mérleg, azonos költséget kapunk. Ez feltételezhető e költségsor teljes figyelmen kívül hagyását.

A B vonalon lévő tornyokban szükséges kénmentesítés, ami ezeken a telepeken vas(III)-kloriddal számolva került értékelésre. A biológiai megoldást a saját tapasztalatok hiányában inkább nem kíséreltem meg megbecsülni.

Legvégül a komposztálás költségét kell tárgyalni. A mezőgazdasági viszonyok jelentenek kézenfekvő megoldást. Egyszerű fedett szalmás keverést feltételezve a bevitt munka függvényében hozzávetőlegesen ez 15 000 Ft szárazanyag tonnánként számot ad. A keletkezett mennyiség 50% többletet okoz az N oldalon, így a költsége is teljes mértékben ennek az aránya. A hazai helyzet miatt többletkomposzt áll rendelkezésre a szolgáltatóknál.

KÖVETKEZTETÉSEK

A három külön kategória egyesítése megadja a telepek terheléséhez kapcsolódó költségeket 30 éves intervallumban. Ahogy az elején szó volt róla, ez az üzemeltetésből fakadó költségek összehasonlítása. Az előzetes várakozás szerint az alsó tartományban metszi egymást a B és N vonal (2. ábra).



2. ábra: Összesített költségsorozatok T1–T5 telepeken biogáz és nélküli esetben

A számítások alapján T1-nél 4% veszteség keletkezik a biogáz vonalon. A következő T2-nél már 6% többlet figyelhető meg. T3–T4 esetében jól látható költségmegtakarítást eredményez, T5-nél pedig egyértelmű fölényrel rendelkezik a biogáz verzió. A felvett lineáris értékek metszési pontja 1051 kg/napi TDS értéknél található, ami egy technikai számnak tekinthető. A számolási becslések miatt a +10%-os költségmegtérülésnél, azaz körülbelül 1900 kg/nap TDS-nél nagyobb érték ad bizonyosságot. Azon a szinten már egyértelműen megjelennek az üzemeltetési költségek pozitív hatásai. A Magyarországon érvényben lévő általános csatornába bocsájtható szennyvíz megengedett BOI5 érték 500 mg/L (28/2004. [XII. 25.] KvVM) mellett a fentebbi két érték napi 3500+m³-t, valamint 5700+m³-t jelent. Mivel azonban minden telep más-más terhelést kap, ezért némiképp szerencsésebb a TDS kg/nap-ot figyelni. További támpontot adhat, ha lakosegyenértékbe váltjuk a fentebbi intervallumot, így ≈ 30 000 – 50 000 LEÉ-t kapunk. Osztrák példa szerint a 40 000 LEÉ feletti szennyvíztisztító telepeik zöménél már van kialakítva rothasztótorony iszapstabilizálásra és energiatermelésre (Nowak, 2014), ami átvittetve a jelen számolásba hozzávetőlegesen 1500 TDS terhelést, 4500 m³ napi szennyvízmennyiséget és +5% költségelőnyt feltételez.

A dinamikus költségelemzés rendhagyó része az érzékenységi vizsgálat. A számítások eredeti forrása a korábbi évek relatíve kiszámítható költségéből indult ki. Az energiaválság miatt a korábbi évekhez képest, minimum két és félszeres villanyáram-emelkedés mellett, akár jelentősen kisebb telepeken is megérheti a biogázos rendszer kialakítása, figyelembe véve a helyi körülményeket. Az ebből fakadó spekulációt azonban a jelen cikk nem kívánja feltárni.

JOGI KERETEK ADTA LEHETŐSÉGEK

A közgazdasági hasznosság csak akkor képes megtérülni, ha a jogi környezeti feltételrendszer nem terel kényszerpályára bizonyos részegységeket. Ma Magyarországon a szennyvíziszap hulladékként jelentős hátrányban van a már terméké minősített komposzttal szemben. A hulladéktól mindenki szabadulna, a termékért pedig érte jönnek, mert korlátozás nélkül használható. A mezőgazdaságban hasznosítható „hulladék” elhelyezése a termőföldekre megköveteli monitoringrendszer kiépítését, talajvizsgálatok elvégzését, engedélyeztetést, valamint a kiszállítás is saját költségként jelenik meg. A fent számolt 10 050 kg/nap TDS nagyságrendű telepnél érdemes megvizsgálni, hogy mi történhet a későbbi költségekkel, ha tovább bontjuk, és az iszapot minőség szerint terméké vagy hulladékká alakítjuk. Termék esetében a nagyobb fajlagos előállítás költsége figyelembevételre került, de bevétel is keletkezik. Míg hulladék esetében az összes plusz terhelő költség lesz. Ezt foglalja össze az 5. táblázat a már korábban számolt tételekkel. A könnyebb összehasonlíthatóság miatt ismét a 30 éves periódus kerül meghatározásra.

Millió Ft	N termék	N hulladék	B termék	B hulladék
<i>TDS kg/nap</i>	10 050	10 050	6633	6633
Áram	2232	2232	532	532
Polie.	543	543	543	543
Vas(III)-Cl			79	79
Komposzt	1614	1424	1880	940
Eszköz	359	359	667	667
Karbantartás	100	100	355	355
Kihelyezés		932		621
ΣKiadás	4858	5600	4063	3744
Bevétel	275		182	
Összesített	4583	5600	3881	3744

5. táblázat: A víztelenített iszapok továbbhasznosítási költségeivel hulladék-termék, biogáz és nélküli esetekben

Jól látszik a biogáz hasznosításában rejlő potenciál. A mezőgazdaságra berendezkedett országokban egyértelmű előnyt jelent a komposzttermék előállítása. Egy korábbi nemzetközi életciklus-vizsgálat szerint (Righi 2013) a decentralizált területek szennyvíziszap-kezelésére 40 000 LEÉ esetében az anaerob rothasztás és komposztálás már fenntartható megoldást kínál. A hosszú távú ellátási igény egyre inkább kiszorítja a látszólag rövid távon olcsóbb, hulladékként történő felhasználást. Az iszapstabilizáció következtében a TPH és más toxikus maradékanyagok jelenléte csökkenthető (Hoang 2022). Az erősen iparosodott régiókban viszont, ahol részben megvalósult a körforgásos gazdálkodás, érdemes az iszapot primer állapotában éghető hulladékként kezelni. A benne rejlő energia optimális kiaknázása kulcsfontosságú. A szerves anyag biogázzá alakítása körülményes, ahogy az iszapégetés is. A potenciálisan hozzáférhető energiatartalom viszont nagyobb.

Egy ideális környezetben, ahol a szennyvíztisztító telep és a települési hulladékégető erőmű egy kilométeres közelségben van egymástól, ott a vegyes égetés adja a legköltséghatékonyabb és fenntarthatóbb energia- és melegvíz-szolgáltatást (Nakatsuka 2020). A meglévő centralizált telepeket érdemes tovább bővíteni energiahatékonyabb javító modulokkal úgy, mint szolár szárítás, napelempark, éjszakai energiatároló NAS-egységek, vagy akár a távozó vízre telepített generátorok; mert jelentős áttörést kombináltan képesek hozni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat folyamán számításra kerültek a szennyvíztisztítás során keletkező iszapmennyiség feldolgozásából fakadó költségösszegek 30 éves intervallumra biogáz, illetve biogáz nélküli változatokban. A rendelkezésre álló és kalkulált értékek hosszú távú becslése a szerteágazó paraméterek miatt egy általános képet alkot. Szárazanyag-terhelésben kifejezett technikai érték szerint $\approx 1050\text{--}1500$ kg/nap között 0–5% költségelőny kapható. Ez a víziközmű-szolgáltatásban valós megtérülési kockázatot jelent. Ezt meghaladva $\approx 1500\text{--}1900$ kg/nap értéknél 5–10% előny keletkezik a biogázrendszerek üzemeltetésében, ezen túlmenően pedig egyértelműen ajánlható. Az iszap további kezelésénél, a jelentős mezőgazdasági területek miatt, érdemes a komposzttermék felé billenni. Ezzel társadalmilag is egy felelősegteljesebb döntést hozhatunk a hulladékkal szemben.

IRODALOMJEGYZÉK

- 28/2004. (XII. 25.) KvVM-rendelet 4. számú melléklet. A közcatornába bocsátható szennyvizek szennyezőanyag-tartalmának küszöbértékei.
- Hoang Son A., Bolan N., Madhubashani A.M.P., Vithanage M., Perera V., Wijesekara H., Wang H., Srivastava P., Kirkham M.B., Mickan Bede S., Rinklebe J., Siddique Kadambot H. M. (2022): Treatment process to eliminate potential environmental hazards and restore agronomic value of sewage sludge: A review. *Environmental Pollution*. 2022. évi 293. kiadvány. Cikkszám: 118564.
- Juhász E. (2013): Települési szennyvíziszapok kezelése. Budapest. 164. o.
- MaSzEsz: Magyar Szennyvíz Technikai Szövetség (2011): Dinamikus költségelemzés. Módszertani útmutató víziközmű-beruházások költséghatékonysági vizsgálatához. Budapest. 121. o.
- Nakatsuka N., Kishita Y., Kurafuchi T., Akamatsu F. (2020): Integrating wastewater treatment and incineration plants for energy efficient urban biomass utilization: A life cycle analysis. *Journal of Cleaner Production*. 2020. évi 243. kiadvány. Cikkszám: 118448.
- Nowak O., Enderle P., Varbanov P. (2014): Ways to optimize the energy balance of municipal wastewater systems: lessons learned from Austrian applications. 2014. *Journal of Cleaner Production*. 2014. évi 88. kiadvány. 125–131. o.
- Öllős G., Oláh J., Palkó Gy. (2010): Rothasztás. Magyar Víziközmű Szövetség gondozásában. Budapest. 1109. o.
- Righi S., Oliviero L., Pedrini M., Buscaroli A., Casa C. D. (2012): Life Cycle Assessment of management systems for sewage sludge and food waste: centralized and decentralized approaches. *Journal of Cleaner Production*. 2013. évi 44. kiadás. 8–17. o.
- Sanaye S., Yazdani M. (2022): Energy, exergy, economic and environmental analysis of running integrated anaerobic digester-combined heat and power system in a municipal wastewater treatment plant. *Energy Reports*. 2022. évi 8. kiadvány. 9724–9741. o.
- Silvestre G., Fernández B., Bonmati A. (2015): Significance of anaerobic digestion as a source of clean energy in wastewater treatment plants. *Energy Conversation and Management*. 2015. évi 101. kiadvány. 255–262. o.
- „Stratégia 2014” Konzorcium (2017): Szennyvíziszap-kezelési és -hasznosítási Stratégia 2018–2023. Országos Vízügyi Felügyelőség megbízásából. 2017. Budapest. 148. o.
- Svardal K., Kroiss H. (2011): Energy requirements for waste water treatment. *Water Science & Technology*. 2011. évi 64/6 kiadvány. 1355–1361. o.
- Tsagarakis K. P., Papadogiannis Ch. (2006): Technical and economic evaluation of biogas utilization for energy production at Iraklio Municipality, Greece. *Energy Conversation & Management*. 2006. évi 47. kiadvány. 844–857. o.

ABSTRACT The most widespread conventional activated-sludge wastewater treatment technology in Hungary generates enormous amount of excess sludge. Utilizing the biogas from the excess sludge is a straightforward solution for the waterworks. In the study, I am looking for the theoretically smallest treatment plant capacity expressed in total dry solids (TDS), at where the biogas utilization becomes economical. With the help of dynamic cost analysis, it is possible to plan the treatment plant on the desired timeline. In the calculations, I have defined three different cost category: tools, maintenance, operation, where the initial construction cost are excluded. As a result of the calculation, from these categories, the electricity and excess sludge processing cost within the operation cost has a significant portion. According to the current calculation, treatment plants with 1900 kg/day as TDS load could beneficially adopt sludge digestion. However, evaluating the local possibilities, the parity value of pro/con might get even lower. Moreover, the Hungarian law environment further adjusts the results, because depending on the quality of the processed excess sludge additional operational costs could occur.

KEYWORDS biogas, dynamic cost analysis, sewage sludge



DR. VERES ZOLTÁN TIBOR PHD

Nyírségvíz Zrt.,
szennyvíz-technológiai csoportvezető
– 2016. szeptember 1-től

Környezetkutató végzettségét 2008-ban szerezte meg, az élővizek megfelelő védelme érdekében a szennyvíztisztítás megoldásait tanulmányozta. 2016-ban PhD tudományos fokozatot szerzett, célzottan kutatta a szennyvíztisztítási technológiák által adható válaszokat a környezeti feltételrendszerekben. A cégnél üzemeltetett több mint 30 szennyvíztisztító telep megfelelő beállításában lát el feladatot különálló laborok irányításával közvetlen mérésekre alapozva. Elkötelezett a nemzetközi és hazai újítások mellett, hisz a szakma összetartó erejében. A megfelelő technológia alkalmazásával egyértelmű gazdasági és társadalmi hasznot lehet hajtani.



Csővezeték hálózatok

- ▶ tisztítása rugalmas tisztító elemekkel
- ▶ vizsgálata ipari televíziós berendezésekkel
- ▶ feltárásnélküli felújítások:
 - helyi javítások: tokoknál, becsatlakozásoknál és repedéseknél
 - béleléses eljárások:
 - helyszínen kikeményedő béléscsővekkel
 - spiráltekeresztelt béléscsővekkel
 - alakváltozó béléscsővekkel



csővizsgálat
pipe inspection



csőtisztítás
pipe cleaning



no-dig csőfelújítás
no-dig pipe renovation



tanácsadás
support

agripipe.com



DR. KORÉNYI ZOLTÁN

címzetes egyetemi docens

korenyi.zoltan.3@t-online.hu

KIVONAT Napjaink sürgető kérdései közé tartozik az ember ökológiai lábnyomának a csökkentése. Jólétünk forrásait Földünk természeti kincsei biztosítják, amelyeket az emberi hozzáadott érték tesz fogyaszthatóvá. A növekedés vezérelt gazdaságok alapja, hogy jövedelmeink meghaladják az emberi szükségleteinket, így megtakarításaink keletkeznek. Ezek teszik lehetővé a termelés bővítését, a gazdasági növekedést. Jólétünk tehát két erőforráson alapszik: az egyik Földünk természeti kincsei, a másik az emberi hozzáadott érték.

Erőműveink megépítéséhez a bányászat és a feldolgozóipar nyersanyagokat és alapanyagokat biztosít. Az erőművi beruházások finanszírozásának alapját pedig (elvileg) a megtakarításainkat kezelő bankok biztosítják.

A jelen dolgozat célja, hogy erőműveinkre egy olyan életciklus alapú, átfogó komplex értékelési módszertant mutasson be, amelynek műszaki, gazdasági, ökológiai és humanoid szempontjaival számszerűsíthető a természeti és emberi erőforrásaink felhasználásának hatékonysága is.

KULCSSZAVAK erőmű, életciklus, érdekhordozók, fajlagos költségek, GNI, terület- és anyagigények, EROEI

AKTUÁLIS

Erőművek életciklus alapú komplex értékelése

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése céljából, a megújuló energiából származó villamos energia kötelező átvételéről és ártámogatásáról a világon először Németország hozott törvényt 1991-ben. Ezt több európai ország követte. Az Európai Unió 1998-ban a villamosenergia szolgáltatásban – jogilag szétválasztva a termelést, a hálózat üzemeltetését és a kereskedelmet – versenypiaci szabályokat vezetett be. Az EU-ban kettészelték az „árampiaci tortát”: egy szabad versenypiaci részre és egy megújuló energia alapú, nem versenypiaci, államilag előnyben részesített szegmensre. A fosszilis tüzelőanyagú erőművek a csökkentett versenypiaci „tortaszélet” mellett, a CO₂-kvótákkal további költség-terhet kaptak. A kitűzött cél: a fosszilis tüzelőanyagok visszaszorítása.

Ez a politika által létrehozott „kettős piac” számos ellentmondást vitt be a villamosenergia-szolgáltatásba. Az „egyenzi-lárdtságú” rendszerfejlesztés műszaki követelményeit figyelmen kívül hagyó, szél- és naperőművek erőltetett tömeges beépítése számos elhallgatott, ellátási biztonságot is veszélyeztető és a 2021. évi drasztikus áremelkedésekhez is hozzájáruló problémát okozott. Sajnos a közmédia nagymértékben hozzájárult ahhoz, hogy az új technológiák esetében egyoldalúan, csak az előnyös tulajdonságokról legyen szó. A közjót szolgáló, komplex megközelítésű, rendszerszintű szakmai értékeléseket inkább elhallgatták. A szerző jelen cikke, felhasználva a korábbi dolgozatokat [11], [13] újraértékelve és tovább gondolva azokat, átfogó összeggést mutat be a sokszempontú értékelési rendszerről. A felhasznált nemzetközi adatbázis leírását és értékelését a [13] tudományos publikáció tartalmazza.

*Dr. Korényi Zoltán cikkének eredeti változata magyar nyelven a Magyar Energetika szaklapban jelent meg: **Erőművek életciklus alapú komplex értékelése, Magyar Energetika 29 (2) 2–14 (2022).***

Az erőművek „előéletét”, működési élettartamát és „utóéletét” is magába foglaló teljes életciklus (Life Cycle Assessment, LCA) időhorizontja a „bölcstől a sírig” tart. Kezdődik a bányával, folytatódik a kohóval, a szállítással, a gyártással, az építéssel, a szereléssel át az üzembehelyezésig. Hozzáadva továbbá az üzemidő alatti karbantartások és felújítások, majd a végén a lebontás, az ártalmatlanítás és az újrahasznosítás energia- és pótlólagos anyagigényét is. Az LCA módszertanát szabványosították: ISO 14040, ISO 14041, ISO 14043, ISO 14044.

A KOMPLEX ÉRTÉKELÉS DEFINÍCIÓJA

Az erőműveket a „hasznosság és következmények” gyűjtőfogalma alatt 15 szempont szerint, és 5 érdekhordozó szemszögéből vizsgáljuk (1. táblázat). A 15 szempont négy kategóriába sorolható: A): műszaki; B): gazdasági; C): ökológiai és D): humán kategória. Az I., II., III., IV., és V. jelű érdekhordozók (érdekeltek) szerepe alapvető jelentőségű, mert ők a döntéshozók. Ők fizetik a költségeket, övük a kockázat és az „eredmény” is. Egy kivétel van: a Föld, mert bolygónknak nincs számonkérhető, személyes felelősséggel bíró képviselője. Az érdekhordozók mérlegelési szempontjából „nagyon fontos” (n. fontos) és „fontos” jelzőket használjuk. Természetesen az egyes érdekhordozók, adott esetben a saját érdekeiket másképpen is súlyozhatják.

AZ ÉRDEKHORDOZÓK BEMUTATÁSA

Az erőművek beruházási, üzemeltetési majd a lebontási és az azt követő ártalmatlanítási szakaszában az 1. táblázat szerinti érdekhordozók

Kat.	Sorszám	SZEMPONTOK	Dimenzió	ÉRDEKHORDOZÓK (érdekeltek)				
				I. Fogyasztó	II. Gyártó	III. Befektető	IV. Magyarország	V. Földünk
A). MŰSZAKI	(1).	Rendelkezésre állás, r	%	n. fontos	fontos	n. fontos	n. fontos	
	(2).	Hatásfok, η	%		fontos	fontos	fontos	fontos
	(3).	Rugalmasság	MW/perc			fontos		
B). GAZDASÁGI	(4).	Primer energia árkockázat	EUR/MWh	fontos	fontos	n. fontos	fontos	
	(5).	CO2 költségek kockázata	EUR/t			n. fontos	fontos	
	(6).	Fajlagos pénzfelhasználás beruházásra	EUR/MWh		fontos	fontos	fontos	
	(7).	Megvalósítási idő	év			n. fontos	fontos	
	(8).	Villamosenergia ár	EUR/MWh	n. fontos		n. fontos	fontos	
	(9).	Versenypésség	EUR/MWh		n. fontos	n. fontos	fontos	
	(10).	Jövedelemtermelés, GNI	Mrd. HUF			n. fontos	n. fontos	
C). ÖKOLÓGIAI	(11).	Földterület felhasználás	m ² /GWh				fontos	n. fontos
	(12).	Anyagfelhasználás	kg/MWh		fontos		fontos	n. fontos
	(13).	Környezetterhelés, kibocsátások	mg/kWh, g/kWh				n. fontos	n. fontos
	(14).	Újrahasznosíthatóság	-				fontos	n. fontos
D). EGÉSZSÉGÜGYI	(15).	Emberi egészségkárosodás (elvesztett életevek) (Years of Life Lost, YOLL); [év/TWh]	év/TWh	fontos			n. fontos	

1. táblázat. Erőművek komplex értékelésének mátrixa

(érdekeltek) motivációja és magatartása különböző, mert más-más érdekek vezérik őket. Vegyük sorba ezeket.

- I. Energiafogyasztók.** Alapvető érdekük, hogy a vásárolt villamos energia ára minél alacsonyabb legyen és a szolgáltatás magas színvonalon történjen. Elvárásai a megbízható szolgáltatás, a megbízható rendelkezésre állás és a garantált fizikai paraméterek (frekvencia, feszültség).
- II. Berendezégyártók.** Termékeikkel versenyben kell helytállniuk úgy, hogy az értékesítés minél magasabb áron történjen és a garanciális kötelezettségeiknek eleget tudjanak tenni. Rövid távú (1-3 év) szerződéses kötelezettségeiken túl érdekük a teljes élettartam alatt az erőmű rendelkezésére állni (pl. tartalék alkatrészek).
- III. Befektetők** (energiaszolgáltatók). Az erőművekbe befektetett tőke megtérülése hosszabb távú (általában 10 év fölött), ezért érdekeltek az ügyfelek megbízható, hosszútávú megtartásában. A szolgál-

tató a magasabb árban, a vevő az alacsonyabb árban érdekelt. Ezen ellentétes érdekek miatt a szolgáltató cégeinél a folyamatok és a technológiák állandó fejlesztésére és optimalizálására van szükség.

- IV. Magyarország,** mint állam, felelős a területén élő állampolgárainak a jólétéért, egészségéért, az ország természeti kincseiért, a területén működő cégek és intézmények nyugodt és biztonságos működésért, beleértve a kedvező árú és magas rendelkezésre állású villamos energiát is. Az ehhez szükséges költségeket az állam adókból, saját gazdálkodásból és más díjakból fedezi. Alapvető érdeke az ország pozitív pénzügyi mérlege. Ennek mérőszáma a Nemzeti Jövedelem (GNI, Gross National Income), amely a GDP-ből származtatott mutató:

$$\text{GNI} = \text{GDP} + (J_{\text{be}} - J_{\text{ki}})$$

ahol:

J_{be} = külföldről bejövő jövedelmek;

J_{ki} = külföldre kiáramló jövedelmek.

Az ország érdeke, hogy a GNI nagyobb legyen, mint a GDP, vagyis $(J_{\text{be}} > J_{\text{ki}})$ egyenlőtlenség teljesüljön. Ehhez növelni kell az exportot és csökkenteni a függőséget is jelentő importot (pl. földgáz-, villamos energia, alkatrészek és más eszközök). Fontos a hazai hozzáadott érték előállítására. Ehhez erősítendő a hazai K+F+I tevékenység, a hazai termékek és szolgáltatások hazai tulajdonú cégek által történő előállítása. Az ország kiemelkedően fontos érdeke, hogy a projektek finanszírozása minél nagyobb mértékben hazai tulajdonú bankokból történjen és az energetikai szolgáltatás minél nagyobb arányban hazai tulajdonban legyen. Ezzel is csökkenthető a pénzeszközök kiáramlása az országból.

- V. Földünk** (mint élőhelyünk). A véges méretű földgolyónkból egyre növekvő számú lakosság szeretne egyre növekvő életszínvonalon, egyre többet kivenni (élelem, ivóvíz, növény és élővilág, nyersanyagok, energiahordozók stb.). Sajnos az ember ezzel egyidejűleg egyre nagyobb mennyiségű hulladékot is „termel”. Ezért az erőművek esetében is fontos a „természetfogyasztás” számszerű ismerete, ellenőrzése és az újrahasznosítás megvalósítása (körkörös gazdaság).

Az egyes érdekhordozók érdekei nem esnek egybe, sőt a legtöbb esetben azok ellentétesek. Mindenki a saját célrendszere alapján, a saját szempontjai szerint elemez, optimalizál, értékkel és dönt. A szakember kötelessége az összehasonlító jellemzők kiszámítása és korrekt bemutatása.

A tisztesség parancsa: Mindig mondjuk meg, kiknek az érdekeit képviseljük!

A „HASZNOSSÁG ÉS KÖVETKEZMÉNYEK” TIZENÖT SZEMPONTJA

Vizsgáljuk meg részletesebben az 1. táblázat függőleges oszlopában felsorolt, 15 pontban összefoglalt műszaki, gazdasági, ökológiai és humán kategóriák részleteit.

MŰSZAKI KATEGÓRIÁBAN

Egy erőmű számos fontos műszaki paraméterrel rendelkezik, de itt csak az érdekhordozók (Magyarország esetében a MAVÍR-t is beleértve) szempontjából kiemelkedően fontos három jellemzőt vizsgáljuk (2. táblázat).

Sorszám	Erőművek fajtái	Rendelkezésre állás, r	Hatásfok, η	Rugalmasság
		%		MW/perc
1.	Szélpark - szárazföldön (20-50 MW)	22-25	20-30	időjárásfüggő
2.	Naperőmű - tetőn (5-10 kW)	10-13	5-22	időjárásfüggő
3.	Naperőmű - szabadterén (10-30 MW)	12-15	10-25	időjárásfüggő
4.	Biomassza tüzelésű (20-30 MW), (faapríték)	75-80	28-30	$\approx 1,0$
5.	Vízenergia - folyami duzzasztással	55-60	80-90	szivattyús tározó: 2000-3000
6.	Barnaszén erőmű (600-800 MW)	75-80	32-42	kazánados: $\approx 1,5$
7.	Feketeszén erőmű (800-1000 MW)	75-80	35-45	kazánados: $\approx 1,5$
8.	Kombinált ciklusú erőmű (500 MW)	85-88	50-61	15-25
9.	Atomerőmű (1000-1600 MW)	90-93	34-38	1,0-1,5

2. táblázat. Erőművek műszaki jellemzői

(1) A rendelkezésre állás (r) – lásd 2. táblázat

Az ellátásbiztonság szempontjából, a villamosenergia-rendszer tervezhető üzemviteléhez legfontosabb a megbízhatóság, a kiszámítható rendelkezésre állás. A hagyományos erőművek, továbbá egyes megújuló alapú technológiák (biomassza, hulladéktüzelésű, geotermikus és vízenergia) üzem napi szinten és középtávon is jól tervezhető. Az időjárásfüggő nap- és szélerőművek meteorológiai előjelzések alapján adnak menetrendi prognózist. Ennek a pontossága javul ugyan, de az időjárás változékonysága, az átvételi kötelezettség és a nem szabályozott teljesítményük miatt a rendelkezésre állásuk szakaszos és bizonytalan.

Az időjárás-, a napszak- és évszakfüggő naperőművekhez azt is tudnunk kell, hogy Magyarországon az esztendő napfényes időtartamának az aránya 25%. Vagyis naperőművek esetében 75%-ban másfajta forrásnak kell rendelkezésre állnia. A szélerőműveknél kedvezőbb a helyzet, mert az év kb. 80%-ában fúj a szél. Árnyalja a helyzetet, hogy a szélekrekel teljesítménye a szélsébség harmadik hatványa szerint változik, továbbá az a tény, hogy a szélerőművek minimális indítási szélsébsége 2,5-3 m/s, valamint viharos szél esetén (>25-30 m/s) leállítják őket.

Előfordulnak többnapos, egybeesően napfénymentes és szélmentes időszakok is, Németországban az eddigi tapasztalatok szerint ez évente 3-4 hét („Dunkelflaute”). Ekkor 100%-ban más forrásoknak kell biztosítaniuk a fogyasztói igényeket. A szakaszosság és a rapszodikus rendelkezésre állás költségnövelő következménye, hogy a rendszer-

irányítónak $r = 0$ esetére gondoskodnia kell tartalék erőmű kapacitásokról. Ezek fenntartása extra finanszírozási terhet és üzemviteli költségeket jelent. A változó részterhelések rontják a hatásfokot, a gyakori leállítások és indítások meggyorsítják a berendezések elhasználódását, megnövelve ezzel a karbantartási költségeket, valamint módosíthatják a tervezett karbantartások időrendjét is. A jelenlegi teljesítménykiigyeztítési igény a jövőben akkor csökkenhet, ha az új villamosenergia-tárolási technológiák (hidrogén, akkumulátorok stb.) piacéretté válnak (becslések szerint 5-10 éven belül). Tegyük hozzá, hogy ezen megoldások életciklus szintű ökológiai lábnyoma kedvezőtlen, az élettartam szintű költségei pedig magasak.

Meg kell még említeni azt is, hogy az időjárásfüggő nap- és szélerőművek megjelenése többletköltségekkel jár új kihívást jelent a villamos hálózatok számára is. Új üzemviteli problémát jelent az is, hogy a nagy forgó tömegű gőzturbina-generátor egységek tehetetlenségének hiánya megnehezíti a frekvenciatartást.

Az utóbbi idők krízishelyzetei (pénzügyi válság, Covid-19, az orosz-ukrán háború) rámutattak arra is, hogy az ellátásbiztonságot a globális és regionális értéklánc megszakíthatósága (pl. alkatrész, nyersanyag, primer energia), vagy a piaci torzulások is veszélyeztethetik.

(2) Energiaátalakítási hatásfok (η) – lásd 2. táblázat

A hagyományos erőművek esetén a hatásfoknak óriási jelentősége van, mert meghatározza az elfogyasztott tüzelőanyagok mennyiségét és a kapcsolódó CO₂ kibocsátást, ezzel az üzemeltetés költségét is. A nap- és szélerőműveknél, értelemszerűen nincsenek tüzelőanyag költségek. Nincs szükség CO₂ kibocsátási egység megvásárlására sem. Nincs károsanyag kibocsátás, kéményekre sincs szükség. Az időjárásfüggő erőművek miatti rendszerszintű kiegyenlítő szabályozás a tartalékerőműveknél folyamatosan változó részterhelést, valamint gyakori indítást-leállítást igényel, amelyek rontják a hatásfokot, vagyis a megnövelik a tüzelőanyagfogyasztást és a CO₂ kibocsátást.

(3) Rugalmasság – lásd 2. táblázat

Az időjárásfüggő erőművek teljesítményváltozása rapszodikus, sok esetben rendkívül gyors a teljesítményváltozásuk sebessége. Hirtelen lépnek fel teljesítményhiányok, és hirtelen jelennek meg teljesítménytöbbletek. A rendszerszintű csereteljesítmény menetrend érdekében megnőtt azoknak az erőműveknek a jelentősége, amelyek képesek ezekre a változásokra gyorsan reagálni. Ezt jelzi a rugalmasság fogalma, amelyet a MW/perc teljesítményváltoztatási sebességgel jellemezünk. A rugalmas erőművek a rendszerszintű kiegyenlítési szolgáltatással kedvező bevételekre tehetnek szert. A rugalmassági kategóriába tartozik a tartalék erőművek indítási sebessége (ideje) is.

A 2. táblázatban a feketeszén és a barnaszén tüzelésű erőművek 1,5 MW/perc értéke a régebbi típusú kazánados szerkezetű gőzfejlesztőkkel rendelkező erőművekre vonatkozik. A kazánados nélküli kényszerátáramlású kazánok esetén ez az érték lényegesen nagyobb lehet. Vízenergia esetében pedig csak a nagy szintkülönbséggel rendelkező, kiemelkedően gyors terhelésváltoztatásra képes vízturbinára adunk meg tájékoztató jellegű adatot.

GAZDASÁGI KATEGÓRIÁBAN

Ebben a fejezetben az erőművek költségeit, a megvalósítási időigényeket, a versenyképességet, a jövedelemtermelő és a tőke megtérülést biztosító tényezőket tekintjük át.

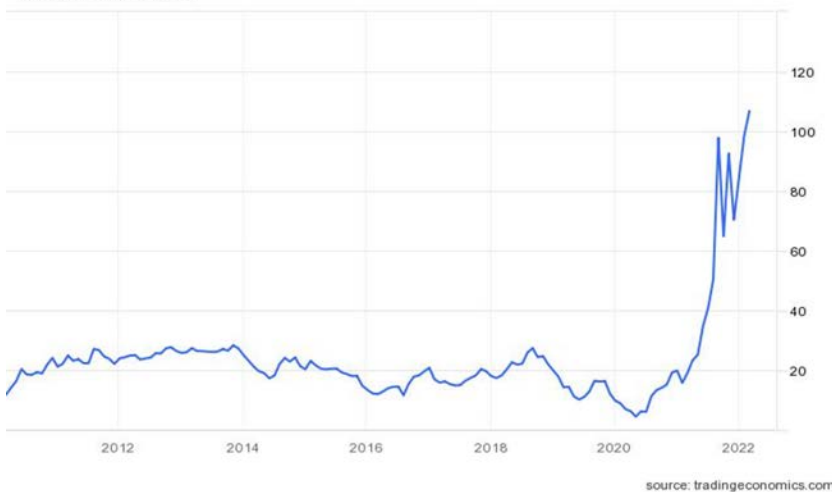
Sorszám	Erőművek fajtái	b	τ	i	f_p	$k_{töke}$	Megvalósítás
		millió EUR/MW	h/a	a	EUR/MWh		év
1.	Szélpark – szárazföldön (20-50 MW)	1,3	2200	25	24	41,9	2-4
2.	Naperőmű - tetőn (5-10 kW)	1,1	1000	30	37	71,6	0,5
3.	Naperőmű - szabadterén (10-30 MW)	1	1100	30	30	59,1	2-4
4.	Biomassza tüzelésű (20 MW) (faapr.)	3,5	7000	30	14	27,9	4-6
5.	Vízenergia - folyami duzzasztással	4	5000	60	12	37	5-10
6.	Barnaszén erőmű (600-800 MW)	2	7000	35	8	17,4	8-11
7.	Feketeszén erőmű (800-1000 MW)	1,8	7000	35	7	15,7	7-10
8.	Kombinált ciklusú erőmű (500 MW)	1	7500	30	6	11,3	5-8
9.	Atomerőmű (1000-1600 MW)	5	8000	60	10	33	15-25

3. táblázat. Erőművek értékelésének bemeneti adatai és pénzkiszárlási hatékonysága

(4) Primer energia árkokázat – lásd 1. ábra

A Covid-19 járvánnyal összefüggő gazdasági leállás, majd a 2021. évi fellendülés, valamint az ezeket követő 2022. február 24-én kezdődött váratlan orosz-ukrán háború olyan drasztikus áremelkedéseket hozott, amelyek kezelése nemcsak az európai energetikában, hanem a világszinten is óriási kihívásokkal jár. A korábban csak elméletben tanított kockázatkezelések most minden elképzelést felülmúló mértékű gyors gyakorlati beavatkozásokat kényszerítenek ki. Az 1. ábrán látható, hogy 2010-2020 között a földgáz nagykereskedelmi ára 20 EUR/MWh_{th} középvonal mentén ± 40%-os sávban ingadozott. A drasztikus áremelések nyomán felszaladt 70-100 EUR/MWh_{th} tartományba. A nagymértékben földgáz importra szoruló országok ezzel nehéz helyzetbe kerültek. Ez egyben figyelmeztető jelenség is azoknak, akik túlzott mértékben építenek időjárásfüggő erőműveket, amelyek kiegyenlítő szabályozását gázturbinás, vagy kombinált ciklusú erőművekkel szándékoznak megoldani.

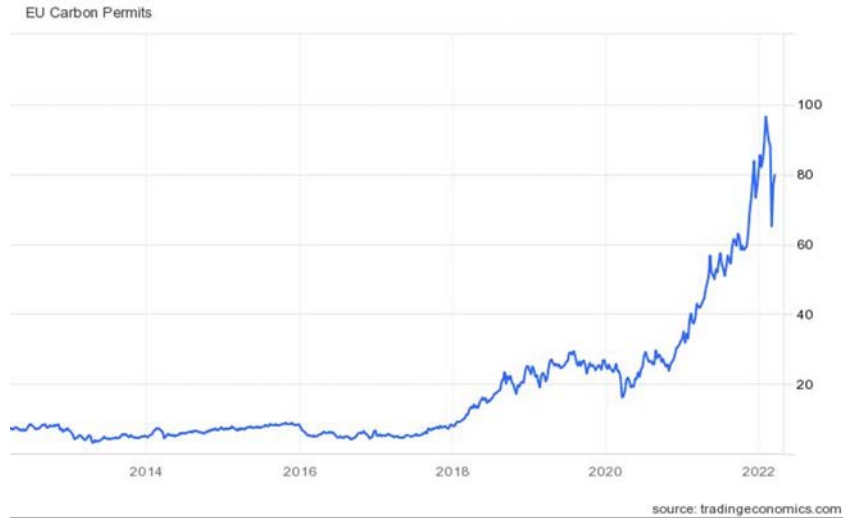
Natural Gas EU Dutch TTF



1. ábra. A földgáz ára a holland TTF tőzsdén (2022. márc. 14-ig), EUR/MWh_{th}

(5) A CO₂ kibocsátási egységek ára – lásd 2. ábra

Az Európai Unió kibocsátási egység kereskedelmi rendszerében (European Union Emissions Trading System, EU ETS) a fosszilis tüzelőanyagú erőművek csak akkor üzemelhetnek, ha szén-dioxid kibocsátására feljogosító kibocsátási egységekkel rendelkeznek. Az EU-ban az egyre szí-



2. ábra. CO₂-kvótaárak az EU-ban (2022. márc. 14-ig), EUR/tonna CO₂

gorodó dekarbonizációs programok következtében növekszik a CO₂-kvóták piaci ára. Ezt 2021-ben tovább fokozta, hogy a kisebb átlagos napsugárzási intenzitás és a kisebb szélességek miatt lecsökkent megújuló energia alapú villamos energiát fosszilis erőművekből kellett pótolni. A kibocsátási egység árakat tovább növelte, hogy a pandémia utáni gazdaságnak megnőtt a villamosenergia-felhasználása. Ezen összetett jelenségek miatt a 2020. évi 20 EUR/t ár a 2021. év végére megnégyszereződve, felszökött 80 EUR/t körüli szintre.

(6) A beruházások fajlagos-pénzfelhasználása - élettartamra vonatkoztatva – lásd 3. ábra

Ez egy új fogalom, amelyet az erőforrás-kihasználás hatékonysága értelmezésében korábban a szakirodalom nem használt. Ez a mutató azt fejezi ki, hogy a beruházáshoz kezdetben felhasznált pénzösszeg segítségével az erőmű a teljes élettartama alatt mennyi villamos energiát tud előállítani. Minél többet állít elő, annál hatékonyabban használja ki a megtakarításainkból származó beruházást finanszírozó pénzösszeget. Minél kisebb ez a fajlagos mutatószám, annál kedvezőbb a technológia pénzfelhasználási hatékonysága. Mivel a kiszámításához kamatot nem

gítségével az erőmű a teljes élettartama alatt mennyi villamos energiát tud előállítani. Minél többet állít elő, annál hatékonyabban használja ki a megtakarításainkból származó beruházást finanszírozó pénzösszeget. Minél kisebb ez a fajlagos mutatószám, annál kedvezőbb a technológia pénzfelhasználási hatékonysága. Mivel a kiszámításához kamatot nem

veszünk figyelembe, ez nem tekinthető költségmutatónak. Az erőmű kezdeti beruházási összegét viszonyítjuk az élettartam alatt kiadott villamos energia mennyiségéhez. Hagyományos fogalmi rendszerben ez lényegében a villamos energia előállításának banki költségek nélküli tőkekerhét jelentené. A dolgozat értelmezésében ez nem más, mint az emberi erőforrás teljesítményén alapuló pénzmegtakarítások kihasználtsága.

A pénzfelhasználás kiszámítási módja:

$$f_p = \frac{B}{E} = \frac{P \times b}{P \times \tau \times i} = \frac{b}{\tau \times i} \quad \text{EUR/MWh}$$

Ahol:

f_p : fajlagos-pénzfelhasználás beruházásra, EUR/MWh_i;

B: az erőmű kezdeti beruházási költsége, EUR;

E: az erőmű élettartama alatt kiadott villamos energia mennyisége, MWh

P: az erőmű névleges villamos teljesítménye, MW;

b: az erőmű fajlagos beruházási költsége, EUR/MW

τ : az erőmű éves csúcskihasználási óraszám, h/a;

i: az erőmű tényleges élettartama, a;

A különböző erőműfajták beruházási fajlagos-pénzfelhasználását (f_p) a 3. táblázat mutatja. Ha a legkedvezőbbel indítva sorrendbe állítjuk az erőműveket, akkor az emberi erőforrás felhasználásának hatékonysága szerinti rangsor: 1. kombinált ciklusú; 2. feketeszén tüzelésű; 3. barnaszéntüzelésű; 4. atomerőmű; 5. vízerőmű; 6. biomasszatüzelésű; 7. szél-erőmű; 8-9: naperőművek. A sorrend azt mutatja, hogy az időjárásfüggő erőművek pénzfelhasználási hatékonysága jelenleg a leggyengébb. Ennek oka az alacsony éves üzemi csúcskihasználási óraszám és a viszonylagosan nagy anyagfelhasználás miatti anyagköltség.

Összehasonlításként nézzük meg a hagyományos, banki finanszírozású tőkeköltségek ($k_{\text{töke}}$) számait is (3. táblázat). Természetesen a beruházások fajlagos-pénzfelhasználásának (f_p) a számai – a banki kamatokat is figyelembe véve – jelentősen megnőnek. Kiszámítását az ún. annuitásos módszerrel végezzük. A tőkeköltséget úgy értelmezzük, hogy

kezdetben felvesszük a bankból a beruházás teljes összegét, amelynek az adósságszolgálatát (tőketörlesztés + kamat) az élettartam folyamán egyenlő részletekben fizetjük vissza. Ebben az esetben az élettartamra vonatkoztatott fajlagos tőkeköltségeket a következőképpen számítjuk:

$$k_{\text{tőke}} = \frac{\alpha \times B \times i}{E} = \frac{\alpha \times b}{\tau} \quad \text{EUR/MWh}$$

Ahol:

α : annuitásos költségtényező: $\alpha =$

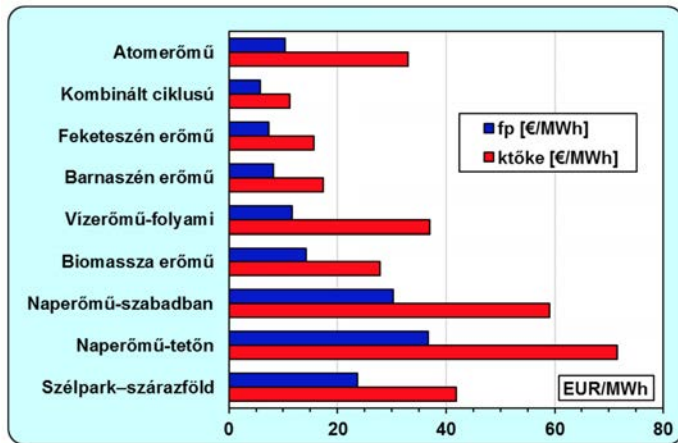
r: banki reálkamatláb. Jelen számításainkban a reálkamatláb példaként:

r = 5% ;

Az 3. ábrán látható, hogy az időjárásfüggő erőművek emberi erőforráskihasználása (fajlagos-pénzfelhasználása) a többi erőműhöz képest kedvezőtlenebb. Ha figyelembe vesszük a banki finanszírozást is, akkor a villamos energia fajlagos tőkeköltsége nagyjából kétszerese a kamat nélküli fajlagos pénzfelhasználásnak. Vízerőmű és atomerőmű esetén pedig durván háromszoros a különbség. A jelentős különbség azt üzeni a beruházások tervezőinek, hogy a banki finanszírozás részleteinek a megtervezéséhez érdemes komoly tapasztalatokkal rendelkező pénzügyi szakértőket bevonni.

(7) Az erőművek megvalósítási időigénye [év] - 3. táblázat

Az új erőművek rendelkezésre állása, az ellátási biztonság tervezhető-



3. ábra. Erőművek fajlagos-pénzfelhasználása (fp) és fajlagos tőkeköltsége ($k_{\text{tőke}}$) élettartamra

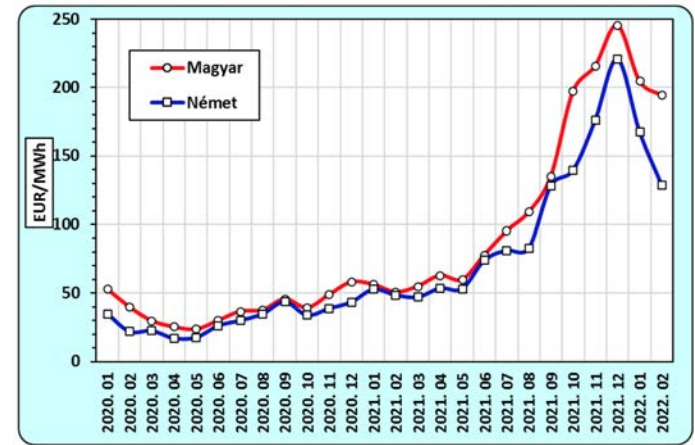
sége szempontjából, valamint az építés alatti kamatok nagysága szempontjából is komoly jelentősége van a beruházás idősükségletének. Ennek szakaszai: az erőművi projektek előkészítése, az engedélyeztetés, a beszerzés, az építés, a szerelés és az üzembehelyezés. A 3. táblázatban található megvalósítási időigények tájékoztató jellegűek. A valóságban számos előre nem látható probléma merülhet fel, amely módosítja az időtervet. Tudomásul kell venni, hogy az erőművek nem szériatermékek. Nem túlzás az a mondás, hogy „A világon nincs két egyforma erőmű”. Az 3. táblázat számai azt mutatják, hogy a megvalósítási időigény szempontjából legkedvezőbbek a nap- és szélenergia-erőművek. A hatósági engedélyezési eljárás, a hálózati csatlakozás vagy más okok miatt adódhatnak nagyobb eltérések is. A leghosszabb megvalósítási időt természetesen az atomerőművek igénylik. A szigorú engedélyezési eljárás hossza közel azonos az építési idővel.

(8) Piaci villamosenergia ár – lásd 4. ábra

A Covid-19 járvány utáni gazdasági felélénkülés következtében 2021. közepétől, majd újabban az orosz-ukrán háború miatt, a földgáz és a CO₂-kvóták áremelkedéséhez hasonlóan a villamos energia piaci ára is drasztikusan megemelkedett. A 4. ábra a magyar és a német tiszteleti villamosenergia-árakat mutatja 2020. januárjától 2022. februárig, a www.statista.com adataira támaszkodva. A magyar árak jellemzően magasabbak a németnél. Jellemzőek a napon belüli rapszodikus áringadozások, amelyek előre szinte kiszámíthatatlanok. Ugyanakkor megállapítható egy durva korreláció is a villamos energia (4. ábra) és a földgáz (1. ábra) ára között. Az is megállapítható, hogy a 2021. nyarától számítható folyamatos áremelkedések 2021. őszétől meghaladják a nap- és szélenergia-erőművek önköltségeit jelentő 60-80 EUR/MWh értéket. Ez azt jelenti, hogy a támogatásuk korábbi indoka megszűntnek tekinthető. Kérdés, hogyan reagál rá az állami ártámogatási rendszer (a METÁR).

(9) Az erőművek versenyképessége – lásd 5. ábra

Az erőművek üzemeltetői az utóbbi fél esztendő elszabadult piaci árai mellett különösen izgalmas időszakot élnek meg. Az erőművek piacra lépésének minimális feltétele, hogy a piaci ár fedezze legalább az erőmű változó költségeit (Short Run Marginal Cost, SRMC). A nagymértékben megemelkedett szén- és földgázárak, valamint a CO₂-kvóta árak miatt a fosszilis tüzelőanyagokat felhasználó erőművek nehéz helyzetbe kerül-

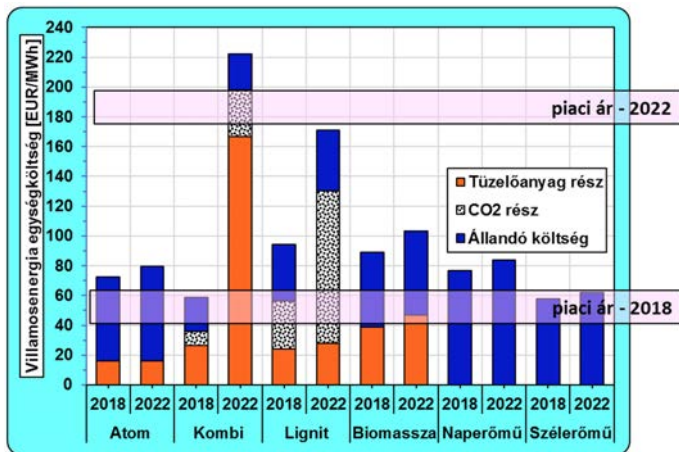


4. ábra. Villamos energia tiszteleti árak (2020-2022. febr.)
(Saját szerkesztés. Adatok: • EU: monthly electricity prices by country 2022 | Statista)

tek. A széntüzelésű erőművek számára különösen nagy költségterhet jelent a CO₂ kibocsátási egységek magas piaci ára. Viszont hirtelen előnyös helyzetbe kerültek a megújuló energiát hasznosító nap-, szél- és vízerőművek. Ha a piaci árak 60-80 EUR/MWh fölé emelkednek, akkor azok, már támogatás nélkül is fedezik a költségeiket. Az időjárásfüggő nap- és szélenergia-erőművek nagy hátránya – a bizonytalan rendelkezésre állás - természetesen továbbra is fennáll. Az élettartam alapú annuitásos számításokhoz a beruházási költségeket az ún. újra-bekerülési költségekkel vesszük figyelembe. Az annuitásos költségszámítási modell legfontosabb bemeneti adatait a 4. táblázat tartalmazza. Az 5. ábra a költségszámítások eredményeit mutatja, hozzárendelve a 2018. és a 2022. év árampiaci árnővekedését, érzékeltetve az erőművek versenyképességi helyzetét. Ebből megállapítható, hogy a magas gázárak miatt (1. ábra) jelenleg főleg a földgázüzelésű erőművek kerültek kritikus helyzetbe.

Év	Földgáz ár	Lignit ár	CO ₂ -kvóta	Nukleáris fűtőanyag	Kamatláb	Árfolyam
	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/tonna	EUR/MWh	%	HUF/EUR
2018. év	15	7	25	5	5	320
2022. márc.	95	8	80	5	6	360

4. táblázat. Bemeneti adatok az erőművek költségszámításához



5. ábra. Mai fajlagos villamosenergia-költségek becslése (saját számítás)

(10) Jövedelemtermelés / GNI

A jövedelem fogalmán a bevételek és a költségek különbségét értjük. A pozitív jövedelmet nyereségnek vagy profitnak, a negatív jövedelmet veszteségnek nevezzük. A beruházás akkor térül meg, ha a befektető visszakapja az eredeti pénzüsségét + annak a kamatait (a normál nyereséget). A bevételt a fogyasztók által kifizetett energiaszámlák adják. Erőművek esetében, az 1. táblázat mátrixában bemutatott öt érdekhordozó közül a jövedelmezőségnek kettő számára van alapvető jelentősége. Első helyen áll az erőmű tulajdonosa, aki az általános gyakorlat szerint a beruházást 20-30%-ban a saját tőkéjéből, a 70-80%-át pedig banki hitelfelvételből finanszírozza. A tulajdonos piaci körülmények között üzemelteti az erőművet, övé a bevétel, a jövedelem és a kockázat is. A második érdekhordozó az állam, amelynek az országhatárokon belül gondoskodnia kell az államháztartás pozitív pénzmérlegéről. Ha a GNI < GDP, akkor nő az államadóság. A fenti gondolatmenetből világos, hogy minden állam abban érdekelt, hogy a területén megvalósuló beruházásokat hazai tulajdonosok, hazai tulajdonú bankok finanszírozásával valósítsák meg. Továbbá az erőművek üzemeltetéséhez szükséges anyagok, pótalkatrészek és a primer energia lehetőleg az ország területéről származzon. Kiemelkedő fontosságú ezen elv alkalmazása, ha a beruházások az állam támogatásával valósulnak meg. Ennek tipikus példái a megújuló energiát hasznosító erőművek. Ezeknél az dől el, hogy a

fogyasztói kifizetések kisebb, vagy nagyobb részben áramlanak ki az országból. Példaként álljon itt 2018. évből egy becsült pénzügyi mérleg: a földgáz-, a villamos energia- és a távhőfogyasztók kifizettek összesen kb. 3000 milliárd forintot. Ebből a földgázimportért kifizettünk kb. 750 , a villamosenergia-importért kb. 250 milliárd forintot. Tehát a fogyasztók kifizetések mintegy 1/3 része kiáramlott az országból.

A fenti elvek számunkra kedvező, tiszta megvalósítását a gyakorlatban számos tényező akadályozza, de mégis az ország alapvető érdeke, hogy a nemzeti stratégiák megalkotásánál a különböző megoldások kiemelten kezeljék a GNI > GDP cél elérését. Belátható, hogy Magyarország pénzügyi mérlegére jelenleg rendkívül negatívan hat a 90% körüli földgázimport és a 30% körüli villamosenergia-import.

ÖKOLÓGIAI KATEGÓRIÁBAN

(11) Földterületek felhasználása – lásd 5. táblázat és 6. ábra

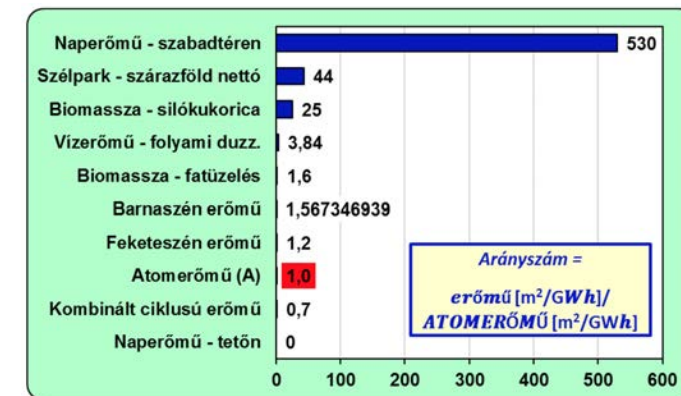
Az erőművek telephelyigénye sok külső (környezeti adottságok, helyi települési szabályzat stb.) és belső (tulajdonosi igény, technológiai követelmények stb.) tényezőtől függ, ezért a beépítéshez szükséges terület nagyságot (tól, – ig) [hektár/MW] fajlagos számokkal jellemezzük. A jelen dolgozathoz kétfajta középértéket vettünk figyelembe: kiindulásul az erőmű névleges villamos teljesítményére vonatkoztatott [m^2 /MW] jellemzőt, valamint az élettartam alatt előállított villamos energia

Erőműtípus	Területbecslés ha/MW	Számítási fajlagos terület		Relatív terület A=1
		m^2 /MW	m^2 /GWh	
1. Szélpark - szárazföld, nettó (bruttó*)	0,2-0,3 (10*)	2 500	45	44
2. Naperőmű-tetőn	0	0	0	0
3. Naperőmű-szabadtéren	1-2,5	17500	530	436
4. Biomassza - fatüzelés	0,03-0,04	350	1,67	1,6
5. Biomassza - silókukorica	0,5-0,6	5 500	26,2	25
6. Vízerőmű - folyami duzzasztással	0,08-0,15	1 200	4	3,84
7. Barnaszén erőmű	0,03-0,05	400	1,63	1,6
8. Feketeszén erőmű	0,025-0,03	300	1,22	1,2
9. Kombinált ciklusú erőmű	0,015-0,02	170	0,76	0,7
10. Atomerőmű (A)	0,04-0,06	500	1,04	1

* Védett terület repülőgépek, hajók számára
5. táblázat. Erőművek telephelyeinek fajlagos területfelhasználása

mennyiségére vonatkoztatott [m^2 /GWh] fajlagos mutatószámot (5. táblázat). A GWh kiszámításához a 3. táblázat adatait használtuk. Ez utóbbi jelzi a kezdetben hosszú távra lefoglalt földterület kihasználásának a hatékonyságát. Nevezhetjük a „természetfogyasztás” egyik mérőszámának is. Ennek rangsorát mutatja a 6. ábra, amely az atomerőművek területigényét – referenciaként – egységnyi-nek tekinti. Az ábrából látható, hogy a szabadtéri naperőműveknek kiugróan nagy (530-szoros) az élettartamra vonatkoztatott fajlagos területfelhasználása. Ezt követi a szélpark és a silókukoricával üzemelő biomassza erőmű.

A termőföldekkel kapcsolatban szót kell ejteni még a növények villamosenergia-célú termesztésének káros vonatkozásáról is. Egy tipikus energianövény esetében a napenergia fotoszintézis útján 0,65% energetikai hatásokkal hoz létre növényi anyagokat. Ez tüzelőanyagként bekerül egy 30% hatásfokú gőzkörfolyamatú erőműbe. Ezzel a villamosenergia-termelés napenergiára vonatkoztatott hatásfoka kb. 0,2%, miközben a naperőművek hatásfoka 20%. Tanulság: a SZÁNTÓFÖLD ÉLELMISZER- ÉS NEM ENERGIATERMELÉSRE VALÓ!



6. ábra. Erőművek relatív területigénye (referencia: atomerőmű)

(12) Anyagfelhasználások - lásd 8. táblázat és 7. ábra

Az erőművek egy adott telephelyen az alapozástól kezdve, a technológiai és kiszolgáló épületek felépítésén át, a berendezések beépítéséig, számos kisebb-nagyobb komponens beépítése után válnak működőképessé. Típusától függően sokféle anyag kerül felhasználásra (kő, kavics, beton, acél, réz, alumínium, nikkel, kobalt, titán, magnézium, kadmium, neodímium, szilícium, indium, gallium, szelén, lítium stb.).

Korábban bemutattuk [13] az adatgyűjtés nehézségeit, megállapítva, hogy az erőművek t/MW értékkel jellemzett anyagfelhasználási adatai nagy szórásokat mutatnak. A szén- és földgáztüzelésű erőműveknél a betonigény esetében $\pm 50\%$ -on belüli, az acéligénynél $\pm 30\text{-}40\%$ -nyi, rézigénynél $30\text{-}70\%$ tartományban voltak a szórások. A nap- és szél erőműveknél az acéligény szórása 20% -nyi, a rézigény $30\text{-}70\%$ -os tartományban mozgott. Ezen bizonytalanságok miatt célszerű a szóban forgó adatokat kellő óvatossággal kezelni. Amikor az élettartam során megtermelt villamos energiára vonatkoztatott fajlagos anyagmennyiségeket számoljuk, ne feledjük, hogy azok eltérőek lehetnek aszerint is, hogy az esztendő 8760 naptári órájához képest mekkora csúcskihasználási óraszámot veszünk figyelembe, továbbá hány évben állapítjuk meg a működési élettartamot.

AZ ERŐMŰVEKBE BEÉPÍTETT ANYAGOK FAJLAGOS TÖMEGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

A fajlagos anyagfelhasználást a következő két egyenlet segítségével számíthatjuk ki: A beépített anyagok tömegét, a beépített villamos teljesítményre vonatkoztatva:

$$M = m_p \times P \quad [\text{tonna}]$$

ahol:

M: a beépített anyagok tömege, t;

m_p : a fajlagos anyagmennyiség a beépített villamos teljesítményre vonatkoztatva, t/MW;

P a beépített villamos teljesítmény, MW.

A beépített anyagok tömegét a működési élettartam alatt megtermelt villamos energia mennyiségére vonatkoztatva:

$$M = m_E \times P \times \tau \times i \times 10^{-3}$$

ahol:

M: a beépített anyagok tömege, tonna;

m_E : a fajlagos anyagmennyiség az életciklus alatt megtermelt villamos energiára, kg/MWh;

P: a beépített villamos teljesítmény, MW;

τ : az éves csúcskihasználási óraszám, h/a;

i: az üzemidő, a

Az irodalmi adatok feldolgozását követően a különböző erőművek névleges teljesítményeire vonatkoztatott fajlagos anyagigényeket (m_p) a 6. táblázatban foglaltuk össze.

Sorszám	Erőművek	Beton	Acél	Alumínium	Üveg	Réz	Műanyag	Összes
1.	Szélpark - szárazföld	369	152,1	0,7	8	2,1	4,6	538
2.	Naperőmű - tetőn	0	16,2	44,7	80,49	10,7	6,57	129
3.	Naperőmű - szabadtéren	61	67,9	7,5	80,49	26,6	8,6	222
4.	Biomassza	159	51	1,3	0,003	0,6	0,1	212
5.	Víz erőmű - folyami duzzasztással	11026	203,9	0,1	0,001	3,12	0,1	11234
6.	Barnaszen erőmű	250	100	0,6	0,0208	1,3	1	353
7.	Feketeszen erőmű	250	80	0,6	0,0217	1,3	1	333
8.	Kombinált ciklusú erőmű	98	31	0,2	0,12	0,62	0,47	130
9.	Atomerőmű	424	63,1	0,21	0,01	1,52	0,1	489

6. táblázat. A hagyományos anyagok teljesítményre vonatkoztatott fajlagos mennyisége, m_p , t/MW

Az erőművek élettartama alatt megtermelt villamos energia mennyiségére vonatkoztatott fajlagos anyagfelhasználás számításához szükséges csúcskihasználási óraszámok és az élettartamok a 3. táblázatban találhatóak.

A fenti két egyenlet alapján elvégzett számításokból kapott élettartam alapú fajlagos anyagmennyiségek (mE) a 7. táblázatban találhatóak. Az anyagfelhasználás hatékonyságát jellemző mutatószámok azt jelzik, hogy egy

Sorszám	Erőművek	Beton	Acél	Alumínium	Üveg	Réz	Műanyag	Összes
1.	Szélpark - szárazföld	6,709	2,765	0,0127	0,145	0,0382	0,08364	9,79
2.	Naperőmű - tetőn	0	0,541	1,489	2,683	0,3567	0,219	4,29
3.	Naperőmű - szabadtéren	1,839	2,058	0,2273	2,439	0,8061	0,26061	6,72
4.	Biomassza	0,757	0,243	0,0062	0	0,0029	0,00048	1,01
5.	Víz erőmű - folyami duzz.	36,754	0,68	0,0003	0	0,0104	0,00033	37,45
6.	Barnaszen erőmű	1,02	0,408	0,0024	0,0001	0,0053	0,00408	1,44
7.	Feketeszen erőmű	1,02	0,327	0,0024	0,0001	0,0053	0,00408	1,36
8.	Kombinált ciklusú erőmű	0,435	0,138	0,0009	0,0005	0,0028	0,00207	0,58
9.	Atomerőmű	0,884	0,131	0,0004	0,00002	0,0032	0,00021	1,02

7. táblázat. Hagományos anyagok élettartam alatt megtermelt villamos energiára vonatkoztatott fajlagos felhasználásai, m_E , kg/MWh

adott erőmű a működési élettartama alatt megtermelt villamos energia egy megawattórájára hány kilogramm beépített anyag jut.

Az anyagfajtától függetlenül utolsó, összesítő oszlopnak inkább logisztikai jelentősége lehet.

A 7. táblázat számait áttekintve láthatjuk, hogy a megújuló energiát hasznosító víz-, szél- és naperőművek fajlagos anyagfelhasználása többszöröse a hagyományos erőművek fajlagos anyagigényeinek. A sok szám közötti könnyebb tájékozódás céljából vezessük be a relatív anyagfelhasználás mutatóját. Mivel az atomerőművekhez közismerten nagy mennyiségű beton és acél szükséges, válasszuk azt összehasonlítási alapul, Legyen az atomerőmű élelciklusa alatt megtermelt villamos energiára vonatkoz-

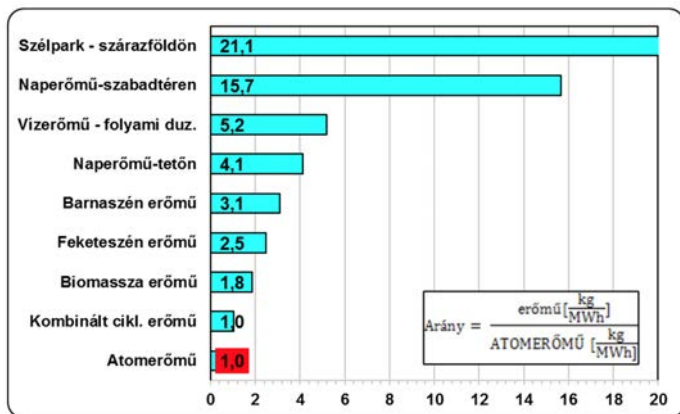
Sorszám	Erőművek	Beton	Acél	Alumínium	Üveg	Réz	Műanyag	Összes
1.	Szélpark - szárazföld	7,6	21	29	6982	12	401	9,6
2.	Naperőmű - tetőn	0	4,1	3403	128784	113	1051	4,2
3.	Naperőmű - szabadtéren	2,1	16	519	117076	255	1251	6,6
4.	Biomassza	0,9	1,8	14	0,7	0,9	2,3	1
5.	Víz erőmű - folyami duzz.	42	5,2	0,8	0,2	3,3	1,6	37
6.	Barnaszen erőmű	1,2	3,1	5,6	4,1	1,7	20	1,4
7.	Feketeszen erőmű	1,2	2,5	5,6	4,3	1,7	20	1,3
8.	Kombinált ciklusú erőmű	0,5	1	2	26	0,9	10	0,6
9.	Atomerőmű, n = 1	1	1	1	1	1	1	1

8. táblázat. Élettartam alapú relatív anyagigények - atomerőműhöz képest. Atomerőmű, n = 1 egységnyi. A többi: n-szeres.

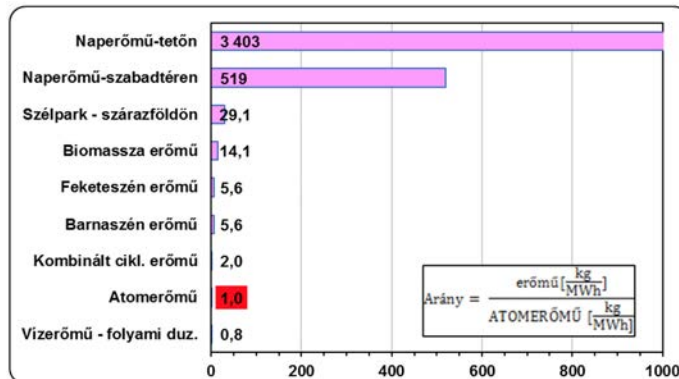
tatott anyagigénye (mE) egységnyi értékű, vagyis, n=1. A többi erőmű fajlagos anyagmennyisége n-szerese az atomerőműének. Az így számított relatív anyagfelhasználási értékeket a 8. táblázat mutatja.

A 8. táblázat oszlopaiból kiválasztva a négy legjellemzőbb anyagot, a 7., 8., 9., és 10. ábrán sorrendbe állítva bemutatjuk az egyes erőművek élettartam alapú, relatív anyagigényeit - bázisnak tekintve az atomerőművet.

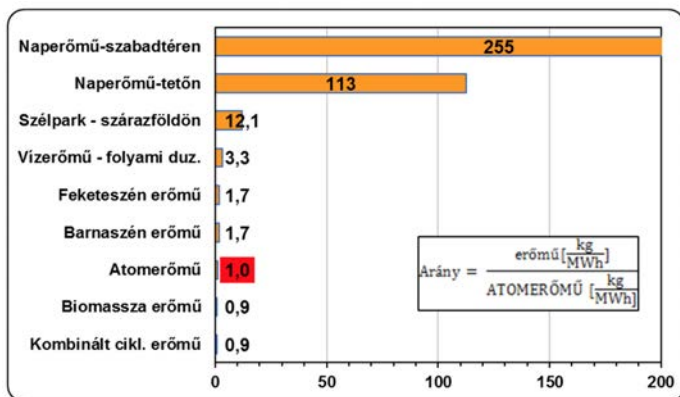
A 7. és 8. táblázatból és az ábrákból számszerűen megállapítható, hogy az időjárásfüggő erőművek élettartam



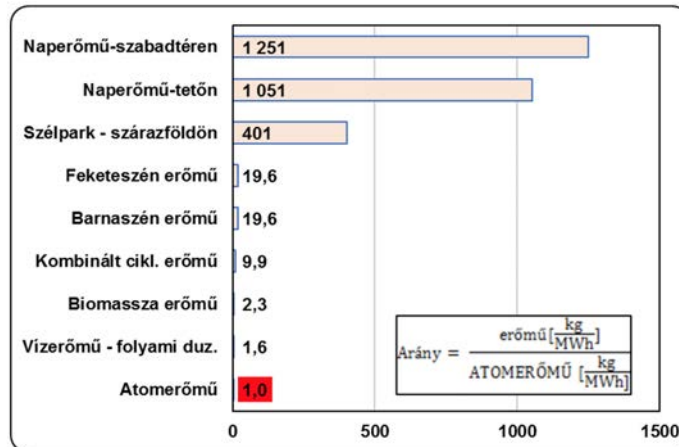
7. ábra. Erőművek relatív acélfelhasználásának sorrendje (referencia: atomerőmű)



9. ábra. Erőművek relatív alumíniumfelhasználásának sorrendje (referencia: atomerőmű)



8. ábra. Erőművek relatív rézfelhasználásának sorrendje (referencia: atomerőmű)



10. ábra. Erőművek relatív műanyagfelhasználásának sorrendje (referencia: atomerőmű)

alapú fajlagos anyagigényei nagyságrendekkel nagyobbak, mint a hagyományos erőműveké. A német szakirodalom ezért időnként „anyagzabálónak” (Materialfresser) nevezi őket.

Ha az erőművek össztömegét nézzük, akkor a kg/MWh-ban mért fajlagos számok, az atomerőművekhez képest: szélpark esetén 9,6-szoros, tetőre szerelt napelemek esetén 4,2-szeres, szabadtéri naperőmű esetén 6,6-szeres.

Érdekességként (talán meglepetésként is) kiemelhető, hogy egy szabadtéri naperőmű fajlagos acéligénye az atomerőműhöz viszonyít-

va 16-szoros, a rézigénye 255-szörös, az alumínium igénye 519-szeres, a műanyag igénye 1251-szeres.

Összesítve levonhatjuk azt a következtetést, hogy amikor a megújuló energiát hasznosító erőművek fosszilis energiaforrásokat váltanak ki, akkor „cserébe” a szerkezeti elemek gyártásához Földünk hegyeiből és a földfelszín alól sokszoros mennyiségű más anyagot kell kitermelni.

Naperőművek esetén megjegyezzük, hogy a fenti vizsgálatok a jelenlegi piac 95%-át kitevő mono- és polikristályos szilícium alapanyagú modulokat veszik figyelembe. Nem foglalkoztunk a piac 4-5%-át kitevő

vékonyfilmes napelem technológiákkal (CdTe, CIGS és a-Si). Ezek a szilíciumon és ezüstön kívül, főleg Európában nem előforduló anyagokat (kadmium, tellúr, indium, gallium, szelénium, germánium) használnak.

Az EU, felismerve azt a tényt, hogy a jövő technológiáihoz szükséges anyagok lelőhelyei döntő rész Európán kívül találhatóak, 2017-ben elkezdte vizsgálni az anyagfüggőség kockázatait és azok elkerülhetőségének a lehetőségeit.

A fentiekben bemutatott fajlagos „természetfogyasztási” mutatók egyrészt árnyalják a „megújuló” energiahasznosítás ökológiailag csak előnyösnek hirdetett megoldásait, másrészt a nemzetgazdaság számára is fontos szempontok további vizsgálatára sarkallhatják az illetékeseket.

TÜZELŐANYAGFELHASZNÁLÁS

Amikor Földünk anyagainak erőművi felhasználását elemezzük, akkor nemcsak a megépítéshez szükséges kezdeti anyagokat kell számba vennünk, hanem az üzemeltetéshez szükséges folyamatos tüzelőanyag felhasználást is. A földgolyónkból kibányászott anyagmennyiséget mind a két anyagkategóriában tonnában mérjük. Az erőművek által elfogyasztott tüzelőanyag tömegét az élettartama alatt megtermelt villamos energiára vonatkoztatva, a következő egyenlettel határozzuk meg:

$$m_{tű} = \frac{1}{\eta \cdot H_u} \text{ kg/MWh}$$

Ahol:

$m_{tű}$: a fajlagos tüzelőanyag felhasználás, kg tüzelőanyag/kWh villamosenergia;

η : a bruttó, átlagos villamos hatásfok (itt: atomerőmű 35%, kombinált ciklus 58%, feketeszén 43%, barnaszén 38%, faapríték 30%);

H_u : a fűtőanyag fűtőértéke (atomerőmű 1,08 GWh_{th}/kg, földgáz 13 kWh_{th}/kg, feketeszén 8 kWh_{th}/kg, barnaszén 6 kWh_{th}/kg, faapríték 4 kWh_{th}/kg).

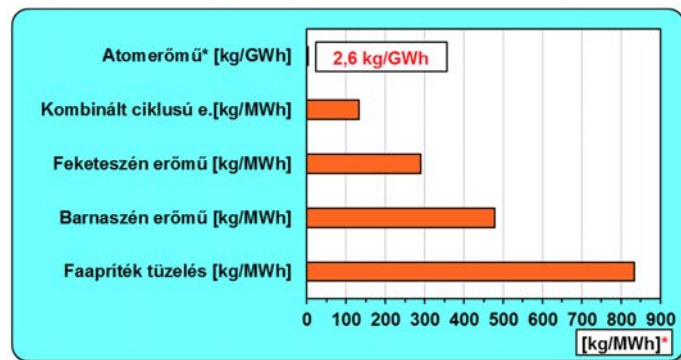
A fenti egyenlettel erőmű típusokra kiszámított fajlagos tüzelőanyag (fűtőanyag) felhasználásokat a 11. ábra mutatja. Az atomerőmű 3,5%-os urándúsítású fűtőanyaga esetében a fajlagos fűtőanyagfelhasználás [kg fűtőelem/GWh villamos energia] dimenzióban értendő. A 11. ábra alapján megállapítható, hogy egy feketeszén erőmű 1 MWh villamos energia kiadásához nagyságrendileg 100 000-szer annyi tonna szenet

használ fel, mint amennyi 3,5%-os U-235 dúsítású fűtőanyagot az atomerőmű.

Ha összevetjük a nap- és szélenergiák összes anyagfelhasználását a hagyományos erőművek fűtőanyag felhasználásával, akkor a 7. táblázat és a 11. ábra összevetéséből megállapíthatjuk, hogy a szén erőművek szénfelhasználása a szélparkok anyagfelhasználásához viszonyítva 30-50-szeres, a szabadtéri naperőművekhez képest pedig 40-70-szeres. Az atomerőművek fűtőanyag felhasználásával összevetve azt kapjuk, hogy a nap- és szélenergiák fajlagos anyagfelhasználása 2,5-3,8 milliószor több, mint a nukleáris fűtőanyag tömege.

Természetesen – az ökológiai lábnyomra gondolva – a Földünkben kibányászott nyersanyagok (érc) bruttó tömege nagyobb, mint az itt bemutatott, az erőművekbe beépített anyagok tömege.

A fenti számok hozzáegíthetnek bennünket ahhoz, árnyaltabb képet kapunk arról, hogy az emberi civilizáció hogyan bánik Földünk természeti kincseivel.



11. ábra. Erőművek fajlagos fűtőanyag felhasználása

(13) Erőművek környezetterhelése, kibocsátások

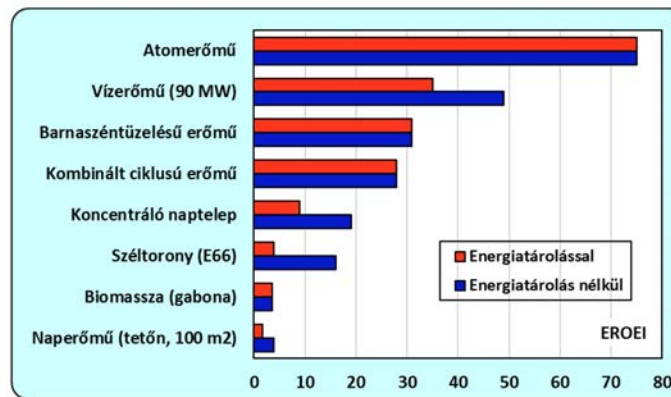
Az erőművek környezetterhelésének témájában a két leggyakrabban használt fogalom az energiamegtérülés és a füstgázzal a kéményen át a levegőbe történő kibocsátások.

AZ ENERGIAMEGTÉRÜLÉS (ENERGY RETURN ON ENERGY INVESTMENT, EROEI).

Definíciója: az élettartam alatt kiadott hasznos energia mennyiségét viszonyítjuk a teljes élettartam alatt felhasznált energia mennyiségéhez.

Élettcikluson a bányától, a kohón, a szállításon, a gyártáson, az építésen és szerelésen át tartó folyamatokat értjük, hozzászámítva az üzemidő alatti karbantartásokat, majd a végén a lebontás energiaigényét is – egyenértékű primer energiára vonatkoztatva. A meghatározásához szükséges adatbázisok létrehozása nem egyszerű, sok bizonytalanságot tartalmaz, ezért az eredményeket kritikusan kell kezelni.

A 12. ábra a különböző erőműtípusok fentiek szerinti energiamegtérülési viszonyait mutatja [4]. Vagyis azt, hogy egy erőmű az élettartama alatt hányszorosa termeli meg a teljes élettartam alatt elfogyasztott energiájának.



12. ábra. Erőművek élettartam alatti megtérülési tényezői (EROEI) [4] alapján saját szerkesztés

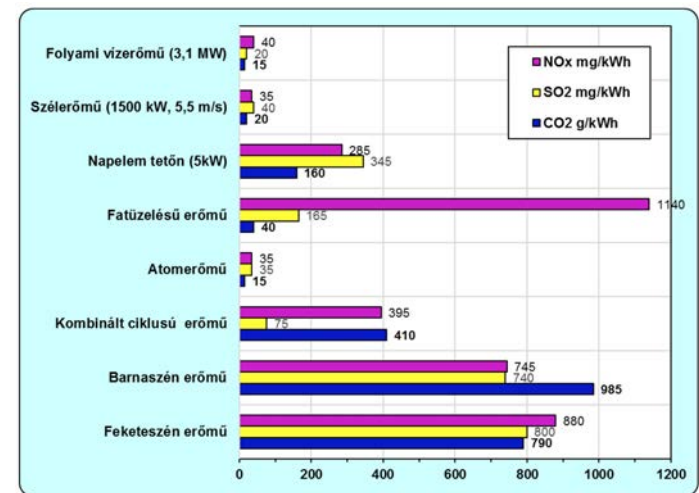
KÁROSANYAG-KIBOCSÁTÁSOK ÉS CO₂-KIBOCSÁTÁS.

Az erőművek tüzelőtereiben levegőben elégetett fosszilis tüzelőanyagokból füstgázok keletkeznek, amelyekkel károsanyagok (NO_x, SO₂) és üvegházhatású szén-dioxid (CO₂) kerül ki a környezeti levegőbe. A CO₂ nem tartozik a káros anyagok kategóriájába, mert az élet alapját jelentő növények éltető eleme is.

A káros anyagok kibocsátását a hatóságok határértékek megadásával igyekeznek alacsony szinten tartani. A CO₂ kibocsátásának mértékét a tüzelőanyag összetétele határozza meg (pl. földgáz: 0,202 kg/kWh, lignit: 0,37 kg/kWh), égéshőre vonatkoztatva. Az élettartam szintű elemzés (LCA) figyelembe veszi, hogy az erőművi alkatrészek életpályája a bányával kezdődik és az ártalmatlanítással fejeződik be, miközben különböző primer energiákból előállított villamos energiát használnak fel.

A 13. ábra az élettartam alatti fajlagos kibocsátásokra mutat adatokat a Stuttgarter Egyetem kutatóinak munkája alapján [3]. A mutatószámok tehát az élettartam alatti kumulált kibocsátásokat, az élettartam alatt előállított villamos energia mennyiségére vonatkoztatják. Egy erőmű alkatrészeit különböző háttérú országok bányái, feldolgozó ipara állítja elő, amelyhez különböző tüzelőanyagú, technológiájú, időben is változó fejlettségű erőműparkok szolgáltatják az energiát. Vegyük figyelembe azt is, hogy a különböző országokban más-más kibocsátási határértékeket írnak elő a hatóságok. Hiányos háttérinformációk mellett igen nehéz ezeket a fajlagos számokat egzakt módon meghatározni és közös nevezőre hozni.

A fent leírt körülmények arra is választ adnak, hogy hogy miért találunk kibocsátási értékeket a nap, a szél és az atomerőműveknél, amelyeknek nincs is füstgáz-kéménye.



13. ábra.: Erőművek élettartam alatti fajlagos kibocsátásai [3] alapján saját szerkesztés

Az LCA alapú kibocsátások bizonytalanságára álljon itt néhány további számpélda is, a témában jól ismert amerikai szerzők [5] adataiból: Szélenerőműveknél NO_x: 10-75 mg/kWh, SO₂: 3-88 mg/kWh; Naperőműveknél NO_x: 16-340 mg/kWh,

SO₂: 73-540 mg/kWh; Atomerőműveknél: NO_x: 9-240 mg/kWh, SO₂: 11-157 mg/kWh. Látható, hogy itt a szerzők a fent vázolt okok miatt lényegesen szélesebb tartományt adnak meg. Az is megállapítható,

hogya a nap- és szélenergia, valamint az atomenergia életciklus alapú fajlagos károsanyag-kibocsátásainak számértékei nagyjából azonos tartományban találhatók.

A felelősség és az érdekhordozók viselkedése szempontjából fontos rögzíteni, hogy 2020-ban a világ CO₂ kibocsátásának 52%-át három ország (Kína 31%, USA 14% és India 7%) adta. Magyarország részese 0,13%. Az egy főre eső CO₂ kibocsátás számai: Kína 7,4; USA 14,0; India 1,8; EU átlag: 7,7. Magyarország 5,0 t/fő. A nemzetközi szervezetek előrejelzései szerint a világ energiaforrásai között a fosszilisok aránya 2050-ig százalékosan csökkenni fog, de abszolút értékében nő. Ezért várhatóan a CO₂-kibocsátás 10–25%-kal nőni fog (Németország részese 2020-ban kb. 2% volt, ráadásul a villamosenergiáé ennek a fele!).

Ami a globális éghajlatváltozás földtörténetileg örökösén változó jelensége körüli „hisztériát” illeti (átlépvve a természetes és antropogén okok fizikusi vitáin), nézzük meg az előbbi, sokat mondó tényezőket. Ezek azt mutatják, hogy Magyarországnak a CO₂-kibocsátás vonatkozásában nem róható fel globális adósság. Jelenleg nem ez a legnagyobb problémánk. A sürgető erőműépítések sokszempontú előkészítése mellett, célszerű az erőforrásainkat az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra, a lokális ökológia védelmére, valamint a hulladékkezelésre koncentrálni. Ezen belül külön kiemelve a vízgazdálkodás, a növénytermesztés és az élelmiszertermelés fontosságát. Súlyponti kérdésnek kell tekinteni az ország pénzügyi mérlegét javító, magas színvonalú ökológiai technológiák exportorientált kifejlesztését és gyártását.

(14) Újrahasznosíthatóság az erőművek lebontása után

Az üzemidő végén hulladékká váló anyagok újrahasznosításának mértékét az irodalomban EOL-RIR (End-of-Life Recycling Input Rate) fogalommal, %-ban adják meg. A régebbi, kiforrott technológiáknál jellemző a 90% körüli újrahasznosítási arány. A nap- és szélenergia életciklusa 25-30 év. Az újrahasznosítási technológiájuk jelenleg még kezdetleges, mert a tömeges bontások csak a későbbi években fognak időszerűvé válni. Néhány tájékoztató jellegű nemzetközi adat:

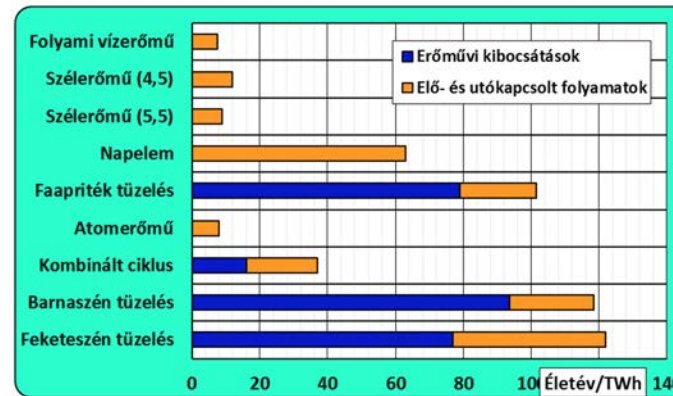
- Az acélok és az alumínium újrahasznosítási mértéke: > 90%.
- A réz újrahasznosítási aránya: 70–90%.
- Betontörmelék újrahasznosíthatósága, komponensektől függően: 40–90%.
- A műanyagok újrahasznosítása: 75% körül.

- Villamos és elektronikai hulladékok újrahasznosítása: 40% körül.
- A 83 fajta ritka alapanyag 95%-a, jelenleg 30% alatti arányban kerül újrahasznosításra.
- A szélenergia anyagai 90%-nyi arányban újrahasznosíthatók, kivéve a forgó lapátokat.
- A lapátokat üveg- és szén-szálerősítésű kompozitokból készítik. Korábban nem volt még technológia a feldolgozásukra, depóniába kerültek. Jelenleg már kb. 45%-át feldolgozzák.
- A napelemek sokféle mikrométerű elemet tartalmaznak. Újrafeldolgozásuk nem egyszerű, ezért költséges. Ezeknek az USA-ban jelenleg kb. 10%-át hasznosítják újra, mert az újrahasznosítás költsége 10-szer magasabb, mint a deponálásé. A jövőben a darabszámok erőteljes növekedése az újrahasznosítás költségeit csökkenteni fogja.

Az atomenergia esetében a nukleáris hulladék kezelésére jelenleg még nincsenek kiforrott, véglegesnek tekinthető megoldások. Két irányban folynak fejlesztőmunkák: az egyik az újrahasznosítás, amely csökkenti a hulladékmennyiséget, a másik, geológiailag alkalmas végleges föld alatti tárolók keresése.

(15) Emberi egészségkárosodás az erőművek életciklusa alatt - elvesztett életévek/TWh (YOLL/TWh).

Az életciklus alatti fajlagos kibocsátási mutatókat áttekintve belátható, hogy minden erőmű az életciklusa alatt közvetlenül, de azon kívül is, a teljes életciklusában, az elő- és utófolyamatok során - közvetlenül, vagy közvetve - káros anyagokat bocsát ki a levegőbe. Az ember számára ezek a káros anyagok (belégzés, étkezés, az emberi testtel történő érintkezés) egészségi kockázatokat, megbetegedéseket okozhatnak. A nemzetközi egészségügyi eljárások ennek számszerűsítésére hozták létre az „elvesztett életévek” fogalmát. Ennek mértékegysége a YOLL =



14. ábra.: Egészségkárosodás erőművek életciklusa alatt (YOLL) [3] alapján saját szerkesztés

ÖSSZEFOGLALÁS, ÜZENETEK

Jelen dolgozat elkészítését főleg a „megújuló” energiát hasznosító nap- és szélenergia tömeges megjelenése teszi időszerűvé. Célja az egyoldalú, a szűkebb körök érdekeit szolgáló vélemények árnyalása, a sok szempontú felvilágosítás, a tények bemutatása. Eszköze egy továbbfejleszhető, átfogó módszertan, amely az erőművek értékelésére tizenöt szempontot (műszaki, gazdasági, ökológiai és humán) javasol bevezetni. Definiál továbbá öt érdekhordozót, akik természetesen saját érdekeik szerint súlyozzák a tizenöt szempontot, és hozzák meg a döntéseiket – akár mások érdekei ellenében is.

A vizsgálatok legérdekesebb eredményei az ökológiai szempontok fajlagos mutatói. Közismert a nap- és szélenergia azon előnye, hogy fosszilis energiaforrásokat takarítanak meg. Az viszont kevésbé ismert, hogy létesítésük aránytalanul nagy anyagfelhasználással és területfoglalással jár. Nem beszélve az újrahasznosítás mennyiségi igényeiről, ami néhány év múlva lesz nagyon aktuális. A nagy anyagigény fizikai magyarázata, hogy a napenergia felületi (W/m²) energiasűrűsége kicsi, és az energiaátalakító berendezések (nap- és szélenergia) hatásfoka a korszerű, hagyományos erőművekhez képest alacsony. Az sem közismert, hogy gyártási folyamataik a világ különböző országaiban, életciklus szinten, károsanyag-kibocsátásokkal járnak. A legalapvetőbb műszaki és gazdasági hátrányuk mégis az időszakos rendelkezésre állás, a nehezen tervezhető villamosenergia-kiadás. Mivel jelenleg még nem állnak rendelkezésre kiforrott energiátárolási technológiák, általában

Years of Life Lost [3], amely a várható emberi élettartamnál alacsonyabb korban bekövetkező elhalálozást jelenti. A 14. ábrából egyértelmű a fosszilis tüzelésű erőművek egészségkárosító hatása. De az is tanulságos, hogy az ún. „tisztá” nap- és szélenergia egészségkárosító hatása azonos zónában van az atomenergiával, vagy inkább kedvezőtlenebb.

véve kijelenthető, hogy tömeges, mértéken túli bevezetésük ma még nem megalapozott.

Reményeink szerint a dolgozat eredményei hozzájárulhatnak a különböző erőműtípusok „természetfogyasztásának” realisabb megítéléséhez, stratégiai irányaink átgondolásához és további vizsgálatokhoz. Fontos, hogy a döntéseket alapos, sokszempontú szakmai elemzés előzze meg! Legyen a rendszerszintű megközelítés kiinduló feladata az energiapazarlás megszüntetése (pl. a lakóingatlanoknál) és az energiahatékonysági intézkedések prioritása. A fenti elvek szerinti elemzéseket nemcsak az erőművekre, hanem a rendszerszintű infrastruktúrára, az átviteli és az elosztói hálózatokra, továbbá a jövő technológiáira is el kell végezni.

Az érdekhözök saját érdekeiket személyesen, vagy munkatársaik és felhatalmazottjaik útján érvényesítik. Eszerint beszélünk egyéni, vagy magánérdekről, csoportos érdekről, közérdekről és közjóról. Értjük el, hogy a véleményt nyilvánítók mindig nevezék meg, hogy kinek az érdekében szólnak.

Számunkra itt Magyarországon, hazánk érdekei és a közjó szolgálata az elsődleges. Ennek érdekében követeljük meg, hogy az országos szintű tanulmányok, stratégiák bevezető fejezete minden esetben fogalmazza meg konkrétan, tételesen és számonkérhető módon az ország érdekeit. Ennek legfontosabb csapásirányait az ellátási biztonság javítása, az energiafelhasználás csökkentése, a sürgető erőműlétesítés, a hazai hozzáadott érték növelése, az ország pozitív pénzügyi mérlegének javítása (GNI>GDP), továbbá a helyi ökológia védelme, az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás, a hulladékkezelés, valamint a helyi erőforrások feltárása és hasznosítása kell, hogy jelentse.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző köszönetet mond Láng Sándor gépészmérnök kollégának a kézirat előzetes átnézéséért és az észrevételekért.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Marheineke, T., (2002): *Lebenszyklusanalyse fossiler, nuklearer und regenerativer Stromerzeugung. Forschungsbericht. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER).* pp. 194-224.
- [2] Briem, S., at al., dreizehn Autoren, (2005?): *Lebenszyklusanalysen ausgewählter zukünftiger Stromerzeugungstechniken. Forschungsvorhaben. Universität*

Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik; Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Energiesysteme und Energiewirtschaft (LEE); Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FFE), München. pp. 341.

[3] Mayer-Spohn, O., Wissel, S., Voß, A., Fahl, U., Blesl, M. (2005, 2007): *Lebenszyklusanalyse ausgewählter Stromerzeugungstechniken. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER).* pp. 9.

[4] D. Weißbach, G. Ruprecht, A. Huke, K. Czerni, S. Gottlieb, A. Hussein (2013): *Energy intensities, EROIs, and energy payback times of electricity generating power plants. Berlin.*

[5] Masanet, E., Chang, Y., Gopal, A., R., Larsen, P., Morrow, W., R., Sathre, R., Shehabi, A., Zhai, P. (2013): *Life-Cycle Assessment of Electric Power Systems; Annu. Rev. Environ. Resour.* 2013.38:107-136. www.annualreviews.org

[6] Muteri, V., Curto, D. (2020): *Review on Life Cycle Assessment of Solar Photovoltaic Panels.* https://www.researchgate.net/publication/338384189_Review_on_Life_Cycle_Assessment_of_Solar_Photovoltaic_Panels, pp. 39

[7] Smoucha, E., Fitzpatrick, K., Buckingham, S., Konox, O. (2016): *Life Cycle Analysis of the Embodied Carbon Emissions from 14 Wind Turbines with Rated Powers between 50 kW and 3,4 MW. Edinburg University, UK, Scotland's Rural College, UK, University of New England, Australia. J., Fundam Renewwable Energy Appl* 2016, 6:4. DOI:10.4172/2090-4541.1000211. pp. 10.

[8] Wetzel, M. (2015): *Materialbedarf von Stromerzeugungssystemen - Szenarienpfadanalyse für Deutschland. Forschungsarbeit. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Institut für Technische Thermodynamik.* pp. 1-99. pp. 87.

[9] Wetzel, M. (2016): *Materialbilanzen und Auswirkungen von Materialverfügbarkeit auf europäische Energieszenarien unter Berücksichtigung von Importen regelbaren Solarstroms. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Technische Thermodynamik.* pp. 99.

[10] Blengini, G., Latunussa, C., Eynard, U., de Matos, C., Wittmer, D., Georgitzikis, K., Pavel, C., Carrara, S., Mancini, L., Unguru, M., Blagoeva, D., Mathieux, F., & Pennington. D. (2020): *Study on the EU's list of Critical Raw Materials. Final Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.* pp. 153.

[11] Dr. Korényi Zoltán (2017): *Megújuló energiát hasznosító erőművek komplex értékelése. Magyar Energetika, 2017. április, 2. szám*

[12] Carrara, S., Alves Dias, P., Plazzotta, B., & Pavel, C. (2020): *Raw materials demand for wind and solar PV technologies in the transition towards a decarbonised energy system. Luxembourg: Publications Office of the European Union.* pp. 68.

[13] Dr. Korényi Zoltán (2021): *Erőművek életciklus elemzése a fajlagos anyagfelhasználás tükrében. Scientia et Securitas, 2021. jul. Vol. 2.*

ABSTRACT *Today's imperious issues include reducing human ecological footprint. The sources of our prosperity are provided by the natural resources of our earth, which are made consumable by human added value. Growth-driven economies are based on the fact that our incomes exceed our human needs, thus creating savings. They enable to expand production and economic growth. Our prosperity is therefore based on two resources: the natural resources of our Earth, as well as the human added value. Mining and manufacturing provide raw materials for construction of our power plants. Financing investments in power plants, in principle, are provided by the banks managing our savings. The aim of this article is to present a lifecycle-based, comprehensive complex evaluation methodology of power plants whose technical, economic, ecological and humanoid aspects can also quantify the efficiency of use of our natural and human resources.*

Végtelen történet – Békéscsabai szennyvízelvezető rendszer szagmentesítésének kihívásai, eredményei

„Végtelen történet” az előadásom címe, és valóban, a szennyvízelvezető rendszerekben a szaggal való harc soha nem ér véget. Ahogyan egyre újabb és jobb csatornarendszereink lesznek, annál kevesebb lesz az idegenvíz és annak szennyvizet hígító hatása, míg a gazdasági körülmények a lakosságot takarékosagra ösztönzik, ami szintén a szennyvizet szennyező anyagainak a koncentrációját és tartózkodási idejét növeli.

Békéscsabán 2010-ben az egész várost érintő szennyvízhálózat-fejlesztést hajtottak végre, amely során a gravitációs elvezető csatorna hossza 130-ról 260 km-re nőtt. A város magán hordozza az alföldi települések jellemzőjét, miszerint nagy kiterjedésű és sík fekvésű, ami a csatornahálózatban lejátszódó biokémiai folyamatok következtében megnehezíti a szennyvíz ártalommentes elvezetését és a szennyvíztisztító telepen való kezelését. Nehezítette a helyzetünket az is, hogy van 3 db olyan peremkerülete a városnak, ami nem a település szerves része, és a szennyvízelvezető rendszerük több kilométeres nyomóvezetékkel csatlakozik a városi gravitációs gyűjtőhálózathoz. Ez a körülmény tovább növeli a szennyvíz berothadási esélyeit. A csatornafejlesztést a szennyvíztisztító telep fejlesztése követte, ami gyakorlatilag egy teljesen új, korszerű telep építését jelentette. 2013 augusztusában átkötésre került a 3 db végátemelő nyomóvezetése a régi előmechanikáról az új rácsra, és ahogy megérkezett a szennyvíz, már érezhető is volt a levegőben, hogy itt nincs minden rendben.

Méréseket végeztünk, amely során bebizonyosodott, hogy jelentősen az egészségügyi határérték (10 ppm) fölött van a szennyvízből



NAGY FERENC
ALFÖLDVÍZ Zrt.

Nagy.Ferenc@alfoldviz.hu

kiváló kén-hidrogén gáz koncentrációjának az értéke, és a rácsok környezete munkavégzésre alkalmatlan. Mivel a szennyvíztisztító telep egy része épülő fázisban volt, azonnal jeleztük a telepet építő konzorcium felé a problémát, de ők nem tartották ezt az érdekkörükbe tartozónak. 2014-ben egy szakértőt kértünk fel szagcsökkentési tanulmány készítésére, amelytől választ reméltünk arra kérdésre, hogy mi okozza ezt a nagymértékű kén-hidrogén-termelődést, és mit lehetne ez ellen tenni. A városban a szennyvízelvezető hálózaton és a telepen mérőszondákat helyezt el, és az eredmények alapján véleményt tudott alkotni, mely szerint a főbb kiváltó okok: a már korábban leírt nagy kiterjedés,

hosszú nyomóvezetékek a külső kerületekből, továbbá a nagy átmérőjű (DN600), átlagosan 3 km hosszú végátemelő nyomóvezetékek. Ezek összességében akár 20 óra tartózkodási időt is jelenthetnek.

Megoldásként javasolta a tanulmány, hogy kalcium-nitrát-adagolással kondicionáljuk a szennyvizet a város több pontján, végátemelőknél, és akkor megszűnnek vagy legalábbis mérséklődnek a városszerte tapasztalható szagproblémák és a rácsgépházban jelentkező munkabiztonsági és (jelentős) betonkorróziós gondok.

2014–2019 között a vállalkozó konzorciummal nem tudtunk meg egyezni, viszont Békéscsaba Megyei Jogú Város Önkormányzata mint tulajdonos elfogadta, hogy tenni kell valamit, mert az előmechanika vasbeton födéméből elfogyó 5 cm betonréteg és az első sor vas eltűnése aggodalomra ad okot. 2020-ban szerződést kötött az önkormányzat egy szakképpel, amely 12 db adagolóhelyet jelölt ki a városban, épített meg, és folytatta le a rendszer próbaüzemét. A próbaüzem bizonyítot-

ta a rendszer hatékonyságát, miszerint a szennyvízelvezető hálózaton megszűntek a szagproblémák, és a rácsgépházban korábban nagyon magas (400–800 ppm), levegőben mérhető kén-hidrogén-koncentráció is 5 és 10 ppm közé szorult vissza.

Sajnos, mindezeknek vannak árnyoldalai is. A nagy mennyiségű beadagolt vegyszer hatására jelentős gázképződés volt tapasztalható a nyomóvezetékben, amit a peremkerületek középnymomású (Flygt MT-s) szivattyúi nem tudtak leküzdeni, így azokat magas nyomású (Flygt HT-s) szivattyúkra kellett kicserélni, kb. 6 millió forint nem várt költséggel. A szennyvíztisztító telepen jelentős habzás volt tapasztalható, amely olyan állagú volt, hogy a rácsot eltömte, és így kiöntést okozott, illetve a ráccszeméprés működését ellehetetlenítette, ami szintén kiöntést okozott, és jelentős élőmunkatöbbletet igényelt. (Érdekes tapasztalat volt számunkra, hogy a telepi reaktorokban és az elfolyó vízben nem emelkedett a nitrogéntartalom.) A rendszer kiépítése a szivattyúcsereken túl 48 millió forintba került, és amikor az egyéves üzemeltetés eléri az 55 millió forintos szintet, cégünk – annak tetemes gazdasági terhe miatt – nem tudta vállalni az adagolás folytatását.

Ekkor sem adtuk fel a szag és korrózió elleni harcot. Figyelembe véve a költségeket és az okozott problémákat, jelentősen csökkenttünk a rendszertől elvárható szagcsökkentési határfokon, és így az egyes pontokon beadagolt vegyszer mennyiségén is. A hálózaton olyan dózisban határoztuk meg az adagolandó vegyszert, hogy lakossági panasz ne keletkezzen, és gyakorlatilag nem vesszük figyelembe a csatornában kialakuló kén-hidrogén-koncentrációt. A végátemelőknél pedig az adagolás mértékét (ami a rácsgépházban fejti ki hatását) úgy állapítottuk meg, hogy a rácsgépház légterében – szellőztetés rásegítésével – ne alakuljon ki az egészségügyi határérték feletti kén-hidrogén-koncentráció.

Természetesen a végtelen történet itt nem ért véget. Szeretnénk tovább optimalizálni a vegyszerfelhasználásunkat, az adagolási időszakot és az adagolási helyeket, és csökkenteni az ezzel kapcsolatos költségeinket. Azonban ezekhez szükséges az elkövetkező hónapok, évek tapasztalata is.

Hálózati vízminőség-változási folyamatok üzemeltetési vonatkozásai

Compendium



DR. DOMBAY GÁBOR
tanszékvezető
főiskolai tanár
Óbudai Egyetem

dombay.gabor@uni-obuda.hu

1. BEVEZETÉS

A hazai vízellátás műszaki feladatai közül, több évtizedes múltra visszatekintve, kiemelt hangsúllyal jelentkezik az ivóvíz minőségének megőrzése a vízelosztó hálózatban. A rendszerváltást követő jelentős mértékű vízfogyasztás-csökkenés eredményeként a hazai vízelosztó rendszerek jellemzően hidraulikailag túlméretezetté váltak, ami hozzájárult a hálózati vízminőségromlási folyamatok felerősödéséhez.

A technológiai sort elhagyó ivóvíz minősége változik az elosztóhálózatban.

A fogyasztóknál megjelenő ivóvíz minősége a nyersvíz, a tisztítástechnológia és az elosztóhálózat együttes jellemzői révén alakul ki. Az ivóvízminőség romlása számos tényező egymásra hatásának eredménye: az nem csupán a hidraulikai jellemzők és a tartózkodási idő által determinált folyamat. A hálózati vízminőségi folyamatok értelmezése a vízelosztó rendszernek mint kémiai-biológiai reaktornak kinetikai szempontok szerinti vizsgálatát igényli. A kezdetben kutatási eszközként kifejlesztett vízminőségi modellek közül már számos modell elérhető a gyakorló mérnökök, üzemeltetők számára. Ezek a modellek hozzásegítenek egyes hálózati vízminőségromlási folyamatok vizsgálatához és orvoslásához, azonban bizonyos folyamatok napjainkban még mindig nem szimulálhatók.

Jelen publikáció célja, hogy rövid összefoglalást adjon a hálózati vízminőség-változási folyamatokról, valamint azokról a lehetőségekről

és korlátokról, követendő stratégiákról, amelyek a hálózati vízminőségromlási folyamatok identifikálása, modellezése és mérséklése során adódhatnak az üzemeltetői gyakorlatban.

2. A HÁLÓZATI VÍZMINŐSÉG-VÁLTOZÁSI FOLYAMATOK FŐ TÍPUSAI

Az ivóvíz minősége az elosztóhálózatban térben és időben változik. A vízminőség megváltozása az elosztóhálózat komplex fizikai, kémiai és biológiai reaktor voltának következménye. Az elosztóhálózatban mint reaktorrendszerben az alábbi fő minőségváltozási folyamatok következhetnek be:

- az ivóvíz organoleptikus paramétereinek romlása,
- az ivóvíz bakteriális minőségének romlása,
- a maradék klór koncentrációjának csökkenése,
- hálózati nitrifikáció,
- korrózió (kémiai, elektrokémiai és mikrobiológiai),
- üledék- és bevonatképződés,
- THM-vegyületek képződése.

A fogyasztói panaszok gyakori oka a víz élvezeti értékének csökkenése, leginkább íz- és szagprobléma, valamint elszíneződés vagy zavarosodás formájában. Az íz- és szagprobléma leggyakrabban a hálózati biofilm-tevékenység eredménye, így összefügg a bakteriális vízminőség-változási folyamatokkal.

Az ivóvíz bakteriális minőségének romlása rövid távon jelentkező közegészségügyi kockázatot jelent. Vízbiztonsági szempontból magas kockázati értékkel jellemezhető folyamatról van szó, így vízbiztonsági rendszer létesítése és üzemeltetése során ennek megfelelő prioritással kezelendő. A folyamat két legfontosabb oka:

- a hálózat biofilm-aktivitása, valamint
- a maradék fertőtlenítőszer (pl. szabad klór) koncentrációjának csökkenése a hálózatban.

A biofilm-tevékenység során bekövetkező biofilmleválás hatására nő a víztest telepszáma, ehhez kapcsolódóan a patogén szervezetek előfordulási valószínűsége.

Elosztóhálózati nitrifikáció esetén a problémát az jelenti, hogy a folyamat a nitrilépcsőben a legtöbb esetben megakad, mivel az ivóvíz nem jelent megfelelő közeget sem hőmérséklet, sem kémhatás szempontjából a Nitrobacter-populáció számára. A nitrit közegészségügyi kockázata magas, ennél fogva a hálózati nitrifikáció folyamatának kialakulását preventív eszközökkel (ammóniamentesítés) meg kell gátolni, az a hálózatban már nem kezelhető.

A korróziós folyamatok hatása két szempontból is kedvezőtlen: egyrészt a hálózat állagromlását okozza, másrészt pedig a képződő korróziós termékek vízminőségromláshoz vezetnek.

Az üledékképződési folyamatok közül a leggyakoribb probléma a vas- és mangáncsapadék kiválása a hálózatban. A THM- (trihalogén-metán) vegyületek képződése a fertőtlenítéskor alkalmazott nagy klórdózis esetén a hálózatban tovább folytatódhat, akár még napok múlva is újabb fertőtlenítési melléktermékek keletkezhetnek.

3. VÍZMINŐSÉGI FOLYAMATOK KEZELÉSE

Nemkívánatos mértékű hálózati vízminőségromlási folyamatok esetén műszakilag az elosztórendszer két alrendszerénél lehet beavatkozni,

- a víztisztítás-technológia, valamint
- a hálózatüzemeltetés területén.

Hálózati vízminőségromlási folyamatok hosszú távú, vízbiztonsági szempontból is kívánatos, preventív jellegű megoldása tisztítástechnológiai beavatkozásoktól várható. A hálózati biofilm-aktivitás az ivóvíz tápanyagtartalmának (BDOC) csökkentése által szabályozható (pl. ózonos oxidáció és aktív szén-szűrés alkalmazásával); a hálózatban történő beavatkozások vagy csak időlegesen (pl. vezeték tisztítás), vagy hatástalanok (pl. maradék klór koncentrációjának emelése). Az ilyen jelleggel történő technológiai beavatkozások költségvonzataik okán jelenleg még nem gyakori megoldások.

Hálózatüzemeltetési szempontból egyes vízminőségromlási folyamatok mérsékelhetők az üzemrendek tartózkodási időre gyakorolt hatása által. A hálózati vízminőségi probléma megoldása során az első lépés a probléma kellő mértékű identifikálása. Az előző fejezet alapján jól látható, hogy a hálózatban többféle vízminőség-változási folyamat mehet végbe. Ezek a folyamatok egymással összefügghetnek, ok-okozati kapcsolatban állhatnak, azonban hibás elgondolás az egyes folyamatokat összesmosni, és általánosságban értékelni. A rendelkezésre álló vízminőségi modellek segítségével a folyamatok összefüggéseikben nem szimulálhatók, kizárólag az egyes részfolyamatok, illetve paraméterek önálló vizsgálatára van lehetőség. Lehetőségeink jelenleg az alábbi folyamatokra korlátozódnak:

- a tartózkodási idő vizsgálata,
- klórfogyásvizsgálat,
- a bakteriális vízminőség romlása,
- THM-képződés.

A gyakorlatban a lehetőségek tovább szűkülnek:

A bakteriális vízminőségromlási folyamatok biofilmmodellek használatával írhatók le. Ezek rendkívül komplex, sokparaméteres modellek. Kutatási projektekben több biofilmmodell alkalmazása ismert, ezek gyakorlati elterjedése azonban, bonyolultságuk okán, a közeljövőben nem várható. Az üzemeltetői gyakorlatban alkalmazásra a klórfogyás, valamint a tartózkodási idő modellezése terén adódik lehetőség, így ezekre részletesebben kitérünk.

4. A KLÓRFOGYÁS MODELLEZÉSE

A klórfogyás kinetikája matematikailag jó közelítéssel leírható, így a klórkoncentráció hálózati változása is modellezhető. A klórfogyási modellek közül az EPA által kifejlesztett EPANET hálózati modellben alkalmazott összefüggések a legismertebbek és legelterjedtebbek. A klórfogyást leíró egyenleteket Rossman részletesen bemutatja (Rossman, 2000), és a hazai szakirodalomban is megtalálhatók (Öllös, 1998., 10.21. fejezet).

A klórfogyás a Rossman-féle összefüggésekkel történő modellezése vonatkozásában a legfontosabb feltételek és korlátok az alábbiakban foglalhatók össze:

- Kizárólag a szabad klór vagy a monoklóramin koncentrációváltozásának szimulálására van mód, a törésponti klórozás folyamatának

leírására a modell nem alkalmas. Ennélfogva ammóniát tartalmazó ivóvíz esetén a modell csak két esetben alkalmazható:

- Ha a fertőtlenítés olyan kis mennyiségű klór adagolásával történik, hogy maradék klórként kizárólag monoklóramin képződik.
 - Törésponti klórozáskor. Ebben az esetben a töréspont után keletkező szabad klór hálózatbeli koncentrációváltozása leírható.
- Gondosan kalibrált hidraulikai modellre van szükség. A hidraulikai modell számítja azokat a hidraulikai jellemzőket (pl. áramlási irány és sebesség), amelyek a klórfogyási modell transzportfolyamatainak feltételrendszerét adják. Tekintettel arra, hogy az alkalmazott hidraulikai modellek kvázipermanens üzemszimuláción alapulnak, a klórfogyási modell kvázidinamikus jellegű.
 - A klórfogyási tényezők meghatározása helyszíni klórkoncentráció-mérések eredményeinek felhasználásával végezhető, célszerűen választva az alábbi módszerek közül:
 - Elsőrendű reakciókinetika alapján egy egységes klórfogyási tényezőt határozzunk meg a hálózat egészére.
 - Két klórfogyási tényezővel dolgozunk, különválasztva a víztest és a csőfal klórfogyasztását. Ennél a módszernél a modell már figyelembe veszi a vezetékek fajlagos felületének szerepét.
 - A víztest klórfogyasztása mellett az egyes vezetékszakaszokra külön-külön meghatározzuk a csőfal klórfogyasztási tényezőjét. Ennél a módszernél figyelembe tudjuk venni az egyes csőanyagok, valamint a csövek állapotának (pl. korrodáltság) hatását a klórfogyasztásra.

Elméletileg a c) változattól várhatóak a legpontosabb modellszimulációk. A módszer alkalmazása azonban gyakorlati problémákat vet fel, ugyanis a tényezők külön-külön történő meghatározása a klórkoncentráció-mérések nem kellő mértékű pontossága, valamint a tartózkodásiidő-számítások közelítő jellege miatt csak hozzávetőleges jellegű.

- A modell kalibrációja és validációja egyaránt in situ klórkoncentráció-méréseket igényel. Szempontok:
 - A vízmintákat tűzcsapokon kell venni, a fogyasztói csapokról származó minták a modellezés céljára értelemszerűen alkalmatlanok.
 - A vízminták klórkoncentrációját közvetlenül a mintavétel után a helyszínen kell meghatározni.
 - A hálózatokban ideálisan előforduló szabadklór-koncentrációk

(0,1-0,2 mg/l) meghatározása nem teszi lehetővé, hogy a modellezéshez szükséges mértékben pontos eredményekkel rendelkezünk. A szimulációk eredményeit ennek megfelelően kell értelmezni.

- A klórfogyási modellek legfontosabb alkalmazási területei:
 - klórhiányos és túlzott klórkoncentrációjú helyek identifikálása, klórtérkép meghatározása,
 - klóradagolás optimalizálása,
 - szükséges utóklórozási helyek meghatározása.
- A klórfogyási modellek a klórfogyás szimulációján túl alkalmasak egyéb folyamatok modellezésére. Zérus klórfogyási tényezővel számolva az alábbi lehetőségek adóttak:
 - Konzervatív szennyezés hálózatbeli terjedésének szimulációja.
 - Két betáplálással rendelkező rendszerben a vízkeveredés vizsgálata. (A kettőnél több betáplálással rendelkező rendszereknél a vizsgálat csak elméletben lehetséges, az eredmények a gyakorlatban nem értelmezhetők.)

5. A TARTÓZKODÁSI IDŐ MODELLEZÉSE

A tartózkodási időt a gyakorlat a hálózati vízminőségi problémák egyik legfontosabb tényezőjeként tartja számon. A tartózkodási idő azonban nem használható általános, tetszőleges ivóvízminőség-változási folyamat indikátorparamétereként (Dombay, 1999). Az alábbi hálózati vízminőség-változási folyamatok esetében a tartózkodási idő jó indikátorparaméternek tekinthető:

- íz- és szagproblémák (vö. kontaktidő),
 - klórfogyás,
 - maradék fertőtlenítőszer jelenlétében a víztest baktériumszáma.
- Az alábbi esetekre a tartózkodási idő indikátorparaméterként történő alkalmazása nem megengedhető:
- a hálózat biofilm-aktivitása,
 - maradék fertőtlenítőszer hiányában a víztest baktériumszáma,
 - üledékképződés,
 - nitrifikáció,
 - korrózió.
- A tartózkodási idő modellezésekor az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:
- A modellszámítások minden esetben közelítő jellegűek. Ennek oka,

hogy kevert vizek tartózkodási idejét ugyan vízhozammal súlyozott átlagként ki lehet számítani (és ez a modelleknél így történik), ez azonban csak egy matematikai művelet, ami figyelmen kívül hagyja a folyamatok valós kinetikáját.

- A közelítő jelleg miatt a tartózkodásiidő-vizsgálatok szigorúan kvalitatív, nem pedig kvantitatív értelemben kezelendők. Ez különösen igaz a több betáplálással rendelkező rendszerek esetén.
- Csak olyan probléma esetén elemezzük a hálózatban a tartózkodási idők alakulását, amely problémánál a tartózkodási idő figyelembe vehető indikátorparaméterként.
- A tartózkodási idő modellezésének legfontosabb alkalmazási területei:
 - a) A hálózatüzemeltetés egyes vízminőségi folyamatokra gyakorolt hatásának elemzése.
 - b) Szivattyúzási üzemrend optimalizálása az ivóvízminőség korlátozó feltételként történő figyelembevételével.
 - c) Jellemző vízmintavételi pontok meghatározása.
 - d) A hálózat hidraulikailag túlméretezett voltának elemzése.
 - e) Végágak, tárolók vizsgálata, a víz pangási idejének közelítő meghatározása.
 - f) Optimális vezetékátmérők meghatározása (pl. hosszú távú rekonstrukciós stratégia részeként).

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A vízelosztó hálózatban jelentkező vízminőségromlási folyamatok mérséklése, a beavatkozások megtervezése során döntő jelentőségű a folyamat helyes identifikálása. A rendelkezésre álló modellek csak bizonyos vízminőségi folyamatok szimulálására képesek. A tartózkodási idők vizsgálata csak olyan esetekben célravezető, ahol a tartózkodási idő a vízminőség-változási folyamat indikátorparaméterként értelmezhető, de az eredményeket ebben az esetben is csak kvalitatív jelleggel szabad kezelni. A modellalkalmazással pontosabb képet kaphatunk az elosztóhálózat vízminőséget befolyásoló szerepéről, azonban a hálózati oldalról történő beavatkozási lehetőségek meglehetősen korlátozottak: a szivattyúzási üzemrend vízminőségi szempontú optimalizálása, egyes tárolók, vezetékszakaszok kizárása, végágak összekapcsolása, utóklórozási helyek létesítése jelentik a rövid távú beavatkozási lehetőségeket. Ezek megtervezésében elengedhetetlen segítséget nyújt a vízminőségi modellezés. A hálózati vízminőségromlási folyamatok döntő többsége azonban hálózati beavatkozásokkal nem szüntethető meg: a nemkívánatos folyamatok kizárólag a tisztítástechnológia fejlesztése útján küszöbölhetők ki. Hosszú távú beavatkozási lehetőségként a hálózati rekonstrukciós tervezés során törekedni kell a hidraulikai túlméretezettség csökkentésére, optimális vezetékátmérők meghatározására.

8. HIVATKOZÁSOK

8. HIVATKOZÁSOK

- Dombay G. (1999): Az ivóvíz bakteriális minőségének változása a vízelosztó hálózatban. PhD-értekezés. Budapesti Műszaki Egyetem.
- Öllös G. (1998): Vízisztítás-üzemeltetés. Egri Nyomda Kft.
- Rossmann L. A. (2000): EPANET 2 Users Manual. US EPA.

Adagolástechnika

- ▶ Komplett megoldások
- ▶ Modern technológia
- ▶ Megbízható működés

ProMinent®

További információkért kérjük, látogassa meg weboldalunkat: www.prominent.hu vagy hívjon minket az alábbi telefonszámon: +36 96 /511-400

Icons: smartphone, tablet, Wi-Fi, cloud, and a person icon.



KAPOSVÁRI ZSUSANNA
FEJÉRVÍZ ZRT.
gazdasági főosztályvezető

kaposvarizs@fejerviz.hu

KIVONAT Amikor a teljesítményértékelés témaköre szóba került, egy kicsi kutatást kellett végezni, hogy mely víziközmű-szolgáltatóknál találunk ilyet. A teljesítményértékelési rendszerek (röviden TÉR-rendszerek) célja, hogy összehangolja a vállalati célkitűzéseket az egyéni célokkal, oly módon, hogy az egyén motivációját fenntartsa, és ezen keresztül elérje a cég által kitűzött célokat, terveket. A rendszer jó működésének a kulcsa, hogy egyértelműen lefektetett és minden résztvevő számára világos szisztémán, elvárásokon és értékelési szerkezeten alapuljon. Fontos a rendszeres felülvizsgálat és szükség esetén a módosítás. A Fővárosi Vízművek ügyfélszolgálati osztályának vezetője, Ivanics Andrea mesélt nekem a náluk működő ügyfélszolgálati teljesítményértékelési rendszerről.

KULCSSZAVAK TÉR, célok, motiváció, ügyfélszolgálat

AKTUÁLIS

Profi ügyfélszolgálat, profi teljesítményértékelés

KAPOSVÁRI ZSUSANNA: Hallottam róla, hogy nálatok létezik teljesítményértékelés, nagyon érdekel, hogy pontosan mit és hogyan mértek. Mielőtt erről faggatnálak, kérlek, mondd el, hogy összesen hány fő dolgozik a Fővárosi Vízműveknél, és ebből hány fő tevékenykedik az ügyfélszolgálatokon?

IVANICS ANDREA: Nagyjából 1500 fő munkavállalóval rendelkezünk. Ebből 70 fő dolgozik az ügyfélszolgálati osztályon. Az ügyfélszolgálati osztály a klasszikus ügyfélszolgálatot jelenti, a call centert, a személyes ügyfélszolgálatokat, emellett van egy back office részleg a postai, az online és az egyéb úton beérkező, általános jellegű feladatok feldolgozására, valamint a reklamáció és a kiemelt ügyfélkapcsolati rész tartozik még az osztályhoz. Az ügyfélkapcsolati igazgatóság ennél szélesebb körű, ott is vannak ügyfélszolgálati tevékenységek, például törzsadat-karbantartás, átírás vagy mérőadminisztráció. Náluk is működik a teljesítményértékelés, ők is az úgynevezett ügyfélszolgálati teljesítményértékelési rendszerbe tartoznak.

K. ZS.: Ezek szerint van külön ügyfélszolgálati teljesítményértékelési rendszer?

I. A.: Igen, ez konkrétan ránk van szabva, ezen kívül van a cégnél más társterületeken is teljesítményértékelés, de az más szempontrendszer szerint működik. Én 2013-ban érkeztem a céghez, érkezésemet követően egy kisebb résszel, a kiemelt ügyfélkezeléssel és a panaszkezeléssel foglalkoztam, majd a területem folyamatosan bővült. Teljesítményértékelés már akkor is volt, amikor én idejöttem. Később indult egy ügyfélszolgálati fejlesztési program, mely több projektet tartalmazott. A fő

célja az volt, hogy a hatékonyságot növeljük, a digitalizációt fejlesszük, továbbá papírtakarékosak legyünk, de ennek része volt, hogy a teljesítményértékelési rendszert újragondoljuk, illetve felülvizsgáljuk. Ekkor megújult a teljesítményértékelési rendszer is.

K. ZS.: Kérlek, mondj pár szót az ügyfélszámról és az ügyfélforgalomról!

I. A.: Havonta átlagosan 105 ezer ügyfélmegkeresés érkezik a különböző csatornákon, ennek azonban nagy része, 68%-a nem igényel ügyintézői tevékenységet, ezek az ügyek az online ügyfélszolgálat és az Otthon Plusz alkalmazáson vagy az IVR automata menüpontjain keresztül önállóan elintézhetőek. Az ezen felüli résszel átlagosan 33 ezer megkereséssel foglalkozik az ügyfélszolgálati igazgatóság. Több mint 800 ezer felhasználási helyen szolgáltatónk (mellékmérős felhasználási helyekkel együtt), többségében ivóvizet, és 45 ezer felhasználási helyen biztosítunk csatornaszolgáltatást is. Nagy a mellékmérős állományunk, 1 millió hiteles mellékmérőt kezelünk, így összességében több megkeresés érkezik a mellékmérős ügyfelektől.

K. ZS.: Ez azt jelenti, hogy sok mindent el tud intézni az ügyfél automata vagy digitális rendszereken keresztül. Mivel az egyszerűbb ügyek ezeken a csatornákon rendeződnek, az ügyfelekhez a bonyolultabb ügyek kerülnek? Gondolhatjuk úgy, hogy az ügyfelek tudása, felkészültsége felértékelődik?

I. A.: A csatornánkénti megoszláson látható, hogy megemelkedett az online ügyintézés száma, próbáltunk olyan intézkedéseket bevezetni, hogy minél kevesebb élőmunkára legyen szükség, ez a létszámunk

ban is megjelent. Az igazgatóság nem csak a klasszikus ügyfélszolgálati területeket foglalja magába, nálunk benne vannak a leolvasók, a mérő-cserélők, a kivizsgálók is.

Igen, ezt a kollégák abszolút érzékelik, a személyes ügyfelek lényegesen kevesebb ügyfelet fogadnak, viszont a bejövő ügyek komplexebbek. Odafigyelünk az ügyintézőinkre, és nagyon fontosnak tartjuk a munkájukat, mert azt gondoljuk, hogy akármennyire papírmentesítünk vagy digitalizálunk, a személyes ügyfélmegkeresés nem fog kiveszni, arra mindig szükség lesz. Edukáljuk, képezzük, inspiráljuk őket. A front office-on belül a call centerben van a legnagyobb fluktuáció. A call centerünk megengedett létszáma 25 fő, évek óta nem tudjuk feltölteni ezt a létszámot, mindig van hiányunk. Néhány éven belül kicserélődik majdnem a teljes társaság, de szerencsére sok esetben a társ-területekre mennek át a tudással rendelkező értékes kollégák.

K. ZS.: Ezt a fajta kicserélődést hogy kezelitek? Újra és újra be kell tanítani a belépőket, ráadásul ezek nagyon összetett területek, sokrétű ismereteket igényelnek.

I. A.: Nagyjából egy hónap alatt a call centeresek beülnek hívást fogadni, viszont nem fogadnak minden hívást. Az alap SAP-ismereteket hamar meg tudjuk tanítani, nagyon jó képzési módszert dolgoztunk ki, a tananyagban van egy nagy része, amit önállóan elsajátítanak, videós oktatások segítségével, témakörönként tesztekkel mérjük a megszerzett tudást, megpróbáltuk ezt is minél kevesebb mentori feladattal megoldani. Egy hónap alatt felkészülnek a céges általános ismeretekből és az alapokból, ezután 3-4 menüpontot tudnak kezelni. Az egyszerűbbekkel kezdik, hibabejelentés, mellékmérős megkeresések, leolvasásokkal kapcsolatos megkeresések. Itt szereznek egy rutint, három-négy hónap alatt. Ha úgy látjuk, hogy készek arra, hogy a következő szintre lépjenek, akkor megkapják a számlázós és a főmérős, panaszkezelési ügyek oktatását is.

K. ZS.: Ez a betanítási eljárás megérne egy külön cikket is, rendkívül jól felépített és nagyon profi...

Térjünk át a teljesítményértékelő rendszerre! Mik a főbb pillérei?

I. A.: Az ügyfélszolgálati teljesítményértékelő rendszer egy havi rendszerben folytatott értékelést jelent nálunk. Ennek több cél-

ja van. Egyrészt szeretnénk motiválni a kollégákat, hogy minél hatékonyabb és jobb minőségű munkát végezzenek, másrészt segíti a társasági célok elérését, hogy a kollégák azokat a mutatószámokat tudják hozni, melyek számunkra fontosak. A rendszer folyamatos mérésen alapul. Arra nagyon figyelünk, hogy objektív, mérhető követelményeket építsünk bele. A folyamatos mérés több okból lényeges. Ami nincs mérve, arról tudjuk, hogy előbb-utóbb elromlik, elcsúsznak az eredmények. A másik, hogy ez lehetővé teszi, hogy teljes távmunkában tudjanak dolgozni a kollégák, mind a back office-ban, mind a call centerben. Továbbá a TÉR célja a folyamatos visszajelzés, és visszacsatolás is az ügyintézők számára. A minőségi munkát folyamatosan el tudjuk ismerni, azáltal, hogy mérjük őket. Ez értékelés és visszajelzés. Ha van

fejleszteni való, akkor az előjön. A képzési terveinket is ehhez igazítjuk. A kollégák kompetenciáit, készségeit fejlesztjük. A TÉR-rendszerre prémiumkifizetés is épül. Az alapbér átlag 20%-át tudják megszerezni a kollégák, de vannak túlteljesíthető célszámok is a TÉR-ben, a legfelső szint, amit el tudnak érni, az az alapbér 32%-a.

K. ZS.: Úgy képelem, hogy a TÉR-rendszerben vannak olyan mutatószámok, mint az átlagos kiszolgálási idő, vagy sikeresen teljesített ügyek száma. De például van-e olyan része a rendszernek, ami az ügyfeles kedvességét, habitusát vagy kommunikációját elemzi?

I. A.: Három részből áll a TÉR-rendszer, az első egy csoportszintű mennyiségi mutató, ez ösztönzi az együttműködést a csapatban, ez a legkisebb része az egésznek, 10%-ot képvisel. A következő a minőségi mutató rész, mely 30%-ot képvisel. Nézzük azt is, hogy hogyan dolgoznak, hogyan szolgálják ki az ügyfelet. A maradék 60% mennyiségi egyéni célok, mely területenként változó. Ezek csoportonként, munkakörönként vannak meghatározva (például összes lezárt ügy, határidőn belüli ügyek aránya, kiejánlott vízálló védelem szolgáltatás, ügyféltől megszerzett adatkezelési hozzájárulás száma).

A minőségi mutató az ügyek szűrőpróbaszerű ellenőrzésének az eredménye. Minden kollégának hét ügyét ellenőrizzük az adott hónapban – ez lehet back office feladat, telefonos beszélgetés vagy személyes megkeresés. Ehhez visszahallgatási és ügyintézés-ellenőrzési lapok állnak rendelkezésre, amelyek segítségével szigorú szempontrendszer alapján értékelünk. Ez két részből áll, az egyik a szakmai szempontok értékelése, például hogy hogyan azonosította az ügyfelet, hogy mérte fel az ügyfél igényét, az elvárásoknak megfelelően oldotta-e meg az ügyet, alkalmazta-e a folyamatokat. De itt nézzük azt is, hogy például e-számla-kijánlás történt-e, ha volt rá lehetőség. A másik rész az ügyintéző kommunikációjára, ügyintéző viselkedésére vonatkozó rész, hogyan kommunikált, mennyire volt segítőkész. Ezekhez a szempontokhoz pontok vannak rendelve, és meghatározuk, hogy melyik pontszám mikor adható. Ez ugyan a legszubjektívebb része az értékelésnek, de megpróbáltuk minél objektívabbá tenni. A hét ügy ellenőrzését felosztva az adott

FŐVÁROSI VÍZMŰVEK

Diktálj fényképpel és nyerj 100 000 Ft-os utalványt!*

Küldd be vízmérőállásodat fényképpel együtt Online ügyfélszolgálatunk vagy Otthon+ applikáciánk felületén és 100 000 Ft értékű vásárlási utalványt nyerhetsz!

[→ vizmuvek.hu](https://vizmuvek.hu)

* Kizárólag diktálási időszakban. A tájékoztatás nem teljes körű. További részletek és a játékszabályzat weboldalunkon található. A nyereményjáték 2022. október 1. és december 31. között tart.

Forrás: Ivanics Andrea, www.vizmuvek.hu

csapat vezetője, mentora és a monitoringos munkatárs végzi. A monitoringosok függetlenek az adott területtől. Ha az ügyintéző valamely értékeléssel nem ért egyet, akkor jelezhet a monitoringosnak. Ha nem tudnak megegyezni, akkor a vezető dönt.

K. ZS.: *Úgy érzékelem, hogy a teljesítményértékelő rendszer attól is működik jól, hogy megfelelő apparátus áll mögötte. Egy vezetőnek hetven fő egyenként hét ügyének kiértékelése rengeteg energiáját elvinné.*

Elég munkásnak hangzik...

I. A.: Ez igaz, de úgy gondoljuk, hogy egy mentornak vagy egy vezetőnek ez a munkájához tartozik. A saját dolgozók ellenőrzése, a kollégák felé történő visszacsatolás bele kell, hogy férjen. A mentor az új betanulókat segíti, ha összetettebb ügy van, akkor útmutatást ad, segít, nálunk a mentor kollégáknak is kell a munkaidejük kisebb részében ügyintézni, hogy meglegyen a gyakorlatuk, de a munkaidejük körülbelül 80%-át a betanításra, fejlesztésre, ellenőrzésre fordítják.

K. ZS.: *Ha valakit felvesztek a Fővárosi Vízművekhez ügyfelesnek, akkor a munka kezdetén megkapja a teljesítményértékelés részletes szabályait?*

I. A.: Igen, az új kollégákat már próbaidő alatt is értékeljük. Van olyan kolléga, akit egy hónap alatt beültettünk hívásfogadásba, és értékeljük is. Részletesen tájékoztatva vannak, hogy mik az elvárások, mik a célok, sőt már az interjúknál elmondjuk, hogy van egy alapbér, és erre a teljesítményértékelés alapján lehet bónuszt szerezni.

K. ZS.: *Felvételkor van valami előírás ehhez kapcsolódóan?*

I. A.: Speciális nincs, ez a mai munkaerőpiaci helyzetben nem is lenne tartható. A szokásos, többek között a jó kommunikációs készség, nyitottság, ügyfélorientált személyiség, számítógépes ismeretek a feltétel. Mi az interjúkon a beszélgetés előtt kompetenciateszteket íratunk (verbális és numerikus), illetve a beszélgetést követően szituációs gyakorlatot is végzünk. A vonal egyik végén az egyik mentor kollégánk ül. A beszélgetésnél nem várunk el szakmai tudást, de vizsgáljuk, hogy a jelentkező hogyan reagál, hogy találja fel magát, mennyire talpraesett.

K. ZS.: *Gondolom, a sikeresség ezen is múlik, hogy kikkel dolgozol.*

I. A.: Igen, ez a próbaidő alatt hamar kiderül.

K. ZS.: *A munkakörnyezet befolyásolja az elégedettséget, a sikerességet és a jó teljesítményt?*

I. A.: Igen, a munkakörnyezet kialakítására és a jó munkakapcsolatok megteremtésére is figyelünk. Minden új betanuló a cégnél az irodában tanul be, és utána tud elmenni távmunkázni. Mindig van valaki az irodában, aki mellé odaültetjük az újakat, aki segít a beintegrálásukban.

K. ZS.: *Motiváló a kollégáknak a teljesítményprémium? Gondolom, úgy van kitalálva, hogy ösztönözze a munkavállalót, hogy az alapbérére megszerezze a teljesítménybért.*

I. A.: Szerintünk motiváló, hiszen ez az egyik legfőbb célja. Ha a vállalati célok azt követelik meg, hogy az adott hónapban minél több szolgáltatási célú hozzájárulást gyűjtsünk, akkor azt tűzzük ki célul, hogy ilyen hozzájárulást kell gyűjteni. Amikor a fejlesztési program kapcsán felülvizsgáltuk és újrastrukturáltuk a rendszert, akkor pont az volt a cél, hogy még motiválóbba tegyük. Ekkor vezettük be azt, hogy a 20%-on túl is lehet teljesíteni, hiszen láttuk, hogy vannak olyan kollégák, akik képesek erre.

K. ZS.: *A rendszert magát vásároltátok vagy ti fejlesztettétek ki?*

I. A.: Mi fejlesztettük ki, és az évek során folyamatosan bővítettük és módosítottuk, a célokhoz igazítottuk. Nem megvásárolt, saját. A rendszer a belső folyamatokat támogatja, melyek teljeskörűen le vannak fektetve.

K. ZS.: *A te munkádát is értékeli?*

I. A.: Igen, van egy vezetői teljesítményértékelő rendszer is, annak is megvannak a szigorú szabályai, ez által én is értékelve vagyok, nekem is vannak meghatározott céljaim. Engem nem havonta értékelnek, hanem évente kétszer. Az ügyfelesek havi értékelése egyébként az ő visszajelzéseik alapján számukra is fontos.

K. ZS.: *Volt már olyan, hogy a teljesítményértékelésből kiderült, hogy az illető kiégés előtt áll? Használtátok ezt ilyen vizsgálatra is?*

I. A.: Igen, ez is kijön egy értékelésből, hogyha egy kolléga már a kiégés jeleit mutatja, és látszik, hogy visszaesik a teljesítménye, akkor a vezető leül és beszélget vele, próbálja kideríteni, hogy mi a probléma.

Ha nullás értékelést ér el egy kolléga, azzal mindig külön foglalko-

zunk, és ha ez rendszeres lenne, akkor annak munkajogi következménye is lehetne. Szerencsére ilyenre nagyon ritkán kerül sor.

K. ZS.: *Mi az, ami miatt másoknak ajánlanád a rendszert?*

I. A.: A vállalati célokat teljes mértékben támogatja. A stratégiai célokat szervezeti célokra bontjuk, a szervezeti célokat egyénire, így megvan a fő célok támogatása. Ad egy folyamatos visszajelzést, főként egy ilyen munkában, ahol nagy a fluktuáció, és hamar ki tudnak égni a kollégák. Nagy a motiváló ereje. Hátránya, hogy munkaigényes és időigényes, de azt gondolom, a vezetői feladatok közé tartozik a folyamatos ellenőrzés és visszacsatolás.

Ez a teljesítményértékelés összekapcsolódik az oktatási tevékenységgel is. Az oktatási keretünkben minden kollégának vagy csoportnak meghatározzuk az éves képzési tervét. Ez a teljesítményértékeléssel együtt jár és egymásra épül. Van egy belső tréneri rendszerünk, amelyben ki tudunk jelölni csoportos vagy akár egyéni oktatást a kollégáknak – például asszertív kommunikáció –, ezeken a képzéseken a kolléga egyénileg vesz részt, de csoportban a társosztályok munkavállalóival. Ez nagyban hozzájárul a TÉR sikerességéhez.

Köszönöm szépen az interjút!

Azt gondolom, a teljesítményértékelő rendszer alappillére, hogy meghatározott és jól definiált céljainknak kell lenni. A mérhetőség és az objektív szemlélet fontos hozzávalók. A jól működő rendszer ösztönzően tud hatni a munkavállalóra, és ahogy Andrea is elmondta, az egyén munkáján keresztül járul hozzá a vállalati célok sikerességéhez. A Fővárosi Vízművek kidolgozott rendszere figyelemre méltó, kívánom, hogy további sikereket érjenek el mind az ügyfelesek, mind a vállalat szintjén!

16. Ivóvízbiztonsági szakmai nap, 2022.

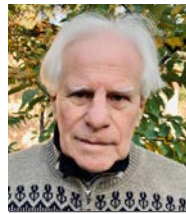
„Az ivóvízellátási lánc kockázatfelmérésre, valamint megelőző és alkalmazott kockázatkezelésre alapozott üzemeltetése, üzemeltetői tervezés és fejlesztési irányok az ivóvízellátó rendszereknél, a népegészségügyi követelmények”

Az alábbiakban rövid összefoglalót adunk a 2022. október 4-én megrendezett Ivóvízbiztonsági szakmai napról, mely az MHT Vízminőségi és Víztechnológiai Szakosztály, az MHT Vízellátási Szakosztály, a MaVíz, a BME Víziközmű és Környezetmérnöki Tanszék és a Víz tudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium együttműködésében került megrendezésre.

Az előadások és az azokhoz kapcsolódó ajánlások az alábbi linken megtekinthetők: http://www.hidrologia.hu/mht/index.php?option=com_content&task=view&id=807&Itemid=263
Az elhangzott előadások kivonata

Magyarné Bede Marianna – VCSM ZRt. Szolnok
VCSM ZRt. Szolnok vízbiztonsági tervezés folyamata, üzemi alkalmazása és a gyakorlati tapasztalatok felülvizsgálata tervbe illesztése

Az előadás célja, hogy többek között bemutassa az elsők között megjelenő (azóta módosított) vízbiztonsági tervezés jogszabályi háttérét, a tervezés folyamatát, illetve az értékelési rendszer meghatározását és törvényszerűségeinek kiválasztását. Részletesen ismertetésre kerül a felszíni víztisztítás egy kiválasztott fázisának konkrét kockázatelemzése. Különböző példákon keresztül szó lesz az engedélyezett ivóvízbiztonsági terv napi folyamatokban történő üzemi alkalmazásáról, a gyakorlati tapasztalatok felülvizsgálata tervbe illesztéséről, a haváriaesemények kezeléséről és a rendszer sajátosságairól.



DR. BORSÁNYI MÁTYÁS
MHT Vízminőségi és Víztechnológiai Szakosztály elnöke

borsanyim@gmail.com

célját, ami a megfelelő mennyiségű és minőségű víz biztosítása. Másodlagos cél a lehető legolcsóbban. Ezzel kapcsolatos fogalmak. Ezek egyértelműen kimondva nincsenek az alapelvek közt, de bújtatva megtalálhatók benne. Azok a műszaki feladatok, melyek ezen célok megvalósulását garantálhatják, az alábbiak:

- Kitermelt víz mennyiségének optimalizálása – vízvesztései stratégia (tisztítás, hálózat)
- Kitermelt víz minősége – vízbázisvédelem, vízbiztonsági tervrendszerek

Dr. Fülöp Roland, Bódi Gábor – BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék

...ami a víziközműtörvényből kimaradt

Címzavak: rendszervizsgálat, hidraulika és vízminőség, gördülő fejlesztési terv, vízbiztonsági terv, tervrendszerek egymásra hatásának figyelembevétele

A 2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról jogszabály célja a „nemzeti víziközmű-vagyron védelme, a víziközmű-szolgáltatási ágazatokban a fenntartható fejlődés, az ivóvízkincs kíméletét szolgáló célok teljesülése, a fogyasztóvédelem széles körű érvényesülését szolgáló víziközmű-szolgáltatási feltételek biztosítása”. A jogszabály ezáltal kívánja deklarálni a vízellátás

- Vízminőség megőrzése a hálózatban – vízigényszámításokon alapuló, hidraulikai vizsgálatok, vízminőség-elemzés a hálózatban
- Vízihiány csökkentése – egyebekben túl a hálózathidraulikai kapacitások biztosítása, hibastatisztikán alapuló rekonstrukciós terv
- Vízvesztés-csökkentés, energiahatékonyság-növelés – nyomásmenedzsment

A végrehajtási rendeletben szereplő gördülő fejlesztési terv készítése szavatolná a célok megvalósulását. Azonban a kihirdetett jogszabályból a fontos részek maradtak ki a tervezethez képest, ami így kevésbé szavatolja a célok elérését.

Bufa-Dórr Zsuzsanna – Nemzeti Népegészségügyi Központ
Az „EU 2020/2184 átdolgozott irányelv az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről”, átültetése a hazai jogrendbe

Az Európai Parlament és a Tanács 2020. december 22-én fogadta el az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről szóló 2020/2184 irányelvét. A módosítás öt fő területet érint: a kockázatalapú ivóvízminőség-felügyelet kiterjesztése a teljes ivóvízellátási láncra, a vizsgálandó paraméterek és határértékek felülvizsgálata az új tudományos bizonyítékok alapján, a vízzel érintkező anyagok szabályozásának és engedélyezésének egységesítése, a lakossági tájékoztatás átalakítása, az ivóvízhez nem vagy csak korlátozottan hozzáférő csoportok hozzáféréseinek javítása. Közegészségügyi és ivóvízbiztonsági szempontból a javaslattal elérni kívánt célkitűzések, módosítási területek kiemelten támogathatók.

Az ivóvízminőség-felügyelet változása olyan jelentős mértékű, hogy annak átültetése az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001 (X. 25.) korm. rendelet módosítása helyett egy új kormányrendelet megalkotását teszi szükségessé, és vele együtt számos kapcsolódó jogszabály módosítása várható. A jogszabály-módosítások közigazgatási egyeztetése megkezdődött, elfogadásuk végső határideje 2023. január 12.

Dr. Laky Dóra, Souha Neguez – BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék

Klorácion az ivóvízben – K+F feladatok a 2020/2184 EU-irányelv kapcsán

A 2020/2184 EU-irányelv alapján a vízben maximálisan megengedhető klorácion-koncentráció 0,25 mg/l (0,7 mg/l). E komponens mennyiségét a 201/2001 (X. 25.) korm. rendelet nem szabályozza, azonban a 2023 januárjában hatályba lépő új kormányrendelet tartalmazni fogja. Az előadás bemutatja, hogy milyen esetekben jelenhet meg klorácion az ivóvízben, különös tekintettel a nátrium-hipokloritot alkalmazó törésponti technológiákra. A BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék részt vesz egy most induló kutatási projektben, melynek egyik alprojektje a 2020/2184 EU-irányelv bevezetésével kapcsolatos kutatási-fejlesztési feladatokkal foglalkozik, ezen belül is kiemelten a klorácion kérdésével. Az előadásban röviden bemutatjuk a projekt keretén belül tervezett kutatási feladatokat.

Horányiné Csiszár Gabriella – MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.

Innovatív megoldások a MIVÍZ Kft.-nél a vízbiztonság tükrében

Miskolc város ivóvízellátása elsősorban a Bükk hegység karsztvíztermelő létesítményeire épül, ezek 109 éve szolgáltatják az ivóvizet Miskolc és a környező települések fogyasztói számára. A karsztvíz kitermelése egyrészt gravitációs vízművekben (Szinva-forrasi vízmű, Anna-forrasi vízmű, Felső-forrasi vízmű) és önálló egységnek tekinthető Ómassa vízműtelep (Ómassa település vízellátása), másrészt szivattyús üzemű vízművekben (Miskolctapolcai vízmű, Tavi-forrasi vízmű, Szent György-forrasi vízmű, Királykúti vízmű [jelenleg üzemén kívül]) történik.

A MIVÍZ Kft. működése során mindig fokozottan figyelembe vette a vízbiztonságot azért, hogy fogyasztói számára a legjobb minőségű csapvizet biztosítsa. A miskolci vízbázisok kitűnő vízminősége mellett

kiemelten érzékenyek. Feladatunk a vízbiztonság előtérbe helyezése mellett az, hogy a fogyasztók ezeket a kihívásokat ne érezzék meg. A veszélyhelyzetek megelőzésével, illetve kezelésével párhuzamosan a vízszolgáltatás biztonságának megőrzése érdekében fejlesztéseket hajtottunk és hajtunk végre.

Miskolc város csodás vízkincsel rendelkezik, itt, a Bükk lábánál friss, hűs forrásvizet, karsztvizet, bükki csapvizet isznak az ivóvízfogyasztók. Előadásomban bemutatom a miskolci vízbázisokat, a szolgáltatott ivóvíz biztonsági tényezőit, a kihívásokat és azokat a fejlesztéseket, melyeket megvalósítottunk és szeretnénk megvalósítani, és melyek egyedivé teszik itt, a Bükk lábánál az ivóvíz-szolgáltatást.

Radács Attila – BAKONYKARSZT Zrt.

A vízbiztonsági tervek (VBT) üzemeltetési tapasztalatai, valamint jobbtét szándékú javaslatok megfogalmazása

Az előadás kivonata:

- A VBT készítésével kapcsolatos tapasztalatok.
- Engedélyezés és az időszakos felülvizsgálatok kérdései.
- A VBT hasznosítása a mindennapokban.
- Felkészülés a változásokra, javaslatok.

Baki Berta – Pápai Vízmű; Zerkowitz Tamás – Hidrokomplex Kft.

Az Ivóvízminőség-javító Program tapasztalatai

Baki Berta – Pápai Vízmű

Az Ivóvízminőség-javító Program – üzemeltetési tapasztalatok

Előadásomban bemutatom, hogy a KEHOP-programban megjelölt települések esetében milyen „szakszerű” üzemeltetéssel tudta biztosítani az üzemeltető a jogszabály szerinti ivóvízminőséget, és milyen változást hozott a hosszú évek alatt elkészült (ahol már kész van) víztisztító mű. Előadásom kiegészítőjeként Zerkowitz Tamás gyakorlati példákkal szemlélteti a tervezés és kivitelezés fázisait.

Zerkowitz Tamás – Hidrokomplex Kft.

Az Ivóvízminőség-javító Program – tervezési tapasztalatok

Az Ivóvízminőség-javító Programban megvalósult sok létesítmény sok-sok tanulságot is hozott. A megválasztott technológiák, azok méretezése, de főképpen a megvalósítás apró részletei sok mindent elárulnak „szakmai közéletünkől”, sajnos az oktatástól a tervezésen keresztül a

megvalósításig és az üzemeltetésig számos „érdekességgel” lehet találkozni. És persze tágabb, „ivóvízes” környezetünkben pedig továbbiakkal...

ELŐADÓI AJÁNLÁSOK

1. A különböző hatóságok jogszabályi kockázatelemzési követelményeinek (SKET nemzeti létfontosságú rendszerelem, VBT stb.) összehangolása a vízbiztonsági terv helyességét és az üzemeltetésben történő hatékony alkalmazását elősegíti. A kezelői rutin napi gyakorlattá válik, mely a kockázatok csökkentésében jelentős szerepet játszik.
2. A Gördülő Fejlesztési Terv készítésére vonatkozó jogszabályi előírásból kimaradtak fontos feladatok, amelyek eredményeinek beépítése a GFT-be jelentősen javítaná a fejlesztések költséghatékonyágát, valamint az ellátás biztonságát. Lényeges a rendszerek kapcsán, hogy a hibastatisztikák szisztematikus kiértékelése műszaki és gazdasági szempontból, az illetékes népegészségügyi szerv által jóváhagyott vízbiztonsági terv figyelembevételével történjen. Az ellátásbiztonság mennyiségi fenntartása miatt a közműves ivóvízellátást érintő tervnek aktuális adatokat tartalmazó vízigényszámításon, illetve – ha a fejlesztés indokolja – hálózathidraulikai modellezésen kell alapulnia.
3. A magasabb szintű ivóvízminőség-felügyelet érdekében kockázatertelésen alapuló vizsgálatok, monitoringrendszerek és értékelés szükséges, végigvezetve a teljes vízellátó rendszeren a nyersvizek vízgyűjtő területeitől a fogyasztói csapig. A kockázatalapú szemlélet és gondolkodásmód beépítése a mindennapi munkafolyamatokba egyaránt feladatként jelentkezik a szolgáltatóknál, az ellenőrző hatóságnál és az érintett államigazgatási szerveknél, és a megvalósítás csak szoros együttműködésben képzelhető el.
4. Kutatás-fejlesztés az ivóvíz klorácion-koncentrációjának minimalizálása témakörben, egyetemeken, kutatóintézetek, víziközmű-vállalatok, ipari partnerek, népegészségügyi szervezet együttműködése keretében. A szakmai szervezetek bevonása annak érdekében, hogy megfelelő platformok biztosításával segíteni tudják az együttműködést.
5. A VBT folyamatos aktualizálása a közüzemi ivóvíz-szolgáltatók feladata. Az üzemeltetői javaslat, hogy az ivóvízbiztonsági terv, a veszélyelemzés és kockázatertelés folyamatok aktualizálásakor, illetve

felülvizsgálatakor a Nemzeti Népegészségügyi Központ főosztálya szempontrendszerének ajánlása, a népegészségügyi hatósági ellenőrzések elvárásai a víziközmű-szolgáltatók felé tájékoztatásra kerüljön.

6. Feltétlenül szükséges lenne a vízbiztonsági tervekben foglaltak és a folyamatirányító rendszerek összehangolása. Mind a megelőző, mind a korrekciós tevékenységek naprakész információk alapján lehetnek a leghatékonyabbak. Egy veszély lehetséges okai automatikus úton is megjeleníthetők lennének, és azonnal beavatkozási javaslat is adható. Felmerül, hogy a vízbiztonsági terv hatósági felügyeleti díjai a VKJ-ból leírhatók legyenek, továbbá hogy a hatósági felülvizsgálatok gyakorisága az egyszerűbb ivóvízellátó rendszerek esetén akár 10 év is lehetne.
7. A 2184/2020 módosult EU-„ivóvízirányelv” magyar nyelvű szövegéből kiindulva az új hazai rendelet és a kapcsolódó jogszabályok módosítását előkészítő munkacsoport tervezete szerinti kötelezettségek és feladatok a lakosságot kiszolgáló ivóvízellátási lánc egyes szereplői számára nem vagy alig körvonalazódnak. A célszerű időbeni tájékoztatás szolgálhatja, hogy a kötelező alkalmazás határidejére az ivóvízbiztonságot a korábbiaknál jobban szolgáló kötelezettségek teljesítésére az ivóvíz-szolgáltatók tájékozottak és felkészültek is legyenek.
8. Ivóvízkezelő létesítmény megvalósításához, megújításához kapcsolódó szakfelüggyellett megbízott szakembernek az ivóvízkezelésben képzettnek, elismerten és igazoltan jártasnak kell lennie az ellenőri, tervfelülvizsgálói feladatok ellátásához, a kivitelezés, az üzembe helyezés és a próbaüzem ellenőrzéséhez, továbbá a kivitelezésre vállalt jótállási időszakban és az utó-felülvizsgálati eljárásban felmerülő szakkérdések kezeléséhez.



Energiahatékony alacsony nyomású technológia

A forgódugattyús fűvókhoz képest 15-20%-kal kisebb karbon lábnyom.
A ZS4 VSD+ a legújabb, állandó mágneses motorral szerelt csavarelemes fűvók.
Képes 30%-kal csökkenteni az energiaköltségeket a hagyományos forgódugattyús fűvókhoz képest és rendkívül alacsony zajszinten működik.
ISO 8573-1 Class 0 tanúsítvánnyal rendelkezik, ezért nem áll fenn a szennyeződés és a termelés kiesés kockázata.
Szervizkijelzők, hibariasztások és biztonsági leállítások segítségével figyelni a rendszer általános teljesítményét

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

atlascope.hu



Nézzé meg a videót a ZS VSD+ olajmentes csavarelemes fűvókról

Rövid összefoglaló a Műszaki Bizottság 2022. évben végzett munkájáról

Már hagyománynak számít, hogy a Főmérnöki értekezlet nyitónapján a Műszaki Bizottság elnöke számot ad a Bizottság elmúlt évi munkájáról, illetve rávilágít azokra a műszaki kérdésekre, melyek a víziközműszakmában a legaktuálisabbak. Így történt ez az idei év őszén is.

Az elmúlt egyéves időszakban több nehezítő tényező is próbára tett bennünket. A Covid-járvány „utolsó felvonása” vagy a háború miatti kedvezőtlen piaci viszonyok, ezen belül az ellátási láncok nehézségei, valamint a vágató infláció sem kedvezett a víziközmű-szolgáltatásnak. A már-már folyamatosan tekinthető „válságkezelés” ellenére, úgy gondolom, hogy sok érdekes témával volt módunk foglalkozni, sok hasznos, műszaki tartalmú anyag készült el az elmúlt év során, melyek a következők voltak:

- A szennyvízcsatorna-hálózatok tisztítási technológiáiról egy összefoglaló tanulmány készült, melynek főbb megállapításai bemutatásra kerültek a Főmérnöki értekezlet plenáris ülésén.
- Elkezdődött a munka az Idegen vizek kiszorítása az elválasztott rendszerű szennyvízcsatorna-hálózatokból – költséghatékonyság növelése című tanulmány elkészítése érdekében, mely a gyakorlatban használt korszerű technológiákat fogja majd össze. A szennyvízcsatorna-hálózatba kerülő „idegenvíz” kapcsolatos vizsgálatokra, a felderítés módszereire és a hibajavításokra továbbá a jogérvényesítés kerül majd a felfrissített anyagba.
- A tűzcsapok táblázási követelményeinek módosítási javaslatával el-tűntünk a BM-OKF felé. Egy munkaműhely keretében, több fordulóban tárgyaltunk már a hatóság képviselőivel a táblázás észszerűsítése érdekében.
- A szennyvíziszapok optimális kezelési és elhelyezési megoldásainak kidolgozása érdekében ágazati adatgyűjtést végeztünk a jó



RADÁCS ATTILA
MaVíz Műszaki
Bizottság Elnöke

radacs.attila
@bakonykarsztrt.hu

- A 2022-es év nyara sok ivóvízellátó víziközműrendszer esetében rávilágított a víziközműrendszerek kapacitáskorlátjaira. A Jogi Bizottsággal közösen került kidolgozásra egy Műszaki Irányelv és jogszabálymódosítási javaslat, melynek végső munkálatai most zajlanak. A nyári vízellátási problémákról, valamint a kapacitáskorlátok számitásáról és előrejelzéséről szintén a Főmérnöki értekezlet keretén belül hallhattak a kollégák.
- Az EU-s Ivóvízirányelv változásából eredő jogharmonizációban történő részvétel, üzemeltetői érdekek képviselése szintén az elmúlt év feladatai közé tartozott.
- Az idén első körben megvalósuló Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer (EKR-) képzés szakmai támogatása is megvalósult a Műszaki Bizottság részéről.

A Műszaki Bizottság közreműködésével, a MaVíz Titkárságának szervezésében két sikeres szakmai nap is megvalósult az utolsó negyedévben, melyek a következők voltak:

1. **Víziközmű-szolgáltatás energiaválság idején – szakmai nap (2022. október vége), melynek témakörei:**

gyakorlatok megismerése érdekében. Ebben a témában a kétkörös szolgáltatói felmérést követően részt vettünk az OVF által felállított munkacsoport munkájában. A felmérés eredményeinek bemutatása a Főmérnöki értekezlet plenáris ülésén történt meg. E munka keretén belül került sor a Szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítása, valamint a tisztított szennyvíznek a körkörös gazdaságba való bevezetéséről szóló OVF-munkanyag véleményezésére – üzemeltetői szempontból.

- Villamosenergia- és földgázfelhasználás csökkentése az épületeinkben
- Követendő üzemeltetői gyakorlatok bemutatása az energiahatékonyság érdekében
- Energiatakarékos módszerek, eszközök a nagy fogyasztási helyeken

2. Beszerzési folyamatok a víziközműszektorban – lehetőségek és megoldások gazdasági válság idején – a Víziparral közösen (2022. december 1.), az érintett témakörök:

- Ajánlás a közbeszerzések lefolytatásának módjára, azaz a rugalmas beszerzési eljárások alkalmazási lehetőségei
- Dinamikus beszerzési rendszer
- Lehetőségek, jó gyakorlatok a logisztika területén
- Vízipari kerekasztal a beszerzésekről és a raktározásról

Vitán felül áll, hogy alapvető érdek a víziközmű-szolgáltatás biztonságának megőrzése és az üzemeltetés hatékonyságának növelése. Ennek érdekében a Műszaki Bizottság a következő időszakban az alábbi főbb témákkal kíván foglalkozni:

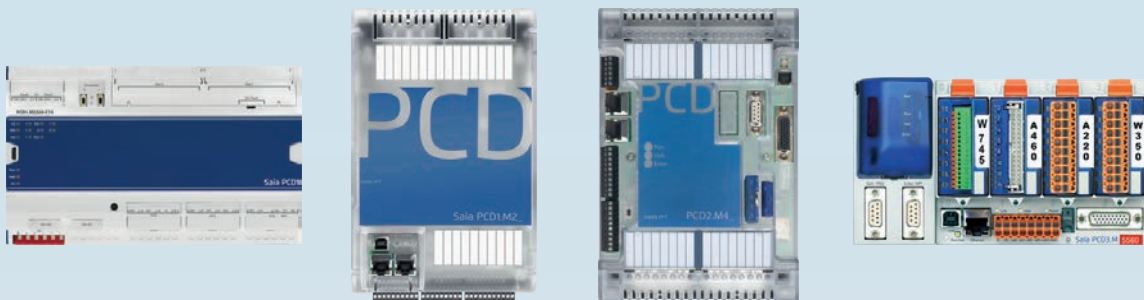
- a. Új hibafeltárási és hibaelhárítási megoldások, módszerek
- b. Korszerű rekonstrukciós megoldások, anyagok, technológiák
- c. A kapacitásnövelés lehetőségei a problémás rendszereken
- d. Munkaerőhiány kezelése, képzés, tudásmenedzsment
- e. A digitalizáció lehetőségeinek kihasználása
 - i. Korszerű folyamatirányítás
 - ii. Gyors beavatkozások
 - iii. Hatékony munkaerő-gazdálkodás
 - iv. Naprakész műszaki alapidat-szolgáltatás

Több mint 25 év a vízmű-automatizálás szolgálatában

sb - controls
értékesítés – oktatás – tanácsadás

Európai termékek
2+3 év garanciával!

Teljes Saia PLC választék



Kibertámadások
ellen védett PLC



**ÚJ
TERMÉK**

4G modemek, routerek



LoRa WAN távjelzők, távadók



VisionX szoftverek



T.: +36-23-501-170;

office@sb-controls.hu;

www.sb-controls.hu

EGY CSEPP VÍZ, TENGERNYI INFORMÁCIÓ

KÖRNYEZETANALITIKAI VIZSGÁLATOK SZÉLES KÖRE KARNYÚJTÁSNYIRA

A SYNLAB Hungary Kft. laborszolgáltatások széles skáláját nyújtja több éves szakértelemmel.

- Takarításhatékonysági vizsgálatok
- Környezethigiéniai vizsgálatok:
 - Vízvizsgálatok, köztük kiemelten Legionella-vizsgálatok
 - Levegő- és felülethigiéniai vizsgálatok
 - COVID-19 felületi PCR-vizsgálat
- Élelmiszer-, takarmány- és kozmetikai vizsgálatok

 **SYNLAB Kiválóság Program**

Higiéniai felelősség a szállodák és fürdők körében.

Szováti Katalin

Környezetanalitikai üzletág vezető

+36 30 742 1934 | katalin.szovati@synlab.com



Vízpróba – az ország legjobb csőszerelőinek megmérettetése

Két év kihagyás után, 2022. szeptember 14–15-én Budapesten zajlott a Magyar Víziközmű Szövetség és a házigazda Fővárosi Vízművek közös szervezésében a XIX. Országos Víziközmű Szerelőverseny. Idén ezen a rangos szakmai vetélkedésen 21 csapat állt rajthoz, 18 hazai víziközmű-szolgáltató mellett a szabadkai vízművektől is érkeztek versenyzők, valamint 2 vízipari tag is benevezett az eseményre.

Az idei versenyprogram lebonyolítása eltért az eddig megszokottaktól. A napi munkavégzés során használt gyakorlati és elméleti tudásra egyaránt szükség volt most is, de ez alkalommal nem egy-egy hosszabb feladatot kellett megoldaniuk a csapatoknak. Több, rövidebb szakmai elméleti kvíz és könnyebb fizikai terhelést jelentő kihívást kellett teljesíteni. A csapatok a verseny mindkét napján egy időben, előzetesen meghatározott sorrendben haladtak végig a forgószínpadszerűen elrendezett, párhuzamosan kialakított pályákon és hajtották végre a változatos feladatokat. A cél az volt, hogy a feladatokat megadott időtartamon belül helyesen hajtsák végre. A versenyen elérhető legmagasabb pontszám 1200, melyből 800 pontot a gyakorlati feladatokból, 300 pontot az elméleti feladatokból szerezhettek meg a csapatok, a munkavédelmi előírások maximális teljesítése esetén 100 pont járt.

Az első nap a Városligetben, a Magyar Zene Háza szomszédságában kialakított versenyhelyszínen sorakoztak fel a szakemberek, hogy összemérhessék a tudásukat. A rendezvény ünnepélyes megnyitója Tüttő Kata, Budapest főpolgármester-helyettesének köszöntőjével kezdődött, majd Kurdi Viktor, a MaVíz elnöke üdvözölte a résztvevőket és nyitotta meg a versenyt. Ezután Keszler Ferenc, a Fővárosi Vízművek vezérigazgatója kívánt jó versenyzést a csapatoknak.

A versenyző szerelők teljesítményét egy 4 fős szakmai zsűri felügyelte. A zsűri elnöke: Rádonyi László, a Soproni Vízmű Zrt. vezér-



DR. ZUDOR TÍMEA
Fővárosi Vízművek Zrt.

Timea.Zudor@vizmuvek.hu

igazgatója, a zsűri tagjai: dr. Jasper Andor, a DAKÖV Kft. főmérnöke, a MaVíz Műszaki Bizottságának tagja; Zorkóczi Péter, a Duna-Armatúra Kft. cégvezetője; Girasek Balázs, a Fővárosi Vízművek Zrt. értékesítési és ügyfélszolgálati igazgatója voltak. A zsűritagok verseny közben sorra látogatták a munkahelyeket, ellenőrizték a feladatok végrehajtását. A munkavédelmi szabályok betartását az egész verseny során értékelték és külön pontozták.

A délelőtti programban nyolc, egyenként 15 perces feladattal indult a megmérettetés.

Többek között tűzcsapjavítást, mérőhely-átalakítást, különböző anyagú csővégek összekötését kellett elvégezni, víztermelési, vízkezelési, szennyvízkezelési, munkavédelmi kérdéseket tartalmazó tesztlapot

kellett kitölteni. Támogatói feladatok is színesítették a versenyprogramot: két kérdéssor a Wavin műanyag aknáival és a Wilo által kiállított Zetos szivattyúval volt kapcsolatos.

Az első napi ebéd után, a hivatalos versenyfeladatok folytatása előtt egy olyan közös feladatot kellett megoldani, amelyet a szervezők úgy jellemeztek, hogy „a megszokott, kicsit másképp”. Itt a csapatoknak 30 perc állt rendelkezésükre, hogy az Euroflow Zrt. által biztosított Plasson idomokból és KPE-csődarabokból egy tetszés szerinti „műalkotást” hozzanak létre. Vagyis a hétköznapiak során használt, ismerős anyagokat kellett nem hétköznapi módon felhasználni. Ebben az esetben kivételesen nem a szakmai tudást, hanem a kreativitást értékelték a zsűri. Jobbnál jobb, ötletesebbnél ötletesebb alkotások születtek. Megérte szabadjára engedni a fantáziát, hiszen a legjobb csapatnak járó díj egy többnapos izraeli gyárlátogatással egybekötött utazás volt. Délután egy elméleti és 3 gyakorlati feladat várt a versenyzőkre. Szintidőn belül egyszer kellett



Ötletelés közben. Forrás: Fővárosi Vízművek Zrt.



Installációs verseny, madártávlatból. Forrás: Fővárosi Vízművek Zrt.

egy bekötést készíteni, majd a feladatleírás alapján egy kitört tűzcsap helyett kellett egy újat összeszerelni és szintbe helyezni. Feladat volt még föld feletti tűzcsapok felülvizsgálata és tűzcsapvízhozam-mérés is. „Pihenésképpen” egy általános, a víziközmű-üzemeltetést érintő jogszabályokra vonatkozó teszt várta a résztvevőket.

Amíg a csapatok versenyeztek, a kísérők és vendégek számára egy különleges programot szerveztek a házigazdák. Az érdeklődők az Erzsébet hídnál zajló DN1200 mm-es ivóvízfőnyomóvezeték-rekonstrukció aktuális munkaterületére látogattak. A helyszínen egy bemutató keretében képet kaphattak a Margit híd és az Erzsébet híd között folyó projekt legfontosabb kihívásairól, eddigi eredményeiről és a hátralévő feladatrészekről.

Másnap a gellérthegi Gruber-medencénél folytatódott a verseny. Itt 3 gyakorlati és 3 elméleti feladatot kellett felváltva megoldaniuk a csapatoknak. A legtöbb fejtörést a forgalomtechnikai feladatsor okozta, viszont a csőhálózati szerelési ismeretek, valamint a Hach által biztosított eszközökön végzett klór- és zavarosság-mérés már nem nagyon fogott ki a csapatokon. A feladatok közt nyomáscsökkentő beépítése és beállítása, csomópont építése és a Kristály Kft. ötlete alapján egy fővízmérő és egy locsolási mellékmérő vízmérőhelyi beszerelése szerepelt.

Kiegészítő programként a verseny résztvevői, vendégei, látogatói a Gruber József víztárolót is megtekinthették.

Mindkét helyszínen több kiállító is várta az érdeklődőket. A támogatók bemutathatták termékeiket, szolgáltatásaikat a versenyre látogató vendégek számára, illetve kiváló lehetőség nyílt a szakmabeliek találkozására, beszélgetésre, tapasztalatcserére.

Az előzetesen regisztrált iskolai osztályokra, csoportokra számos izgalmas edukációs program is várt. A kisebbek – miközben a környezettudatossággal ismerkedtek – több játékos és interaktív feladatot, vízes kísérletet próbálhattak. A középiskolásoknak érdekes, ivóvízről és



Vezetékűrités. Forrás: Fővárosi Vízművek Zrt.

ivóvízellátásról szóló előadások formájában sikerült kicsit jobban bemutatni a vizes szakmát.

Két nap és 18 feladat alapján a XIX. Országos Víziközmű Szerelőverseny végeredménye:

1. helyezett: Heves Megyei Vízmű Zrt. (1038 pont)
2. helyezett: MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft. (1022 pont)
3. helyezett: Szegedi Vízmű Zrt. (1016 pont)

A VERSENYEN KIOSZTOTT KÜLÖNDÍJAK

A Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt. díját kapta a 4. helyezett: KAVÍZ Kaposvári Víz- és Csatornamű Kft.

A Hawle Kft. által felajánlott 4 db babzsákot kapta az 5. helyezett: ÉRV Észak-magyarországi Regionális Vízművek Zrt.

A Kristály Kft. díját kapta a 6. helyezett: Mezőföldi Regionális Víziközmű Kft.

A Xylem Water Solutions Magyarország Kft. díját kapta a 7. helyezett: PANNON-VÍZ Zrt.

A Fővárosi Vízművek Zrt. díját kapta a 8. helyezett: VASIVÍZ Zrt.

A Wavin Hungary Kft. által felajánlott különdíjat kapta: Gyulafi és Társa Kft. és Heves Megyei Vízmű Zrt.

A Wilo Magyarország Kft. különdíját kapta: Dunántúli Regionális Vízmű Zrt. és MIVÍZ Miskolci Vízmű Kft.

Az Euroflow Zrt. különdíját a legkreatívabb Plasson alkotást készítő csapat kapta: BÁCSVÍZ Zrt.

Legjobb külföldi csapat: Szabadkai Vízművek és Csatornázási Kkv.

Legjobb vízipari csapatok: Gyulafi és Társa Kft. és Lápoldal Kft.



Házigazdaként nagy örömeinkre szolgált, hogy ennyi társ-víziközműszolgáltató lelkes csapata vett részt ezen az országos eseményen. Ezúton is szívből gratulálunk minden versenyző csapatnak!

TÁMOGATÓINK VOLTAK

Agripipe Kft., Aliaxis Hungary SEE Kft., B-meters Kft., Bonex Építőipari Kft., Duna-Armatúra Kft., Euroflow Zrt., Gyulafi és Társa Kft., Hach-Lange Kft., Hawle Kft., Hidrostral Kft., InterexWaga Kft., Kristály Kft., Lápoldal Kft., Lutz Szivattyúk Magyarország Kft., Pureco Kft., Wavin Hungary Kft., Wilo Magyarország Kft., Xylem Water Solutions Magyarország Kft., valamint HMM-Bau Kft., K&H Bank, Raiffeisen Bank, Tendix Kft., Vermeer Kft.



KAPOSVÁRI ZSUZSANNA
FEJÉRVÍZ ZRT.
gazdasági főosztályvezető

kaposvarizs@fejerviz.hu

KIVONAT A XVI. Országos Ügyfélszolgálati Versenyt és Értékesítési Konferenciát idén a DMRV Zrt. és a MaVíz rendezte, festői környezetben, Visegrádon. 2022-ben – három év szünet után – 15 víziközmű-szolgáltató ügyfeles csapatai mérték össze tudásukat. A rendezvény második napján gyakorlatias témákkal tűzdelt konferencián vehettek részt a vendégek.

KULCSSZAVAK verseny, konferencia, ügyfeles

Vízüm Panoráma / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja

Kiadja a Magyar Víziközmű Szövetség
Felelős kiadó Nagy Edit / Főszerkesztő Mária Igéti Bence
Szerkesztő Bizottság elnöke Dr. Patziger Miklós
Szerkesztő Bizottság tagjai dr. Biró Tibor, dr. Dombay Gábor,
Dr. Hős Csaba, dr. Karches Tamás, Kreitner Krisztina,
dr. Patziger Miklós, Radács Attila, Tary Dávid, Tolnai Béla

Szerkesztőség 1051 Budapest, Sas utca 25., IV. em.
E-mail vizmu.panorama@maviz.org
Honlap www.maviz.hu/vizmu-panorama
Hirdetésszervezés Tary Dávid / E-mail tary.david@maviz.org

Lapterv CO-MÉDIA Bt. / Korrektor CO-MÉDIA Bt.
Nyilvántartási szám B/SZI/1925/1993 302-5066
ISSN 2732-0340 / Minden jog fenntartva

Lapunkat rendszeresen szemlézi a megújult www.observer.hu

OBSEVER

MAVÍZ HÍREK

Visegrádon találkoztak a legjobb vizes ügyfelesek

Az ügyfélszolgálati versenynek a szolgáltatók között mindig híre van. Úgy tudom, ez az egyik legjobb hangulatú rendezvény, beleértve a versenyrészt és az esti lazítást is. Sok régi ismerős, barát köszöntötte egymást a rendezvényen, de most is voltak új arcok is.

A verseny úgynevezett nulladik napján az összes csapat megérkezett, hiszen évek óta bevett szokás, hogy a szituációs feladat ezen a napon felvételre kerül. Ez a verseny egyik fő pontja, mivel egy nem könnyű feladatot kellett hét perc alatt megoldani, rájönni a rejtett részletekre.

Az idei évi feladatot Szandai Norbert DMRV-s ügyfélkapcsolati csoportvezető segítségével jegyeztem le.

Egy alapítvány ügyvezetője jelentkezett az ügyfélszolgálati munkatársaknál, aki egy magas összegű számlát hozott, és megrekklamálta azt. Az ügyintézőknek 1 perc felkészülési idő állt rendelkezésükre, és észre kellett venni, hogy bár névátíráskor a közszolgáltatási szerződésen állandó fogyasztás lett megjelölve, a rendszerben mégis időnyellegűre volt állítva a felhasználási hely, továbbá hogy az alapítvány a központi költségvetési szerv támogatásában részesül, azonban ezt figyelmen kívül hagyva a cég mégis közületi vízdíjat számlázott neki. Ezen túlmenően nemrég csatornaátvétel történt, melynek során a számlán megjelölt mérőállás került leolvasásra. A hibákat orvosolni kellett, átalányelszámolást, valamint az elkészült számlákat rezsidijsökkentéssel kellett módosítani, és részletfizetést kellett felajánlani. A felkészülési időt követően 7 perc állt rendelkezésükre az ügyintézőknek. Az ügyfelet Szentgyörgyi Rómeó – profi személyi edző, hatszoros aerobik világ- és kétszeres Európa-bajnok – alakította, nem kevés derűs pillanatot okozva



A szituációs játék lejátszása, Forrás: MaVíz

a későbbi nézőknek. Az okoskodó hivatalnok típusa, a papírtömegben szétesett, a sportos, vagány sietős és a kacérkodó típus is megjelent a palettán, ez utóbbinál kétszer is le kellett játszani a szituációt, annyira nevetett a közönség.

A szituációk lejátszását megelőzően a csapatok igen nehéz szakmai tesztet tölthettek ki, valamint felhasználói levelet írtak, melyre a versenyzőknek a felhasználási helyre nézve keletkezett díjtartozás miatt a felfüggesztésre került víziközmű-szolgáltatás helyreállítására vonatkozóan, továbbá a felhasználó által a szolgáltatás megszüntetését megelőzően beküldött, de megszüntetést követően beérkezett szociális rászoruló személyként a védendő felhasználók nyilvántartásba vételével kapcsolatosan – mely dokumentum természetesen nem volt leigazolva – kellett válaszolniuk. Ez utóbbi versenyfeladatnál a határidők betartása is fontos szerepet játszott.



A csapatok munka közben
Forrás: MAVÍZ



A zsűri értékelés közben, Forrás: MaVíz

Ezt követően a csapatok kiszabadulós játékban is részt vettek, ahol szintén szakmai kérdésekre kellett válaszolni. Úgy hallottam a résztvevőktől, hogy a szabadulás ára – nagyon stílusosan – a DMRV-s ügyfélszolgálati csoportvezető kolléga születési dátuma volt.

A versenyt követően az esti eredményhirdetést feszülten várták a csapatok.

Az első 6 helyezett eredménye a következőképpen alakult:

1. hely: AQUA Szolgáltató Kft.
2. hely: Észak-magyarországi Regionális Vízművek Zrt.
3. hely: Bácsvíz Zrt.
4. hely: Kiskunsági Víziközmű Szolgáltató Kft.
5. hely: Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt.
6. hely: Alföldvíz Regionális Víziközmű-szolgáltató Zrt.

További különdíjak is kiosztásra kerültek:

A szakmai szabadulószoza leggyorsabb csapata: Észak-magyarországi Regionális Vízművek Zrt.

A legkreatívabb ügyfélszolgálatos kolléga: Észak-magyarországi Regionális Vízművek Zrt. munkatársa

Szentgyörgyi Rómeó kedvenc ügyfele: Kapuvári Imre, Pannonvíz Zrt.



A győztes AQUA Szolgáltató Kft. munkatársai, Forrás: MaVíz

Legjobb szakmai teszt: Bácsvíz Zrt.

Legjobb válaszlevél: DAKÖV Zrt.

Minden résztvevőnek szívből gratulálunk!

A nyertes csapatot, az AQUA Szolgáltató Kft. munkatársait – Ambrus Viktóriát, Kovácsné Csiba Zsuzsannát és Tukovits Balázst – faggattam érzéseikről.

KAPOSVÁRI ZSUZSANNA: Gratulálok az elért eredményhez! Hogyan éreztétek magatokat a verseny során?

AMBRUS VIKTÓRIA: Köszönjük szépen! Izgatottak voltunk, de felszabadultan tudtunk versenyezni.

KAPOSVÁRI ZSUZSANNA: Jól tudom, hogy többször részt vetettek már a versenyen, és voltak már dobogókőzeli helyeitek?

TUKOVITS BALÁZS: Igen, Szegeden negyedik voltunk.

K. Zs.: Hogyan készültetek a versenyre?

A.V.: Legalább hetente, de ha lehetett, több alkalommal összeültünk, tanultunk, az ajánlott jogszabályokat felosztottuk egymás között. Sajnos megbetegedés miatt változott a csapat összetétele, Zsuzsa csak később tudott csatlakozni a felkészüléshez.

Zsuzsa és én most versenyeztünk először, Balázs műszaki ügyintézőként állandó tagja a csapatnak. Együtt dolgozunk a mindennapokban, az ügyfélszolgálat munkáját a műszaki csoport segíti, aminek Balázs is a tagja.

K. Zs.: Melyik feladat sikerült legjobban a verseny során?

A.V.: A levélben másodikká lettünk, a szituációban harmadikká, a tesztben negyedikké. A legnehezebb a szakmai teszt volt. Széles körű kérdések voltak, sokszor nagyon csavarosan megfogalmazva. Nem vagyok egy izgulós típus, a szituáció felvétele előtt sem voltam izgatott.

K. Zs.: És jól sikerült...

A.V.: Igen, bár szerencse is kellett hozzá. Mivel Zsuzsával először versenyzünk, sok minden újdonság volt számunkra, de nagyon jól éreztük magunkat. Nagyon élveztük az eredményhirdetést követő bulit is, szuper lezárása volt a napnak.



A DPMV Zrt. csapata, Forrás: MaVíz

K. Zs.: Mi a titok, hogy lehet első helyet szerezni?

A.V.: Nincs titok. Fel kell készülni, de a mindennapi munkánk során is elengedhetetlen, hogy naprakész információink legyenek az esetleges

törvényi változásokról stb. Viccesen megbeszéltük, hogy legalább másodikká szeretnénk lenni, egymást biztattuk, hogy legyen ambíció, de tudtuk, hogy jó eredményt szeretnénk elérni.

K. Zs.: Mit üzennétek a csapattársaknak, akik azon gondolkodnak, hogy jövőre induljanak -e?

A.V.: Azt üzenjük, hogy készüljenek fel alaposan, és ne izguljanak, a higgadság fontos pont. Induljanak bátran!

K. Zs.: Köszönöm az interjút, és még egyszer gratulálok, jövőre Mosonmagyaróváron találkozunk!

És most jöjjön egy olyan csapat, akik először vettek részt az ügyfélszolgálati versenyen, minden előzetes tapasztalás nélkül vágtak neki a megmérettetésnek. Bemutatom a Dél-Pest Megyei Víziközmű Szolgáltató Zrt. csapatát – Almásiné Szabó Ilonát, Mácsár Anikót, Kövecsi Ildikót – és gondolataikat.

KAPOSVÁRI ZSUZSANNA: Milyen élmény volt az ügyfélszolgálati verseny?

MÁCSÁR ANIKÓ: Nagyon izgalmas volt, ez számunkra ismeretlen terep, soha nem vettünk még részt ilyen versenyen. Izgultunk a felkészülésnél, mert nem tudtuk róla, milyen érzés és élmény lesz. Összességében pozitív élmény volt. Azt gondoltuk, hogy a teszt lesz a legnehezebb, de jól sikerült.

K. Zs.: Hogy éreztétek magatokat a szituációs játékban?

M. A.: Váratlan volt, bár készültünk rá, de ismeretlen volt, hogy mégis mi fog történni. Így, hogy most már átértük, könnyebb lesz legközelebb felkészülni.

K. Zs.: Mi volt a legjobb élményetek a két napban?

M. A.: Az egész jó élmény volt, de amit kiemelnék, az a hangulat. Az, hogy megismerkedtünk ugyanazon területen dolgozó kollégákkal,

hogy láttuk, hogy hasonló problémákkal küzdenek és ugyanolyan örömmel találkoznak. Úgy éreztük, hogy egy nagy közösség tagjai vagyunk. A szervezés nagyon jó volt.

K. Zs.: Jövőre a felkészülés során valamit másként fogtok csinálni?

M. A.: Igen, több időt fogunk szánni a felkészülésre, most rövid volt az időnk. A levelezést jobban fogjuk gyakorolni. Komplexebben át fogjuk tekinteni a válaszlevélírást. Úgy gondoltuk, hogy most jó levelet írtunk, de aztán láttuk, hogy ez kevés volt.

K. Zs.: Összességében a csapat teljesítményével elégedettek vagytok?

M. A.: Igen, úgy gondolom, hogy a felkészülési idő rövidségéhez viszonyítva ez egy jó eredmény. Először nem akartuk vállalni a versenyt, az ügyfélszolgálati vezetőnk kérésére vállaltuk, hetente készültünk, tanulunk. A szituációs játékra a saját gondolataink alapján készültünk. A zsűri szerintünk megfelelően értékelte, ha valaki egy kicsit is rátalált a helyes megoldásra, vagy megfelelően kommunikált. A szituációs játék elején rendelkezésre álló egyperces felkészülést viszont nagyon rövidnek éreztük. Ennyi idő alatt nehéz felismerni egy ilyen komplex helyzetet.

K. Zs.: Van-e valami üzenetetek a kollégáknak?

M. A.: A felkészítést szeretnénk megköszönni a vezetőnknek, illetve a cég vezetőségének és a szervezőknek is köszönjük a szuper szervezést. A DMRV munkatársai nagyon figyeltek ránk, tudták, hogy először jöttünk, ezért kiemelten törődtek velünk, melyet ezúton is köszönünk! A kollégáknak azt üzenjük, hogy ne féljenek megmérettetni magukat, mert amellet, hogy nem volt könnyű, sokat tanultunk belőle. A versenyen kinyílt egy új világ a csapattagoknak, mert látták, hogy milyen nagy a vizes ügyfelek közössége, és mennyire jó új barátságokat kötni, fejlődni.

K. Zs.: Köszönöm szépen az interjút, jövőre találkozunk!

A DPMV-s kollégánok által elmondottakkal egyetérték, a verseny egyik fő értéke, a magas szakmai színvonal megteremtésén felül, hogy egy olyan közösségbe csöppen az ember általa, ahol megtapasztalja a szakma szeretetét, a profizmust és az emberi hozzáállást. Természetesen nagyon fontos a jó eredmény és a sikeres szereplés is, hiszen ez egy olyan

szakmai elismerés, melyre a résztvevők méltán lehetnek büszkék. A rendezvény második napján, az Értékesítési Konferencián számos hasznos előadást hallgathattunk meg. Az előadásokból megtudhattuk, hogy mit jelent a reziliencia, hogy miért boldogabbak a reziliens emberek, szó volt IT-fejlesztésekről, mérőcsere-folyamatok integrálásáról, mérőleolvasási gyakorlatokról. Láthattunk példát informatikai támogatásra a mérővel kapcsolatos tevékenységekhez köthetően, illetve egy ügyfélszolgálati applikációval is megismerkedtünk. Az okosmérés és a felhasználói kapcsolatok, valamint a mobil leolvasás témaköre is megjelent. A résztvevők sok hasznos információval gazdagodtak, és élményekkel telítve hagyhatták el a Visegrádi-hegység magaslatait. Reményeink szerint az élmények begyűjtését jövőre folytatjuk Mosonmagyaróváron!



GRUNDFOS CR 185, CR 215, CR 255

MÉRNÖKNEK AKIK SZERETIK FESZEGETNI A HATÁROKAT

A nagy Grundfos CR szivattyúk új generációja három új méretet mutat be 330 m³/h-ig, világszínvonalú hatékonyság és új funkciók.

Megbízhatóbb

A nagyméretű CR szivattyúk új generációja a szimulációs tervezés, az anyagok, a tesztelés és a gyártás területén a legmodernebb technológiának köszönhetően még robusztusabbá vált, mint elődjei.

Költséghatékonyabb

Hidraulikus kialakításával – a járókeréktől és a vezetőlápától a bemenetig, a nyomócsongig, a hűvellyig és a diffúzorig – a Grundfos CR új generációja világszínvonalú energiatékonyságot kínál. Kis helyigényének köszönhetően sokkal könnyebben és olcsóbban telepíthető, mint más szivattyúk.

Több lehetőség

Az új generáció még több lehetőséget ad a világ legmodulárisabb szivattyúprogramjához – beleértve a magasabb nyomást, az alacsonyabb NPSH-t és a szabványos motorok használatát. Természetesen az új CR-ek kombinált rendszerként dedikált CUE frekvenciaváltóval és erősítő rendszerként is elérhetők.



**DR. FÚR
ATTILA**

vezető rendszerfejlesztő,
Geometria Kft.

afur@geometria.hu

KIVONAT *Közműcégek sora építette fel vállalati folyamatait, tervezési módszereit, munkairányítását térinformatikai (GIS-) rendszerekre: a felhasználók egyetlen integrált térkép alapú forrásrendszerben kívánták megtekinteni, tervezni és szervezni a hálózathoz kötődő munkáikat. A mobil eszközök tömeges megjelenésével a desktop GIS és az ahhoz kapcsolódó adatok, funkciók egy része elérhetővé vált tabletekre (később mobiltelefonokra), megalapozva ezzel a terepi informatika térnyerését. A technikai fejlődés azonban nem állt meg a desktop megoldások mobil platformra történő portolásánál: a viselhető okoseszközök megjelenésével számos új terület van kibontakozóban, melyek egyre inkább lehetővé teszik az ún. „hands-free” megoldások elterjedését a terepen. Magyarországon egyedülálló megoldásszállítóként a Geometria Kft. rendelkezik olyan Augmented Reality applikációval, amely valós közműhálózati adatok helyszíni kameraképre vetítésével lehetővé teszi a központi információk terepre történő kivitelét. A Geometria által kutatott és alkalmazott új technológiák (VR; AR; AI) alapjaiban fogják megreformálni a közművállalatok térképi és munkairányítási alkalmazásait, ezzel is segítve a közművállalatokat az olyan kihívásoknak való megfelelésben, mint például a munkaerő-állomány nagy fluktuációja (rövid betanulási idők) vagy a hálózat-állapotfelmérések pontosabb terepi dokumentálása.*

KULCSSZAVAK GIS (térinformatika), okoseszközök, AR (Augmented Reality – kiterjesztett valóság)

IPARI ÚJDONSÁG

Út a jövőbe: „Szakági térképek háromdimenziós terepi megjelenítése Augmented Reality rendszerek segítségével”

„A vállalat adatai, amelyek nincsenek a térképen, a cég számára nem léteznek!” – hangzott az alapvetés az ezredfordulón a közműhálózatok elektronikus eszköznilyvántartásai kapcsán. Az asztali számítógépek korszakában, az irodai munkavégzéshez, a több ezer kilométeres vezetékvezeték karbantartásához megkérdőjelezhetetlennek tűnt az informatikai igények központosított GIS-alapú kiszolgálásának hatékonysága. Közműcégek sora építette fel vállalati folyamatait, tervezési módszereit, munkairányítását térinformatikai rendszerekre: a felhasználók egyetlen integrált térkép alapú forrásrendszerben kívánták megtekinteni, tervezni és szervezni a hálózathoz kötődő munkáikat. Az évek alatt a GIS-rendszerek számtalan más (vállalatirányítási vagy szatellit-) rendszerhez kapcsolódva egyre magasabb fokú integrációt értek el, a vállalati folyamatok „bezáráásával” – azaz emberi beavatkozás nélküli működésükkel – lecsökkentették a folyamatok időállandóit, javították a rendelkezésre állást (KPI), valamint minimalizálták az információáramlásban fellépő hibalehetőségek számát.

Nem sokkal ezután, a mobil eszközök tömeges megjelenésével a desktop GIS és az ahhoz kapcsolódó adatok, funkciók egy része elérhetővé vált tabletekre (később mobiltelefonokra), megalapozva ezzel a terepi informatika térnyerését. A mobil munkairányítási rendszerekben lehetővé vált a térképi infor-

mációk megjelenítésén túl teljes munkafolyamatok integrált kezelése, úgymint: feladat kiosztás, visszajelentés, a munkaidő- és útnyilvántartás, valamint a mobil raktárkezelés. Ezek az informatikai megoldások azon a klasszikus dogmán alapultak, hogy a technika fejlődésével, a jövőben a felhasználók (jellemzően szerelőcsapatok) a terepen ugyanolyan vagy hasonló infrastruktúrával és informatikai képzettséggel, valamint lehetőségekkel rendelkeznek majd, mint az irodai GIS-felhasználók. A gyakorlat ellenben azt mutatta, hogy a körülmények nem váltak azonossá a két felhasználói csoportban: míg az irodában elsődleges eszköz a térinformatikai rendszer a tervezési, könyvelési feladatok ellátásához, addig

a terepen mindennemű informatikai rendszer túlzott használatának kikényszerítése könnyen átfordulhat a fizikai munkavégzést hátráltató tényezővé.

A Geometria Kft. – úttörőként ezen a területen – több évtizedes szakértelemmel úgy alakította ki a munkairányítási rendszereit, terepi munkavégzést segítő megoldásait, hogy különös figyelmet fordított arra, hogy a lehető legkevesebb felhasználói interakció mellett a terepi munkavégzők a lehető legtöbb információhoz jussanak, és ezzel egyidejűleg a vállalat számára a lehető legtöbb értékes adatot szolgáltatassák közvetlenül a munkavégzés helyéről és annak időpillanatában fennálló körülményekről. Ezzel a módszerrel számos folyamat



1. kép: Mirtusz munkairányítási rendszerbe integrált klasszikus térképi megjelenítés

már a terepen „zárttá” tehető, jelentős utókontrollási munka, ezáltal költség takarítható meg. [1]

A technikai fejlődés azonban nem állt meg a desktopmegoldások mobil platformra történő portolásánál: a viselhető okoseszközök megjelenésével számos új terület van kibontakozóban, melyek egyre inkább lehetővé teszik az ún. „hands-free” megoldások elterjedését a terepen. Könnyű belátni, hogy egy klasszikus tabletes offline szakági térkép hasznos segítője lehet a szerelőknek, azonban a távlati cél olyan szoftvermegoldás szállítása a terepi munkavégzők számára, melynek használata során nem vagy csak csekély mértékben szükséges a mobil eszköz kézbevétele, illetve amely lehetővé teszi, hogy a valós környezetre vetítve natív módon lehessen megjeleníteni térképi grafikákat a felhasználó számára. Ezeknek a kritériumoknak felelnek meg az ún. Augmented Reality (AR, kiterjesztett valóság) rendszerek. Az AR-rendszerek tulajdonképpen klasszikus (telefon, tablet) vagy viselhető (pl. okos szemüveg) mobil eszközökön futó, a felhasználó számára a környezeti térinformációkat additív (kiegészítő) információkkal ellátó rendszer, amik lehetnek:

- vizuális – a látott képet további vetített információkkal kibővítő
- hangalapú – az adott pozícióban hangalapú információkat nyújtó
- egyéb szenzoros – az ember egyéb szenzoros érzékeire ható (pl. rezgésjelzés)

A fent felsoroltak közül jelenleg a Geometria Kft. az ún. vizuális, abszolútpozíció-elvű AR-rendszereket kutatja elsősorban, és az adatbázisokban tárolt hálózati, szakági térképek terepen történő megjelenítését tűzte ki céljává.

„A vállalat adatai, amelyek nem állnak rendelkezésre a terepen kiterjesztett valóságként, a cég számára nem léteznek!” – hangzik a régi alapvetés újrafogalmazása a technológiai paradigmaváltás után, azaz: vigyük ki az irodai információkat, tegyük hozzáférhetővé a lehető legtermészetesebb módon, a látás szenzoros érzékelését kiterjesztve az eszköznyilvántartás grafikus és alfanumerikus adataival. [2]



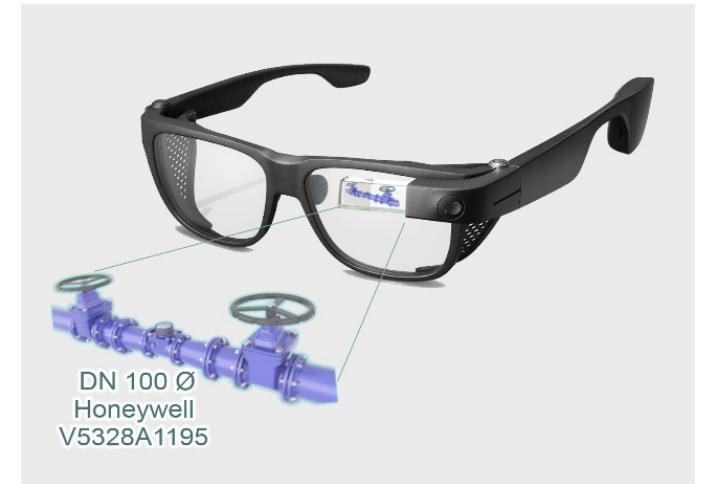
2. kép: A kiterjesztett valóságban megjelenített utcai hálózatkép

Az AR-rendszerek jelenleg mobil eszközökön végső kísérleti-pilot fázisban tartanak, mivel a technológiai áttöréshez számos technikai kihívást kell leküzdeni. E kihívások közé tartozik többek közt a centiméterpontos helymeghatározás [3], az orientációszenzorok pontosági korlátai [4], valamint a folyamatos kameraképi érzékelés hatása az akkumulátoros üzemidőre. Magyarországon egyedülálló megoldásszállítóként a Geometria Kft. rendelkezik olyan Augmented Reality applikációval, amely valós közműhálózati adatok helyszíni kameraképre vetítésével lehetővé teszi a központi információk terepre történő kivitelét.

A XXI. század következő nagy információtechnológiai ugrása a viselhető okoseszközök (pl. okos szemüvegek) és az azokra épülő natív terepi szolgáltatások tömeges elterjedése lesz. Ez a folyamat már napjainkban elkezdődött: a mobil eszközök folyamatos fejlődésével, a szenzorok és jelfeldolgozási algoritmusok javulásával a közeljövőben egyre közelebb kerülünk a „kéz nélküli” AR-megoldások széles körű piaci elterjedéséhez. Ezen a területen a Geometria Kft. innovációi között szerepel pl. elsőként a munkairányítási mobil megoldást kiegészítő „okosóra” applikáció kifejlesztése, melynek segítségével a felhasználók a mobil eszközük közelében képi, hang- és rezgésinformáció segítségével kaphatnak értesítést a munkafolyamatokról és küldhetnek vészjelzést esetleges veszélyhelyzetekben. [5]

Ebbe a technológiai sorba illeszkedik a már meglévő mobiltelefonon futtatható AR-megoldás okos szemüvegre történő kiterjesztése is. Ez a felhasználási mód új területet nyit a szerelők információval történő ellátása tekintetében. Műszaki leírások, munkautasítások, szerelési segédletek, pontos térképi adatok jeleníthetők meg különösebb felhasználói interakció nélkül (pl. védőfel-

szerelésben, kesztyűben végzett munka során), valamint lehetővé válik az adott szerelő által látott környezet videóként történő streamelése a központba vagy más külső segítő munkatárs irányába.



3. kép: Okos szemüveg a „hands-free” AR szolgáltatásban

A következő évtizedben várható fejlődés során a mindennapok részévé váló technológiák tehát alapjaiban fogják megreformálni a térképi és munkairányítási alkalmazásokat. A Geometria Kft. már a jelenben a jövő technológiai megoldásait kutatja, hogy a közművállalatok számára segítsen az olyan kihívásoknak való megfelelésben, mint például a munkaerő-állomány nagy fluktuációja (rövid betanulási idők) vagy a hálózat-állapotfelmérések pontosabb terepi dokumentálása.

A jövő elkezdődött.

[1] <http://www.mirtusz.hu/>

[2] <http://www.geometria.hu/ar/>

[3] <https://lechnerkozpont.hu/oldal/gnss>

[4] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/sensor-fusion>

[5] <http://www.geometria.hu/mirtusz-watch-minden-perc-szamit/>

PONCELET, JEAN-VICTOR (1788–1867)

francia matematikus, mérnök-hadnagy

Poncelet 1788. július 1-jén született Metzben. Az École Polytechnique diákja volt, és mérnök-hadnagyként, Ney marsall hadtestében részt vett a napóleoni orosz hadjáratban. Krasznojnál halottnak vélték és hátrahagyták; Szaratovban orosz börtönbe került, és csak 1814-ben tért vissza Franciaországba.

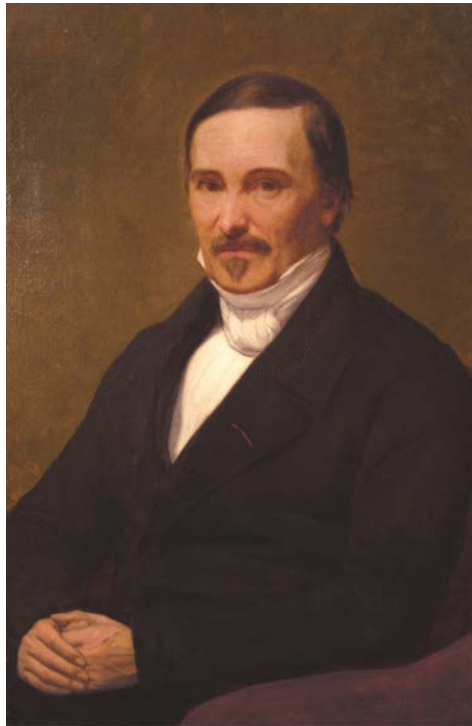
Mint hadifogoly 1812–14-ben ismerte meg és ennek alapján szerkesztette és terjesztette el az európai iskolákban még ma is használatos golyós számológépeket.

Poncelet 1815-től 1825-ig hadmérnök, majd 1825-től 1835-ig az École d'application mechanikaprofesszora volt Metzben. Előadásai során sikerült rávilágítania néhány elvre, amelyek lehetővé tették a korabeli turbinák racionális méretezését.

1838-tól 1848-ig a Párizsi Egyetem Természettudományi Karának professzora, 1848-tól 1850-ig tábornoki rangban az École Polytechnique parancsnoka volt, majd az akadémiai tagok sorába is beválasztották.

Poncelet Gaspard Monge-zsal együtt a matematikai problémák geometriai szemléletére hívta fel a figyelmet. A projektív geometriával foglalkozó kétkötetes, az Applications d'analyse et de géométrie (Az analízis és a geometria alkalmazásai) és a Traité des propriétés projectives des figures.© (Tanulmány az alakzatok projektív tulajdonságairól) című művei alapján tekintik őt az egyik legnagyobb projektív geometernek.

Még mint kapitány 1823-ban tökéletesítette a régi alulcsapott vízikereket azáltal, hogy öblösítette a lapátokat. Bánki Gyakorlati hidraulika és hydrogépek című könyvében így ír a Poncelet-féle kerékről:



Itt a víz tisztán eleven erejével dolgozik, csak hogy nem ütközéssel, hanem oly módon adja át eleven erejét a keréknek, hogy a vízszög egyenletesen tereltek el.

Elvileg tehát a Poncelet-féle kerék turbinának volna minősítendő, a turbináktól csak szerkezetileg különbözik, nevezetesen a Poncelet-keréknél a víz ugyanazon az élen ömlik be, mint amelyiken a kiömlés történik.

Az 1829-ben írott Bevezetés a technikai mechanikába című munkájában Coriolis tanácsát követve véglegesen meghatározza a munka szó fogalmát, és a mechanikai folyamatokra vonatkozóan megfogalmazza az energiamegmaradás elvét. Poncelet 1867. december 22-én halt meg Párizsban.

Ő MONDTA

Ha egy alakzat egy másiktól folytonos változtatás útján nyerhető, és ugyanolyan általános, mint az első, akkor az első alakzatra bebizonyított tulajdonságok minden további vizsgálódás nélkül átvihetők a másodikra.

NEVÉT VISELI PONCELET-KERÉK



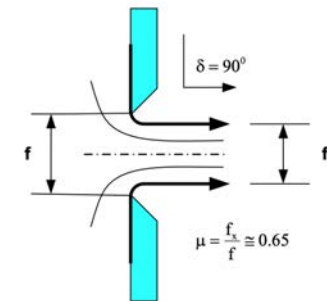
alulcsapott
vízkerék öblös
lapátózással

TOLNAI BÉLA

okl. gépészmérnök

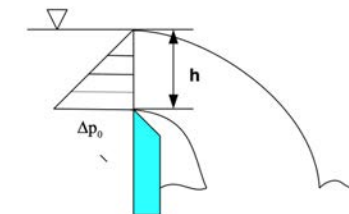
tolnaibela51@gmail.com

PONCELET-NYÍLÁS



a kifolyáskor
figyelembe veendő
összehúzódnás,
kontrakció

PONCELET-GÁT



nyílt felszínű
csatornák
térfogatáram-
mérésének
eszköze a bukógát

FORRÁS

<https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co50785/poncelets-water-wheel-1824-waterwheels-undershot-waterwheels-models>

La Houille Blanche, Grenoble, 1953

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Poncelet.html>