

FV Zrt. Tahi kútsor (fotó: Szabolcsi Balázs)



Folyamatosság



VÍZMŰ PANORÁMA

A Magyar
Víziközmű
Szövetség
szakmai lapja

2024

04

XXXII. évfolyam

ANALITIKA

- **Thermo Scientific:** AA, ICP-OES, kvadrupol és hármás kvadrupol ICP-MS UV/látható spektrométerek
Automata diszkrét fotometriás analizátorok
FT-IR, FT-NIR és Raman spektrométerek, mikroszkópok
GC, kvadrupol és hármás kvadrupol GC/MS
HPLC, UHPLC, nano-HPLC
Kvadrupol és hármás kvadrupol LC/MS
Orbitrap hibrid és tribrid LC/MS és GC/MS rendszerek
Ionkromatográfok
Kromatográfiás 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:** Pírolizátor
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

- 4 **Szolgáltatók szemével**
Víztermelési kapacitás-rekonstrukció a Fővárosi Vízművek Zrt. -nél
-
- 15 **Szolgáltatók szemével**
Iszaprothasztó torony keverő szivattyúk energiaoptimalizációja
-
- 19 **Szolgáltatók szemével**
Szennyvíztisztító telepek levegőztetésének optimalizációja és energiahatékonyságuk növelése
-
- 23 **Szolgáltatók szemével**
Belső képzések példája és hasznossága a víziközmű ágazatban
-
- 27 **MaVíz hírek**
Országos Víziközmű Szerelőverseny, Eger
-
- 29 **MaVíz hírek**
Országos Ügyfélszolgálati Verseny, Kecskemét
-
- 32 **MaVíz hírek**
MaVíz Év Cikke díj átadása
-
- 33 **Aktuális**
120 éves a szegedi Szent István téri víztorony
-
- 37 **Aktuális**
Konferencia beszámoló
WDSA CCWI 2024, Ferrara
-
- 39 **Aktuális**
Aktuális ivóvízbiztonság
-
- 43 **Szakmánk megalapozói**
DOPPLER, Christian Andreas

Folyamatosság

Tisztelt Olvasó!

A mi szakmánkban a folyamatosság fogalma különleges jelentést kap. Különleges jelenést kap, mert olyan méreteket ölt, olyan időléptéket ölel fel, mint kevés más szolgáltatása az emberi közösségnek. És mindemellett a jelentése nem elvont és nem átvitt, hanem teljesen konkrét: a megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvizet folyamatosan biztosítani és szolgáltatni kell (azaz oda kell vinni) az emberi közösségnek, míg a keletkező szennyvizet szintén folyamatosan elszállítani és tisztítani is kell (azaz el kell hozni). Akárhogyan változik, alakul körülöttünk az élet és a világ, a folyamatosság nem szenvedhet csorbát.

Látszólag unalmas dolog ez, 100+ éve minden nap, minden órában (azaz folyamatosan) ugyanazt csinálni. De pont az állandó változás az, ami minden napra hoz új feladatot. Volt ilyenből bőven ebben az évben is. Elég csak a települési szennyvíz kezeléséről szóló EU irányelvet említenem.

De maguk az írások is, melyek ebben a számban egymás után sorakoznak, azok is azt mutatják, hogy a folyamatosság biztosítása folyamatos fejlesztést, folyamatos igazgatást és nem utolsósorban folyamatos rekonstrukciót igényel.

Ebben az évben, ahogyan Kurdi Viktor Elnök Úr az év eleji interjúban is említette, az ágazatban megjelenő többlet források „ele-



MÁRIALIGETI BENCE
főszerkesztő

gendőek arra, hogy elinduljunk, hogy kialakuljanak azok a gyakorlatok, melyekkel felelősen és jó gazda módjára tudnak a vízművek úgy gazdálkodni, hogy a vagyonmegújítási folyamat megkezdődhessen”. Ez pedig nemcsak jó hír és tapasztalat, hanem azt is jelenti, hogy nagyobb igény jelentkezik a szakmai tudásmegosztásra, tapasztalatcserére. Ebben kínál most is és a jövőben is felületet és teret a Vízmű Panoráma.

Jelen számunk írásai is ebbe a sorba illeszkednek. „Szolgáltatók szemével” rovatunkban olvashatunk víztermelési kapacitás-rekonstrukcióról, szivattyúzási feladathoz kapcsolódó energiaoptima-

lizációról, szennyvíztisztító telepek levegőztetési rendszereinek optimalizációjáról, a belső képzések fontosságáról.

A szakmai látókör bővítését szolgálják a konferencia beszámolók is. Nem maradhatnak el az évről-évre nagyon várt és nagy érdeklődésre számot tartó szakmai versenyekről, az Országos Víziközmű Szerelőversenyéről és az Országos Ügyfélszolgálati Versenyéről szóló beszámolók sem. A győzteseknek ezúton is gratulálunk, ahogyan gratulálunk az Év Cikke díj idei nyerteseinek is!

Kívánunk Önöknek az év utolsó feladataihoz sok erőt és utána boldog karácsonyt és boldog új évet!

Jó olvasást!



SIMON ELEK

Fővárosi Vízművek Zrt.
víztermelési mérnök

elek.simon@vizmuvek.hu

KIVONAT: A több mint másfél évszázados üzemeltetés alatt mindig szükség volt a legjobb szakmai tudásra a folyamatos és biztonságos vízellátáshoz. Jelen cikkben rövid történeti áttekintést adunk az utóbbi százharminc évben a víztermelő létesítményeink jelenlegi helyen való üzemeltetéséről és állapotáról. Az 1800-as évek végén létesített víztermelési objektumaink ma is működőképesek és használatban vannak – némelyikük felújítás nélkül.

Másfél emberöltő után szükség volt a létesítmények nagy részének műszaki felújítására. Ezzel a beavatkozással a működés ugyanennyi időre való meghosszabbítása vált lehetővé. A technikai fejlődést követve, sőt, néha diktálva – a törpecsápos kút és a hídszűrős csápozás Fővárosi Vízművek Zrt. szabadalom – végeztük az objektumaink létesítését, felújítását. A rendszerben lévő termelőkútjaink diagnosztikai vizsgálat alapján kútstratégiát alkottunk, melynek megvalósításához sikeres pályázat alapján külső anyagi forrást vontunk be. A pályázat alapján történő kivitelezés sikeres megvalósításához üzemeltetői támogatást nyújtottunk, fenntartva a folyamatos, megbízható és biztonságos ivóvízszolgáltatást hosszú távon és kiváló minőségben. A felújítások után a létrejött állapotokat kiértékeljük és meghatároztuk a további teendőket.

KULCSSZAVAK: víztermelés, víztermelési létesítmény, aknakút, csáposkút, törpecsáposkút, csőkút, csápozott aknakút, csáposkútak újracsaázása

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Víztermelési kapacitás-rekonstrukció a Fővárosi Vízművek Zrt.-nél

Csáposkutak kockázatértékelése

Rekonstrukció tervezése és megvalósítása

KEHOP-2.1.5-16-2017-00001 „Budapest Főváros víztermelő kútjainak fejlesztése, vízminőségi és kapacitáskockázatok kezelése”

1. ÁTTEKINTÉS

Az 1868-as évtől számít a mai vízművek alapítása és jogfolytonossága. Az első pesti ideiglenes vízmű a mai parlament helyén volt.

Vízminőségi, mennyiségi és végső soron a helyszín – ide került kijelölésre a Parlament épülete – jelentette problémák készítették a Közmunka Tanácsot annak 1892. május 12-ei ülésén a végleges megoldás jóváhagyására, amely tartalmazta a Káposztásmegyeri Főtelep kijelölését, engedélyezte „a talajban történő természetes szűrést”.

A kivitelezés 1893 április 1-jén kezdődött és tíz-tizenegy évig tartott Kajlinger Mihály vezetésével.

Az első aknakutak 1897-ben épültek Budaújlakon, majd Dunakeszi határában és vele szemben a Szentendrei-szigeten.

Ez több mint százhusz év folytonosság a kutak műszaki életében, számos műszaki újdonság bevezetésével.

2. VÍZTERMELÉSI LÉTESÍTMÉNYEK

2.1 AKNAKUTAK (KAJLINGER-KUTAK)

Az alábbi mennyiségű aknakutak épültek a vízbázisokon (mai elnevezéssel) a kezdeti időben:

- Balpart I. 5 darab,
- Balpart II. 22 darab,

- Sziget I. 9 darab,
- Sziget II. 22 darab,
- Budaújlak 6 darab.

Az aknakutak mindegyikének üzemeltetése vákuumos, ún. szivornyarendszerrel történt.

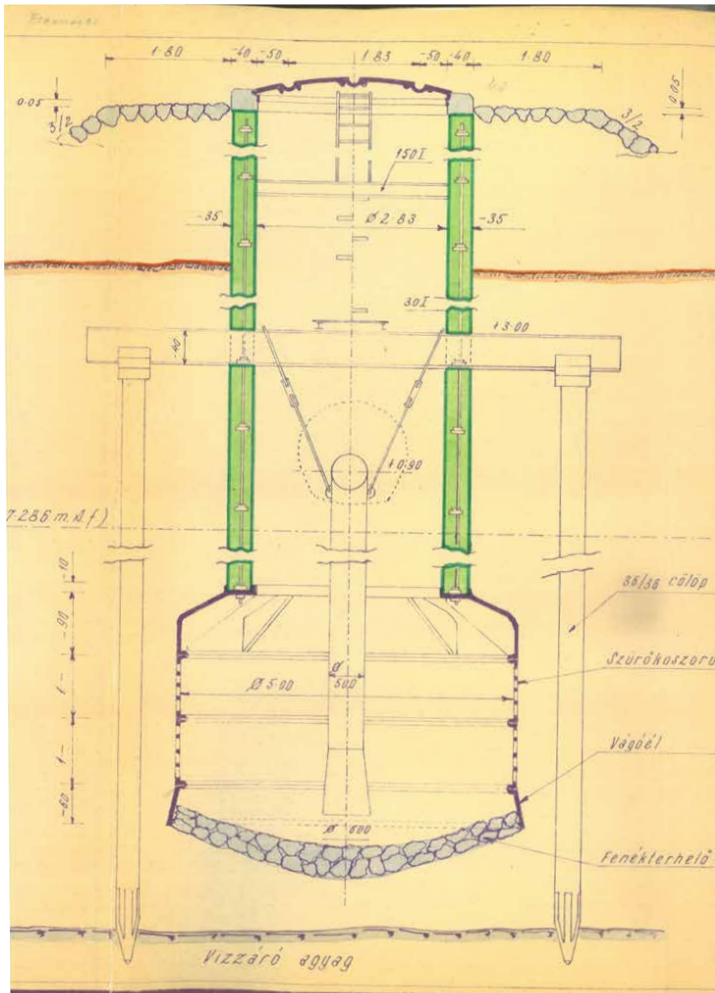
A kutak szerkezeti kialakítása elemekből összeszerelt öntöttvas harang. A harang átmérője 5 méter, magassága 3,5 méter, a szűrőként dolgozó felület a harang magasságából 2 méter, illetve a kút teljes alja.

Az összeszerelt öntöttvas harangot süllyesztéses eljárással helyezték a kavicsrétegbe. Az öntöttvas szerkezet henger alakú betonozást kapott, mely az árvízi elöntési szintig emelkedik ki a talajból. Ez így tulajdonképpen egy lebegő kút, melynek stabilizálása a kút szerkezetében átvezetett betongerenda által történt a fekérdőbe előzetesen levert vörösfenyő cölöpökön. A kútpalást a jegesár elleni védelemként kőburkolatot, a kútfenék a kavics beáramlása ellen köterhelést kapott.

Az aknakutak üzemeltetése a Fővárosi Vízművek Zrt.-nél kizárólag szivornyás üzemmóddal történik. A határolófelületek, az alj és részfelületek tisztítása nehézkes, kis hatékonyságú, bűvár általi átmosással lehetséges. Leüríteni az ilyen típusú kutakat nem lehet.

Az aknakutak élettartamából adódó egyik kockázat, hogy idővel a szűrőréteg telítődik, a hozam jelentősen csökken. Másik kockázat, hogy a tartóoszlopok a talajvíz határfelületén korhadnak, ami szerkezeti instabilitást okoz.

Az aknakutak a kezdeti vízellátási gondokat megoldották, de a vízigény fokozatos növekedésével újabb kapacitások beépítése vált szükségessé. Emiatt – az egyszerűbb és gazdaságosabb kivitelezhetőséget és üzemeltetési szempontokat figyelembe véve – megvalósításra került az első csáposkút 1949-ben, Csepelen.



1. ábra: Aknakút szerkezete, eredeti terv, 1899

2.2 CSÁPOSKUTAK

A csáposkutak esetében az akna anyaga vasbeton, átmérője 5 méter, falvastagsága 40 cm, süllyesztése hagyományos süllyesztési technikával készült. A hagyományos süllyesztési technikánál az indítóelem vágóélet tartalmaz, a kútközép és a vágóél alól az anyag kitermelésre kerül az elem súlyánál és plusz teher segítségével elmozdul a fekü irányába, a besüllyedt kútakna-rész rábetonozással pótlásra kerül egészen az árvíz- vagy felépítmény-szintig. A süllyesztési szint vágóél fekébe történő beékelése hozzávetőleg 1 méter.

A csáposkutaknál a fenék palástba illesztett vasbeton aljat kapott, víz alatti betonozással.

A csápok kisajtolása vízszintesen réselt acélsövekkel történt 150-300 méter hosszúságban, 5-10 csáphelyen.

A technológia nagyon időigényes a rendkívül nagy mennyiségű kitermelt anyag és a palást ütemenkénti betonozása miatt.

2.3 TÖRPE CSÁPOSKUTAK

A fokozatosan növekvő vízigény miatt a kútépítési technológiát gyorsítani kellett az igények kielégítése céljából. Vízműves szabadalom az ún. törpecsáposkút, melynek kivitelezési időtartamát négy hónapnál rövidebb időre lehetett csökkenteni. Az első törpecsáposkút 1963-ban épült.

A törpecsáposkutak esetében – a műszaki jellemzőket tekintve – a kútakna átmérője 2200 mm-re csökkent. Anyaga hengerített acéllemez, teljes kerületen három darab függőleges hegesztéssel. Az elemeket kétméteres darabokban műhelyben lehetett gyártani és helyszínre szállítani, és egy helyszíni hegesztéssel beépítésre kerültek.

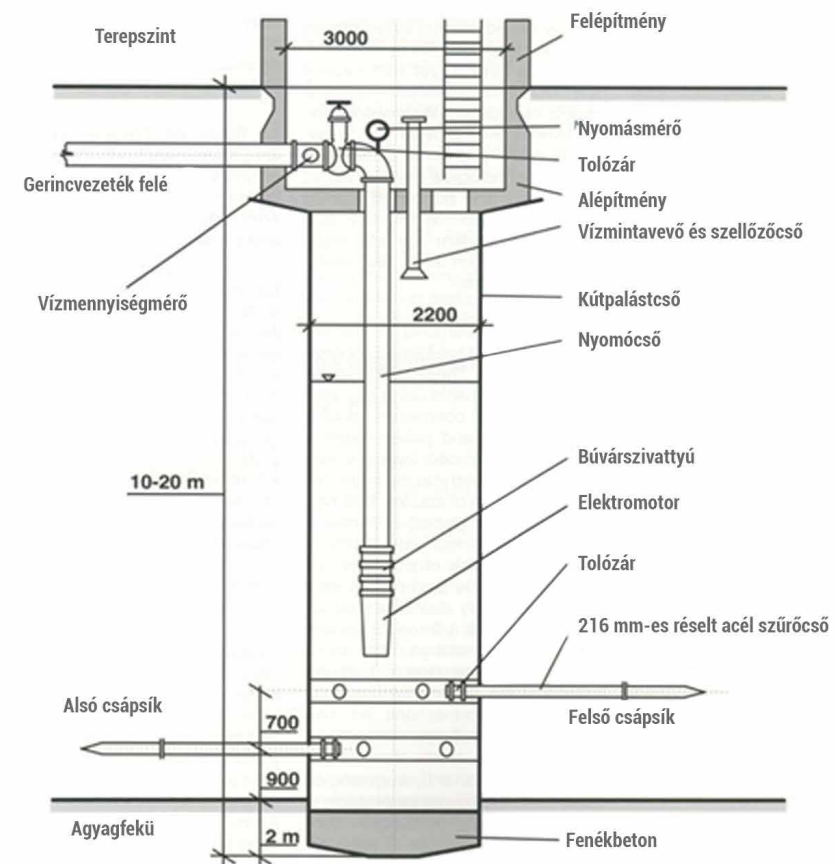
A kútpalást anyaga acél, 16-22 mm vastagságban. Süllyesztés előtt a külső oldal korrózióvédelmet kapott.

A kútakna beékelésre került a fekébe, hozzávetőleg egy méterre, utána a fenék vasbeton dugót kapott víz alatti betonozással.



1. fotó: Szénacél csápelem 219 mm átmérővel, 1 méter hosszúsággal

Csáposkút keresztmetszete



2. ábra: Törpecsápos kútszerkezet, szivattyús termelési módban

Az acélpalást betonpalástokhoz viszonyított kis súlya miatt a süllyesztéshez lehúzó tömb építésére volt szükség.

A csápok helyén a palást megerősítésre került a sajtolási erő okozta deformálódás megakadályozása érdekében. A megerősítés két csápsíkot érintett, 50-70 cm-es függőleges távolságra egymástól.

Egy csápsík öt csáp kisajtolását tette lehetővé a palástra hegesztett F-idom segítségével, a palástfal átfúrása után.

A csápok kezdetben 140 mm, később 200 mm-es húzott acélcsőből készültek.

3. Üzemeltetés és diagnosztika

A víztermelés a kutakból jellemzően szivattyús megoldással történik. Időnként tisztítani kell a szűrőréteget a folyamatos rendelkezésre állás és megfelelő műszaki állapot érdekében.

Mivel a főváros vízigénye 1990-ig lineárisan növekedett, a kutak száma ennek megfelelően nőtt, elérve a rendelkezésre álló vízbázisok termelési határát. A növekvő vízigény miatt szükség volt egy felszíni víztisztító mű építésére, amely az 1990 utáni változások (vízfogyasztás-csökkenés, ipari fogyasztók számának drasztikus csökkenése, vízdíj-növekvés) miatt felesleges kapacitássá vált.

A megvalósult és jelenleg üzemeltetett létesítményeink jellemzői az alábbiak:

- víztermelő kutak száma: 756 db,
- vízkezelők száma: 2 db,
- gépházak, nyomászónák száma: 112 gépház, 96 nyomászóna,
- tárolótér fogat: 78 víztároló, 331.294 m³ tárolókapacitás.

3.1 MŰSZAKI ÉS SZERKEZETI ELAVULÁS

3.1.1 Aknakutak átalakítása csápozott aknakúttá, fagyasztásos technológiával

Elsőként a legkorábban létesült Kajlinger-kutaknál volt szükség beavatkozásra, mivel a bonyolult és nehéz tisztítás miatt ezen kutak vízhozama ötven év után jelentősen csökkent. Felújításra került belőlük huszonkettő – Budaújlakon kettő, Balpart I. vízbázison három, Sziget I. vízbázison négy, Sziget II. vízbázison tizenhárom –, jellemzően az 1950-es években, mely művelet

1960-ra befejeződött.

A beavatkozás során az aknakutak fagyasztásos technológiával átalakításra kerültek csápozott aknakúttá. Az eljárás során a szűrőrészen az öntöttvas harang belső fala betonozásra került a fekübe beágyazva, kiegészítve fenékbetonozással. Az öntöttvas vágóél alatt kerültek kisajtolásra a csápok, kezdetben 150 mm, majd 200 mm átmérővel.

A fagyasztásos technológiával a kutak élettartama negyven-ötven évvel meghosszabbításra került.

A következő beavatkozás az aknakutaknál 2003-ban kezdődött, a Balpart II. vízbázison (lásd 2.5.2. Aknakutak átépítése csáposkúttá c. fejezet).

3.1.2 Aknakutak átépítése csáposkúttá

Az aknakutak száz év üzemelés után vagy 50 évvel az átalakítást követően (csápozott aknakutak) egy új beavatkozáson estek át, meghosszabbítva az üzemidejüket jóval több, mint ötven évvel.

A felújításokat két jelentős kockázati tényező indokolta: a kapacitáskockázat és a szerkezeti kockázat.

A vörösfenyő tartóoszlopok (lásd 1. ábra) több mint száz év üzemelés alatt a határfelületen károsodtak, veszélyeztetve a függesztett kút stabilitását. A szénacél csápok ötven év alatt elvékonyodtak, élettartamuk végéhez értek (lásd 4. Korróziós hatások és kockázatok vizsgálata c. fejezet).

Az aknakút szerkezetiileg 5 méter átmérőjű süllyesztett öntöttvas harang, a betonozott aknarész belső átmérője 2.830 mm.

A Rocla cég tervezése és gyártása alapján egy vasbeton kútellem-sorozat került alkalmazásra. A vasbeton elemek belső mérete megegyezik a törpecsápos kutak acélpalástjának belső méretével (2.200 mm), a falvastagság 150 mm, így a 2.500 mm-es külső méretükkel beleférnek a visszabontott aknakutakba.

A csápingdító F-idomok gyártáskor beépítésre kerülnek a betonszerkezetbe a tervezett csápsík- és csápszög-kiosztás szerint.

Azokon a területeken, ahol a kavicsréteg vastagsága nem érte el a csáposkutak számára az ideális vastagságot, de csőkutak számára megfelelő volt, csőkútsor épült.



2. fotó: Rocla-elemek csáposkút megvalósításhoz



3. fotó: Első elem beépített F-idomokkal



4. fotó: Csáposkúttá átépített aknakút

3.1.3 Csőkutak megvalósítása

A 300 mm átmérőjű csőkutak a partélel párhuzamosan, egymástól húsz méter távolságra helyezkednek el egy központi szifonakna mindkét oldalán, oldalanként 25-30 db.

Az első csőkútsor 1935-ben épült, előbb porózusos beton, majd részelt azbesztcement anyagból.

A csőkutaknál is megtörtént a felújítás 1993 és 2007 között. A felújított kutak egységesen 300 m átmérővel és rozsdamentes acél palástcsővel rendelkeznek. Üzemeltetésük kizárólag vákuumos rendszerű. Tisztítási ciklusidejük tíz év. A jelenleg üzemben lévő csőkutak száma 514 db.



5. fotó: Csőkútsor

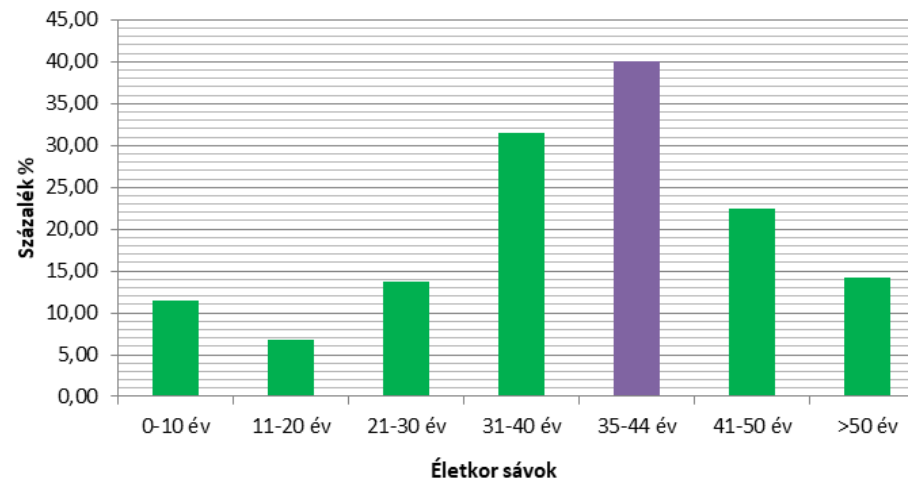
3.2 CSÁPOSKUTAK ÁLLAPOTFELVÉTELE

Az első törpecsápos kút elkészülte után tömeges csáposkút-építési program kezdődött. A ma üzemeltetett csáposkutak száma a Fővárosi Vízművek Zrt.-nél 217 darab, amelyek korfa eloszlása a 3. ábrán látható. A húsz évnél idősebb csápok kizárólag szénacél anyagúak.

Az aknakutak csáposkúttá való átépítési stratégiájának első fejezete (Balpart II., 20 db kút) elkészülte után 2008-tól kezdődött egy újabb projekt, mely során a csáposkutak újracsápozásra kerültek.

A csáposkutak termelési kapacitásának megőrzése, illetve helyreállítása érdekében időszakos tisztítást végzünk.

Csápok életkor százalékos megoszlása legkedvezőtlenebb életkor sáv



3. ábra: Csápok kritikus életkor-tartománya (2014. évi állapot)

3.2.1 A tisztítás műszaki tartalma

A kút leürítése előtt lezárásra kerülnek a csápok, ezután a kút szivattyúzással leürítésre kerül.

A csápok egyenként kerülnek tisztításra magasnyomású (200-400 bar) víz és irányított áramoltatás segítségével, a zavarosság megszűnéséig.

3.2.2 Műszaki hiányosságok

A kezdeti sajtolási technológia során nem állt rendelkezésre eljárás a csápvég lezárására, ezért ott üzemeltetés alatt 2-3 cm átmérőjű rés maradt. A résen beáramló talaj talajtörést okozott a csápvégeknél, ami néhány esetben biológiai kockázatot jelentett.

További kockázatot jelentett, hogy a csáp öregedésével az anyagfogyás következtében a rések mérete növekedett, ami a csáp körüli szűrővázat károsította, jelentős lerakódást képezve a csápokban.

A csáptisztítások 6-8 éves ciklusidővel történtek, melynek során

kamerás csápállapot-felvételek készültek. A kiértékelések során visszajelzést kaptunk a csápállapotokról. A vízbázisaink Ráckevétől Kisorosziig terjednek, eltérő talaj-összetételű környezetben.

Az üzemeltetés kialakítása a régi kutak esetében egyedi szivattyús üzemre készült. A szivattyúvezérlések a déli területen direkt ki-/bekapcsolós üzemmel működtek, míg a Szentendrei-szigeten részben frekvenciaváltós szabályzással.

A déli területeken harminc éves életkoránál teljes csáptönkremeneteleket találtunk, melyeknél a csápokat teljesen ki kellett venni termelésből.



6. fotó: Kamerás csápállapot-vizsgálat



7. fotó: Csápmaradvány harminc év üzemeltetés után

A lehetséges okok vizsgálata és a korróziós elméletek tanulmányozása után tett megállapításainkat a következő fejezetben foglaljuk össze (részletezve a 4. Korróziós hatások és kockázatok vizsgálata c. fejezetben).

4. KORRÓZIÓS HATÁSOK ÉS KOCKÁZATOK VIZSGÁLATA

Egy megbízható üzemeltetési modell (stratégia) csak szakmailag megalapozott, reális állapotokat tükröző ismereteken működhet. Ebből a célból készült el a teljes Fővárosi Vízművek Zrt.-re a termelési létesítmények állapotvizsgálata. Feltárássra kerültek a termelési létesítmények műszaki állapotára kockázatot jelentő körülmények, valamint modellezésre kerültek a károsodás mechanizmusát befolyásoló paraméterek.

A víztermelő rendszereknél a legsúlyosabb kockázati tényező a korrózió, mivel a rendszereink fő elemei acélszerkezetek. A fő elemek: acélpalást és a csápok. Ezen elemek állapota közvetlen hatással van a biztonságos üzemmenetre.

4.1 ACÉLPALÁST

Állapotellenőrzés vagy új csáp létrehozása során végzett palástkivágás alkalmával megbizonyosodtunk a palást állapotáról. A palást kívülről sértetlen, az eredeti festés még ép állapotú. A palást víztér felőli oldala korrodálódott, melynek a védelme

a vízadó réteg felújításával megvalósításra került. A klasszikus korrózióvédelem (homokszórás után a felületre – ivóvízzel való érintkezésre engedéllyel rendelkező – festék felhordása) továbbfejlesztésre került egy alkálivédelmet adó cementbázisú bevonatra, mely lúgos környezete által elsősorban a korróziós potenciál csökkentését, másrészt 10 mm-es vastagságával a felület védelmét biztosítja. Ezzel a kifejlesztett technológiával a korrózióvédelem hosszú távon (harminc-ötven év) biztosított.

A korróziós sebesség lúgos környezettel csökkenthető, de ez a víznél vízminőségi szempontok miatt nem alkalmazható. A cementbázisú korrózióvédelem viszont ideális körülményeket (pH>12) biztosít az acél részére, amíg vízzáró. A beavatkozás a kútpalást anyagfogyásos korrózióját lassítja, mely így csak a távoli jövőben vetődik majd fel problémaként.



8. fotó: Aktuális kútpalást állapot (Ráckeve)

4.2 CSÁPOK

Jelenlegi, már jelentkezett problémánk a csápok korróziós fogyása. A csápok anyaga szénacél, a húzott cső átmérője 219 mm. Anyagminősége és falvastagsága is szórást mutat. A falvastagság 7,3 mm és 6,6 mm között változik.

A csápkialakítás egy ún. stancolásos eljárással készült, melynél

a kész csövön 7x120-140 mm széles réseket képeztek ki, 1 m csáphosszra 5 gyűrű alakban, gyűrűnként 18 kiképzett réssel (lásd 1. fotó!). Így a szűrőfelület 12,1-14,0 % közötti arányt képvisel a teljes palástfelszínből.

A stancolásból és a csápsajtolásból, valamint a rendeltetési helyre beépítésből egy kezdeti, maradó feszültség generálódik minden egyes csápban. Ezek a feszültségek növelik a korróziós potenciált. Mivel a területi (beépítési) adottságok eltérőek, ezért ezen kockázat értéke is kutanként, sőt azonos csápon belül egyes szakaszokon is eltérő. Az extrém értékek összeadódva a kémiai és az elektrokémiai korrózió hatásaival fokozott korróziós hatást eredményeznek.

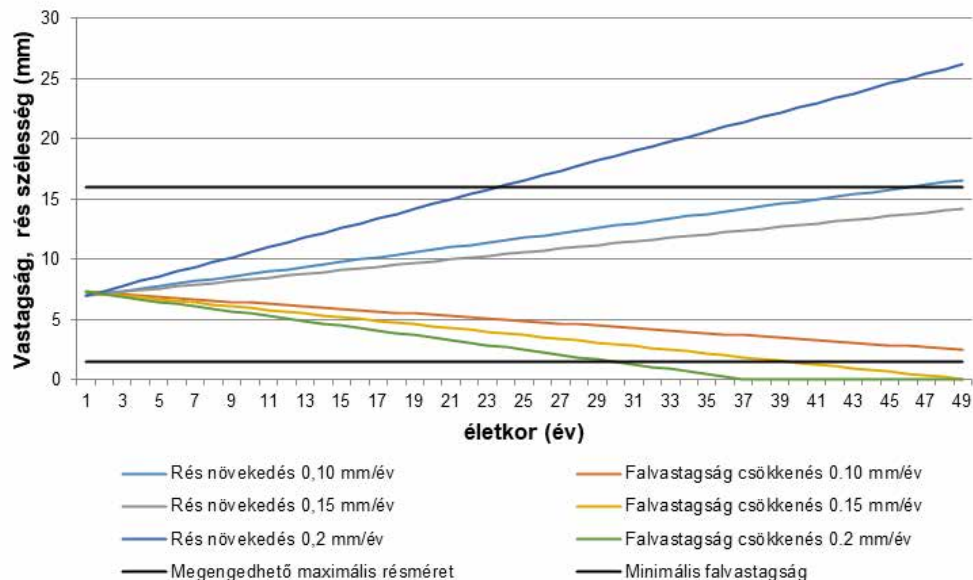
A csápoknál a korrózió anyagfogyással nyilvánul meg, mely elsősorban a szerkezet elvékonyodását, másodsorban a rések szélesedését okozza. A szerkezet elvékonyodása a csáp teherviselő képességének csökkenésével jár, melyet a cső másodrendű nyomaterka ír le (csőmerevség). A rések növekedése érdekes problémákat vet fel a csáp körüli szűrőréteg egyensúlyában. A kitágult rész frakcióhiányos szűrőréteget eredményez. A vízadó-képesség helyreállításánál a résen behatolható szemcsék (10 mm-es tartomány) egyszerűen eltűnnek a csáp érintett részén, mely közvetlen kapcsolatot képez a résekkel.

A korrózió által csökkentett csáp statikai állapota az alkalmazott tisztítási technológiánál kockázatot jelent.



9. fotó: Csápok réskialakítása

Csápok korrozíós károsodása - modell



4. ábra: Szénacél csápok korrozíós fogyása - modell

Értékelve az eddigi tapasztalatokat és a Ráckeve vízbázison végbement károsodásokat összehasonlítva az északi termelési területen jelentkező folyamatokkal megállapítható, hogy a korrózió sebessége minimum 0,1 mm/év, de ez a déli termelési területen gyorsabb. A gyorsabb korrózió lehetséges magyarázata az eltérő környezeti körülmények (szűrőréteg), a beépített csáp anyagának jellemzői és az eltérő üzemeltetési mód (néha 9 m depresszió).

Ha elfogadjuk a korróziós elmélet szerinti téziseket, miszerint a korrózió sebessége függ az áramlási sebességtől, életkormodell lehet felállítani, melynek felső értéke a 0,2 mm/év érték.

A csápok résnövekedéséből következtetni lehet a csápállapotokra. Egy modell segítségével megfigyelve a csápok kamerás felvételét, következtetni lehet a csápok falvastagságára. A tapasztalat szerint 2 mm alatti csápvastagság és 12 mm-nél nagyobb résméret fokozott kockázatot jelent a kút üzembiztonsága szempontjából. A csáp elvékonyodás egyenes következménye a csápbeszakadás, mely a kút állagára kritikus kihatással van.

A fentebb említett korróziós hatás függ az áramló közeg sebesség-

gétől, mennyiségétől, így egy kiesett csáp korróziós szempontból gyorsító hatással bír a többi csápra.

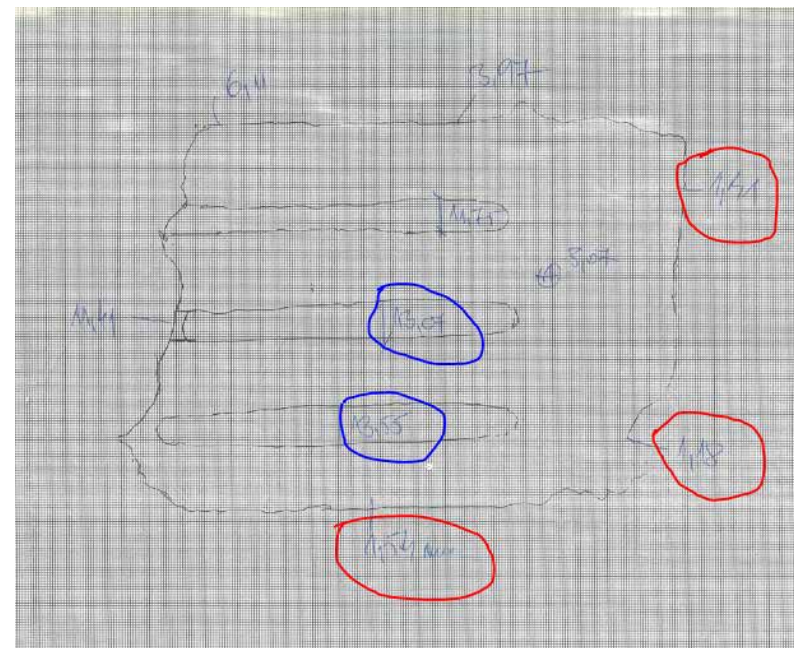
Az alábbi mintadarabot rasztelméréssel mértük fel, meghatározzuk az elem aktuális méreteit. Összehasonlítva valós méretekkel (beépítéskori állapot), kikövetkeztethető a fogyás és károsodás aktuális mértéke.

A rasztel modellen a piros jelek a csápvastagság helyi értékét jelölik, míg a kék jelölések a rés nyílását. Ezen értékek a kritikus részeken (töréseknél) az alábbiak:

- vastagság 1,41 mm volt az eredeti 7,3 mm helyett,
- a réseknél pedig az újkori 7 mm-es rés 13,07-13,55 mm-re nőtt.

A korróziós károsodás kalibrált méréssel az alábbi:

- csáp anyaga: acél,
- épült: 1971,
- minta-acél életkora: 41 év (mintavétel 2012. augusztus),
- minta újkori térfogata: 172,07 cm³,
- eredeti súlya: 1.356 g,



5. ábra: Begyűjtött minta kiértékelése

- károsodott minta súlya: 760 g,
 - anyagfogyás: 56 %-os az eredeti mérethez viszonyítva.
- Az inercia nyomatékváltozás és ezzel a teherviselőképesség-csökkenés egy 56 %-os anyagfogyásnál a 219/7,3 mm réseltsző esetében 121 %-os.

5. KOCKÁZATOK KIÉRTÉKELÉSE, KÚTSTRATÉGIA MEGALKOTÁSA

A vizsgálatokat és modellezéseket a teljes termelési területre elvégeztük.

2014-ben megalkotásra és elfogadásra került egy kútstratégia, melyben részleteiben kidolgozásra került a csápok életkorának, modellezett várható élettartamának függvényében a kút kapacitás változása, a szükséges teendőik ütemezése, a felújítási program gyorsítása.

Már ismereteink és tapasztalataink voltak meglévő csáposkutak újracsapozási műveleteiből.

A kútfelújítások kizárólag rozsdamentes hídszűrős csáppal

történeket. A technológiát Európára érvényes szabadalom védi, melynek tulajdonosa a Fővárosi Vízművek Zrt.

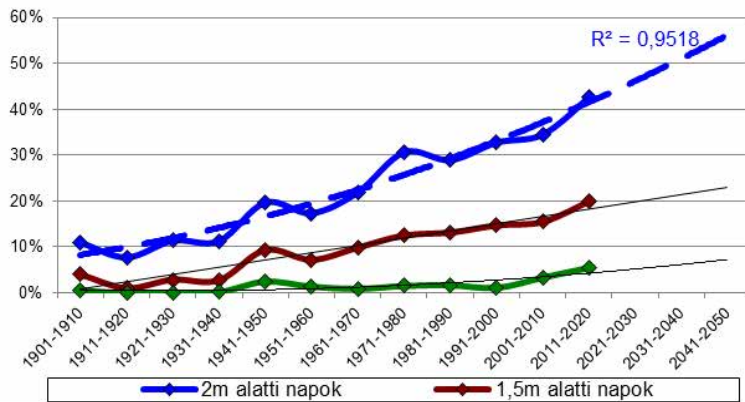
A stratégiában modellezésre került a kivitelezési ütemezés évekre bontva, évi 4-6-8-10 db kút felújításával.

6. HIDROLÓGIAI ÉS KLÍMAVÁLTOZÁS KIEMELT KOCKÁZATAI

Az utóbbi évtizedekben jelentős változás figyelhető meg a csapadék körforgása, valamint a hullott csapadék mennyiségének időbeni eloszlása és intenzitása terén is.

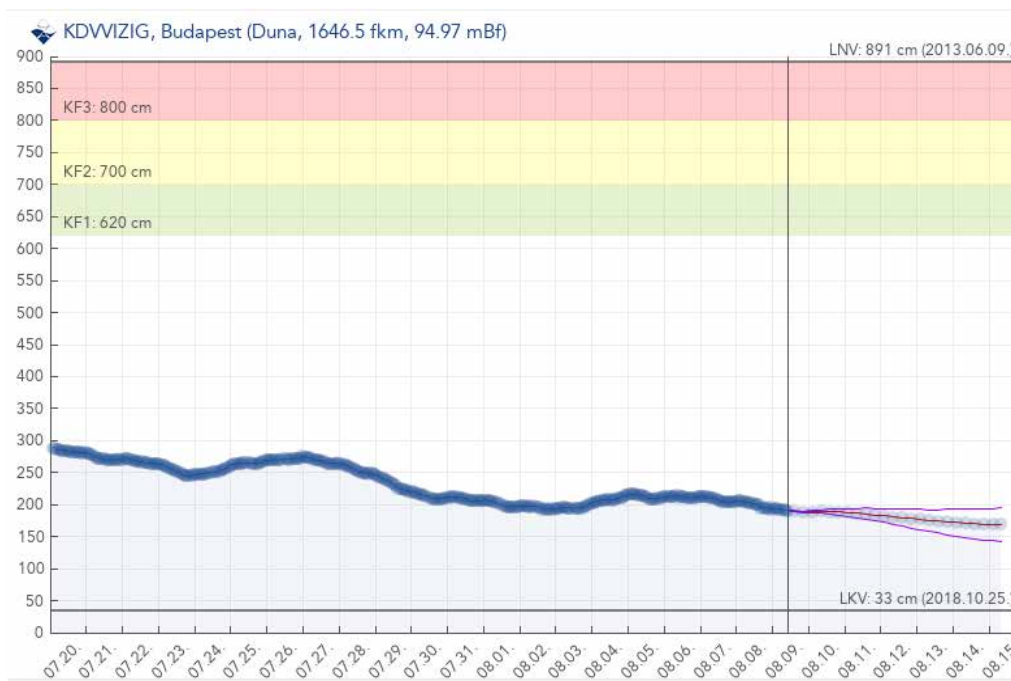
Ez a Duna vízállását jelentősen befolyásolja, száz éves trendet vizsgálva megfigyelhető az alacsony vízállású napok számának jelentős növekedése.

1, 1,5 és 2 m alatti napok száma 10 éves átlag



6. ábra: Alacsony vízállású napok részaránya (forrás: Debreczeny L.-Davidesz J.)

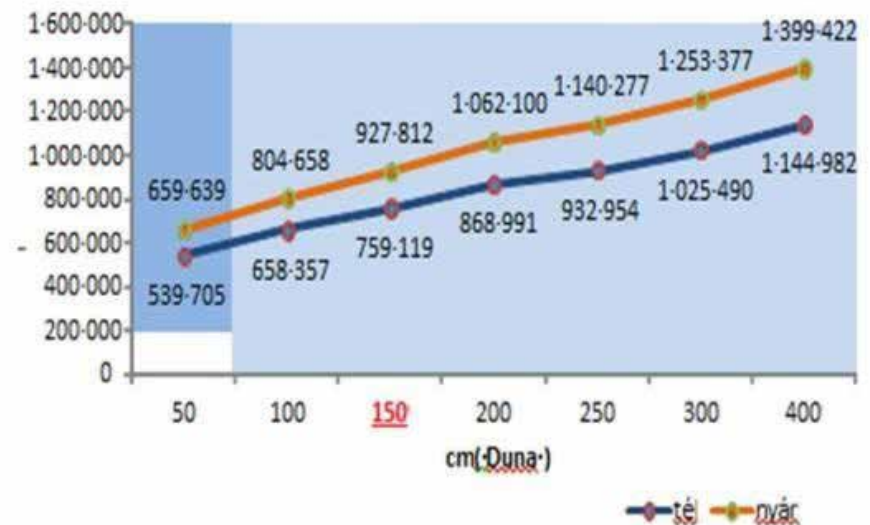
Az utóbbi húsz évben megdőlt mind a legkisebb, mind a legnagyobb vízállás értéke. Üzemeltetésünk és tervezésünk referenciapontja a Vigadó téri vízmérce, melynek adatai 2024.07.20. és 2024.08.15. közötti időszakra a 7. ábrán láthatóak:



7. ábra: Vigadó téri vízmérce adatai

Az alacsonyvíz állású napok jelentősen befolyásolják a termelési kapacitásunkat. Az 50 cm-es víz állás kritikus szintet érhet el.

Míg 1,5 méteres Duna-víz állásnál az üzemelő kútjaink modellezett kapacitása 1.000.000 m³/nap-nál nagyobb, addig tartós 50 cm-es Duna-víz állásnál a modellezett érték és a műszakilag indokolt érték között nincs tartalék. A kutak öregedésével és kiesésével előfordulhat kapacitáskockázat a tartós kisvízi időszakokban. Erre műszaki megoldás lenne a felújítások gyorsítása, amely erőn felüli forrásigénnyel jár.



8. ábra: Modellezett kapacitásértékek (forrás Debreczeny L.-Davidesz J.)

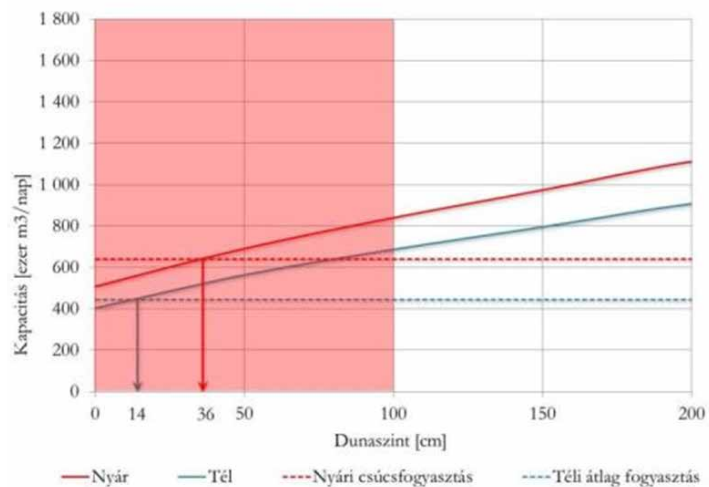
A beépített kapacitásunkat 1,5 méteres és 0,5 méteres Duna-vízállásoknál, gyári eredeti tervezéskori műszaki paraméterekkel a termelési területünkön összesítetten az alábbi táblázat tartalmazza.

Paraméter	Nyáron	Télen
Összes kapacitás [m ³ /d]	1 029 094	841 986
Üzemelő kutak elméleti kapacitása [m ³ /d]	961 829	786 951
Üzemelő kutak műszakilag indokolt kapacitása [m ³ /d]	935 921	765 753

1. táblázat: A kutak kapacitása 1,5 m Duna-vízállás esetén

Paraméter	Nyáron	Télen
Összes kapacitás [m ³ /d]	725 038	659 125
Üzemelő kutak elméleti kapacitása [m ³ /d]	684 096	621 905
Üzemelő kutak műszakilag indokolt kapacitása [m ³ /d]	653 311	593 919

2. táblázat: A kutak kapacitása 0,5 m Duna-vízállás esetén



9. ábra: Kritikus vízszintek meghatározása téli és nyári csúcspotyagok esetén

A kapacitás- és a fogyasztási görbék egymásra illesztéséből meghatározhatók azok a kritikus vízállások, amely alatt a vízigény már nem szolgálható ki. A nyári 610 000 m³/nap csúcspotyag biztosítása kb. 36 cm-es vízállás alatt nem tartható fenn. A téli nagyságrendileg 450 000 m³/nap vízigény értékhez kapcsolódóan kb. 14 cm-ben határozható meg a kritikus Duna-vízszint.

Ezen körülmények között az infrastruktúra fokozott amortizációja, vízminőségi kifogások, illetve vízfelhasználásra kiterjedő korlátozások nélkül az üzemmenet huzamosan nem tartható fenn, akkor sem, ha a termelő egységek 100 %-ban rendelkezésre állnak, nem folyik rajtuk semmilyen üzemlet korlátozó karbantartási, felújítási tevékenység, és váratlan meghibásodások sem lépnek fel.

Figyelembe véve a klímaváltozás várható hatásait, illetve a Duna-vízállás változás várható trendjeit, megállapítható, hogy a jelenleg rendelkezésre álló kapacitások szűkösek, az ellátási biztonságának szavatolása érdekében a víztermelő kapacitások fejlesztése szükséges.

Másik kockázati tényező az ellátás biztonságban a rendkívül nagy vizek jelentette kockázat.

Hiába az elméletileg nagyon nagy kapacitás a magas Duna vízállásoknál, árvizeknél jelentős vízminőségi kockázat jelentkezik. A kockázat elhárítása az érintett kút termelésből történő kizárásával lehetséges.

2013-as rendkívüli árvíz esetén, árvíz alatt a kapacitásaink közel 50 %-a kizárásra került. Az árvíz tetőzése után egy tartós kánikula jött 35 Celsius hőmérsékletekkel, mely vízigény oldalról elérte az aktuális termelési kapacitás felső értékét, magas Duna vízállás ellenére.

Általános üzemeltetési tapasztalatunk, hogy az árvíz alatt a vízminőség miatt kiesett kutak termelésbe történő visszaállítása csak az árvíz levonulása után lehetséges az érvényes tisztítási, fertőtlenítési és vízmintázási protokolljaink szerint.

A árvízi kockázat az elmúlt 22 évben jelentősen nőtt, 2012 előtt 100 éves gyakoriságúnak minősülő árvízből 5 darab volt 2012 óta. Gyakorlatilag mindegyik lehetséges kiváltó okkal volt már árvíz, hóolvadás hatására, intenzív csapadék hatására, tavaszi, nyári és a legutolsó őszi árvíz szintén intenzív csapadék hatására.

Ezenkívül két kisebb, 7 méteres árvíz is volt az adott időszakban, melyek időpontja szokatlan decemberben és januárban szintén üzemeltetési kockázatot jelentenek.

Teljesen átértékelésre kerültek a korábban 100 éves gyakoriságú árvizek, mint méret és előfordulási valószínűség szerint a jelentett kockázat csökkentése érdekében. Árvízi fejlesztéseink ezt hivatottak megelőzni, kezelni, de ezzel jelentős forrást vonnak el akár a kút felújításoktól is.

7. A FELÚJÍTÁS MŰSZAKI PARAMÉTEREI

A felújításoknál – mivel a kockázatunk a kisvízi állapotoknál előfordulható kapacitáshiány, ezért – a vízjogi engedélyeztetésnél a hozamot nem kívánjuk növelni, csak szerkezeti felújítást kérünk.

Az első hídszűrős csáp-kísérlet után rendszeresített eljárást alkalmazunk, ezért kizárólag hídszűrős csáp kerül beépítésre a felújításoknál.

A hídszűrős és réselet csápok műszaki jellemzőit az alábbi táblázat mutatja.

Csápanyag	Hídszűrős	Réselet
Méret	3 x 22 mm x 2	841 986
Szűrőzött felület aránya	21 %	786 951
Max. szemcseátmérő	3 mm	765 753
Szűrőréteg károsodás	Kisebb, kevesebb beáramló szűrőanyag	Nagyobb, frakcióhiány előidézés
Hajlítószilárdság	Nagyobb	Kisebb
Tisztítási hatékonyság	Nagyobb	Kisebb

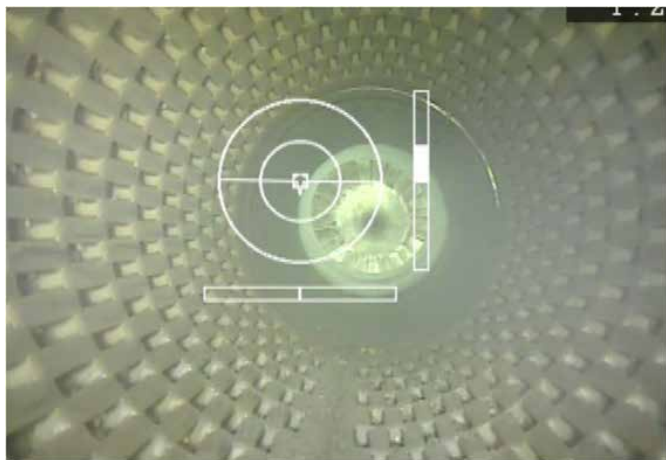
3. táblázat: Csápok műszaki paramétere



10. fotó: Hídszűrős csáp tokos csatlakozási lehetőséggel

7.1 FELÚJÍTÁSNÁL KÖTELEZŐ PARAMÉTEREK

A csápok hossza összesen 150 m, ami öt csáphelyen 30 méter csáphosszúsággal valósul meg. A csápok kialakítása 4 méter tömörcső az indításnál, 25 méter réselt csápcső, végül 1 méter befejező cső, mely biztosítja a csápvég-lezárást is.



11. fotó: Csápvég lezárás

Mivel a csápcső anyaga korrózióálló acél és a kútpalást anyaga szénacél, ezért az elektrokorrózió megakadályozása érdekében a két anyagot galvanikusan le kell választani. Az elhatárolás ivóvízzel engedéllyel érintkezhető műanyag elemmel történik az F-idomban.

A palást korrózióvédelme az előzetesen tárgyalt módon kerül megvalósításra cementbázisú mikroszilikkáttal javított bevonattal (Microtop TW02).

7.2 PÁLYÁZATRA KIJELÖLT KUTAK

Célunk volt folytatni a megkezdett rekonstrukciós programot, vízbázisokra lebontva. Fontos szempont volt a kivitelezés alatt a vízbázis üzemképességének fenntartása, majd a projekt után a felújított kutak termelési részarányának növelése. Tekintettel arra, hogy a hídszűrős csáp 21 %-os fajlagos résfelülettel rendelkezik – szemben a réselt csáp 14 %-os résfelületével –, azonos hidraulikai paramétereknél, fajlagos csáphosszra vetítve, több mint 50 %-kal több vizet termel. Egy öt hídszűrős csáppal felújított kút egyenértékű egy felújítás előtt nyolc szénacél csápot tartalmazó kúttal, ha rendelkezésre áll a szűrőrétegben a víz.

A beavatkozást közel a teljes vízbázisra kiterjesztettük.

8. PÁLYÁZATI LEHETŐSÉGEK

A problémáink műszaki kezelését ismertük, kidolgoztuk, de forrás hiányában lassabban haladtunk az indokolt ütemnél. Majd adódott egy lehetőség pályázati pénz bevonására a kutak műszaki állapotának javítására. Nyílt Uniós eljárás keretében (EKRO01077742020) az NFP Nemzeti Fejlesztési Programiroda Nonprofit Kft. (jogutód: Közbeszerzési és Ellátási Főigazgatóság (KEF)) pályázati felhívást tett közzé, melyre Budapest Főváros Önkormányzata pályázatot nyújtott be. A pályázat érintette a víztermelő kutakat, nagytérű vezetékeket és ólombekötéseket. A cikkben a víztermelő kutakat érintő részt ismertetem.

A KEHOP-2.1.5-16-2017-00001 azonosítószámú, „Budapest Főváros víztermelő kútjainak fejlesztése, vízminőségi és kapacitáskockázatok kezelése” megnevezésű, sikeres pályázat szerinti projekt során 60 darab csáposkút-felújítás tervezési és kivitelezési feladatainak teljes körű ellátása valósult meg a FIDIC Sárga Könyv feltételei szerint, élettartam és műszaki megbízhatóság növelése céljából az alábbi tartalommal:

- kút újracsapozása 150 m hídszűrős csáppal,
- acélpalást korrózióvédelme cementbázisú bevonattal,
- cső, szivattyú és gépészeti elemek felújítása nagy energiahatékonyságú rendszerre, kapcsolódó vezérléssel (frekvenciaváltó, DU/Dt szűrő).

A kútkapacitás növelése nem volt célunk, de kisvízi állapotnál a kitermelhető víz mennyisége azonos hidraulikai paraméterek

mellett (szűrőréteg határsebesség) nagyobb vízmennyiség kitermelését teszi lehetővé mintegy 50 %-os többlettel, ha a rétegben rendelkezésre áll a vízmennyiség, jelentősen javítva ezzel a rendelkezésre álló kisvízi kapacitásokat.

A PÁLYÁZAT ADATAI:

Pályázati felhívás: Nemzeti Fejlesztési Programiroda Non-profit Kft.

Pályázó: Budapest Főváros Önkormányzata

Kivitelező: P-C Víztermelő Kutak Konzorcium: PENTA Általános Építőipari Kft. és a Colas Alterra Építőipari Zrt.

Szakkivitelező: DUNA-KÚT Kft. (FV Zrt. leányvállalat)

Szerződés kelte: 2021.09.10. FIDIC sárga könyv

Befejezés: 2023.10.30.

Tervező: Fővárosi Vízművek Zrt. Víztermelési osztály, Mérnökszolgálati osztály

Felelős tervező: Simon Elek (13-15106, 13-58363)

Tervezők: Szabolcsi Balázs (15-01010); Weinacht Ferenc (01-11704); Nagy-Apáthy Zoltán (13-11243)

Mivel a szerződéskötés előtt nem lehetett semmilyen tervezési tevékenységet végezni, ezért a jogerős vízjogi engedélyek birtokában az effektív kivitelezés csak 2022 márciusában kezdődhetett el.

A kezdeti kivitelezés modellezését a párhuzamosan egyszerre termelésből kivehető kutak maximális száma miatt újra kellett tárgyalni. Egy kút kivitelezési ciklusideje négy hónap.

Kezdetben három párhuzamos helyszínen történt a kivitelezés, ami tizenöt üzemből kivett kutat jelentett egyidőben. Tekintettel arra, hogy a hídszűrős csáp több vizet termel, a felújított és termelésbe visszaadott kutak számának növekedésével növelni lehetett a termelésből egyidejűleg kivett kutak számát. A munkaterületet biztosítani kellett a párhuzamosan dolgozó kivitelezői csapatok számának növeléséhez. A befejezéskor hét párhuzamos kivitelezés történt.

A projekt sikeresen megvalósult határidőre.

A projekt eredményeképpen magasabb szintű műszaki tartalom valósult meg, mint a Fővárosi Vízművek Zrt. előzetes felújításai alatt. A gépészeti rész felújítása során a 100 Hz-es motorokkal és frekvenciaváltókkal szerelt szivattyúk magas energiahatékonysági paramétereket hoztak.

9. PROJEKT KIÉRTÉKELÉSE

A tárgyi projekt műszaki tartalma 60 db csápos kút felújítása volt, mely sikeresen megvalósult. A projekt célja 50.000 m³/nap kitermelhető többlet-kapacitás biztosítása volt. A minősítések során mindegyik kútra hozammérést végeztek. Jelen pillanatban a Fővárosi Vízművek Zrt. kapacitása Modflow programban kerül modellezésre, melynek értéke 606.405 m³/nap, 0,5 m-es Duna-vízszintnél, 2,0 m-es depresszióval.

Minden felújított kút rendelkezik hozamértékkel, melyek paraméterei a pillanatnyi Duna-vízállás és a kúthidraulikára jellemző depressziós érték alapján állapíthatók meg.

A kivitelezés alatt a Duna vízszintje 0,67 m és 5,27 m Vigadó téri mérce szerinti helyi egyenérték volt.

Mivel a kutak hozammérései és depressziós értékei erősen eltérnek a modellezés bemeneti értékeitől, ezért a mért értékek referenciaértékhez viszonyított átalakítására volt szükség. A hozammodelljezésünk referenciaszintjei a következők:

- 50 cm Duna,
- 100 cm Duna,
- 200 cm Duna,
- 300 cm Duna,
- 600 cm Duna.

Meghatározásra került az 50-100 cm közötti hozamváltozásból kiszámított, 1 cm-es vízállás-változásra eső hozamváltozás. Ugyanígy történt a 100-200 cm, 200-300 cm, valamint 300-600 cm közötti esetekre is. Az így meghatározott korrekciós tényezők segítségével minden kút hozamértékét 50 cm-es Duna-szintre redukáltuk. A modellezési táblázatban az alap kúthozamokat töröltük, majd a korrigált értékekkel helyettesítettük. A felújítás utáni összesített érték (tartalmazza a meglévő és a felújított kutakat) 672.720 m³/nap.

A modellezési eredményből jól kitűnik, hogy a 672.720 m³ – 606.405 m³ = 66.315 m³ napi kitermelhető többletkapacitás biztosítható, ami a projekt 50.000 m³-es sikerkritériumát meghaladja, így a projekt sikeresnek minősíthető.

A modellezés állandó paraméterei -2,0 m depressziót vesznek figyelembe egy elméleti szűrőrétegben. A valós mérések depresz-

zió értékei ezzel szemben -0,5 – (-2,0) m között változnak. A -2,0 m-ig történő üzemeltetés még jelentős hozamnövekedéseket biztosíthat.

9.1 FELÚJÍTÁS ELŐTTI TERMELESI KAPACITÁSOK

Termelő terület	Vízbázis	0,5 m Duna [m ³ /nap]
Északi terület	Horány I	6.200
	Horány II	7.880
	Horány III	4.740
	Kisoroszi	95.890
	Monostor I	11.815
	Monostor II	8.950
	Monostor III	8.240
	Monostor IV	9.950
	Monostor V	16.450
	Pócsmegyer I	17.250
	Pócsmegyer II	22.480
	Pócsmegyer III	16.800
	Surány	32.450
	Szigeti I	9.450
	Szigeti II	41.500
	Tahi I	54.620
	Tahi II	20.590
	Tótfalu	9.710
	Balpart I	8.250
	Balpart II	24.300
Déli terület	Csepel akna	2.950
	Csepel csápos	23.900
	Halásztelek	41.830
	Tököl	15.350
	Szigetújfalu	23.200
	Ráckeve	64.350
Belterület	Margitsziget	34.910
	Kossuth-tér	8.900
	Budaújlak	11.650
Üzemelő összes		606.405

4. táblázat: Felújítás előtti termelési kapacitások

9.2 FELÚJÍTÁS UTÁNI ÉRTÉKEKKEL AKTUALIZÁLT TERMELESI KAPACITÁS

Termelő terület	Vízbázis	0,5 m Duna [m ³ /nap]
Északi terület	Horány I	6.200
	Horány II	7.880
	Horány III	5.973
	Kisoroszi*	65.852
	Monostor I	13.174
	Monostor II	8.950
	Monostor III	8.240
	Monostor IV	9.950
	Monostor V*	15.091
	Pócsmegyer I	16.091
	Pócsmegyer II	22.480
	Pócsmegyer III	16.800
	Surány	58.001
	Szigeti I	9.450
	Szigeti II	41.500
	Tahi I	75.614
	Tahi II	27.656
	Tótfalu	25.025
	Balpart I	10.411
	Balpart II	24.300
Déli terület	Csepel akna	2.950
	Csepel csápos	23.900
	Halásztelek	41.830
	Tököl	15.350
	Szigetújfalu	33.482
	Ráckeve	79.260
Belterület	Margitsziget	34.910
	Kossuth-tér	8.900
	Budaújlak	11.650
Üzemelő összes		672.720

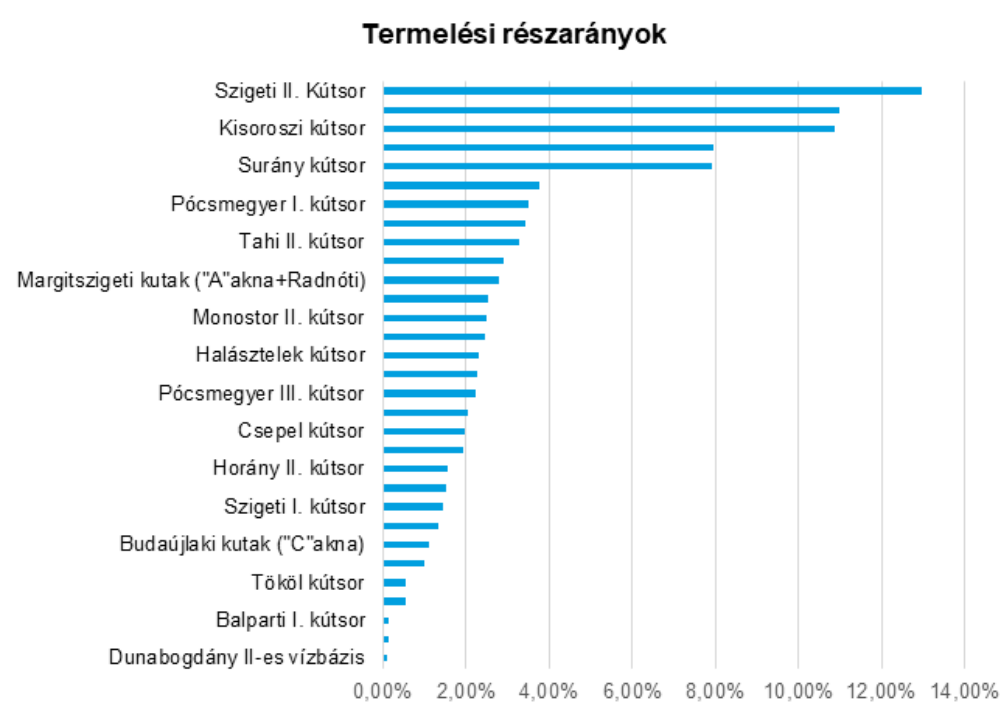
5. táblázat: Felújítás utáni értékekkel aktualizált termelési kapacitás

9.3 A FELÚJÍTÁS HATÁSA A TERMELÉSRE

A felújítás utáni termelési részarányokat vízbázisonként a következő táblázat és ábra mutatja.

Kútsor	Termelési részarány (%)	Felújított kutak részaránya vízbázisra vetítve (%)
Szigeti II. kútsor	12,96	100,00 %
Ráckeve	10,99	92,50 %
Kisoroszi kútsor	10,88	50,00 %
Tahi I. kútsor	7,94	55,17 %
Surány kútsor	7,92	85,00 %
Balparti II. kútsor	3,78	100,00 %
Pócsmegyer I. kútsor	3,52	100,00 %
Pócsmegyer II. kútsor	3,42	100,00 %
Tahi II. kútsor	3,28	55,17 %
Szigetújfalu kútsor	2,92	81,81 %
Margitszigeti kutak („A” akna + Radnóti)	2,78	0,00 %
Monostor IV. kútsor	2,51	100,00 %
Monostor II. kútsor	2,49	100,00 %
Monostor V. kútsor	2,45	100,00 %
Halásztelek kútsor	2,31	0,00 %
Monostor III. kútsor	2,27	100,00 %
Pócsmegyer III. kútsor	2,22	100,00 %
Monostor I. kútsor	2,03	33,33 %
Csepel kútsor	1,97	0,00 %
Tótfalu kútsor	1,95	87,58 %
Horány II. kútsor	1,55	100,00 %
Horány I. kútsor	1,53	100,00 %
Szigeti I. kútsor	1,44	100,00 %
Horány III. kútsor	1,35	33,33 %
Budaújlaki kutak („C” akna)	1,12	0,00 %
Százhalombatta kútsor	1,00	0,00 %
Tököl kútsor	0,53	0,00 %
Margitszigeti TCS	0,53	0,00 %
Balparti I. TCS	0,15	50,00 %
Dunabogdány I-es vízbázis	0,12	0,00 %
Dunabogdány II-es vízbázis	0,09	0,00 %

6. táblázat: Termelési részarányok vízbázisonként a felújítás után



10. ábra: Termelési részarányok vízbázisonként a felújítás után

Kútfelújítás újracsápozással 2006-ban kezdődött, mely a KEHOP program segítségével jelentős előrelépést hozott, így elértünk a stratégia szerinti naprakész állapotot a felújításokban.

De még van 72 darab csápos kút, melynek a csápanyaga szénacél és az életkoruk több mint 40 év. Ezek felújítása erőnkön felüli forrásigényt jelent.



BAKÓ TIBOR
Debreceni Vízmű Zrt.
 gépészeti főelőadó



KMETTI PÉTER
Hidrostral Kft.
 műszaki vezető

bako.tibor@debreceni-vizmu.hu
peter.kmetti@hidrostral.com

KIVONAT: Debrecen város szennyvíztisztító telepén a 2 db 4500 m³ kapacitású iszaprothasztó torony átkeverésére 1-1 db HIDROSTAL I16K szivattyú telepítése történt 1996-ban. A kiemelt fontosságú szivattyúk meghibásodása esetére 1 db tartalékberendezés állt rendelkezésre. Az üzembiztonság fokozására új tartalékszivattyú és villanymotor beszerzéséről döntött az üzemeltető.

A beszerzés előtti üzemtani ellenőrzés során kiderült, hogy a szivattyúk munkapontja eltér a tervezettől, amit a gépek rendellenes rezgése és a villanymotor túlzott melege is jelzett.

Frekvenciaváltó beépítésével megkíséreltük a megfelelő munkapontot beállítani, aminek sikerességét a megszűnő rezgés és villanymotor melegedés is jelzett.

A kedvező próbaüzemi tapasztalatokra alapozva a szivattyúk vezérlőszekrényei átalakításra kerültek, megtörtént a frekvenciaváltók telepítése és rendszerbe illesztése.

Az átalakított szivattyúzási rendszer a megfelelő munkapont következményeként a gépek üzemelési paramétereit jelentősen javította, nagy mértékben csökkent a villamosenergia-felhasználás.

KULCSSZAVAK: Iszaprothasztó torony, torony keverő szivattyúk, szivattyúk munkapontja, energetikai számítás, villamosenergia, optimalizálás, élettartam növelés, energiamegtakarítás

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Iszaprothasztó torony keverő szivattyúk energiaoptimalizációja

A Debreceni Vízmű Zrt. gépészeti csoportjának egyik feladata a beruházási tervben szereplő gépészeti átalakítások, beszerzések döntéselőkészítő javaslati anyagainak elkészítése és az elfogadott javaslatok megvalósításának koordinálása. 2023-ban egyik feladatként kaptuk a Debrecen város szennyvíztisztító telepén üzemelő szivattyúk és keverők felújítására előirányzott forrás hasznos felhasználását. A szennyvíztisztító telepen dolgozó

kollégákkal történt egyeztetések során az iszaprothasztó torony HIDROSTAL I16K szivattyúi kerültek a figyelem középpontjába.

A szennyvíztisztító telepen 3 db iszaprothasztó torony található, 2 db 4500 m³ kapacitású toronyba külső keverő szivattyú és az 1 db 6.000 m³ tározókapacitású torony esetében belső keverő lett telepítve.



A 4.500 m³-es iszaprohasztó torony adatai:

- magassága: 30 m
- iszap hőmérséklete: 37-38°C
- keverést biztosítja: I16K típusú Hidrostat gyártmányú szivattyú

Szivattyú feladata:

- iszapfázis szétválásának megakadályozása
- a reaktorban az azonos hőmérséklet biztosítása
- reaktoron belüli gázbuborékok elnyírása

Debrecen város szennyvíztisztító telepén 1996 óta, 2 db HIDROSTAT I16K külső keverő szivattyú üzemel és 1 db áll rendelkezésre tartalékként.

Az 1. számú torony keverője 2022.07.10-én, a 2. számú toronyé 2022.08.02-án érkezett vissza a felújításból. A gépeket érő szimmetrikus igénybevétel miatt a kopásból, elhasználódásból származó meghibásodás szinte egyszerre jelentkezik. Iszapkeverő hiányában lecsökken a megtermelt biogáz mennyisége. A csökkenő biogáz mennyiségéből kifolyólag pedig csökken a megtermelhető villamosenergia mennyisége, miközben növekszik a megvásárlandó mennyiség, mely az üzemeltetési költség emelkedésével jár. A rendelkezésre álló 1 db tartalék nem nyújt kellő biztonságot szivattyú meghibásodás esetén.

A szivattyúk helyszíni vizsgálata és a Hidrostat szakembereivel történt konzultációk alapján megállapítottuk, hogy a szivattyúk munkapontja eltér a tervezett értéktől. Ezt támasztja alá, hogy a gépeken rendellenes rezgés tapasztalható, illetve az a tény, hogy más üzemeltető telephelyeken hasonló körülmények és paraméterek között üzemeltett gépek felújítása közötti ciklus ideje 7-8 év, ez esetünkben csak 3-4 év. Méréseink és számításaink alapján megállapítottuk, hogy a szivattyú az eredetileg tervezett munkaponthoz képest eltérést mutat.

Ennek egyik fő oka, hogy a hidraulika méretezésénél, a szivattyú munkapontjának meghatározásánál a magas szárazanyag tartalom mellett, iszapok esetében további biztonsági faktorokat is alkalmazunk.

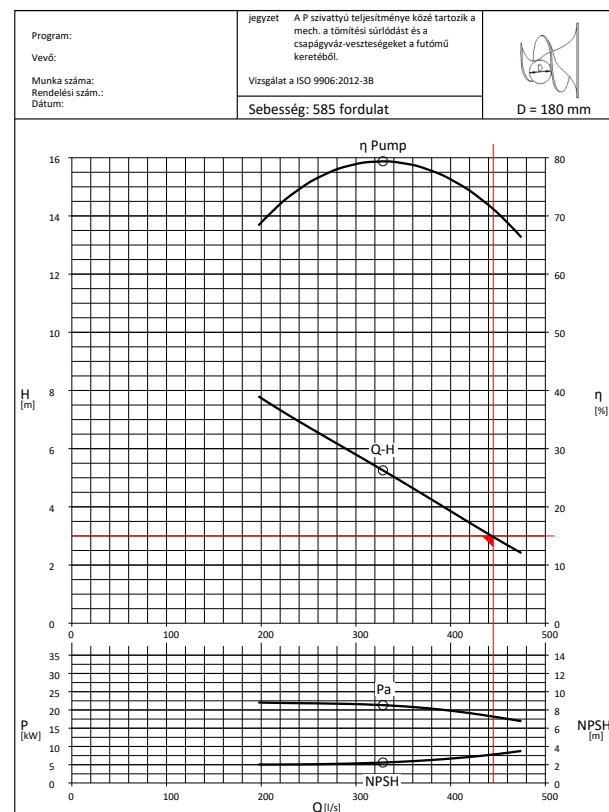
Esetünkben a keverők H: 3 m emelőmagasság mellett, Q: 440 l/s-os mennyiségre, 4-6 % -os iszap szárazanyagtartalomra lettek tervezve, illetve kiválasztva.

Mivel a 1990-es években a frekvenciaváltó alkalmazása nem volt elterjedt, ezért a megadott munkapontot nagy pólusszámú villanymotorok alkalmazásával lehetett elérni.

A keverőszivattyúk alapján véve dugulásmentesen és problémamentesen tették a dolgukat, ezért nem kerültek az üzemeltetés problémakörének középpontjába, viszont mint nagy energiafogyasztó, a 2022. évi energiahatékonysági vizsgálatoknál már elkezdtük vizsgálni a megtakarítási lehetőségeit.

A jelenlegi munkapontot, H: 0,8 m, Q: 550 l/s érték környékén tudtuk meghatározni, ami kívül esik a szivattyú szállítási tartományán és jelentősen meghaladja a tervezett 440 l/s mennyiséget.

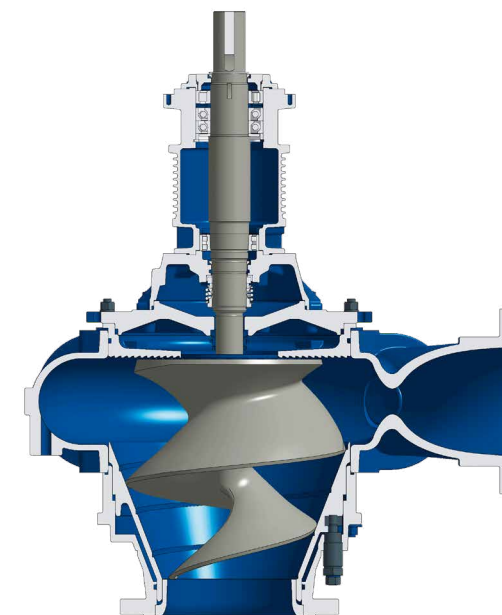
Ez a kb. 25 %-os plusz mennyiség okozhatta a kopó alkatrészek idő előtti elhasználódását.

I16K-HD1

1. ábra: Eredetileg meghatározott munkaponti érték

Természetesen az ezen a ponton történő üzemeltetés többet villamosenergia-felhasználással is jár, ami frekvenciaváltó beüzemelésével egy alacsonyabb működési fordulatszámon (Q=440 l/s) történő üzemeltetéssel óránként várhatóan 4-6 kWh villamosenergiamegtakarítást eredményez.

Mindeközben számottevően mérsékelhető a fellépő rezonancia, miközben a fermentor átkeverése még az optimális mértéken belül tartható, illetve frekvenciaváltó alkalmazásával megtartottuk a technológiai szabályozás lehetőségét.



2. ábra: Hidrostat szivattyú metszet

A feladat megvalósítási javaslatának elkészítéséhez szükséges ideiglenes frekvenciaváltós üzem kialakítása előtt a 2023.02.28-án elvégzett mérés során a következő paramétereket rögzítettük:

- $T_{\text{külső}} = 3 \text{ °C}$
- $T_{\text{környezet}} = 20-22,5 \text{ °C}$
- $T_{\text{sz.közeg}} = 38 - 39,8 \text{ °C}$
- $T_{1\text{szivattyú}} = 51,3 \text{ °C}$
- $T_{2\text{szivattyú}} = 64,7 \text{ °C}$
- $I_{1\text{szivattyú}} = 73,96 \text{ A (50 Hz)}$
- $I_{2\text{szivattyú}} = 45 \text{ A (50 Hz)}$

A Debreceni Vízmű Zrt. Víztermelő Üzeme biztosított egy 30 kW-os frekvenciaváltóval, a 2. számmal jelölt 22 kW teljesítményű villanymotorral szerelt szivattyú lett meghajtva. Az 1. számú szivattyú 30 kW 10 pólusú villanymotorjának nagy üzemi áramfelvétele miatt nem alkalmazható a próbához kapott frekvenciaváltó.

A próbaüzem során 2023.05.11-én elvégzett mérések során feljegyzett adatok:

$$T_{\text{külső}} = 11 \text{ °C}$$

$$T_{\text{környezet}} = 25_{1\text{gép}} / 27_{2\text{gép}} \text{ °C}$$

$$T_{\text{sz.közeg}} = 35,5 - 37,5 \text{ °C}$$

$$T_{1\text{szivattyú}} = 82,7 \text{ °C}$$

$$T_{2\text{szivattyú}} = 47,2 \text{ °C}$$

$$I_{1\text{szivattyú}} = 73,96 \text{ A (50 Hz)}$$

$$I_{2\text{szivattyú}} = 39-40 \text{ A (45 Hz)}$$

A helyszínen elvégzett ellenőrzés és adatgyűjtés alapján megállapítható, hogy a csökkentett üzemelési frekvencián működő szivattyú kisebb villamosenergiaigénnyel üzemeltethető mérsékelt rezonancia és alacsonyabb motorhőmérséklet mellett. Ezek a berendezés élettartamára károsan ható tényezők alacsony értéken tartása növeli a hibamentes ciklusidőket.

Energetikai számítás:

A keverők folyamatosan üzemelnek az év minden napján 24 órában.

A szolgáltatótól beszerzett 1 kWh villamosenergia ára 146,31 Ft.

1. ABB M2BA250SMB10 villanymotor	FFD villanymotor
P = 30 kW	P = 22 kW
$I_n = 74 \text{ A (D)}$	$I_n = 50 \text{ A (D)}$
$\cos\varphi = 0,65$	$\cos\varphi = 0,7$
$I_{50\text{Hz}} = 73,96 \text{ A}$	

Az éves villamosenergia-felhasználás a beépített 30 kW-os ABB villanymotor esetében: 291.927 kWh, a felhasznált villamosenergia értéke **42.711.839.- Ft.**

Éves villamosenergia-felhasználás 22 kW teljesítményű beszerzésre javasolt FFD villanymotor esetében: 212.418 kWh, a felhasznált villamosenergia értéke **31.078.982.- Ft.**

A számított éves megtakarítás kisebb teljesítményű villanymo-

torra történő kiváltás esetében: **11.632.857.- Ft**

A 22 kW teljesítményű villanymotorhoz illesztett frekvenciaváltóval további megtakarítás érhető el. A próba során alkalmazott 45 Hz frekvenciát alapul véve a számított további megtakarítás: **3.329.846.- Ft**

2. EVIG PZ 250-V10 villanymotor 22 kW

$$P = 22 \text{ kW}$$

$$I_n = 46, 8 \text{ A (D)}$$

$$\cos\varphi = 0,75$$

$$I_{50\text{Hz}} = 44-45 \text{ A}$$

$$I_{45\text{Hz}} = 39-40 \text{ A}$$

Az éves villamosenergia-felhasználás 50 Hz frekvencián üzemelő villanymotor esetében:

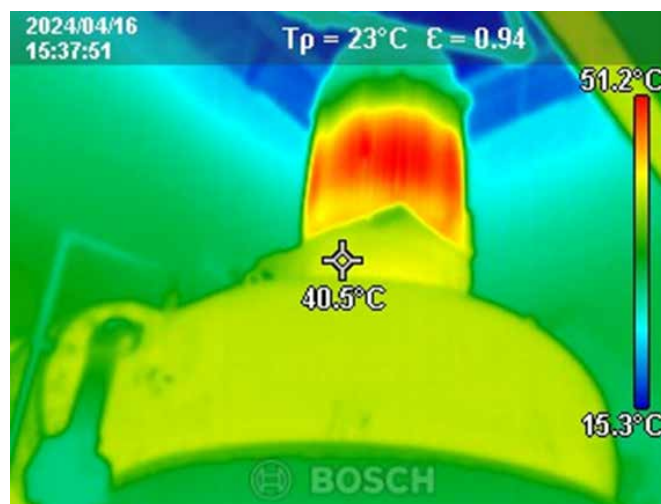
204.832,33 kWh, a felhasznált villamosenergia értéke **29.969.018.- Ft.**

A 22 kW teljesítményű villanymotorhoz illesztett frekvenciaváltóval további megtakarítás érhető el. A próba során alkalmazott 45 Hz frekvenciát alapul véve a számított megtakarítás:

182.073,18 kWh, a felhasznált villamosenergia értéke **26.639.127.- Ft.**

A számított éves megtakarítás 45 Hz üzemi frekvencián történő üzemelés esetén:

3.329.846.- Ft



3. ábra: Hőkamerás vizsgálat

A jelenlegi konfiguráció átalakításával a felhasznált villamosenergia mennyiségét és a kapcsolódó pénzbeli megtakarítás számításos meghatározását Nagy Norbert energetikus végezte.

Beszerzésre került 1 db 22 kW FFD villanymotor a 30 kW teljesítményű villanymotor kiváltására és a nagyobb üzembiztonságot garantáló járókerékkel szerelt új csapágyblokk. Jelenleg meghibásodás esetén 1 db EVIG gyártmányú tartalék motor és 1 db 1996-ban vásárolt csapágyblokk áll rendelkezésre a telephelyen. A villamosenergia-felhasználás optimalizálására és a gépek élettartamának növelésére indokolt 2 db frekvenciaváltó beszerzése, telepítése és a beszállító által történő programozása.

A beépített szivattyúk állapotának helyszíni vizsgálata során arra a következtetésre jutottunk, hogy a beépített kb. 600 kg-os, közel 30 éves szivattyúház, és magas krómtartalmú kopófelület cseréje nem indokolt.

A helyszíni bejárás során megállapítottuk, hogy a technológiában kiemelt fontossággal bíró tárgyi szivattyúk nem rendelkeznek megfelelő védelemmel, a tengelytömítés károsodása esetén az olajtérbe bejutó vizet a kollégák csak szemrevételezés alapján tudják észlelni. Az olajtérbe bejutó víz időben történő észlelésével a meghibásodáskor keletkező károsodás mértéke jelentősen mérsékelhető. Javasolt vízbetörés érzékelő szondák beépítése, kábelezés kialakítása, jelfeldolgozó egység telepítése és vezérlésbe illesztése. Vízbetörés érzékelő szonda beszerzése indokolt, azokat beépíteni szükséges az üzemelő szivattyúba és az érzékelőből származó jelet a vezérlésbe a jelfeldolgozó egységen keresztül integrálni szükséges.

A javaslat készítésekor végzett számításokban alkalmazott bizonytalansági tényezők figyelembevétele mellett 1 év körüli megtérülési időt prognosztizáltunk, azonban 2024-ben a villamosenergia beszerzési árának ~48 %-os csökkenése nem járt a megtérülési idő nagy mértékű növekedésével. A valós mérési eredményeink szerint a piacról beszerzett villamosenergia árral számolva a megtérülési idő csökkent, ez adataink alapján 9,5 hónap.

Az átalakítási folyamat tanulsága számunkra, hogy az akár több tíz éve megfelelően működő gépek felülvizsgálatával, azok működésének optimalizálásával jelentős élettartam növelés és

ezzel csatoltan energiamegtakarítás érhető el.

Ehhez a szükséges szakmai tudással és együttműködési készséggel rendelkezésre állnak a gyártó és forgalmazó szakemberei.

Debrecen szennyvíztisztító telep 1. és 2. rothasztó torony iszapkeverő frekvenciaváltós üzem

Sorszám	Átalakítás utáni üzemidő (h)	Mért villamosenergia-felhasználás (kWh)	2023. évben kalkulált költség		2024. évben számított költség		Megtakarítás %	Villamosenergia megtakarítás (kWh)	Megtakarítás 96 Ft /kWh villamosenergia ár esetén	
			146,31 Ft / kWh ár esetén	28 024 992 Ft	96 Ft / kWh ár esetén	15 784 785 Ft				
1.	7 989	137 259	42 711 839 Ft	28 024 992 Ft	15 784 785 Ft	150 918	48	141 009	13 536 874 Ft	
2.	7 981	120 072	29 968 970 Ft	19 663 872 Ft	13 808 280 Ft	132 153	35	77 679	6 977 192 Ft	
			Átalakítás nélkül		Frekvenciaváltós üzem					
					Mindösszesen:			43	213 688	20 514 066 Ft

4. ábra: Megtérülés, számított energiamegtakarítás

Vízmű Panoráma / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja

Kiadja a Magyar Víziközmű Szövetség

Felelős kiadó: Nagy Edit / Főszerkesztő: Márialigeti Bence

Szerkesztő Bizottság elnöke: dr. Patziger Miklós

Szerkesztő Bizottság tagjai: dr. Bíró 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 u. 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 és tördelés: Tary Dávid

Nyilvántartási szám: B/SZI/1925/1993 302-5066

ISSN: 2732-0340 / Minden jog fenntartva



Az enegergiahatékony szivattyúzás megoldása

A Hidrostat technológia megoldás nyújt a magas szóranyag tartalmú iszapok és szálanyaggal terhelt szennyvizek energia hatékony szivattyúzására!





BARTA ERIKA
TRV Zrt.
szennyvíz-technológiai csoportvezető

Barta.Erika@trvzrt.hu

KIVONAT: A TRV Zrt. szennyvíztisztító telepeinél a működési költségek csökkentése volt a cél. A munkafolyamat során elavult oldott oxigén mérő szondák cseréjére került sor, amely jelentős karbantartási költségmegtakarítást eredményezett. A 2022 és 2023 évi szondacserék után a karbantartási költségek 75-80 %-kal csökkentek, míg az energiafogyasztás is csökkent, átlagosan 5-7 %-kal. A Jászberény szennyvíztisztító telepen bevezetett valós idejű vezérlési rendszer (RTC) további hatékonyságnövekedést hozott, és 15 %-os megtakarítást eredményezett. Az eredmények alapján javasolták az RTC rendszerek szélesebb körű alkalmazását a telepeken a további energiamegtakarítás és hatékonyság érdekében.

KULCSSZAVAK: energiafelhasználás csökkentése, oxigén mérő szondák, karbantartási költségmegtakarítás, hatékonyság növelés, valós idejű vezérlés

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Szennyvíztisztító telepek levegőztetésének optimalizációja és energiahatékonyságuk növelése

BEVEZETÉS

Munkánk célja a szennyvíztisztító telepek energia felhasználásának csökkentése. A TRV Zrt. működési területe 6 vármegyét foglal magába (1.ábra). Szolgáltatási területét tekintve több mint 700.000 ember ivóvíz ellátásáért felel, 175 vízmű és 87 szennyvíztisztító teleppel. A szolgáltatási területet régiós Főmérnökségekre osztjuk fel: Keleti Régió Főmérnökség, Középső Régió Főmérnökség, Állami Létesítmények Főmérnökség és Nyugati Régió Főmérnökség. Régióként egy technológiai munkatárs látja el a technológiát segítő feladatokat. Ide tartozik a telephelyek folyamatos nyomkövetése, a tisztítási technológia hatékonyságát vizsgálva, technológiai mintavételekkel.



1. ábra: Társaságunk működési területe

Nehézséget jelent, hogy a telepek igen szerteágazóak. A szolgáltatási területen lévő telepek egy része nem korszerű és üzemeltetése nagy kihívásokat jelent, továbbá sokféle technológia megtalálható, például SBR típusú, átfolyásos rendszerű és természetközeli technológiák is. Más tekintetben, ha a hidraulikai kapacitásokat vesszük figyelembe 25 m³/nap hidraulikai terheléstől egészen 7200 m³/napig terjed ki. A szennyvíztisztító telepeink 1970-2021 között épültek.

PROBLÉMA FELTÁRÁSA

A munkafolyamatot adatgyűjtéssel kezdtük, amely a telepek feltérképezésén és az évek során történt változások dokumentálásán alapszik. Több tényező is nagy hatással van a telepek működésére, ilyen például az ipari bebocsátók által okozott nagymértékű szennyezés, vagy egy nagyobb esőzés okozta terhelés. A szennyvíztisztító telepeken különböző típusú és állapotú oldott oxigén mérő szonda volt beépítve, aminek a karbantartási igénye és a karbantartási költsége is igen változó. Ezen szondák állapotát tekintve egy része elavult és funkcióját nem a rendeltetésének megfelelően tudta már ellátni. További problémát jelent, hogy nem szabályozott a levegőztetés vagy nem a szondák által szabályozott. A levegőztetés feladata az aerob tisztítási folyamatok lejátszódásához szükséges oxigén koncentráció biztosítása a levegőztető medencében. Sok esetben nem volt mérhető a bejuttatott levegő mennyisége, így alul- vagy túllevégőztetés volt tapasztalható. Ebből kifolyólag túlzott villamosenergia-fogyasztás mellett, nem hatékony energiafelhasználás jellemző, valamint a tisztított szennyvíz minősége nem megfelelő a feltárt problémák okán, így a tisztított szennyvízre vonatkozó határértékek túllépése is megjelent, szennyvízbírságot eredményezve.

Az oldott oxigén szondák cseréjét szorgalmaztuk annak érdekében, hogy a levegőztetést a megfelelő szinten optimalizálhassuk és a villamosenergia költséget csökkentsünk. Az oldott oxigén mérő szondák beszerzése és beüzemelése összesen három körben valósult meg, először 2022-ben. Az adott időszakban 19 szennyvíztelepen 34 db oxigén szonda cseréje történt meg. A második kör 2023-ban 15 telepen 27 db szondát jelentett. Az utolsó kör 2024-ben 18 telepet érintett és 28 db szonda beüze-

melése van folyamatban.

Az első és második körben beszerzett szondák alapján megvizsgáltuk a karbantartási költségeket, hogy milyen mértékben változtak a beüzemelést követő időszakban. A 2. és a 3. ábra vízszintes tengelye azon telepeket ábrázolja, ahol 2022-ben és 2023-ban lettek a szondák beüzemelve. A függőleges tengelyen a karbantartási költségeket (Ft) látjuk az adott évre vonatkozóan. A kék sávok mutatják a beüzemelés előtti költségeket, a sárga sávok pedig a beüzemelés utáni költségeket.

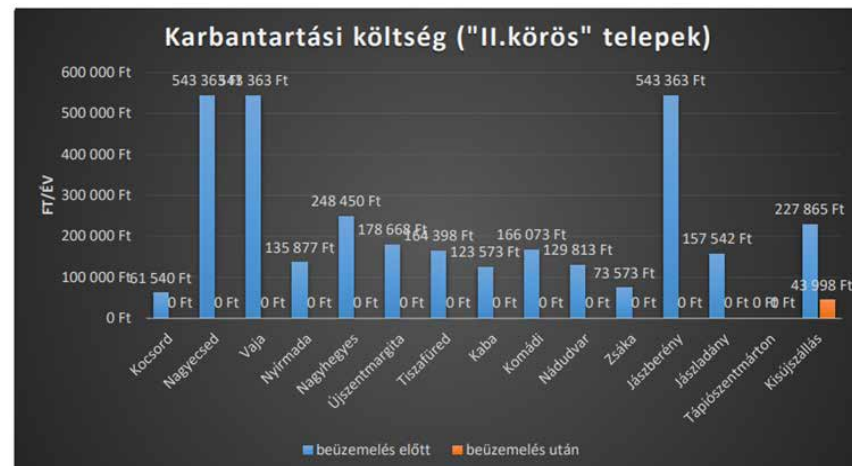
Az I. körös telepeknél a régi oxigén szondák karbantartási költsé-

ge éves szinten elérte a 6 millió Ft-ot, ami az új oldott oxigén mérő szondák beüzemelését követően kevesebb mint 1,5 millió Ft-ra csökkent le. Továbbá az is látható, hogy egy darab oxigén szonda karbantartási költsége akár az 1 millió Ft összeget is elérheti.

A II. körös telepek estében a beüzemelés előtt a karbantartási költségek a 10 millió Ft összköltséget egy év alatt meghaladták. Miután beüzemelésre kerültek az új oldott oxigén mérő szondák, a karbantartási költségek nagymértékben 2 millió Ft-ra csökkentek. Jól látható tehát a grafikonon a beüzemelést követően a karbantartási költségek nagymértékű csökkenése.



2. ábra: Karbantartási költségek bemutatása I. körben

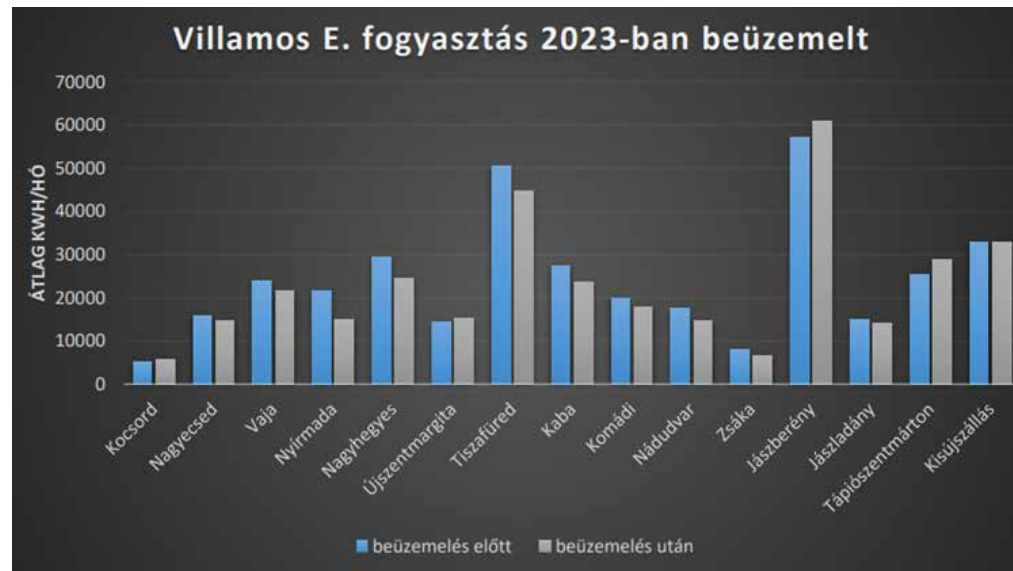


3. ábra: Karbantartási költségek bemutatása II. körben

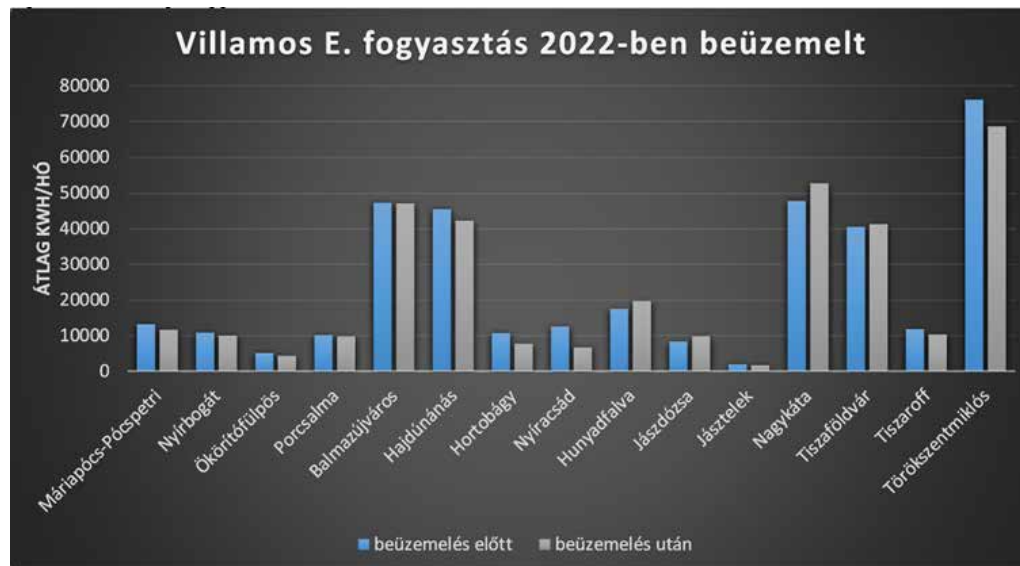
A karbantartási költségeken kívül tanulmányoztuk a villamosenergia-fogyasztást a vizsgált szennyvíztelepeken. A következő két grafikonon 2022-ben és 2023-ban beüzemelt szondák alapján lettek a következő adatok feltüntetve. A vízszintes tengelyen a telephelyek megnevezései láthatóak, a kék sávok a beüzemelés előtti időszakot míg a szürke a beüzemelés követő időszakot ábrázolja. A függőleges tengelyen egy hónapra vonatkozóan az átlagos kWh fogyasztás olvasható.

Az átlagos villamosenergia-fogyasztás 2022-ben az oldott oxigén szondák beüzemelése előtt 358986 kWh volt egy hónapban. A beüzemelés követően viszont 343243 kWh-ra csökkent a levegőztetés szabályozása révén.

A következő évben nagyobb mértékű csökkenés volt tapasztalható, ugyanis 364252 kWh-ról, 341280 kWh-ra mérséklődött az átlagos villamosenergia-fogyasztás értéke. Az eredmények azt igazolják, hogy a beüzemelés után az energia fogyasztás mértéke csökkent a telepek döntő többségében, ezzel pedig költségmegtakarítás is történt.



5. ábra: Villamosenergia-fogyasztás 2023



4. ábra: Villamosenergia-fogyasztás 2022

EREDMÉNYEK

Az eredményeink megmutatták, hogy az elavult, nem megfelelően működő oxigén szondák karbantartása nagy fenntartási költséggel jár. Az 1. táblázat jól szemlélteti milyen mértékű megtakarítást jelentett a karbantartási költségek tekintetében a szondák cseréje. Az összes megtakarítást figyelembe véve 2022-ben több mint 5 millió Ft, míg 2023-ban már megközelíti a 8 millió Ft-ot a megtakarított összeg. Ez azt jelenti, hogy 75 %-kal sikerült csökkenteni ezeket a költségeket 2022-ben, 2023-ban pedig elérte ez a szám a közel 80 %-ot.

	karbantartási költség (Ft/év)		
	beszerzés előtt	beszerzés után	összes megtakarítás
2022. beszerzés	6 199 202 Ft	1 158 735 Ft	5 040 467 Ft
2023. beszerzés	9 993 350 Ft	2 004 551 Ft	7 988 799 Ft

1. táblázat: Karbantartási költségek

A villamosenergia felhasználásában is csökkenés tapasztalható az oxigén szondák beüzemelését követő időszakban. A szondák által vezérelt fúvók üzemideje csökkent, ezáltal az energiafelhasználás is. A 2. táblázat tartalmazza a villamosenergia (kWh/hó átlag) adatait a beszerzés előtti és utáni időszakban, valamint az összes megtakarítást 2022 és 2023 években. Az adatok azt mutatják, hogy a fúvók villamosenergia felhasználása a beüzemelés után 5%-kal csökkent 2022-ben, ami 15.744 kWh villamosenergia megtakarítást jelent egy hónapban. 2023-as időszakot tekintve 7%-kal történt kevesebb villamosenergia felhasználás, így 22.972 kWh megtakarítást értünk el.

	Villamos energia (kWh/hó átlag)		
	beszerzés előtt	beszerzés után	összes megtakarítás
2022. beszerzés	358986	343243	15744
2023. beszerzés	364252	341280	22972

2. táblázat: Villamosenergia adatok (kWh/hó átlag)

OPTIMALIZÁCIÓS LEHETŐSÉGEK

Munkánk során olyan üzemoptimalizációs lehetőségeket kerestünk, amelyek segítenek az üzemeltetési költségeket csökkenteni. Figyelembe véve, hogy folyamatos telephelyi jelenlét igényelnek ezek a folyamatok, valamint az üzemanyag költségek növekedése mellett nem minden esetben érhető el nagy mértékű megtakarítás. Ilyen a vegyszeroptimalizáció is, ugyanis a vegyszer mennyiségének csökkentéséhez nélkülözhetetlen a folyamatos mintavételezés és a minták vizsgálatai.

Levegőztetés szabályozásának beállításához szintén elengedhetetlen a folyamatos telephelyi jelenlét. Manuálisan oldott oxigén és ammónium koncentráció mérése szükséges ahhoz, hogy be tudjuk állítani a megfelelő célértékeket. Az üzemanyagköltségek miatt nem a legköltséghatékonyabb, illetve a mérések maguk is időigényesek.

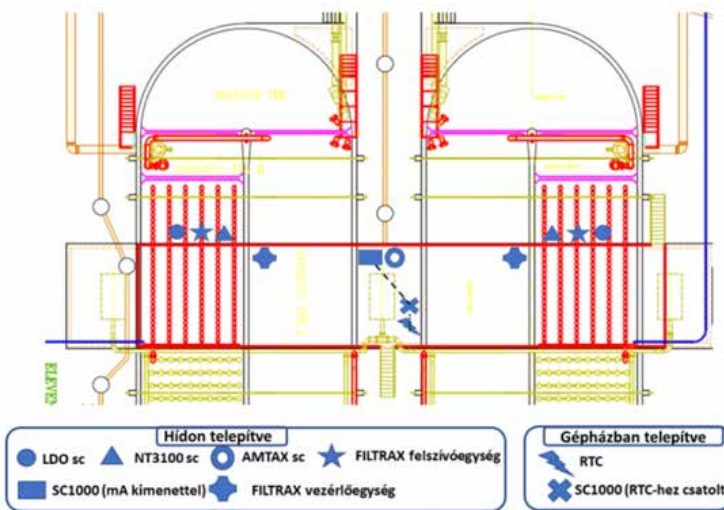
Hatékonyabb módszert kellett találnunk a szennyvízbírságok csökkentésére. Folyamatos laboratóriumi és helyszíni mérések elvégzése a telepeknek, majd az ezt követő javaslatlással, ugyanis egy időben maximum 2 telephelyen lehet érdemben foglalkozni, javító intézkedésekre javaslatokat tenni.

Megoldásként az online valós idejű vezérlést (RTC) láttuk megfelelőnek.

VALÓS IDEJŰ VEZÉRLÉS (RTC)

Jászberény szennyvíztisztító telepén beszerzésre került a valós idejű vezérlés (RTC), ahol valós idejű folyamatszabályozás révén, online analitikára támaszkodva költségmegtakarítást igyekeztünk elérni a tisztítási technológia stabilizálásának javítása mellett. A vezérlés kialakítása során ipari PC-re lett telepítve egy valós idejű szabályzó szoftver. A telepi folyamatirányító a PLC/SCADA rendszerbe integrálva. A levegőztető medencék elfolyó oldalára telepítésre került egy ammónium analizátor és egy nitrát-szonda. Maximalizálható a nitrifikáció és denitrifikáció hatékonysága is, ami a nitrogén és szerves szennyezők koncentrációjának csökkenését eredményezi.

Távoli elérés is kialakítható, ezáltal láthatóak az aktuálisan mért értékek, valamint, ha módosítás szükséges a célértékek tekintetében, az távolról is elvégezhető.



6. ábra: RTC telepítése

TAPASZTALATOK – JÁSZBERÉNY

Folyamatos finomhangolással indult január 26-án a próbaüzem Jászberény szennyvíztisztító telepén. A 3. táblázatban bemutatott

értékek mellett a kezdeti stádiumban 15 % feletti megtakarítás történt 2023 azonos időszakához viszonyítva. Az adatok az RTC beüzemelése előtti és a beüzemelés utáni állapotokat szemléltetik. A nitrifikáció hatékonyságának növelésével és további módosításokkal ismételt javulás várható. Továbbá helyreállhat a biológiai foszformentesítés is, így a telep vegyszermentesen működhet.

paraméter	RTC előtt	RTC-vel
Ammónium (mg/l)	0	0,5-1
Nitrát (mg/l)	9-10	4,5-6,5
ö.Nitrogén (mg/l)	10	7
oldott oxigén (mg/l)	4-7	1,5
Fúvók állás ideje (h/d)	0	7-8
villamosE (kWh/d)	2100	1700

3. táblázat: Eredmények a beüzemelés előtt és után

A táblázatban feltüntetett ammónium értékek minimálisan növekedtek, de még mindig jóval határérték alatt maradtak. A nitrát, összes nitrogén, oldott oxigén értékek pedig igen jelentősen csökkentek az RTC-vel. A fúvók állás ideje megnőtt, naponta 7-8 órát is áll a fúvó, ami 400 kWh/nap villamosenergia csökkenést eredményezett.

CÉLKITŰZÉSEK

A forrásaink korlátozottak, így ahol nincs lehetőség az RTC beszerzésére, ott a célunk további lépéseket tenni a levegőztetés vezérlését követően a levegőztetés további lépéseinek felülvizsgálatára, illetve optimalizációjára. Ezen célkitűzés eléréséhez az oldott oxigén célértékek beállítása a lehető legtöbb szennyvíztisztító telepen. További megoldásként hangyasavas tisztítás, lehetőség szerint a levegőztető elemek cseréje, valamint a lehető legtöbb helyen valós idejű vezérlés (RTC) beszerzése, beüzemelése.



KAPOSVÁRI ZSUZSANNA
FEJÉRVÍZ ZRT.
 HR- és értékesítési főosztályvezető

kaposvarizs@fejerviz.hu

KIVONAT: Mindannyian érzékeljük, hogy a szakembereink pótlása rendkívül nehézkes, az utánpótlás nevelésért nagyon sokat kell tennünk. Ezenkívül az ágazatban dolgozók öregedő korfája is aggodalommal töltheti el a szektor szereplőit. Ahhoz, hogy legyenek a jövőben is szaktudással rendelkező munkavállalóink, foglalkoznunk kell a belső képzések rendszerével is. A víziközmű vállalatok számára ez azt jelenti, hogy érdemes új humánstratégiai intézkedéseket, új irányelveket hozni a HR stratégia és főként az oktatás területén. Erre több lehetőség is adódik, cikkemben felvázolok néhányat.

KULCSSZAVAK: HR, oktatás, tudásmegosztás, stratégia

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Belső képzések példája és hasznossága a víziközmű ágazatban

A Magyar Víziközmű Szövetség a 2019-es évben jelentette meg a víziközmű szektorral kapcsolatos hatástanulmányát, melynek címe „A víziközmű ágazatban jelenlévő munkaerőhiány összefoglalása” (a dokumentum elérhetősége: <https://maviz.hu/assets/GINOP-5.3.5-Kornyezet--es-hatastanulmany.pdf>).

A tanulmányban megfogalmazásra került az utánpótlás és szakemberhiány problémaköre, melynek hátterében az alábbi okok kerültek megnevezésre:

- az ágazat számára szükséges speciális szakmák iskolarendszerben történő oktatása látható mértékben visszaszorult;
- a folyamatosan csökkenő tanulói létszám miatt leépültek a szakmunkásokat képző oktatási intézmények;
- a fizikai munka presztízse is egyre jobban csökkent;
- az alacsony tanulólétszám miatt az érdeklődőket más szakterületek felé terelik.

Még ha rendelkezésre is áll a szakképzett munkaerő, a víziközmű szektor vonzereje növelésre szorul. A 2018/2019-es tanévben az Oktatási Hivatal adatszolgáltatása alapján 12 szakgimnáziumban összesen 565 fő tanult vízügyi szakmacsoporthoz tartozó szakmát az ország teljes területére vonatkozóan:

- Vízügyi technikus 238 fő,
- Vízgazdálkodó technikus 254 fő,
- Víziközmű technikus 35 fő,
- Vízépítő szaktechnikus 5 fő

(forrás: <https://maviz.hu/assets/GINOP-5.3.5-Kornyezet--es-hatastanulmany.pdf>).

Ha oktatásról és képzésről beszélünk, a társaságnak több ponton van beavatkozási lehetősége a humánerőforrás stratégiába. Érdemes célokat kitűzni a témában és a munkavállalók partneriségét keresni a stratégia megvalósításában. Az igények felmérése alapot adhat a képzési rendszer pilléreinek felépítésére. A belső képzések egyik fő célja az egyén kompetenciáinak növelése, de a tudásmegosztás is megjelenik, illetve a munkaerő hiányos szakágak szakembereinek a pótlása mellett a dolgozók motiválása, fejlesztése is fontos szempont. Manapság több vállalkozás is rendelkezésünkre áll, ha képzésbe szeretnénk fogni, víziközmű szakma specifikus tanulmányokat kínáló képző helyet azonban nem találunk minden sarkon.

Az alábbiakban láthatunk néhány, az ágazatunk számára releváns példát.

A MAVÍZ KÉPZÉSI RENDSZERE

A MaVíz által szervezett képzéseken az elmúlt időszakban több mint 200 vízműves kolléga továbbképzése történt meg, a vizsgával záruló oktatásokat minden résztvevő sikerrel teljesítette.

Az aktuálisan elérhető képzések a következők:

1. Vízműkezelői ismeretek I. modul
2. Csatornamű-kezelői ismeretek I. modul
3. Vízműkezelői ismeretek II. modul (az I. modul sikerrel teljesítők részére)
4. Csatornamű-kezelői ismeretek II. modul (az I. modul sikerrel teljesítők részére)
5. Kis és közepes szennyvíztisztító telepek üzemeltetése

A **vízműkezelői ismeretek** képzés célja, hogy a résztvevő megismerje az ivóvízellátó-rendszerek felépítését, alapfunkcióit, a víziközmű-szolgáltató feladatait, valamint elsajátítson alapvető szakmai ismereteket a vízellátó hálózatok működéséről, üzemeltetési- és karbantartási feladatairól, a jellemzően előforduló vízellátó hálózati hibák javításáról. Legyen képes szakmai irányítással kisebb vízellátó hálózati hibák, csőtörések kijavítására, vízvezetési csomópont összeállítására, főmérő-, vagy mellékmérő hely kialakítására. Rendelkezzen alapszintű ismeretekkel a vonatkozó munkavédelmi, egészségvédelmi előírásokról, a kapcsolódó hatósági eljárásokról, jogszabályokról. A képzés II. részében az I. részben szerzett ismeretek mélyítésre kerülnek.

A képzés célcsoportja: a képzés elsődleges célcsoportja a víziközmű ágazatba belépő új munkavállalók, illetve olyan víziközmű ágazati dolgozók, akik nem rendelkeznek szakirányú képesítéssel.

A képzés óraszám: 30 tanóra (2*2 napra lebontva).

A képzés helyszíne: a tagszervezet által kijelölt megvalósítási hely/telephely.

A **csatornaműkezelő** képzés célja, hogy a résztvevő megismerje a szennyvíz elvezetését szolgáló műveket, nyerjen betekintést a szennyvíztisztítás folyamataiba. Szerezzen alapszintű ismereteket a munkavégzéséhez elengedhetetlenül szükséges munkavédelmi, környezetvédelmi, közegészségügyi és egyéb hatósági eljárásokról, jogszabályokról. A képzés II. részében az I. részben szerzett ismeretek mélyítésre kerülnek.

A képzés célcsoportja: a képzés elsődleges célcsoportja a víziközmű ágazatba belépő új munkavállalók, illetve olyan víziközmű ágazati dolgozók, akik nem rendelkeznek szakirányú képesítéssel.

A képzés óraszám: 30 tanóra (2*2 napra lebontva).

A képzés helyszíne: a tagszervezet által kijelölt megvalósítási hely/telephely.

A **kis és közepes szennyvíztisztító telepek üzemeltetése** című **képzés célja:** ismeretrendszerezés, ismeretbővítés, felzárkóztatás, és az utánpótlás.

A képzés célcsoportja: műszaki vezetők, technológusok, telepvezetők, telepi alkalmazottak, valamint olyan munkatársak, akik magasabb végzettségi szinttel rendelkeznek, azonban nem a víziközmű területéről érkeztek.

Oktató: Dr. Patziger Miklós DSc. tanszékvezető, egyetemi docens (BME VKKT).

A képzés óraszám: 16 tanóra (2 napra lebontva, teleplátogatással).

A képzés helyszíne: a tagszervezet által kijelölt megvalósítási hely/telephely.

A képzésekre a MaVíz várja a jelentkezőket!

A FEJÉRVÍZES OSZTÁLYOK KÉPZÉSI GYAKORLATA

A FEJÉRVÍZ Zrt. szintén a bevezetőben vázolt szakember hiány és utánpótlás bevonás miatt indította el a 2022-es év őszén az első „Fejérvízes osztály”-t. A víz és csatornahálózat szerelő képzést egy székesfehérvári szakképző intézmény segítségével szerveztük. A képzés különlegessége volt, hogy a 14 főből egy külön osztályt indított az iskola. A képzés során munkahelyi mentorok segítettek a tanulókat. A képzés első félévében a hallgatók elméleti tárgyakat tanultak, melyeket az iskola oktatók le, ilyen volt például az elektronikai alapozás, az épületgépészeti alapozás, az épületgépészeti mérések, a műszaki rajz ismeret vagy a hegesztési alapismeretek. Az összes óraszám 1355 óra volt. Az első félév után a hallgatók vizsgát tettek az elméleti tárgyakból. A második félévben gyakorlati képzés következett, mely társaságunknál zajlott. A gyakorlati tárgyak oktatása között szerepelt a vízellátás, a csatornázás és az uszodatechnika tantárgy is. A vállalat számára fontos volt, hogy a tanulmányokat a szellemi munkavállalók körében is lehetővé tegye, ezért felmérést végeztünk a dolgozók körében arról, hogy milyen képzést preferálnának, mire lenne igény. A fizikai munkavállalók sikerein felbuzdulva a szellemi munkavállalók körében is elindult egy osztály egy székesfehérvári technikum segítségével. A képzés a gazdálkodás és menedzsment ágazat képzése, a vállalkozás ügyviteli ügyintéző. A képzés teljes óraszámja 690 óra volt. Az órák egy része online zajlott. A képzés végén 9 fő tett sikeres záróvizsgát, 2024 októberében. A vizsga három részből állt: egy gyakorlati könyvelési feladtból, egy tesztsorból az elméleti anyagból és a tanulmányok során elkészített portfóliók megvédéséből. A gyakorlásokkal és a vizsga előtti felkészüléssel a résztvevők több kompetenciáját erősítettük és fejlesztettük. A kommunikációs készséget, a szakmai ismeret, a koncentrációs

készséget, mind-mind használniuk kellett a gyakorlások során. Így összességében egy rendkívül komplex fejlesztés tudott megvalósulni ebben az esetben is.

A FEJÉRVÍZES RÉSZTVEVŐK TAPASZTALATAI

Egy kérdőív segítségével mértük fel a képzésben résztvevők véleményét.

A résztvevők több mint 90 %-a tudásbővítés miatt jelentkezett a képzésre. A többiek mellékállás miatt tartották fontosnak a tudás megszerzését.

Mit adott a képzés?	százalékos megoszlás
sok új lemeleti ismeret	72,7 %
gyakorlati tudás	9,1 %
vizsgára való felkészülés	9,1 %
eddig is tudtam	9,1 %

A képzés elvégzésével a résztvevők töb, mint 72 %-ának nem csökkent a lojalitása a céghez, 27 %-uknak pedig jobb lett. Bár a felmérés alapján stagnáló, a résztvevők kilépési aránya nullához közelít, azaz a vállalathoz kapcsolható tettekben megmutatkozik a hűség.

A résztvevők többsége (több mint 36 %-a) egy 10-es skálán 8-asra értékelte a tudása bővülését a képzés által.

A résztvevők több mint 72 %-a érzékelte azt, hogy a képzés által új képességeket kapott.

A résztvevők a konkrét visszajelzésekben megjelölték, hogy pozitívabbá vált a kollégák közötti kapcsolatuk, sok új tudást szereztek, sokkal több gyakorlati ismeretre tettek szert, mint korábban. Az ismeretekre jobb rálátást, mélyebb ismereteket kaptak. A szorosabb kollegiális kapcsolatokat szinte minden résztvevő előnyként élte meg. Azt is elmondták, hogy a képzés során a kollégák kitartóbbak és aktívabbak lettek. A képzéseket többen összetettnek ítélték meg, és több alapozó ismeret igényét jelölték.

A KÉPZÉS HATÁSAI

KOMPETENCIANÖVEKEDÉS

A vizsga előtti hónapokban a vizsgafeladat gyakorlása mellett elméleti feladatokat is végeztek a hallgatók. A gyakorlati feladathoz a társaság központjának műhelyében egy gyakorló tábla felállítá-

sára került sor, amelyen a szerelési munkákat el tudták végezni a résztvevők. Ez a gyakorlati tudásukat és a technikai készségüket fejlesztette. Az elméleti feladatokhoz laptopon fejlesztették a munkavállalók a digitális kompetenciákat, hiszen a fizikai dolgozók többsége a mindennapok során nem használnak ilyen eszközt. Személyes fejlődésüket a folyamat során ezek a gyakorlatok nagyban segítették. Volt olyan résztvevő, aki itt találkozott először digitális készség fejlesztésével. Az egy év folyamán öt portfóliót kellett készíteniük a résztvevőknek a napi munkavégzésük során felmerülő feladatokból. A portfóliókban a szöveges leírás mellett fotókkal illusztrálták a különböző eseteket. A vizsgák előtt ezeknek a portfólióknak szóbeli gyakorlása zajlott a mentorok segítségével, amellyel a kommunikációs készsége fejlődött a résztvevőknek. A gyakorlatok során a gyorsaságot, a koncentrációs készséget, a technikai készséget mind-mind használniuk kellett a résztvevőknek. A fejlődés szemmel látható volt, mivel a teljes osztály sikeres vizsgát tett a víz- és csatornahálózat szerelő szakmából.

TUDÁSMEGOSZTÁS

A tudásmegosztás a képzések során egy fontos cél volt. Mind a szellemi, mind a fizikai állományban különböző területen dolgozó résztvevőkről beszéltünk, akik a képzések által a tudásukat egymással megosztották. A vízhálózaton dolgozók átmentek a csatornahálózatra gyakorolni és fordítva. A szellemi munkavállalók a képzés során egymást segítették a kompetenciák kiaknázásával, a társosztályok egymással megosztották az elméleti tapasztalataikat. A visszajelzések alapján is, ez egy kardinális pontja a rendszernek, hiszen ez nem csak a tudásmegosztás miatt fontos, hanem a partneri együttműködés miatt is, ami minden téren teljesítménynövelő.

FLUKTUÁCIÓ CSÖKKENÉS

Részben az oktatások és képzések növelésének hatására a munkaerőforgalom csökkent a társaságnál. A 2024-es évre a megelőző év felére csökkent a ki- és beáramlás a cégnél. Ez nagyobb stabilitást jelent. A képzésben résztvevők képzési szerződést kötöttek, mely hozzájárult a munkaerő stabilitáshoz.

A KÜLÖNBÖZŐ KÉPZÉSEKBEN RÉSZTVEVŐK SZÁMÁNAK NÖVEKEDÉSE

A saját osztály elindítása és sikeressége növelte a képzési kedvet a dolgozók körében, akik a 2024-es évre kétszer annyian jelentkeztek különböző képzésekre, mint az azt megelőző évben. Érzékelhető volt, hogy az első képzés sikere többek számára is ösztönzően hatott újabb képzések elvégzésére.

A képzések tanúságát levonva úgy gondoljuk, hogy a jövőbeni oktatási stratégiákat még jobban optimalizálni szükséges. Hangsúlyozni kell a folyamatos tanulás kultúrájának fontosságát és a dolgozói visszajelzéseket pedig be kell integrálni a képzési programokba.

Célszerű, hogy a vállalati képzési stratégiát alapvetően a folyamatokhoz igazodó vállalati igények alapozzák meg. Az utánpótlásnevelés kérdése, a hiányszakmák figyelemmel kísérése és pótlása meghatározó a vállalati képzési palettát tekintve, ugyanakkor a dolgozói igények figyelembevétele elkerülhetetlen. A vállalati tanulás fontossága abban rejlik, hogy a munkavállaló saját kompetencia értékeinek növekedésével megalapozza a vállalat humán tőkéjének minőségi emelkedését.

A FEJÉRVÍZ ZRt. humán erőforrás stratégiájában a következő gondolatok mentén fogunk elindulni a jövőben, mely gondolatok esetleg más társaságok számára is hasznosak lehetnek:

- a visszajelzések alapján a jövőbeni képzések több gyakorlati motívumot is tartalmaznak majd, törekedve a dolgozói kompetenciák további szélesítésére
- a képzéseket megpróbáljuk a jelenleginél is jobban a vállalatra szabni, annak érdekében, hogy a szükséges ismeretek minél jobban illeszkedjenek a munkakörökhöz
- a képzések megkezdésekor a jelentkezőkkel részleteiben is megosztásra kerül majd a képzési tematika
- tovább fogjuk fejleszteni a vállalati tanulási kultúrát, előtérbe helyezve tudásbővítés és a kompetenciák bővítésének fontosságát
- a képzések során a jelenleginél is több gyakorlási lehetőséget fogunk biztosítani a résztvevőknek.

Ahogy a kutatásból és a visszajelzésekből is kiderült, összes-

ségében elmondható, hogy a belső képzések mindenképpen hasznosak a vállalat számára, amennyiben a résztvevők érdeklődést mutatnak a képzés tárgya iránt, úgy a tanulási kedv is sokszorososa lesz. A tanulási kultúra elültetése példát mutat a munkavállalók számára, a kultúra ez irányú fejlesztése növeli a tanulási kedvet. Az egyik fő előny az egy képzésben résztvevők kapcsolódása, akik később a mindennapi munka során is segítik egymást, így a munkatársi kapcsolatok javulása pozitívan hat a teljesítményre. A kompetenciák növekedése alapvetően tudásbővülést, minőségi fejlődést hoz, melyre a vállalat később építhet, munkakör szélesítéseket alkalmazhat, teljesítményt növelhet. A kulcs a dolgozói érdeklődés a képzés iránt, illetve az aktív részvétel, melyhez célszerű minél inkább az igényekhez illeszkedő képzéseket indítani. A munkavállalók tudásbővülése egyértelműen növeli a vállalat nyereségét, javítja a humán erőforrás minőségi összetételét és a teljesítményre is pozitív hatást gyakorol a jobb munkavállalói kapcsolatok által.

FORRÁS

1. *MaVíz képzési tájékoztató*
2. *I.Cs. Petőné, Zs. Kaposvári (2024): Internal Training as a Retention Tool: Experiences from a Domestic Company; Óbudai University AIS 2024*
3. <https://maviz.hu/assets/GINOP-5.3.5-Kornyezet-es-hatastanulmany.pdf>



PumpTech

Ipari szivattyútechnika Kft.

EMEC 5 év garancia
mérőműszerekre és adagolószivattyúkra
(membránra is vonatkozik)



EMEC OLDOTT OXIGÉN mérők-vezérlők egyedi áron a PumpTech-től



EOLUM DO 0-20 mg/l oldott oxigén mérő szonda

Optikai érzékelés, beépített PT100

Ár: 1500,- Euro/db + Áfa

Gépkönyv letöltése



Egycsatornás EMEC LDSDO oldott oxigén mérő vezérlő műszer PID

Választható kommunikáció: Modbus/GSM/Ethernet/Wifi/USB

Ár: 850,- Euro/db + Áfa

Gépkönyv letöltése



Többcsatornás (max 5) EMEC Centurio oldott oxigén mérő vezérlő műszer PID

Választható kommunikáció: Modbus/GSM/Ethernet/Wifi/USB

Kétcsatornás ár: 1650,- Euro/db + Áfa

Plusz csatorna darabára: 140 Euro/csatorna + Áfa

Gépkönyv letöltése



EMEC best seller a 2024 éven:

KMU00510 adagolószivattyú

Vezérlés kézi, illetve külső jelről: proporcionális, impulzus és 4-20mA jelről

Fej, szerelvények, nyomótműlő: PVDF

$Q_{max} = 15 \text{ l/h}$ $p_{max} = 5 \text{ bar}$

A szivattyú kompletten beépítő készlettel érkezik!!!

Ár: 444,- Euro/db + Áfa

Gépkönyv letöltése

Műszereknél a kijelzés: Oldott oxigén, hőmérséklet, aktuális üzemi állapot

Bemenet: oxigén szenzor, PT100, Stanby, áramlás érzékelő

Kimenetek: 3 db mA (oxigén, hőfok, PID) 2 db üzemi relé, 2 db opto, 1 db relé a szonda tisztításhoz, 1 db relé a cirkulációs szivattyúnak, 1 db Alarm relé

PumpTech Ipari Szivattyútechnika Kft.

www.pumptech.hu

8220 Balatonalmádi Damjanich u. 3.

Logisztika: 8200 Veszprém Lőszergyári út 6.

+36203312121

lukacs@pumptech.hu



KREITNER KRISZTINA
PR-, marketing menedzser
MaVíz

kreitner.krisztina@maviz.org

MAVÍZ HÍREK

Országos Víziközmű Szerelőverseny, Eger

Az idei évben is két napon keresztül, újra Egerben versenyeztek az ország legjobb vízműves szerelői, a verseny házigazdája a Heves Megyei Vízmű Zrt. volt.

Ebben az évben 30 csapat versengett a dobogós helyezésekért az ország minden tájáról, sőt, az előző évhez hasonlóan a határon túlról is érkeztek csapatok. Az egri vár udvarán felállított színpadon a szerelési csapatakat hajtották végre a résztvevők, itt tűzcsapot, illetve közkifolyót kellett bekötniük. Ezen kívül a csapattagok újra egyénileg is versengtek, dolgozni kellett különböző alkatrészekkel, sőt, vakon szerelési feladat is várt rájuk. Mindeközben figyelni kellett a munkavédelmi előírások betartására is.

A megnyitón V. Németh Zsolt, az Energiaügyi Minisztérium vízgazdálkodásért felelős államtitkára köszöntötte a megjelenteket. Kiemelte, ez a szakma is a láthatatlan szakmák közé tartozik, és háláját fejezte ki a szakembereknek elhivatott munkavégzésükért.

Sasvári Szilárd, a Heves Megyei Vízmű Zrt. vezérigazgatója rövid köszöntőjében Tinódi Lantos Sebestyént idézte, és „*Fel győzelemre*” felkiáltással biztatta a résztvevőket.

Kurdi Viktor, a Magyar Víziközmű Szövetség elnöke szerint egy év alatt sokat változott a helyzet az ágazatban. Akkor még tartott a szektort érintő, „tizenegy éve kezdődött hét szűk esztendő”, decemberben azonban változott a helyzet, ez pedig könnyített a társaságok helyzetén, adott valamilyen kapaszkodót.

A két napos versengés során végül eldőlt az, hogy mely csapat volt a legügyesebb és, hogy a kollégák közül ki lett a legjobb vízműves szerelő az országban.



A felsorakozott csapatok a verseny megnyitóján



A csapatok a gyakorlati versenyszínpad alatt



Az együttműködési megállapodás aláírása

Harmadik helyezett csapat a **Fejérvíz Zrt.**, második helyezett csapat a **DRV Zrt.**, míg az első helyezett a **NYÍRSÉGVÍZ Zrt.** csapata lett! Az egyéni verseny győztese **Tóth Lajos**, szintén a NYÍRSÉGVÍZ Zrt. munkatársa lett.

A résztvevők idén is megerősítették a szervezőket abban, hogy az esemény az év egyik legjobban várt néhány napja számukra, hiszen sokat jelent, hogy ki tudnak szakadni a dolgos mindennapokból és találkozhatnak más szolgáltatók munkatársaival, megvitathatják az ágazat kihívásait, az élet fontos szakmai kérdéseit.

A megnyitó végén a MaVíz és az Energiaügyi Minisztérium együttműködési megállapodást írt alá, amely szerint tovább folytatja a két szervezet a már eddig is jól működő közös munkát, az együtt gondolkodást a víziközmű ágazat fejlődésének és fejlesztésének érdekében.



Az első helyezett: NYÍRSÉGVÍZ Zrt. csapata



KREITNER KRISZTINA
PR-, marketing menedzser
MaVíz

kreitner.krisztina@maviz.org

MAVÍZ HÍREK

Országos Ügyfélszolgálati Verseny, Kecskemét

Az idei évben a XVIII. Országos Ügyfélszolgálati Versenyt Kecskeméten szerveztük meg, hiszen a Bácsvíz Zrt. nyerte a tavalyi megmérettetést, ami feljogosította őket arra, hogy az idei évben házigazdaként vállaljanak szerepet a szervezésben.

Hosszú és alapos előkészítés után 2024. október 8-án vette kezdetét a versengés a 0. nappal, mégpedig a szituációk felvételével.

Évek óta „megszokott” forma, hogy a felvett szituációkat együtt, a versenyzők, a zsűri és a kísérők, a verseny első napjának délutánján közösen tekintik meg és együtt hallhatja meg mindenki a zsűri értékelését.

Az idei évben sem volt ez másképp, elindult a verseny egy napsütéses kedd délutánon, felvettük a 19 szituációt és a vacsora után mindenki vissza tudott még vonulni készülni a szerdai megmérettetésre.

Október 9-én szerdán reggel a korai megnyitón Gaál József, Kecskemét város polgármestere szeretettel köszöntötte városukban a versenyzőket és az esemény résztvevőit. Kiemelte, hogy számára nagyon fontos most ez a rendezvény, hiszen ez annak a következménye, hogy tavaly a Bácsvíz emelhetette magasba a győzelemért járó „kupát”. Köszöntőjének végén szeretettel hívta és várja az eseményen résztvevő versenyzőket és kísérőiket Kecskemétre, jöjjenek vissza és a következő alkalommal vigyenek magukkal a városból is többet haza.

Kurdi Viktor a MaVíz elnöke, a Bácsvíz Zrt. vezérigazgatója is örömét fejezte ki a házigazda szerep okán, büszkeséggel és örömmel töltötte el az, hogy a tavalyi győztes csapat az ő munkatársai közül került ki.

Jó versenyzést kívánva adta át a versenyzőknek a konferenciatermet, akik egy



A szituációs feladat felvétele



Kurdi Viktor megtartja köszöntő beszédét

rövid ismertető után neki is láttak elsőként a levélírási feladatának, majd azt követően a 40 kérdéses szakmai teszt megoldásának.

Az ebédszünetet követően következett elsőként az egy perces bemutató kisfilmek vetítése, amelynek egyértelmű győztese a Pannon-Víz Zrt. volt, hiszen a 19 filmből kiemelkedett az a kreatív megoldás, ahogyan a győriek elkészítették a mini videójukat. Ezek után vette kezdetét a nagy, közös szituációelemzés, ahol a zsűri, a versenyzők és a kísérők együtt tekinthették meg az előző nap délután felvett szituációkat Márcz Fruzsina színésznő közreműködésével. Volt itt sírás és nevetés is, a jó hangulat általában garantált ezen a programponton.

A rövid pihenőidőt követően még este sor került az eredményhirdetésre, amelyre izgatottan, picit fáradtan, de amúgy mosolygósan érkeztek a résztvevők.

A legjobb ügyfélszolgálatos kollegina a zsűri szerint a Tettye Forrásház Zrt. munkatársnője **Szabó-Nagy Bernadett** volt, a közönség szerint pedig a DRV Zrt. munkatársnője **Nemerey Zsófia** lett. Csapatban a harmadik helyen végzett az **ÉRV Zrt.**, második pedig a **DMRV Zrt.** lett. A győztes csapat, aki az idei évben a legjobban oldotta meg a feladatokat, a legjobban alkalmazkodott a körülményekhez és aki most már elmondhatja magáról, hogy ők a legügyesebb ügyfelek: a **Tettye Forrásház Zrt.** csapata lett.

Szívből gratulálunk minden versenyzőnek és résztvevőnek, találkozunk jövőre Pécsen!



A szituációs feladatok lejátszása



Az első helyezett: Tettye Forrásház Zrt. csapata



A szakmai teszt és levélírási próbatétele

AZ ESEMÉNYEKRŐL KÉSZÜLT VIDEÓK A KÉPEKRE KATTINTVA MEGTEKINTHETŐK:

Amennyiben kattintásra nem nyílik meg a videó, valószínűleg böngésző módban olvassa a lapot.

Ahhoz, hogy a linkekre tudjon kattintani, a böngésző ablakban való olvasás helyett töltsse le a Vízmű Panoráma lapszámot az eszközére, majd a letöltött pdf fájlban már kattintható lesz a hivatkozás és megnyílik a videó.



MÁRIALIGETI BENCE
főszerkesztő
Vízmű Panoráma

marialigeti.bence@maviz.org

MAVÍZ HÍREK

MaVíz Év Cikke díj átadása

A felhívásnak megfelelően az idei Főmérnöki Értekezleten, 2024. szeptember 24-én délelőtt, a plenáris ülés keretében kihirdetésre kerültek a MaVíz Év Cikke díj 2024. évi győztesei.

Szolgáltatók szemével rovatunk 2023. évi legjobb írása az olvasók szavazatai alapján a „*Dinamikus szimulációk alkalmazhatóságának lehetőségei szennyvízrendszerek esetén, az ALFÖLDVÍZ Zrt. üzemeltetési területén*” címet viseli és **Bába Barnabás** technológus, az Alföldvíz Zrt. munkatársa tollából született.

A cikk megtekinthető az alábbi linken elérhető Vízmű Panoráma lapszám 5. oldalán:

<https://drive.google.com/file/d/1x-n8Lb2TCiCoCYKLD9Ezu6zduahH0T8W/view>

Ipari újdonság rovatunk 2023. évi legjobb írása az olvasók szavazatai alapján **Burány Csaba**, a Fővárosi Vízművek Zrt. Informatikai Fejlesztési Vezetőjének a „*A MIRTUSZ 2020 innovációs projekt céljai és a megvalósítás*” című cikke lett.

A cikk megtekinthető az alábbi linken elérhető Vízmű Panoráma lapszám 27. oldalán:

<https://drive.google.com/file/d/11g0wg7F2ZbRFeRtRpXw6xCYHGxsdMFeV/view>

Gratulálunk!



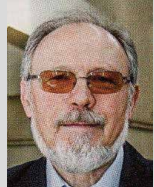
Bába Barnabás



Burány Csaba



BODOR DEZSŐ
okl. építőmérnök,
ny. műszaki igazgató
Szegedi Vízmű Zrt.



DR. KÖRMÖCZI ERNŐ
okl. építőmérnök



SZOLGA ANDRÁS
okl. mérnök

hydroven@t.online.hu

AKTUÁLIS

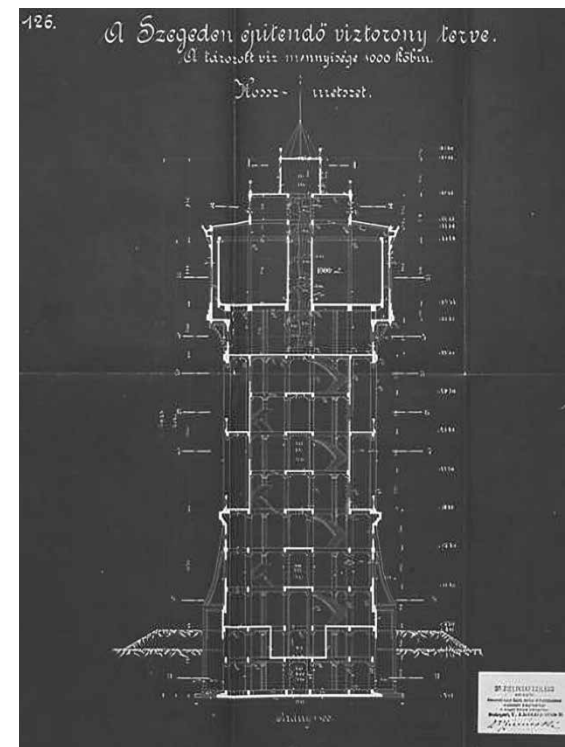
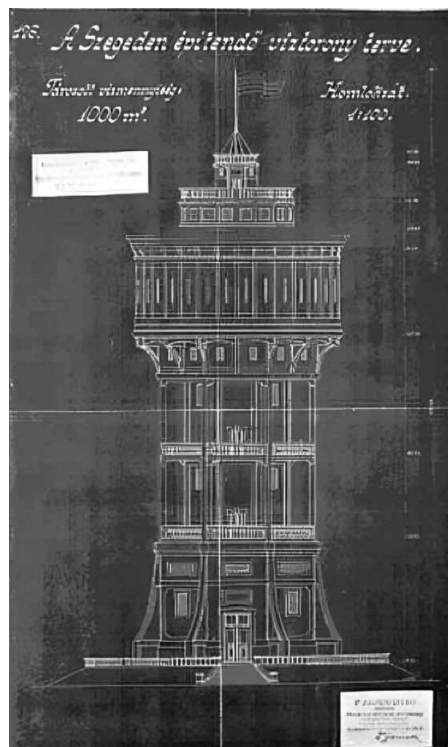
120 éves a szegedi Szent István téri víztorony

Szeged vízellátását korábban a Tiszából valósították meg, azonban a folyó hordaléka eltömítette a vezetékeket, ezért a város vezetése korszerű vízellátás megvalósítására írt ki pályázatot, melynek része volt egy 1000 m³ térfogatú víztorony megvalósítása is.

A VÍZTORONY TÖRTÉNETE: PÁLYÁZTATÁS A VÍZTORONY MEGALKOTÁSÁRA

Szeged szabad királyi város 1903. áprilisában pályázatot hirdetett egy 1000 m³-es víztorony megépítésére.

14 pályázat közül a nyertes a Zielinski-féle pályamű volt, amely a víztornyot teljes egészében vasbeton szerkezettel oldotta meg. Vasbetonból készült a víztorony tartórendszere, a tárolómedence, de még a bejárati ajtó és a zászlótartó is. Magyarországon ekkor még nem létezett működő vasbeton víztorony. A víztorony ebben az időszakban kiépülő „állandó vízmű” meghatározó láncszemét képezte. Zielinski közvetlen munkatársa Jemnitz Zsigmond volt, aki a statikai számítások, és a vasbeton részlettervek készítőjeként óriási részt vállalt a feladatban. A csodálatos szecessziós homlokzati megjelenítés Korb Flóris munkája. A gépészeti és egyéb szakági tervezők személye nem ismert.



Eredeti tervek: homlokzat, metszet

A VÍZTORONY

Tartószerkezeti szempontból a víztorony két fő részből áll. Az egyik rész az 1000 m³-es medence, amely az alsó vasbeton lemezével a toronyszerkezet gerendázatára fekszik fel, de ettől eltekintve a víznyomásból származó igénybevételeket a toronyszerkezettől függetlenül viseli el. A medence szerkezeti kialakítása vasbeton körhenger-héj, amely sarokmereven kapcsolódik a fenéklemezre képező alubordás vasbeton körlemezhez. A medence külső átmérője 15,3 m, a palást belső (hasznos) magassága 5,85 m.

A másik tartószerkezeti rész a torony oszlopokból és gerendákból összeépített tartórendszere, amely mint forgásszimmetrikus térbeli rúdszerkezet működik. A tartórendszer mintegy 540 rudat és 240 csomópontot tartalmaz. A torony teljes magasságában vasbeton lépcső vezet végig. A medence alatti szintig a lépcsőket a belső és a közbenső pillérek közötti alapterületen alakították ki, ettől felfelé belső csigalépcső vezet a 4 belső pillér között a legfelső kilátószintig. A centrális elhelyezésű csigalépcső függőleges

értelemben áthatol a medence tengelyén. A torony magassága a terepszinttől a legfelső kilátószintig 46 m.

A kivitelezési munkákat Freund Henrik és fiai cég végezte, az állványozási- és zsaluzási feladatokat egy szegedi ácsbrigád oldotta meg, kitűnő minőségben. Zielinski nagyon sokat tartózkodott a kivitelezés alatt Szegeden, a művezetői feladatot Illés Kálmán látta el. A műszaki ellenőr Tóth Mihály városi főmérnök volt. A víztorony 1904. novemberére-decemberére készült el. A víztorony üzembehelyezése december 1., a munka teljes befejezése december 21.

A medence első feltöltése november 26-án történt meg. A feltöltés ideje alatt az egész teret kiürítették, a toronyban végül csak egyedül Zielinski maradt, és a medence alatt várakozva győződött meg munkája eredményéről.



A víztorony eredeti színvilága 1916-os képeslapon

AZ ÁTADÁS

Dr. Lázár György polgármester a vízmű ünnepélyes megnyitására a hivatalokhoz és a katonasághoz a következő meghívót küldte: „..... A vízmű ünnepélyes megnyitása szerdán, azaz folyó hó 30-án fog megtörténni, ezt a városi lakosságnak oly módon hozzuk tudomására, hogy este 6-7 óráig kivilágítás mellett a Széchenyi téren az utcai vízcsapok szökőkutakká lesznek rögtönözve.” A közönség teljesen ellepte a Klauzál és a Széchenyi teret. Teljes egy óra hosszáig gyönyörködött a szokatlan látványban, és hallgatta a katonazenét. A vízugarak a platánok tetején is túlszöktek, a járdák mellett patakként folyt a víz.

A munka végleges befejezését az 1905. március 23-i testületi ülés jelentette, amikor is az állandó vízműre megadták a használhatósági engedélyt, és az átvételi jegyzőkönyvet lezárták.

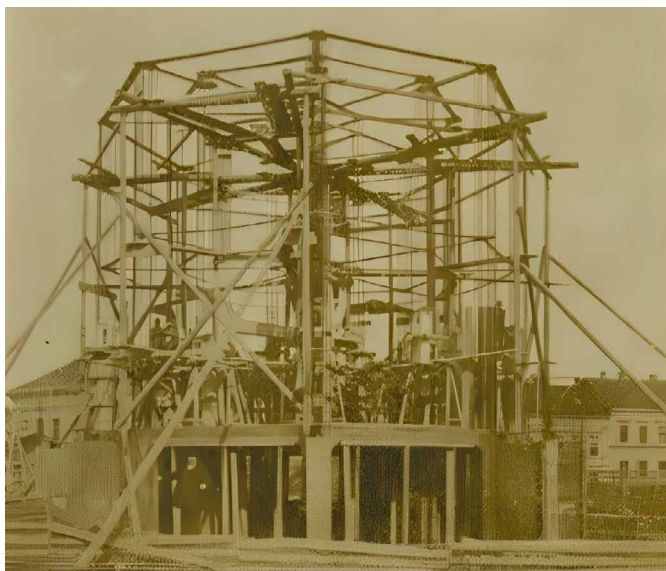
A pályázat elnyerésétől a víztorony elkészültéig mindössze másfél év telt el. Ez önmagában is óriási teljesítmény, különösen ha végiggondoljuk a kivitelezés akkori lehetőségeit, körülményeit:

a beton és vasbeton technológia kezdeti stádiumban volt, nem létezett még csúszózsuzaluzás, betonkeverő, nem volt toronydaru, nem volt szerkezeti előregyártás, csupán teljes beállványozás és kézi erő.

A VÍZTORONY FELÚJÍTÁSA

A víztorony az 1904-es megalkotása óta üzemelt. Az elmúlt több mint 100 év viszonylag szerencsésen, háborús károsodások és lényegi változtatások nélkül telt el, és csupán az 1959-60-as években végeztek rajta jelentősebb felújítási munkálatokat, melyek főleg a homlokzati felületekre terjedtek ki. Bodor Dezső 1996 óta volt a Szegedi Vízmű főmérnöke. Amikor először bejutott a toronyba, nagyon jó érzés töltötte el. Kiderült számára, hogy a csodálatos szecessziós homlokzati megjelenítés Korb Flóris építőművésznek köszönhető, aki a nagypapja nagybátyja volt. Munkatársaival 10 évet dolgoztak azon, hogy a torony felújítása megvalósuljon.

A károsodások nem statikai, hanem döntően korróziós erede-



A víztorony állványozása

tűek voltak, melyek kiterjedtsége és mértéke megnövekedett, üteme felgyorsult. Az egyedi műemlékké nyilvánított víztorony megmentése, rekonstrukciója egyre elkerülhetetlenebb, sürgetőbb feladattá vált.

Az Önkormányzat – Dr. Igaz Ágnes, Pásztor Péter -, és a Vízmű – Bodor Dezső, Becsky Balázs, Végh Zoltán - szakemberei a közreműködő mérnökökkel azon dolgoztak, hogy a rekonstrukció minél előbb elkezdődjön és ismét eredeti pompájában tündököljön Szeged Öreg Hölgye.

A felújítás terveit a Funkció és Szerkezet Mérnöki Iroda mérnökei, Dr. Körmöczy Ernő és Szolga András készítette el, a villamos tervező Papp Antal, a gépészeti tervező Felvégi András volt. A torony színdinamikai tervezője Szógi László.

A vízszigetelési munkák terveit dr. Horváth Sándor és Horváth

László készítette el.

A víztorony rekonstrukciójára öt pályázó közül a „Torony Konzorcium” (SADE Magyarország Kft. és a Techno Consult Kft.) kapott megbízást, főépítés vezetője Reichart Gyula, építésvezető Miklós Zoltán volt. A társvállalkozó a Techno-Wato Kft. helyi képviselője Csányi László Kele Károly és Almássy Piroska. A víztorony felújítás 2005 augusztus - 2006 május végéig tartott. A torony felújítása során számos kiváló anyagot, újszerű technológiákat alkalmaztak, pl. a MICROTOP TW habarcsrendszert, melyből a víztároló medence földemen cseppkő formájú felületstruktúrát alakítottak ki, így a páralecsapódás gyorsan le tud csepegni, megakadályozva a visszafertőződést, a korróziós hatásokat. Az 1000 m³-es medence belső felületére vízzáró kemény polietilén befüggesztett szigetelőlemez került. A medencén áthatoló csiga-

lépcsőn haladva a víztér felett üvegfal készült, melyen keresztül a medence megtekinthető. A vízteret alulról megvilágították. A medence gyűrű irányú megerősítése korrózióknak ellenálló szén-szálal lamellákkal történt. A gépészeti szerelést a Szegedi Vízmű készítette Pomázi Zoltán irányításával. A felelős műszaki vezető Dr. Mezős Tamás, a mérnök feladatait és a műszaki ellenőrzést a Csomiber megbízásából Budai Imre látta el. A felújított víztorony lenyűgöző szépségű, csak csodálattal és szakmai alázattal lehet rá tekinteni. A felújítás Tierney Clark díjat kapott.

A VÍZTORONY FUNKCIÓI

A víztorony alapvetően Szeged vízellátó rendszerének szerves része maradt. Ezen kívül kilátóként is funkcionál, a kiállítások mellett a kiváló akusztikája lehetővé teszi hangversenyek rendezését is. A felújított víztoronyban a szikvíz készítésével, a fizika történetével kapcsolatos kiállítások, festmények, rajzok, fotógrafikák láthatók. A víztorony a vízmű történelmi kiállításnak is helyt adott. Az „Öreg Hölgy”-nek nevezett víztorony kívül-belül megújult, azóta rendszeresen látogatható.



A víztorony a felújítás előtt



A felújított víztorony (fotó: Bodor Máté)

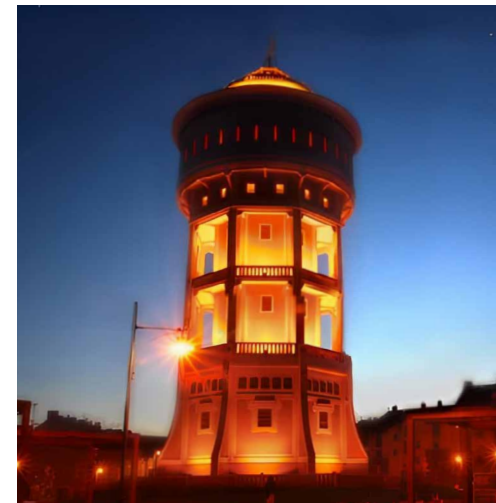


A Szent István tér madártávlatból

Tichy fotó



Felcsendül a zene a toronyban



A víztorony éjszakai kivilágítása (fotó: Bodor Máté)

**A VÍZTORONY 120. ÉVI
SZÜLETÉSNAJÁT A SZEGEDI VÍZMŰ
ZRT. FÉNYFESTÉSSEL ÜNNEPELTE MEG.**



Fényfestés a víztornyon (fotók: szeged.hu Kuklis István)



DR. HŐS CSABA
egyetemi tanár
BME
Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék

hos.csaba@gpk.bme.hu

AKTUÁLIS

Konferencia beszámoló WDSA CCWI 2024, Ferrara

2024. július 1-4 között Ferrarában került sor a WDSA CCWI 2024 (3rd International Joint Conference on Water Distribution Systems Analysis & Computing and Control for the Water Industry¹) konferenciára, melyen 250 előadás hangzott el 40 országból érkező előadóktól. A konferencián három napon keresztül a következő 6 párhuzamos szekcióban folytak az előadások:

- Víziközmű rendszerek tervezése, analízise és modellezése
- Időszakosan működő víziközmű rendszerek
- Víziközmű rendszerek menedzsmentje
- Tranziens jelenségek
- Fogyasztás előrejelzés és modellezés
- Ipari esettanulmányok

A víziközmű ipart foglalkoztató időszakos kihívásokkal kapcsolatban sokat elmond a két felkért plenáris előadás témája.

E.J.M. Blokker (KWR Water Research Institute; Delft University of Technology) „The complexity of drinking water temperature” című előadásában az ivóvízellátó rendszerek által szolgáltatott víz hőmérséklet-előrejelzésének és modellezésének kihívásairól, valamint eredményeiről beszélt. A 2001. évi holland ivóvízirányelv szerint az ivóvíz maximális hőmérséklete 25 °C lehet. A csapból vett minták időnként meghaladják ezt a határértéket, és könnyen lehet, hogy a globális felmelegedés miatt ez a jövőben még gyakrabban előfordulhat. Az előadás egy olyan modellt ismertett,

amely előrejelzi az ivóvízelosztó rendszerekben szállított víz hőmérsékletét, melyet az időjárási körülmények (például a légköri hőmérséklet), a sugárzás és a környezeti feltételek (például a talaj hővezető képessége és hőkapacitása) befolyásolnak. A forrástól a fogyasztók felé haladva a víz a talaj hőmérsékletét közelíti, az áramlási sebességtől és a vízvezeték hővezető képességétől függő sebességgel. A gyakorlatban azonban a talajhőmérséklet eléréséhez szükséges felmelegedési idő rövidebb, mint a hálózatban való tartózkodási idő. A bemutatott modellezési módszerek segítségével a holland kutatók előrejelzéseket készítettek a fogyasztóknál mérhető vízhőmérsékletre, mely jelentős segítséget ad pl. a biológiai aktivitás becslésére is.

J.E. van Zyl (University of Auckland, Új Zéland) plenáris előadását „Realistic modelling of the development and behaviour of leaks in water distribution systems” címmel tartotta. Az új-zélandi kutatók egy új sztochasztikus modellt fejlesztettek ki a vízellátó rendszerek szivárgástípusainak és -méreteinek előrejelzésére, mely a tényleges meghibásodások nyilvántartásának és a sztochasztikus modellezés új eszközeinek segítségével pontosabb becslést ad a hálózati szivárgások viselkedésére. A szivárgás nyomon követésének és ellenőrzésének legjobb gyakorlatként a hálózat önálló mérési körzetekre (DMA, District Metered Area) való osztása mutatkozik. Az infrastruktúra szivárgási indexet (ILI,

Infrastructure Leakage Index) javasolják a fő teljesítménymutatóknak, mely a valós szivárgás (nem számlázott vízmennyiség) és az elkerülhetetlen szivárgás² hányadosa.

A szivárgást gyakran a $Q=C h^{N1}$ kifejezéssel becsüljük, melyben C egy arányossági tényező (a szivárgási keresztmetszettel arányos), a szivárgási exponens (N1) pedig számszerűsíti a szivárgási arány és a szivárgás mértéke közötti kapcsolatot. A kutatók több ezer sztochasztikus hálózat elemzése után megállapították, hogy a különböző csőanyagok eltérő szivárgási exponens-eloszlásokkal rendelkeznek. Vas és azbesztcement (AC) csövek N1 értékei közel 0,5, a polivinil-klorid (PVC) csövek a legmagasabb N1 érték, a polietilén pedig (PE) a PVC és a vas/AC között helyezkedik el. Az előadás két további érdekességre is felhívta a figyelmet: (a) szivárgási modell C együtthatója nyomásfüggő, mivel nagyobb nyomásokon „tágulnak” a repedések ill. (b) a kazánformula gyakran pontatlan eredményt ad, mivel a csövek axiális irányban is meg vannak fogva.

Érdekes szekció volt az időszakosan működő ivóvízrendszerek, melyek, bár Magyarországon nem jellemzők, a világ számos pontján (Dél-Ázsia, Afrika, Közel-Kelet, Latin-Amerika) jelentős kihívásokat támasztanak. A hagyományos vízellátó rendszerekkel ellentétben, amelyek 24 órában biztosítják a vizet, az időszakos rendszerek ütemezett működésűek, gyakran erőforráshiány,

¹<https://wdsa-ccwi2024.it/>

²Bővebben: Lambert, A., Brown, T. G., Takizawa, M. & Weimer, D. (1999) A review of performance indicators for real losses from water supply systems, Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA, 48 (6), 227–237.

infrastrukturális korlátok vagy a kínálatot meghaladó kereslet miatt. Ezt a megoldást gyakran alkalmazzák olyan területeken, ahol a vízforrások korlátozottak, az infrastruktúra nem megfelelő, vagy a városi népesség növekedése túllépi a vízellátó kapacitást. A szakaszos működés miatt azonban gyakoriak a nyomásingadozások, nagyobb szennyezésvesztés (amikor a csövek üresen maradnak az ellátási időszakok között, magasabb a szennyeződés kockázata a visszaáramlás vagy szivárgás miatt, mivel a negatív nyomás szennyező anyagokat szívhat be a csövekbe) és nagyobb a karbantartási igény is, mivel a rendszer gyakori nyomás alá helyezése és nyomásmentesítése megterheli a csöveket és csatlakozásokat, ami szivárgásokhoz, repedésekhez és magasabb karbantartási költségekhez vezethet.

A konferencia évek óta „csatákat” szervez a résztvevők között, azaz a konferencia előtt kb. egy évvel meghirdetnek egy problémát, melynek megoldását előre be kell küldeni és az egyes csapatok között a konferencia keretei között hirdetnek nyertest. Mivel a víziközmű rendszerek fenntartható kezelése kulcsfontosságú a vízhiány vagy a rendelkezésre álló források kimerülésének elkerülése érdekében, és az ivóvíz-szolgáltatók által hozott operatív és stratégiai döntéseknek hasznára válhat a vízigény megbízható és pontos előrejelzése, a Konferencia keretében került megrendezésre a "Battle of Water Demand Forecasting (BWDF)" verseny, melynek keretében a városi vízigény rövid távú előrejelzésére szolgáló módszerek hatékonyságát egy sor valós, mérőkörzetben mért körzetben (DMA) hasonlították össze a versenyzők.

Meglepően sok előadás foglalkozott a vízminőséggel, a mikróbák jelenlétének és fejlődésének modellezésével. A Sheffield-i Egyetem kutatói egy 200 m hosszú KPE csővezetékrendszert építettek,

melyben szabályzott körülmények között tudják vizsgálni a biofilm képződését, az öblítés hatását és a lerakódások viselkedését pl. a vízsebesség függvényében. Ugyanezen egyetem kutatói mobil konténer-mérőköröket is építettek, melyeket a vizsgálati helyszínre szállítva és telepítve, az adott helyszínen megtöltve a vizsgálandó vízzel, helyileg releváns méréseket tudnak végezni. Természetesen nem hiányozhattak a mesterséges intelligenciával támogatott szennyeződés-detektálási módszerek sem, ám ezek jelenleg még gyerekcipőben járnak.

Magyarországról a BME Gépészmérnöki Karáról Dr. Wéber Richárd és Dr. Hős Csaba vett részt a konferencián. Wéber Richárd előadásában a tolózárok „kritikusság” szerinti osztályozásáról beszélt, melyben egy olyan módszert ismertetett, mely objektív módon rangsorolja a tolózárokat aszerint, hogy egy-egy zár meghibásodása mekkora területen (és hány fogyasztót érintve) lehetetleníti el egy meghibásodott vezeték kiszakaszolását. Hős Csaba előadásában a csőfalakon kialakuló biofilm matematikai modellezésével kapcsolatos, ill. a BME Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék laboratóriumában megépített, 150 m hosszú, 25 mintavételt lehetővé tevő biofilm-vizsgáló vezetéken végzett mérések eredményeiről számolt be.

A konferencia előadásainak teljes keresztmetszetben való bemutatása mind a Vízmű Panoráma terjedelmét, mind e beszámoló írójának munkabírását meghaladja, ám kérésre örömmel elküldjük az összefoglaló kötetet ill. a konferencia cikkeinek online elérhetőségét.

VÍZMŰ PANORÁMA

A Magyar Víziközmű Szövetség
szakmai lapja



Engedjen szabad utat
az információ áramlásának!

Nincs más dolga, csak felkeresni a
www.maviz.hu/vizmu-panorama weboldalt
és máris lapozhatja a víziközmű-ágazat
nélkülözhetetlen szaklapját!



DR. BORSÁNYI MÁTYÁS
elnök
MHT Víztisztasági és víz-
technológiai Szakosztály



DR. LAKY DÓRA
titkár
MHT Víztisztasági és víz-
technológiai Szakosztály

borsanyim@gmail.com
laky.dora@emk.bme.hu

KIVONAT: A 18. Ivóvízbiztonsági konferencia (2024. október 2.) témái a következők voltak: a népegészségügyi követelmények áttekintése, az ivóvízellátási lánc kockázat felmérése és alkalmazott kockázatkezelésre alapozott üzemeltetése, vízkezelő technológiákkal kapcsolatos aktuális kérdések, a szolgáltatott ivóvíztisztaság biztonságának veszélymegelőzésre alapozott javítása. A konferencia előadásainak bemutatása kapcsán röviden ismertetjük a vízbiztonsági terv-program nemzetközi (WHO és EU) és hazai megalapozását, célkitűzéseit, kapcsolatát az Európai Unió irányelveihez.

KULCSSZAVAK:

AKTUÁLIS

Aktuális ivóvízbiztonság

A VÍZBIZTONSÁGI TERV-PROGRAMOK NEMZETKÖZI ÉS HAZAI HÁTTERE

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) vízminőségi irányelvei az ivóvízbiztonsági terv (water safety plan - WSP, a továbbiakban VBT) programot javasolják, mint a leghatékonyabb eszközt az ivóvízellátás biztonságának és elfogadhatóságának következetes biztosítására. A Vízbiztonság terv-programot, reagálva az egyéltelmű közegészségügyi célokra, az adott ivóvíz fogyasztásának egészséghatását mérlegelve kell üzemeltetni, és azt független felügyeleten keresztül is ellenőrizni kell. <https://openwho.org/courses/water-safety-planning> (2022.).

A VBT minden típusú és méretű ivóvízellátáshoz adaptálható, és a tapasztalatok szerint valamennyi társadalmi-gazdasági környezetben hatékonyan alkalmazható. A vízbiztonsági tervezés megközelítést világszerte alkalmazzák, mint a biztonságos ivóvíz biztosításának legjobb gyakorlatát.

A VBT kockázatértékelést ír elő, amely magában foglalja a vízellátási lánc elemeit a vízgyűjtőtől és vízbeszerzéstől a fogyasztóig, a műszaki rendszer és a vízminőségi ellenőrzést is összpontosítva a kiemelt veszélyeseményekre, azok kockázataira, valamint a kockázatkezelés eredményességének nyomon követésére. Ahol a kockázatokat nem lehet azonnal kezelni, a VBT-program szerinti megközelítés lehetővé teszi a szükséges fejlesztések időbeli ütemezését (fejlesztés-tervezés).

VÍZBIZTONSÁGI TERVEZÉS AZ EURÓPAI UNIÓ IRÁNYELVE ALAPJÁN

Európai Parlament és a Tanács 2020/2184 felülvizsgált

Irányelve az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=EN>

A vízbázisok és nyersvízforrások esetében az Irányelv megállapítja, az ivóvízellátást kiszolgáló víztestek jóval nagyobb kiterjedésűek, mint az ivóvízbázisok. A Víz Keretirányelv (2000/60/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv) szabályozza a víztestekre és un. védett víztestek létrehozására vonatkozó szabályokat (vízügyi ágazati, veszélyfeltárás és kockázatértékelési feladat), a felülvizsgált Ivóvíz Irányelv pedig a vízellátási lánc nyersvíz kivételekre vonatkozó veszélyek értékelését. A két terület elválik egymástól, nincs kettős szabályozás.

Az Irányelv javaslat egyik fő eleme a vízminőségi előírások aktualizálása volt. A felülvizsgált irányelv kockázati alapú megközelítést vezet be a vízminőség ellenőrzésére. Ez hosszú távon csökkenti a monitoring költségeit, ugyanakkor garantálja az elérhető legjobb ivóvíz minőséget.

Ezenkívül az irányelv új kötelezettségeket vezet be a vízhez való hozzáférés javítására. Ilyen, hogy a tagállamoknak biztosítaniuk kell, hogy bármely fogyasztó hozzáférjen az ivóvíz tulajdonságaira vonatkozó információkhoz, valamint a vízhasználathoz kapcsolódó más hasznos információkhoz is.

Az emberi fogyasztásra szánt vízzel érintkező anyagok higiéniai követelményeinek meghatározására un. európai pozitív listák is bevezetésre kerülnek. A cél az ilyen anyagok minőségének javítása, az emberi egészség védelme, az ivóvíz szennyeződésének elkerülése érdekében.

A jogszabály teljes körű alkalmazása 2026 decemberéig időt ad

az érdekelt szereplőknek, hogy fokozatosan alkalmazkodjanak az új követelményekhez. A közegészségügy védelme érdekében tett jelentős lépésként az Európai Bizottság egy sor egymással összefüggő szabályozási keretet hozott létre, amelyek célja az emberi fogyasztásra szánt vízzel érintkező anyagok biztonságának biztosítása. Ezek közé tartozik az (EU) 2024/369 felhatalmazáson alapuló bizottsági rendelet, az (EU) 2024/368 bizottsági végrehajtási határozat és az (EU) 2024/365 bizottsági végrehajtási határozat, amelyek mindegyike kulcsfontosságú szerepet játszik egy aprólékos biztonsági háló kialakításában az anyagok kezdeti kiválasztásától a végtérkép teszteléséig. EU 2024/365 (2024. január 23.) az (EU) 2020/2184 európai parlamenti és tanácsi irányelv alkalmazására vonatkozó szabályok megállapításáról a kiindulási anyagok, összetételek és összetevők vizsgálati módszerei és elfogadása tekintetében szerepel az európai pozitív listákon.

IVÓVÍZBIZTONSÁGI TERVEZÉS HAZAI SZABÁLYOZÁSA

Az Ivóvízbiztonsági tervprogram hazai szabályozását az 5/2023 (I.12.) Korm. rendelet (Korm. rend. az emberi fogyasztásra szánt vízre (ivóvíz) – ivás, főzés, ételkészítés, egyéb háztartási cél - minőségi követelményeire, az ivóvízhez való hozzáférés javítására és a vízminőség-ellenőrzés rendjére) 7§. és 6. sz. melléklet tartalmazza. A korábbi 201/2001 (10. 25.) Korm. rendeletet felváltó új szabályozás kidolgozásának folyamatáról és tartalmáról, az NN(Gy)K, Bufa-Dórr Zsuzsanna, Dr. Vargha Márta: Változások az ivóvízminőség-felügyeletben, 2023.03.20. közölt tájékoztatást. https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/1935/1_Ir%C3%A1nyelv%20%C3%A1t%C3%BCIet%C3%A9s%20folyamata_NNK%20V%C3%ADz%20vil%C3%A1gnap%200320.pdf

A 18. IVÓVÍZBIZTONSÁGI KONFERENCIA

A Magyar Hidrológiai Társaság Vízminőségi és víztechnológiai Szakosztályának 2024-ben is kiemelt programja az ivóvízszolgáltatók és a vízbiztonsági tervezési programokat támogató szervezetek figyelmének felhívása a megújult nemzetközi és hazai követelményrendszer változásaira.

Az alábbiakban e témakörben tartott konferencián megfogalma-

zott előadói ajánlásokat ismertetjük, a konferencián elhangzott előadások elérhetők a Magyar Hidrológiai Társaság honlapján az alábbi linken: <https://www.hidrologia.hu/18-ivovizbiztonsagi-konferencia/>. Az MHT Vízminőségi és víztechnológiai Szakosztálya a Fővárosi Vízművek Üzemi Szervezetével közösen szervezett konferencia támogatói voltak: a Magyar Víziközmű Szövetség, a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, a Víz tudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, valamint az MHT Víz-elátási Szakosztálya.

A 18. IVÓVÍZBIZTONSÁGI KONFERENCIA ELŐADÓINAK AJÁNLÁSAI

Bíró Barbara

A módszernek köszönhetően célzott problémakezelés érhető el. A technológiákban használt vegyszerek beállításainak gyors korrigálásával a domináns formának megfelelő beavatkozásra van lehetőség (oxidálószer vagy koaguláns dózis emelése), mellyel a lakosság terhelése időben és mennyiségben is minimálisra redukálható, ami komoly előnyökkel jár a víziközmű szolgáltatások üzemeltetésében és a vízbiztonság terén is, hiszen arzén határérték túllépés esetén a szolgáltatott víz „kifogásolt” minősítési kategóriába esik, azaz akár a víz fogyasztására vonatkozó korlátozást is elrendelhet az illetékes egészségügyi hatóság. A mérési módszer alapos kidolgozását követően annak országos szinten történő alkalmazásával elenyésző költségfordítás mellett jelentősen növelhető az ivóvízbiztonság.

Csörnyei Géza

Ajánlások a közeljövő vízgazdálkodási kihívásaira, települések és üzemeltetők számára:

- Zöld infrastruktúra fejlesztése: Zöldtetők, esőkertek, víztározók a csapadékvíz kezelésére.
- Vízyűjtő rendszerek és tározók fejlesztése: A hirtelen lezúduló csapadékvíz tartalékolása.
- Szűrkevíz újrahasznosításának ösztönzése, könnyen integrálható technológiai megoldások.
- Szigorúbb szankciók bevezetése, a vízbázis védőterületek folyamatos monitoringja.

- Integrált növényvédelem ösztönzése, a növényvédőszer-használat csökkentése, kiváltása.
- Szennyvíztisztító telepek fejlesztése, új típusú szennyezők hatékony eltávolítása.
- Kampányok indítása a lakosság körében a fenti témakörökben.
- Településszerkezeti terv módosítása, vízbázisvédelmi véleményeztetése.
- Vízforrások védelme, a vízgazdálkodás hatékonyabbá tétele és az innovatív megoldások támogatása.
- Vízbázisvédelmi hozzájárulás a növényvédőszer használatra.
- Új építésnél a szűrkevízhasználat, felújításnál az idős belső víziközműhálózatok felújításának előírása.
- Vízbiztonsági kockázatelemző szakember kötelező alkalmazása.

Gergely Gergő

A víziközmű szolgáltatóknak felelős üzemeltetőként mindent meg kell tenniük annak érdekében, hogy az ismert vízminőségi problémákra – ha van ráhatásuk – mielőbb megoldást találjanak. A klorát probléma ugyan csak 2026-tól „élesedik”, de ha a szolgáltatóknak van lehetősége változtatni, akkor az ivóvízbiztonságot szem előtt tartva minden lehetőséget meg kell ragadnia annak érdekében, hogy fogyasztók egészségvédelme érdekében minimalizálja az ivóvíz klorát tartalmát. A helyi adottságok és vízminőségi paraméterek kellően szigorú elemzése alapján kiválasztott helyszíneken, a 21. századi színvonalú üzemirányító rendszerek nyújtotta támogatás és felügyelet mellett, a biológiai ammónium eltávolítás egy fenntartható, és ivóvíz biztonsági szempontból is megfelelő alternatívája lehet a nátrium-hipokloritos oxidációt alkalmazó törésponti klórozásos technológiáknak.

Horváth Tibor

A klorát határérték bevezetése szükségessé teszi a vízkezelő rendszerek átgondolását, új innovatív technológiák bevezetését a vízkezelés, fertőtlenítés során. A különböző sóelektrolízises rendszerek helyben állítják elő a nátrium-hipokloritot, hipoklórossavat, vagy klórgázt, mely sok hasznos tulajdonságot biztosít.

A felsorolt készülék kivitelekkel szinte minden alkalmazáshoz a megfelelő fertőtlenítési eljárás áll rendelkezésre, ezért ezen korszerű technológiák bevezetése a magyarországi vízkezelő rendszerekbe nagyon ajánlott és mind az üzemeltetőknek, mind a fogyasztóknak számos előnnyel jár.

Törekvésünk, hogy ezen eszközöket megismertethessük a tervezőkkel, leendő felhasználókkal, üzemeltetőkkel, mely egyik kiemelt célja ezen előadásunknak is.

Laky Dóra – Souha Neguez

Kutatásunk célja az ivóvízbiztonság javítása az 5/2023 (I.12) Korm.rendeletben új paraméterként megjelenő klorát ion kapcsán, a megelőzésen alapuló kockázatcsökkentő tevékenységek körének felmérése elsősorban a hazai üzemeltetői gyakorlat tapasztalatai alapján.

A vizsgált ivóvízkezelő telepek közül elsősorban a törésponti klórozást nátrium-hipoklorittal megvalósító technológiák érintettek a klorát-ion problémában. Ezeknél a tisztítástechnológiáknál az eltávolított ammónium ion mennyisége és a klorát ion koncentráció között nem határozható meg összefüggés, ami felhívja a figyelmet arra, hogy az ammónium ion eltávolításhoz beadagolt vegyszer mennyisége mellett egyéb tervezési és üzemeltetési szempontok is kulcsfontosságúak a klorát ion mennyiségének minimalizálásában. A nemzetközi szakirodalom (AWWA, 2011 és Coulombe et al., 2019) szerinti ajánlások, melyekkel a megismert hazai tapasztalatok is egybevágnak:

- Nátrium-hipoklorit oldat szállítási gyakoriságának minimalizálása
- Régi és új nátrium-hipoklorit oldat keveredésének kerülése
- Szállítást követően a nátrium-hipoklorit oldathígítása
- Tárolási idő minimalizálása
- Tárolás alacsony hőmérsékleten, napfénytől védett helyen
- Klorát szint rendszeres mérése a nátrium-hipoklorit oldatokban
- pH rendszeres mérése, pH érték 11-13 között tartása
- Hígított nátrium-hipoklorit oldatok koncentrációjának rendszeres ellenőrzése
- Vegyszertartályok rendszeres tisztítása

A technológiák optimalizálásával, az üzemeltetés fentiek szerinti

megváltoztatásával azonban nem feltétlenül lehet a határérték alá csökkenteni a kezelt víz klorát ion koncentrációját, sok esetben csak a technológia megváltoztatásával biztosítható a 0,25 mg/l alatti klorát koncentráció.

Molnár Attila

Magyarországon az egészséges ivóvíz mindenki számára elérhető, de hogy ez így is maradjon mind mennyiségi, mind minőségi szempontból a kockázatokat csökkenteni kell.

Új technológiák bevezetése, regionalitás kihasználása, kiépítése. A bezárt vízbázisok újrvizsgálása, technológiai javaslat.

Víz visszatartás, tározók létrehozása vízbázisként való kezelése. A területi és települési vízgazdálkodás harmóniájának megteremtése.

Nagy Anita

A 2018 2023 KEHOP során 2 db biotechnológia és 4 db vegyszeres vízkezelő technológia létesült az üzemeltetési területen.

A tervezés kezdetén vizsgálni kell a vízbázis mennyiségi állapotát! Készletproblémák. A kutak előbb készüljenek el, mint a vízkezelő technológia! A nyersvíz minőségéhez kellene tervezni a vízkezelő technológiákat és nem típusterveket kellene kivitelezni! Felül kellene vizsgálni a membránszűrők alkalmazását az ivóvízkezelésben. Költséges beruházás és üzemeltetés, 8-10 év élettartam. A technológiai vízigénye a napi termelt vízmennyiség 10-15 %-át is eléri!

A biotechnológiai fázis lezárásaként a költséges membránszűrők helyett UV csíráatlanító berendezést és biztonsági homokszűrőt javaslok. A klorát határértéknek való megfelelés az előzetes mérések alapján nehézségekbe ütközik. Ez valószínűleg a biotechnológiák térnyerését hozza el. Metángáz tartalmú vizek esetén kiemelt fontosságú a megfelelő hatásfokú gáztalanítók létesítése. Tapasztalataink alapján a B „fokozatú (0,8 - 10 NI /m³)” CH₄ vizek nem megfelelőek a nitrifikáló baktériumok számára! A biotechnológia létesítése előtt javasolt kisüzemi kísérleteket elvégezni, hogy a nitrifikáló baktériumok a szűrőtölteten képesek-e elszaporodni.

Nagy Nikoletta

Hálózat hidraulikai modellezés használata elengedhetetlen egy

fővezeteki rendszer kapacitásbővítési feladatainak meghatározásánál, hisz a teljes rendszer vizsgálata nélkül megbízhatóan nem határozható meg az új létesítmények szükséges, jellemző paraméterei. A meglévő és tervezett rendszer analízise, felülvizsgálata során, a kapott eredmények alapján egy olyan szintű rendszerfejlesztési stratégia kidolgozására nyílik lehetőség, mely a napi üzemeltetés optimalizálását is elősegíti.

Sebestyén Ágnes

Az ivóvízminőség területén a kockázatalapú szemlélet erősödik, az ivóvízminőségi problémák tekintetében pedig a geológiai (nyersvíz) eredetű szennyezőkről a hangsúly a másodlagos szennyezők felé tolódik. Emiatt is vált kiemelt területté az EU-s és a hazai szabályozásban is az épületek kockázatfelmérése. Az elsőbbségi intézmények kockázatfelmérése jogszabályi előírás, de más épületeknél is fontos, hogy megjelenjen ez a fajta szemlélet a tervezés és az üzemeltetés során is. A tervezésnél figyelembe kell venni, hogy megfelelő legyen a méretezés, ne alakuljanak ki pangó szakaszok. A hálózatok szigetelése legyen megfelelő, hogy a használati melegvíz megfelelően meleg (>50°C minden csapon), az ivóvíz megfelelően hideg (<20°C) legyen. A beépített anyagok megválasztása, minősége fontos tényező a másodlagos szennyeződések megjelenése szempontjából, amely területen kiemelt szerepet kap a termékengedélyezés. A bejövő víz kezelése, vagy kiegészítő fertőtlenítése is szükséges lehet (pl. kórházakban), de fontos az előnyök és hátrányok mérlegelése és a vízkezelő rendszerek megfelelő üzemeltetése. Az épületek üzemeltetése során figyelmet kell fordítani arra, hogy a nem használt szakaszok rendszeresen, valamint a hosszabb üzemszünet (pl. tanítási szünet a gyermekintézményekben) után az egész hálózat legyen átöblítve, a csaptelepek legyenek rendszeresen tisztítva, vízkötelenítve, egészségügyi intézményekben fertőtlenítve. A felújítások során pedig érdemes megfontolni, hogy milyen új anyagok kerüljenek beépítésre. A felhasználókat is tájékoztatni kell az első használat előtti átöblítés fontosságára, valamint fel kell hívni a figyelmet, hogy étel-ital készítésekor ne a melegvizet használják. Fontos az épületen belüli víztisztítók, vízadagolók kapcsán is a megfelelő üzemeltetés és karbantartás, valamint a felhasználók tájékoztatása a használatl kapcsolatos előírásokról.

Az előadások elérhetőek a Magyar Hidrológiai Társaság oldalán az alábbi linken:

<https://www.hidrologia.hu/18-ivovizbiztonsagi-konferencia/>

A korábbi szakmai napok anyagai a következő linken érhetőek el:

http://regi.hidrologia.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=807&Itemid=263

ADAGOLÁS | MÉRÉS-ÉS SZABÁLYOZÁS | KEZELÉS | FERTŐTLENÍTÉS | MEGVALÓSÍTÁS



Mi azt is biztosítjuk, hogy a leginnovatívabb adagolószivattyú a világ legjobb szolgáltatásával együtt jusson el Önhöz.



ProMinent szolgáltatások

Szakértő telefonos támogatás
Műszaki tanácsadás
Szivattyúkonfigurálás
Átfogó vevő-specifikus helyszíni szolgáltatások

ProMinent®

Az új mágneses meghajtású membrános adagoló szivattyúnk a gamma/ X jóval megelőzi a korát. Éppen úgy, mint az általunk nyújtott szolgáltatások:

Első osztályú szolgáltatást biztosítunk Önnek – az adagolórendszer megtervezésétől a szivattyú konfigurálásáig, egészen a megvalósításig és beüzemelésig.

További információért kérjük, látogassa meg weblapunkat: **www.prominent.hu** vagy hívjon minket az következő telefonszámon: **+36 96/511-400**

ProMinent®

TOLNAI BÉLA
okl. gépészmérnök
BioModel Bt.

tolnaibela51@gmail.com

SZAKMÁNK MEGALAPOZÓI

DOPPLER, Christian Andreas (1803 – 1853)

OSZTRÁK FIZIKUS ÉS MATEMATIKUS



Doppler 1803. november 23-án Salzburgban született. Apja kőfaragómester volt. A családi vállalkozás 1674-től működött és neki is folytatnia kellett volna a tradíciót. A gyenge fizikumú Doppler Salzburgban tanult számolni, olvasni, majd Linz-i gimnáziumban érettségizett. Tanárai tanácsára tanulmányait Bécsben, a Politechnikai Intézetben folytatta, ahol elsősorban matematikát és fizikát tanult. 1825-ben megszerezte diplomáját. Visszatért Salzburgba a Lyceumban (egyetem), ahol filozófiát hallgatott.

Tanulmányait 1829-ben fejezte be és Bécsben kapott tanársegédi állást. 1833-ban lejárt a szerződése, több álláspályázatot nyújtott be, végül egy prágai középiskola intézetben volt kénytelen tanítani. Megélhetési gondjai voltak, ezért komolyan foglalkozott az amerikai kivándorlás gondolatával, azonban 1835-től egyre többet tanított a Prágai Egyetemen. Egy évvel később, 1836-ban megnősült, egy salzburgi aranyműves lányát vette el feleségül. Öt gyermekük született, akik Bécsben és Prágában nőttek fel.

1837-ben betölthetett egy megüresedett professzori állást. Első dolgozatai ugyan matematikai tárgyúak voltak, de 1842 májusában közzétette *Über das farbige Licht der Doppelsterne* (A kettőscsillagok színes fényéről) című tanulmányát – ez tartalmazza a Doppler-effektus első leírását. Ezt a könyvét Prágában a királyi Böhmischen Gesellschaft-nál (Cseh Társaság) publikálta. Abból kiindulva, hogy a mozdulatlan megfigyelő számára a mozgó forrásból származó hang magassága változik, azt az elméletet állította fel, hogy a csillagokból jövő fény színének változnia kell

a csillagok Földhöz viszonyított sebességének megfelelően.

1844-től egészségi állapota folyamatosan romlani kezdett. Abba kellett hagynia egy időre a tanítást, betegállományba került.

1848-ban már császári Tudományos Akadémia tagjaként tért vissza Bécsbe. 1850-ben a Ferenc József császár alapította fizikai intézet első igazgatója és a Bécsi Egyetem kísérletfizika-professzora volt. Doppler elérte vágyát, karrierje csúcsát.

1853. március 17-én betegszabadsága alatt életének 49. évében, Velencében halt meg. Gyógyíthatatlan tüdő betegségét valószínűleg apja kőfaragó műhelyében, gyermekkorában szerezte.

NEVÉT VISELI:

Doppler-hatás

$$v = \frac{c+w_1}{c-w_2} v_0$$

Az a jelenség, hogy a megfigyelt hullám látszólagos frekvenciája eltér a hullámforrás valóságos frekvenciájától, függően a hullámforrás és a megfigyelő egymáshoz viszonyított sebességétől.

FORRÁS

<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Doppler/>
<http://www.christian-doppler.com>