



Zápor szivattyú a Békásmegyert szivattyútelepen



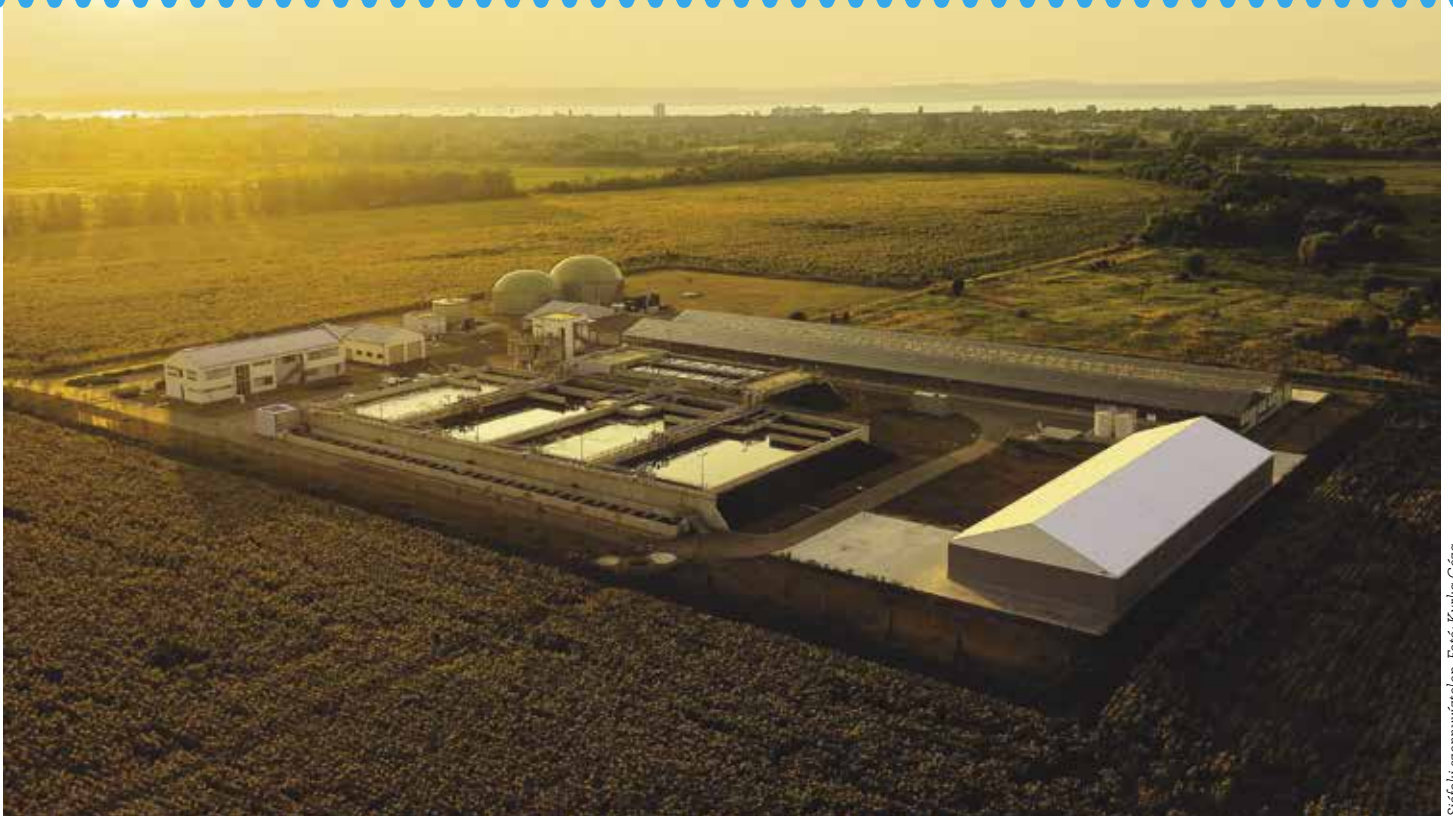
A Magyar
Vízüzemi
Szövetség
lapja

XXVIII/2020.
1. szám

Elhivatottság



VÍZ 1 MŰ PANORÁMA



Székelyi szennyvíztelep. Fotó: Kunka Géza



Cégünk az alábbi területeken vállal mérnöki feladatokat:

- regionális ivóvízellátás • városok, községek vízművei, közmű hálózatai és szennyvíztisztító telepei
- ipari vízellátás, szennyvízkezelés • nyíltfelszínű és zárt csapadékelvezető hálózatok
 - tavak, tározók tervezése • hajózási létesítmények tervezése
 - kotrási tervek • települési vízkár elhárítási tervek készítése

Szolgáltatások:

- tanulmányterv, megvalósíthatósági tanulmány elkészítése • engedélyezési és kivitelezési tervdokumentáció elkészítése
- szakértői tevékenység • kivitelezési munkák műszaki ellenőrzése • felelős műszaki vezetés

Special Bauterv Építőmérnöki Kft. | 8000 Székesfehérvár, Pozsonyi u. 99/A 1/2. | +36 30 409 7484
info@specialbauterv.hu | www.specialbauterv.hu

HIRDETÉS

*Az emberi lélek
A víznek mása.
Mennyekből jön le,
Mennyekre száll föl,
S a földre vissza
Kell jönnie ismét
Váltva örökkön.*

*A szikla falán ha
Leömlik a kristály
Sugár magasból,
Párázó habbal
Porzik alá
S a síma szirttől
Enyhén fogadva,*

*Felhőlepelben
Halkan zúgva
Omlik a mélybe.
Ha bércz-fokokba
Ütközik árja,
Haragos tajtékkal
Serczeg alá
Fokról-fokra.
A sík mederben,
A völgy mezőin
Lassan hömpölyg
S a síma tóban
Mind az éji csillag
Fűröszi arcját.*

*A szél a hullám
Hő szeretője.
Fenekig fölkarolja
Tajtékra szítja.
Oh emberi lélek!
Hogy hasonlítsz a vízhez,
Oh emberi végzet!
Hogy hasonlítsz a szélhez!*

fordította: Dóczy Lajos

Johann Wolfgang
von Goethe
**Szellemekek éneke
a vizek felett**

ELHIVATOTTSÁG

MÁRIALIGETI BENCE

főszerkesztő

2020 első száma nem is kezdődhetne mással, mint egy interjúval Kurdi Viktorral, a MaVíz elnökével. Fontosnak tartom ezt, mert sok minden történt az elmúlt évben, sok minden változott, érdemes látni, hogyan gondolkodik erről a helyzetről és ebben a helyzetben a szövetség elnöke.

A tavalyi év utolsó számának mottója ez volt: „Mi lesz veled, víziközmű-szolgáltatás?” Akár a mostani számnak is lehetne ez a mottója, de lényegesnek tartom a tagszervezetek erőit is hangoztatni, ezért választottam az elhivatottság szót. Az ágazatban markánsan meglévő elhivatottságot elnök úr is több esetben kiemeli. A víziközmű-szolgáltatás – mint közszolgáltatás és mint szolgálat – feltételezi az elhivatottság meglétét: ez egyfajta garancia arra, hogy a nehezebb időkben is lesz, aki tolja a szekeret. Ezt az erényt örököltük elődeinktől és szeretnénk továbbadni az utánunk következő nemzedéknek is. A víziközmű-ágazat alakítóinak és szereplőinek közös feladatuk ezen erény értékelése, fenntartása és megőrzése. Ez a nehéz feladat az egyik garanciája a jövő víziközmű-szolgáltatásának.

És hogy létezik-e még elhivatottság? Elnök úr szavai mellett ennek meglétét bizonyítják jelen lapszámunk cikkei is, közöttük a MaVíz



Műszaki Bizottságának beszámolója az elmúlt évben végzett munkáról, amely arról tanúskodik, milyen sok témával tudtak érdemben foglalkozni az ágazat elhivatott kollégái 2019-ben. Ezt követi két nagyon érdekes cikk, melyek azt taglalják, hogyan lehet egymásra ható szennyvízátelöket a mai kor eszközeinek kihasználásával hatékonyan üzemeltetni, és ezzel az üzembiztonság növelésén túl akár beruházási igényeket is megtakarítani.

A következő írás a lakossági szennyvízben található nehézfém-tartalom változását mutatja be az eleveniszapos szennyvíztisztítás során, célirányos mérések alapján, elemenként. Utána aktív vízbázisvédelemről, a kutak üzemének megismeréséről tudhat meg többet az Olvasó. Az előbbi téma a már felhagyott, gazdátlan kutak veszélyeire és feltárásuk fontosságára hívja fel a figyelmet. Utóbbi írás a kolmatáció témáját hozza közelebb hozzánk, újfajta megközelítésben. Ezt egy beszámoló követ az energiagazdálkodási előírásoknak való megfelelés tapasztalatairól, majd egy vízmérlegkészítésről szóló cikk, amely leginkább azt a célt szolgálja, hogy ebben a témában beszélgetés induljon a Vízmű Panoráma oldalain.

TARTALOMJEGYZÉK

02

AKTUÁLIS

Évindító interjú a Szövetség Elnökével

06

**BIZOTTSÁGOK
MUNKÁJÁRÓL**

Beszámoló a Műszaki Bizottság által 2019-ben végzett munkáról

07

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Szennyvízátelölök üzemének összehangolása egyenletesebb telepterhelés miatt ritka kommunikáció esetében

09

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

A dabasi szennyvízátelöl rendszer korszerűsítése

14

VÍZ ÉS TUDOMÁNY

A lakossági szennyvíz nehézfém-tartalmának változása az eleveniszapos szennyvíztisztítás során

20

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

A felhagyott, lezáratlan, kedvezőtlen műszaki állapotú kutak veszélyei, avagy az aktív vízbázisvédelem fontossága és kihívásai

23

AHOGY ÉN LÁTOM

Kolmatáció – mit is kell érteni alatta?

26

AHOGY ÉN LÁTOM

Gondolatok a zónás vízmérlegről

29

SZAKMÁNK MEGALAPOZÓI

Torricelli, Evangelista

30

NEMZETKÖZI TÖRTÉNESEK

Víziközmű világhíradó

33

PORTRÉ

Interjú Várszegi Csabával

ÉVINDÍTÓ INTERJÚ A SZÖVETSÉG ELNÖKÉVEL

MÁRIALIGETI BENCE
főszerkesztő

Másfél év nem sok idő. Ennyi idő telt el azóta, hogy ezen lapokon Kurdi Viktorral, a MaVíz elnökével olvashattak interjút és kaphattak betekintést az ágazat helyzetébe, a jövőre vonatkozó tervekbe. Másfél év nem sok idő, de a környezetünkben sok minden változott. Ez és a kezdődő új év együttesen elég alapot ad ahhoz, hogy megkérdezzük a MaVíz elnökét, hol is állunk most.

Márialigeti Bence: Bő másfél évvel ezelőtti beszélgetésünket nagyon optimista hangulatban azzal fejeztük be, hogy reméli, „2019-re úgy fordulunk rá, hogy látni a megváltozó, fenntarthatóságot garantáló működési feltételeket”. 2019 őszén a Főmérnöki értekezleten már az volt a végszó: „pozitív, hogy ellenállóképességünk tökéletesre fejlődött, de elég, vége. Tovább ezt nem lehet tűrni.” Ennyire rossz az irány?

Kurdi Viktor: 2019-ben biztató jelként fogtam fel, és most is így tekintek rá, hogy az energiahatékonysági és rekonstrukciós pályázatok megjelentek, sőt nemcsak kiírásra kerültek, hanem eredménnyel le is zárultak, a források jó részét már meg is kaptuk. Való igaz és tudjuk, hogy ez a forrás, ami 2019-ben odaítélésre és kiosztásra került a pályázaton nyerteseknek, csak a töredéke annak, amire az ágazatnak szüksége lenne. Sajnálatos az is, hogy nem minden tagvállalatunk nyert a pályázatokon, pedig az előzetes egyeztetések alapján erre lehetett számítani, tudatában annak is, hogy az energiahatékonysági konstrukció formai értékelésen túljutott projektek forrásigénye nem haladta meg a rendelkezésre álló keretet. Sokszor fogalmaztam úgy 2019-ben, hogy ez a hetedik szűk esztendő, és nagyon várjuk már, hogy vége legyen és ráforduljunk 2020-ra, ami minden bizonnyal olyan változásokat eredményez majd, amelyek az ágazat fenntarthatóság felé történő elmozdulását eredményezik. Most, január első napjaiban sajnos nem látszanak még ennek a körvonalai. Való igaz az is, hogy víziközmű szolgáltató cégeink ellenállóképessége, de inkább azt mondom, a megküzdési, megbirkózási képessége nagyon sokat fejlődött az utóbbi években. Ezzel párhuzamosan azonban a munkaerőpiaci trendek, a minimálbér és a garantált bérminimum emelése és ezek hatásai nagyon sok tagvállalatunkat a működőképesség határára sodorta. Továbbra is azt érzékeljük, hogy a szakpolitikát folytató és a víziközmű-ágazat stratégiájával foglalkozó szakemberekkel még mindig nem mélyült el olyan érdemi párbeszéd, amely alapján látni lehetne a megoldás jeleit. Én arra számítok, hogy 2020-ban is lesznek pályázatok akár rekonstrukcióra, akár energiahatékonyságra, de azt is érzékelem, hogy ez már nem lesz elegendő kormányzati segítség ahhoz, hogy zavartalan üzemeltetéssel a 38 MaVíz-tagvállalat teljesíteni tudja az évet.

MB: Említette, hogy kifizetések is történtek 2019-ben a rekonstrukciós és energiahatékonysági pályázatokon. Tudna számokat mondani?

KV: Úgy tudom, hogy kétszer másfél milliárd forint került kiutalásra a rekonstrukciós pályázaton és hatmilliárd forint feletti összeg van tartaléklistán. Ez azt jelenti, hogy hatmilliárd forintnál is több olyan projekt létezik,



amely tartalmilag és formailag is megfelelt, és ha 2020-ban lenne szándék és forrás a minisztérium részéről ezek megvalósítására, akkor kivitelezhetőek lennének. Ez adhat egy lökést, egy kezdeti kimozdulást, amire nagy szükségünk van. De természetesen én is és mindenki tudja, hogy a leadott és MEKH által elfogadott GFT-kben évente kb. százmilliárd forintos hiány tátong. Ez azt jelenti, hogy a hatmilliárd forint feletti értéket képviselő tartalékprojektek az évi beruházási hiány mindössze 6%-át fedezik. Nem sok, de valami legalább elindulna. Energetikai vonalon pedig úgy tudom, hogy közel négy milliárd forint támogatás került odaítélésre. Ezek a beruházások 50%-os önrésszel valósulnak meg, azaz mintegy nyolc milliárd forint értékű fejlesztés jön létre 2020-ban és '21-ben. Nagyon sajnálom viszont, hogy a villamos energia árának világszintű emelkedése nagy valószínűséggel minden tagvállalatnál sokkal többet visz el, mint ami az energiahatékonysági pályázat megvalósítása után energiamegtakarításként elérhető.

MB: 2018 előtt a rekonstrukciós források hiánya volt a központi üzenet. Utána a munkaerőhiány, a munkaerő költsége és a munkaerő megtartása. Most mi az üzenet?

KV: Én 2020-ra úgy fordultam rá, hogy a működőképesség megtartása a fő kérdés, az üzenet. Már nem boncolgatom, hogy miért nincsen víz. Azért nincsen víz, mert nincsen ember, aki a csőtörést megjavítsa, vagy azért nincsen víz, mert nincs pénz kicserélni egy műszaki berendezést, ami meghibásodott. Ott tartunk, hogy akár a javítási fedezet hiányát, akár a munkaerőkérdést, akár az üzemeltetési vagy rekonstrukciós feladatok elodázását nézem, mindegyik az ellátásbiztonságot veszélyezteti. A fő kérdés így év elején tehát már az, hogy ilyen körülmények között magát a működőképességét meg tudja-e őrizni valamennyi vízművállalat az országban 2020-ban. A mostani jelek azt mutatják, hogy a hét szűk esztendő alatt felhalmozott évi mintegy 34 milliárd, azaz összesen 240 milliárd forintos hiány hatásai most, a nyolcadik évben, 2020-ban már biztosan jelentkezni fognak az ellátásbiztonságban és a szolgáltatás minőségében. Ezért mondom azt, hogy a beavatkozás elengedhetetlen.

MB: A víziközmű-szolgáltatás helyzetét sok szempontból lehet és kell is nézni. A sok szempont és sok nézőpont azonban sok emésztési időt is igényel. Van-e olyan egy-két mutató és szám, mely az ágazat helyzetét, a tendenciákat jól bemutatja?

KV: Amikor ezt az időbeni változást szemléltetni szeretnénk, akkor legszívesebben mindig a hibastatisztikákhoz nyúlok, ahhoz, hogy az 1 km-re jutó meghibásodások aránya hogyan alakul mind a víz, mind a csatorna-szolgáltatás területén. Szintén fontos mutató a kifogásolt ivóvízminták aránya és a szennyezőanyag-határérték túllépések aránya. Ezekből a mutatókból és tendenciákból jól látszik, hogy a tennivalóink az idő előrehaladtával szaporodnak és szaporodni is fognak.



1. ábra: Az 1 km-re eső elosztóhálózati hibák számának alakulása 2012 és 2018 között (forrás: MaVíz)

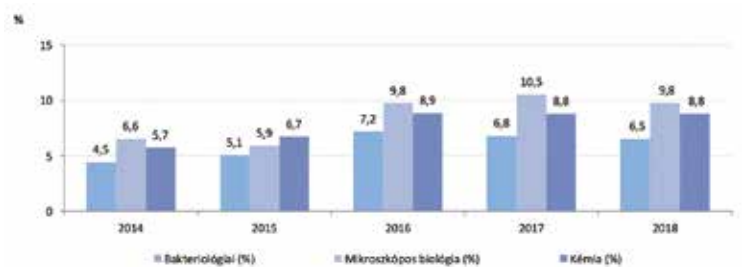
MB: Ahogyan Ön is elemezte a 2019. évi konferenciákon, jók a szolgáltatók, jó osztályzatot kapnak a felhasználóktól, a szolgáltatás működik. Hogyan lehet így a „vészhelyzetet” hatékonyan kommunikálni? Mi a MaVíz stratégiája?

KV: A MEKH fogyasztóvédelmi felmérése egyértelműen kimutatta, hogy mennyiben más a víziközmű-ágazat, mint mondjuk a földgáz- vagy villamosenergia-szektor. Büszkeséggel tölt el, hogy az ágazatunk számai jelentősen meghaladták a társközművek fogyasztói elégedettségi értékeit. Ez kapott publicitást is, ennek örülhetünk, erre büszkék lehetünk. A vészharang kongatása, a vészjelzések küldése már nehezebb dió, mert sokszor azt érzem, hogy a beszélgetőpartnereink nem érzik vagy nem kívánják érezni annak súlyát, amit mondunk vagy láttatni szeretnénk. Igaz, amit az év végi igazgatói értekezleten az egyik kollégánk megfogalmazott, hogy minden bizonnyal az érdekérvényesítési technikánkban kellene új utakat találni, változtatni, mert ahogyan eddig végeztük, az nem vezetett eredményre. Komoly útkeresésben vagyunk, és véleményem szerint nemcsak mi, a MaVíz, hanem minden más ágazati szereplő, aki szeretné kimozdítani a szektort ebből a helyzetből. A rossz hír az, hogy sajnos nincs még a birtokunkban olyan recept, ami akár garanciát, akár komolyabb reményt

adna arra, hogy ezeket a vészjelzéseket megfelelő helyre juttassuk el, ahonnan megoldás várható a mindennapi problémáinkra.

MB: A kérdés egyébként onnan is eredhet, hogy amíg az ember a bőrén nem tapasztalja, hogy baj van, addig nem szembesül vele. A szemszállításból is akkor lett probléma, mikor nem vitték el.

KV: Így igaz. Ha a kukák kint maradnak egy-két napig vagy hétig, az kellemetlen, esztétikailag probléma, közegészségügyi kockázatokat vet fel, de nem biztos, hogy lebénítja egy város működését. Ezzel szemben ha csak egy tízezer kisváros vízellátását kellene lajtoskocsival vagy zacskós vízzel megoldani és a vécéöblítés is lehetetlen, akár csak néhány napig, az hamar botrányba fulladna, ami nagyon is felértékelné az ivóvíz-szolgáltatást a társadalom és a döntéshozók szemében. Nem gondolom, hogy ne lenne érték a víz vagy a vízszolgáltatás bárkinek is a szemében, hiszen



2. ábra: Kifogásolt ivóvízminták aránya 2014 és 2018 között (forrás: MaVíz)

láthatjuk, hogy a kormány által a közelmúltban elfogadott és nyilvánosságra hozott klímastratégiában is hangsúlyosan szerepel a vízbázis, a víziközművagyon védelme. Ezzel tehát sokan tisztában is vannak, csak mivel a közművek jelentős része el van temetve és nem látják nap mint nap azok állapotát, és a szakemberek felé nincs meg a megfelelő bizalom, hogy elfogadják az általuk dokumentált állapotok valóságát, késik a beavatkozás. Ha viszont azt látják, hogy tízezer embert több napig lajtoskocsival vagy zacskós vízzel kell ellátni és nem lehet elmenni vécére akkor valószínűleg gyorsabban megérkezik a változás. Kívánom, hogy ne így legyen, de azt tisztán kell látni, hogy egyre nagyobb az esélye annak, hogy ez valamikor bekövetkezzon. A szolgáltatási színvonal a fenti nehézségek miatt fokozatosan csökken, sok esetben az egyébként szükséges készenlét fenntartására sincs már fedezet. Sok helyen tapasztalom azonban még azt a hivatástudatot, a szolgáltatási kötelezettség iránt érzett felelősséget, ami arra sarkallja a kollégákat, hogy ilyen esetben, kvázi ingyen, a szabadidejükben kimenjenek és elhárítsák a hibákat. Nagy tisztelet és köszönet jár nekik, de ez nem tarthat örökké. Ezzel párhuzamosan azt is érzékeljük, hogy a fogyasztók igényei nőnek irányunkba, egyfajta erkölcsi elvárás, hogy mihamarabb ott legyünk, megjavítsuk a hibát és helyreállítsunk mindent legalább olyan minőségben, mint amilyen előtte volt. Ezt az igénynövekedést érzékelik a vízművállalatok és próbálnak is helyt állni, de ahogyan már fent is mondtam, ez egyre kevésbé tartható fent.

MB: Az elmúlt évben több komoly változást előrebocsátó egyeztetésen vett részt aktívan a MaVíz, például új határértékek bevezetése és csapadékkezelés. Mindkettő olyan téma, ami még több forrást, még több kapacitást igényel üzemeltetői oldalán, miközben a forrás egyre csökken. Lehet így ezekről a feladatokról komolyan és érdemben tárgyalni? Hová fog ez vezetni?

KV: Az mindenféleképp a szakma értéke, hogy van egy olyan szervezet, amelyet a különböző döntéshozó szervek, minisztériumok megszólíthat-

nak, és amely képes olyan objektív állásfoglalással segíteni a törvényalkotói munkát, ami a szakmai érvek érvényesülését segíti. Én ezt nagy értéknek tartom, ahogy azt is, hogy a MaVíz-en belül vannak olyan ágazatért dolgozó szakemberek, a tagvállalataink munkatársai, akik ezt elhivatottságból, ellenszolgáltatás nélkül is képesek és hajlandók végezni. Nagy tisztelet és köszönet nekik ezen a csatornán keresztül is. Legyen bármilyen anyagi forrásszűke, látszódnak itt-ott a fásultság jelei, de az aktivitás megvan, és szakmai hivatástudatunkból adódóan el kell mondani mindent, amit tiszta lelkiismerettel el tudunk mondani ezekben az egyébként fontos kérdésekben.

Hogy hová fog ez vezetni, az jó kérdés. Nem adjuk fel! Azt gondolom, előbb-utóbb át fogjuk szakítani a korlátokat, amelyek után akár gyorsan vagy akár lassabban is, de rendeződni fognak a nagy problémák. Nincs más út. A víziközműszolgáltatás nem megkerülhető, nem rendelkezik alternatívával. Orvoshoz el tudunk menni a szomszéd városba, de zuhanyozni vagy végére a szomszédba sem megyünk!



3. ábra: 1 km csatornavezetékre jutó meghibásodások számának alakulása 2011 és 2018 között (forrás: MaVíz)



4. ábra: A szennyezőanyag-határérték túllépés aránya 2012 és 2018 között (forrás: MaVíz)

MB: Ebben a folyamatosan romló és nem sok kilátással kecsegtető helyzetben nyilván a „hangulat”, az optimizmus is lanyhul. Ezek ellenére mennyire tud egységes maradni a MaVíz? Mennyire tudja a „magyar betegség” elkerülni?

KV: Azt érzékeljük az ősz folyamán, hogy bizony megjelentek törésvonalak a MaVíz-en és az üzemeltetői szektoron belül. Nem jók ezek a repedések, nem jó, ha a kommunikációval, a magatartásunkkal ezeket tovább gerjesztjük. A MaVíz-en belül olyan érdemi, szakmai vitáknak kell teret adni, amelyek műszaki, közgazdasági, jogi alapösszefüggéseken, alapelveken nyugszanak és az ágazat ügyeit akarják előre vinni. Elnökként azt tekintem feladatommá, hogy a lövészárkok betemetésével foglalkozzam, amolyan közvetítő szerepet töltsék be, amely hatására a szövetségen belüli eltérő álláspontok kisimulhatnak és a MaVíz egységes tud maradni.

Ráfórdulva most az utolsó elnökségi évre, ezt továbbra is küldetésemnek tekintem, abszolút egységpárti vagyok tulajdonosi formától, földrajzi elhelyezkedéstől és vízipari vagy üzemeltetői oldaltól függetlenül. Emellett bennem van a konszenzusra és a kompromisszumra való készség is. Biztos, hogy ha ebben a krízishelyzetben a MaVíz nem egységesen lép fel,

hanem látszanak rajta a széthúzás jelei, akkor az mindannyiunk esélyeit, lehetőségeit rontja.

MB: A vízipari tagozattal való együttműködésről mit gondol? Lehet közös érdekeket találni? A beruházás érdeke a Víziparnak is, mert abból lesz sok munkája, de az üzemeltetők először a működőképességüket szeretnék rendbe tenni.

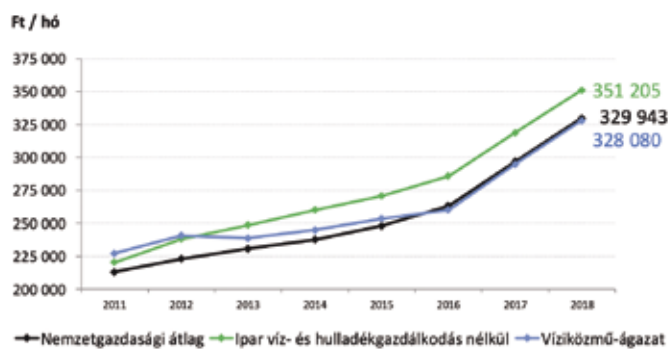
KV: A kérdést nemcsak beruházás- és rekonstrukcióközpontúan kell nézni, mert az üzemeltetési, javítási, karbantartási folyamatok során nagyon sok olyan feladat, szolgáltatás lehet, amely a vízipari tagvállaltoknál csapódik le. És mivel a vízművek jelentős részénél nagyon-nagyon lecsökkent a 2013-as évhez képest ezen feladatokra biztosított források nagysága, ez komolyan érződik a vízipar szereplőinél is. A vízipari tagozattal való együttműködések során voltak nehézségeink 2019-ben. Azt gondolom, ez azért is van, mert a vízipar is érzi a megrendelésállományán a vízműszolgáltatók nehéz helyzetét. Örülök azonban annak, hogy év végére itt is kisimult az együttműködés. Döntés született arról, hogy a vízipar helyzetét bemutató komplex tanulmány készül 2020 első félévében, amely egyértelműen bemutatja a független szakembereknek, független szakértőknek, kormányzati döntéshozóknak, hogy a víziközmű-szolgáltatás komplex rendszerében milyen károkat és problémákat okoz a jelenlegi állapot. Azt mondhatom, jó, hogy számíthatunk a MaVíz-en belül a vízipari tagozatra, és ennek vannak gyümölcsöző együttműködési formái, melyeket a jövőben is működtetni kell.

MB: Ha már év eleje, legyen olyan kérdés is, ami erre vonatkozik. Ha most lenne 2019 januárja, mit csinálna másképp? Miről gondolkodik most másképpen?

KV: 2019-ben egészen augusztusig építettük a kapcsolatot, az együttműködést a szakminisztériummal, annak vezetésével. Volt érdemi kommunikáció, párbeszéd. Nyár közepén arról egyeztettünk több fordulóban is, hogy milyen stratégiai alapidokumentum készüljön, annak mi legyen a tartalma. Közelinek láttuk, hogy végre a tettek mezejére lépünk, és 2019 őszére kormányzati döntések formájában is meg fog nyilvánulni, hogy mi lesz a kivezető út és milyen lépésekben haladunk. Aztán szeptember elején, számunkra váratlanul, személyi változás állt be, és az együttműködés megszakadt, félbemaradt a munka és ismereteink szerint nem is folytatódik. De ez nem a mi hatáskörünk. Úgy látom, hogy az én munkámban, illetve a szövetség munkájában kardinális vagy stratégiai jellegű döntést nem másítanék meg.

MB: Sokat beszéltünk arról, hogy mik a problémák, mennyire nehéz a boldogulás, mennyire nem látni a kiutat. Mi adhat mégis reményt, hol keressen a szakmabeli kolléga támaszt? Mivel győzhetők meg a kollégák, hogy maradjanak.

KV: Erre a kérdésre sokkal könnyebb volt addig válaszolni, amíg tudtunk legalább a nemzetgazdasági átlagnak megfelelő munkabért fizetni a dolgozóinknak. Amikor a nemzetgazdasági átlagbér már meghaladta a víziközműves átlagfizetést, akkor már nagyon nehéz azzal érvélni, hogy „de ez egy biztos munkahely, egy biztos jövőkép, mert a szolgáltatásra mindig szükség lesz”. Ehhez eddig hozzáadódott az a szempont is, hogy stratégiai jelentőségű alapszolgáltatásban lehet közreműködni, mindennap látható a munkánk eredménye, értéke. Erre a hivatástudatra alapozó motiváció nagyon sokáig helyénvaló volt az ágazatban, de amikor már azt látjuk, hogy a nemzetgazdasági átlaghoz képest a lemaradásunk folyamatosan nő, akkor már nehéz azt mondani a munkatársaknak, hogy erre legye-



5. ábra: Átlagbérek alakulása a víziközmű-ágazatban 2011 és 2018 között
(forrás: KSH, MaVíz)

nek figyelemmel, ne pedig arra, hogy a fizetésükből mennyi élelmiszert vagy éppenséggel egyéb családi kiadást tudnak finanszírozni. Sajnos azt látjuk, hogy teljesen ésszerű és logikus döntéssel hagyják itt értékes szakemberek a szakmát, mert másutt az anyagi boldogulásuk jelentősen könnyebbé válik. Akik mégis nagy hivatástudattal még itt vannak, azok számára erősítő, motiváló üzenetként azt tudom elmondani, hogy higgyék el, nem lesz ez már sokáig így. Biztos vagyok benne, hogy 2020-ban találkozni fogunk jelentősebb, a helyzetünket könnyebbé tevő változásokkal. Mert ellenkező esetben működésképtelenség áll be az ország néhány területén, és emellett nem lehet szó nélkül elmenni. Merítsenek erőt a kollégák azokból a sikerekből, melyeket az utóbbi években elértek. Én visszagondolok arra, hogy 2013-ban, amikor jött a hír a rezsisókkentésről és a közműadóról, nagyon sok vízműigazgató kollégámmal együtt azt vizionáltuk, hogy itt már öt éven belül senki sem fog működni. Úgy gondoltuk, hogy öt éven belül, ha nem változnak a jogszabályok, nem lesz se ember, se eszköz, se gép, se szolgáltatás. Ezzel szemben eltelt a hét év, és gyakorlatilag papíron egyetlen vízműcég sem ment csődbe, nem halunk nagy vízhiányokról, nagy haváriahelyzetekről, melyek sok ezer ember szolgáltatását bénítanák meg napokra vagy hetekre. Látható tehát, hogy sok mindent meg tudunk oldani. Ezek olyan sikerek, amelyeknek a szakember, aki ebben részt vett, nyugodtan örülhet és büszke lehet rá, hogy megcsinálta. Más kérdés, hogy szakmailag tudjuk, ez nem egy kívánatos út, nem erről álmodtunk, nem ezt szeretnénk. De ha visszagondolunk ezekre a sikerekre, az erőt tud adni a 2020-as kihívásokhoz.

MB: Már többször említette nagy meggyőződéssel, hogy 2020-ban találkozunk majd változásokkal. Itt vannak valamilyen konkrétumok, amelyekről lehet beszélni vagy inkább a szakadék széle mondatja ezt Önnek?

KV: A szakadék széle mondatja ezt velem. Most, így hét évvel a nehéz intézkedések bevezetése után azt mondom, hogy nagyon nagy meglepetés lenne számomra, ha 2020-ban nem lennének akár cégjogi szempontból, akár ellátásbiztonsági szempontból komolyabb zavarok a szolgáltatásban.

MB: Ha jól tudom, 2020-ban választások lesznek a MaVíz-ben. Hogyan tekint erre, vannak még tervei, jövőképe? Vinné tovább a megkezdett folyamatot?

KV: Így igaz, év végével lejár az aktuális elnökségi ciklus. Azt várom, hogy az év végéhez közeledve mind az elnök, mind az elnökség tagjai számot tudnak vetni a munkájával, azokkal az eredményekkel, amelyeket ebben a ciklusban elértünk, elértek. A „hogyan továbbról” ilyen időtávban még nem lehet megalapozottan beszélni. Ezt nyilván az idő előrehaladtával fogjuk átgondolni, értékelni. Tervezünk egy konzultációs folyamatot,

melynek során az elnökség tagjai a tagvállalatok első számú vezetőivel kis csoportokban ülnek le és a MaVíz működését, érdekérvényesítésének hatékonyságát, eredményességét értékelik. Számítok arra, hogy ezeken a beszélgetéseken felmerülnek olyan témák, amelyek egyértelműen megmutatják, hogy a tagság hogyan vélekedik az eddig elért eredményekről, a MaVíz aktuális stratégiájának irányáról. Amint említettem korábban is, a novemberi igazgatói értekezleten nagyon sok őszinte mondat hangzott el az üzemeltetői fórum beszélgetésén. Az elnökség is kapott ezáltal visszajelzést arra vonatkozóan, hogy a tagszervezetek több információt várnak el az elnökségtől, az elnök munkájával kapcsolatban. Az is megfogalmazódott, hogy azok az érdekérvényesítési technikák, melyeket alkalmaztunk ebben az elnökségi ciklusban, azok, nagyon úgy tűnik, nem vezettek olyan kézzel fogható eredményre, amely az életünket jelentősen befolyásoló jogszabályváltozással járna. Értünk el apró sikereket, születtek a Magyar Közlönyben megjelenő szabályok, amelyek a MaVíz közreműködésével a szolgáltatást jó irányba vitték, de ezek nem voltak annyira érzékelhetőek, hogy az alapvető problémáinkat megváltoztassák. Az idei évben ezt a konzultációs sorozatot kell lefolytatni, kiértékelni, megnézni, hogy mekkora és milyen irányú a változtatási igény, és utána, az akkori információk birtokában lehet eldönteni, hogy milyen személyi összetétellel érdemes nekimenni a következő ciklusnak. Abban hiszek, hogy bárkinek a vezetésével is, bármelyik összetételű elnökséggel is megyünk neki a következő ciklusnak, a MaVíz komoly értéke az ágazatnak. Talán nem túlzás ha azt mondom tízmillió magyar érdekében húsz ezer munkavállalót, negyven üzemeltetőt és százhusz vízipari céget képvisel. A MaVíz-ben rendkívül nagy szellemi potenciál csoportosul, örülök annak, hogy sok olyan munkatársunk van, aki aktívan közreműködnek abban, hogy az ország víziközmű-szolgáltatásának színvonala emelkedjen. Ez egy nagyon jó alap, amire építeni lehet. Az, hogy kik ülnek a hajó kormányruájánál, az is fontos, de ezt bízunk a demokratikus választási rendszerünkkel. Az elsődleges az, hogy van sok ezer elkötelezett és hivatástudattal rendelkező vízműves az országban, és a MaVíz az a fórum, az a tér, ahol az ő szakmai kompetenciájuk előtérbe kerülhet, és amelyből mindenki számára kézzel fogható érték állhat elő.

MB: Köszönöm a beszélgetést. Sok sikert és kitartást a feladatokhoz!



Közmű keresztesítés (TÁVHŐ vezeték, csapadékcatorna)
Budapest, V. ker. Március 15. tér. (Fotó: Baranovics László)

BESZÁMOLÓ A MŰSZAKI BIZOTTSÁG ÁLTAL 2019-BEN VÉGZETT MUNKÁRÓL



RADÁCS ATTILA

MaVíz Műszaki Bizottság elnöke

1. 2019-ben az előző évekhez viszonyítva kevesebb esetben, de foglalkoztunk jogszabály-módosítási javaslatok előkészítésével, az alábbi esetekben:

- Mederhasználati díjak megszüntetésére tett erőfeszítések, jogszabály-változtatási javaslatok (harc az OVF-el, kettős adóztatás, vízterhelési díj)
- A 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet módosítási javaslata a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól (átmeneti határértékek)
- A 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet módosítási javaslatai a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízilétesítmények védelméről
- Engedély nélküli kutak legalizálása és további kútfúrások hatósági engedély nélkül

2. Fontos és eredményesnek mondható feladatunk volt tavaly, hogy egyeztetéseket folytassunk az ágazatunk tevékenységét befolyásoló hatóságokkal. Ezek a következők voltak:

- BM-OKF-fel
- Tűzvédelmi szabályzat, tűzcsapok ellenőrzése (itt eredményesek voltunk és csökkentést értünk el), táblázás (ez elsőre nem ment át, így 2020-ban folytatnunk kell a munkát)
- Kritikus rendszerelémmé történő kijelölés, információbiztonság (fontos szakmai eszmecserét folytattunk, megvilágítva víziközmű-rendszereink jelenleg is meglévő, szigorú ellenőrzését)
- Csatornahasználati bírságok témaköre (elindult egy biztató tárgyalás)
- GFT-vel kapcsolatos szakhatósági eljárások tapasztalatai
- A jövőben a védőterületek kijelölésének egyeztetése várható
- OVF-el
- Csapadékelvezetési koncepció (jelenleg még formálódik az a jogszabály-módosítási csokor, mely eredményt hozhat a jelenleg rendezetlennek tűnő csapadékvíz-elvezetési feladatokban)

3. A képzések reformja érdekében végzett előkészítő munka (a HR Bizottsággal közösen):

- Csatornamű-kezelői alapismeretek
- Vízellátórendszer üzemeltető, karbantartó alapismeretek
- GINOP pályázat mint egyszerű megvalósítási lehetőség, melynek előkészítésében részt vettünk

4. Fordulópont volt az elmúlt évben, hogy az ITM a MaVíz-en keresztül a szakmát is bevonta a kiemelkedően fontos és régen várt állami pályázatok előkészítésébe. Ezek a pályázatok, amelyek kiírási feltételeinek

megfogalmazásában segédkezhettünk, az alábbiak:

- Állami Rekonstrukciós Alap pályázat (támogatási intenzitás: 70%)
- a 2018-as és 2019-es pályázati alap kiosztásra került
- Víziközművek Energiahatékonyságának Fejlesztése (támogatási intenzitás: 50%)
- 2019 végén kiosztásra került

5. Műszaki ajánlások, tanulmányok készítése:

- Csatornahálózat-tisztítási tanulmány (a befejezése áthúzódik 2020-ra)
- Energiairányítási rendszer működtetésének gyakorlati tapasztalatai
- Kiszertelt vízmérők visszaellenőrzése – országos, átfogó mérésorozatra lenne szükség – jó/rossz (a befejezése áthúzódik 2020-ra)
- Idegen vizek kiszorítása a szennyvízcsatorna-hálózatokból (a befejezése áthúzódik 2020-ra)

6. Egyéb, napi szintű szakmai egyeztetések, segítségnyújtás és benchmarking:

- az elmúlt évben kb. 10-12 témában folytattunk gyors és hatékony konzultációt (a kérdésekre az MB tagjainak minden esetben több mint kétharmada véleményt formált)
- műszaki segítségnyújtás (speciális hibajavításhoz szükséges anyagok, szivattyúk, aggregátorok, egyéb eszközök)



*Budapest, I. ker. Kosciuszkó Tádé utca közcsatorna-javítás
(Fotó: Baranovics László)*

SZENNYVÍZÁTEMELŐK ÜZEMÉNEK ÖSSZEHANGOLÁSA EGYENLETESEBB TELEPTERHELÉS MIATT RITKA KOMMUNIKÁCIÓ ESETÉBEN



KIVONAT Egymással vezérlési kapcsolatban nem levő szennyvíz átemelők üzemét összehangoljuk, hogy a közös fogadóban csökkentsük a beérkező szennyvíz mennyiség ingadozását. Az összehangolás a vezérlő PLC-k órája alapján történik. Az üzem összehangolása csökkenti az átemelők üzemidejét is mert nem dolgoznak szembe egymással.

KULCSSZAVAK Szennyvízáttemelő, szakaszos üzem egyenletes telepterhelés, kommunikációra hibatűrés

NÉMETH ÁDÁM üzemirányítási mérnök, Fővárosi Vízművek Zrt.

A Szigetszentmiklósi szennyvíz tisztító telepre három szennyvíz átemelő továbbítja a szennyvizet:

- Laki vég (MA22) ~20 m³/h továbbított szennyvízzel egy gépes üzemben
- Petőfi utca (MA17) ~ 300 m³/h továbbított szennyvízzel egy gépes üzemben
- Tököli út (MA13) ~ 300 m³/h továbbított szennyvízzel egy gépes üzemben

Az átemelők melletti szállítások egymásrahatás nélkül értendők, mert a Petőfi és Tököli úti átemelőnek közös nyomóvezeték szakasza is van, így együttes üzem esetében ~450 m³/h csak a közös szállításuk. A részben közös nyomóvezeték egy 1 km hosszú NA 500 átmérőjű. A laki vég átemelő nem a közös nyomóvezetékre dolgozik, így az egymásrahatás elhanyagolható a többi átemelővel. Lásd 1. ábra. A telepre van érkező szennyvíz szállítás mérés 10 másodperces regisztrálással, így jól látszik, hogy rendszeres a nagy átemelők együttes üzemé még éjszaka is, ami eléggé megterheli a telep utóülepítőjét, valamint es hosszú üzemszünetek vannak. A leírt problémára szeretnénk megoldást találni.

Megoldás peremfeltételei

1. Átemelők között nincs kommunikáció, csak a központi vezérlő PLC-vel.
2. Átemelők a központtal 2-3 percenként kommunikálnak, esetenként 1-1- ciklus kiesik.
3. Az egyik átemelő üzemé esetében a többit tiltani nem szerencsés, mert a visszaduzzasztás növeli a dugulás gyakoriságát. A Master-slaave kommunikáció esetében ez nehézkes is, mert valós időben max 10 s késleltetéssel 2-3 perces körrel ez nem is lehetséges.
4. Összehangoltságot célszerű kommunikáció kiesés esetében is tartani.
5. Ultrahangos szintmérés van minden átemelő szívótérben, ennek alapján vezérel a PLC.

A közelítő megoldáshoz vezető gondolatok:

Az átemelők üzemében periodikusság tapasztalható, ezt ki lehetne használni. Az átemelőket vezérlő PLC rendelkezik másodperc felbontású realtime órával. Ezeket az órákat szinkronizálni lehet egy közös időalaphoz. Ez a szinkronizáció a SCADA rendszerben a megjelenítést is egyértelműen olvashatóvá teszi.

A két gépes átemelőnek van egy négy úszókapcsolós fedővédelme, ahol a minimum úszókapcsoló leállítja, a be1 úszókapcsoló felváltva indít egy szivattyút, a be2 a második nem üzemelő melegtartalékot indítja, a vészmax pedig mindkét szivattyút és vészjelzést ad. A 2. ábrán ezek a pirossal jelölt úszókapcsolók. Mivel ezek a PLC nélkül is vezérik az átemelő működését, a szintmérés és a PLC vezérlés a be1 és a min úszókapcsoló között kell tartsa a szintet. Az elv itt is hasonló: a ki szinten leállítja a PLC a szivattyúkat, be_1 szinten az váltott üzemben indítja az egyik, be_2 szinten a második meleg tartalék gépet. (2. ábra)

Az ötlet

Próbáljunk meg az átemelőkre a realtime óra alapján meghatározni időablakokat, melyek nincsenek átfedésben egymással, és a mért szint adatok alapján ebben az időablakban üzemeltessük a szivattyú(ka)t. Az időablakokat néhány paraméterrel definiáljuk, így a plc programja módosítás nélkül, csak paraméter változtatással hangolható az igényhez.

Tekintsük meg az eredményeket

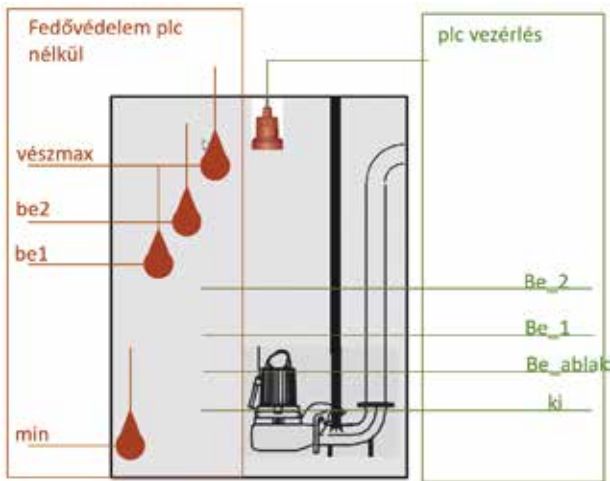
Nappal a telepre érkező regisztrált vízmennyiség a következőképpen alakult:

Mind a 3., mind a 4. ábrán a zöld vonal a Tököli úti, a barna vonal a Petőfi utcai átemelő szintjeit mutatja. Az alsó fekete vonal a telepre érkező szennyvíz mennyisége, a piros vonal 375 m³/h. Jól látszik, hogy július 12-én rendszeres a 0 telepre érkező vízmennyiség, valamint rendszeres a 375 m³/h feletti mennyiség is. Az októberben telepre érkező mennyiség jóval egyenletesebb. A éjjel a telepre érkező mennyiség alakulása még látványosabb.

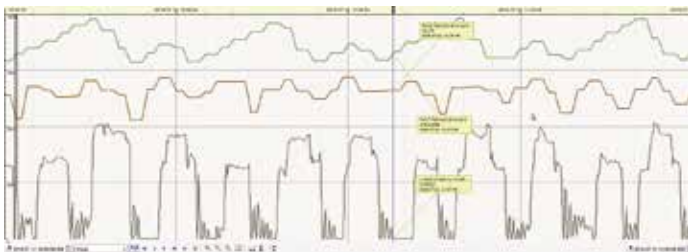
Az 5. ábrán jól látszik, hogy éjjel akár fél óráig sem érkezett szennyvíz a telepre, majd hirtelen mindkét nagy átemelő rázúdította a vizét egyszerre. Az algoritmus bevezetése után legalább 10 percenként, de inkább sűrűb-



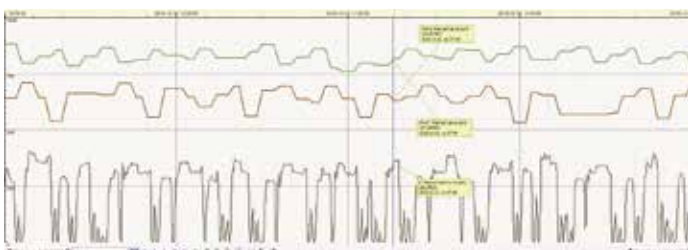
6. ábra: Bevezetés utáni állapot: 2018.X.12. 3:00-5:00



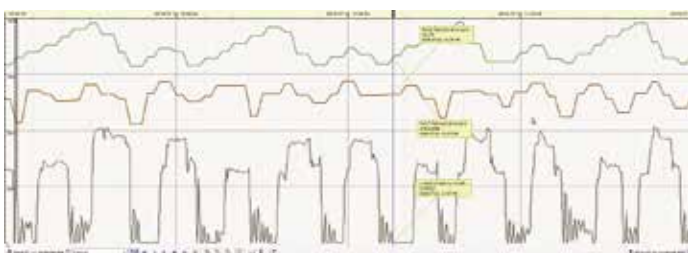
2. ábra: Átemelő vezérlés logikája



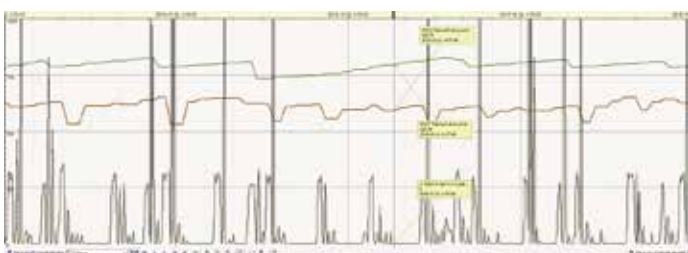
3. ábra: Bevezetés előtti állapot: 2018.VII.12. 10:00-12:00



4. ábra: Bevezetés utáni állapot: 2018.X.12. 10:00-12:00

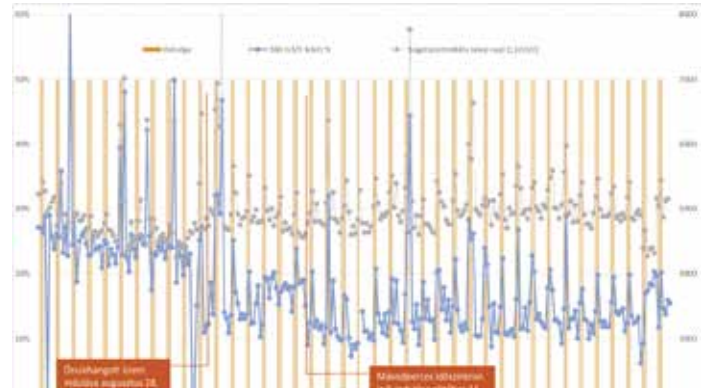


5. ábra: Bevezetés előtti állapot: 2018.VIII.17. 3:00-5:00



6. ábra: Bevezetés utáni állapot: 2018.X.12. 3:00-5:00

ben érkezett szennyvíz a telepre, és az együttes üzemek elmaradtak. A csillapítás eredményei magukért beszélnek. A 7. ábrán az látható, hogy a telepre érkező mennyiség az idő hány százalékában volt $360 \text{ m}^3/\text{h}$ felett. Jól látható, hogy hétvégén, amikor nagyobb a beérkező szennyvíz mennyisége, nem kerülhető el a két nagy átemelő együttes üzeme.



7. ábra

Záró gondolatok

Az algoritmus előnyei

- Nem szükséges valós idejű folyamatos kapcsolat, ritka kommunikációnál, vagy kommunikáció megszakadásakor is működik akár napokon keresztül.
- Tetszőleges számú akár különböző kommunikációs csatornán kezelt átemelő üzeme is összehangolható.
- Nem szükséges hozzá átemelők közötti kommunikáció
- Éjjel csökkenti a rendszerben a tartózkodási időt, ezáltal gátolja a berothadást.
- Az eddig kiépített fedővédelem és vezérlési szintek továbbra is működnek.

Az algoritmus hátrányai

- Emberi behangolást igényel, fogyasztási szokások, vagy terület változás esetében újra kell hangolni.
- Csak a szokásos terhelésre működik jól, a rendkívüli terhelésekhez helyzetekhez nem tud alkalmazkodni.
- A gépenkénti indulásszám kismértékben növekedik.
- Egy átemelőben nem azonos szállítású gépek esetében gyenge az eredmény.

Mi történik az energiafelhasználással?

A bevezetés során a nagyobb indulásszám és átlagos emelőmagasság miatt emelkedni kell a fajlagos energiafelhasználásnak. Ezzel ellentétesen hat, ha az átemelők egymásra hatása miatt hosszabb az üzemidő és nagyobb az emelőmagasság, mivel ezt a hatást csökkent az algoritmus, az energiafelhasználás csökkenhet is. Szintén az energiafelhasználás csökkenése irányába hathat a kevésbé berothadt szennyvíz kisebb levegőztetési igénye.

A megvalósításért köszönet illeti a Fővárosi Vízművek SCADA csoportját a SCADA rendszer és a PLC-k programozásáért: Pfindtner-Fábián Viktóriát, Pfindtner Istvánt, Sadecky Jánost

A DABASI SZENNYVÍZÁTEMELŐ RENDSZER KORSZERŰSÍTÉSE



KIVONAT A DAKÖV Dabas és Környéke Vízügyi Kft. 2013-ban nyújtott be PIAC-13 azonosító számon egy kutatás fejlesztési pályázatot. A pályázat keretein belül egy új optimalizációs eljárással készített szivattyúzási menetrend is elkészült. A cikkben bemutatjuk ennek az optimalizációs módszernek rövid összefoglalóját és az üzemelése során szerzett tapasztalatokat.

KULCSSZAVAK szivattyúoptimalizáció, dinamikus programozás, üzemoptimalizáció, kutatás fejlesztés pályázat

DR. JASPER ANDOR főmérnök, DAKÖV Kft.

1. Előzmények

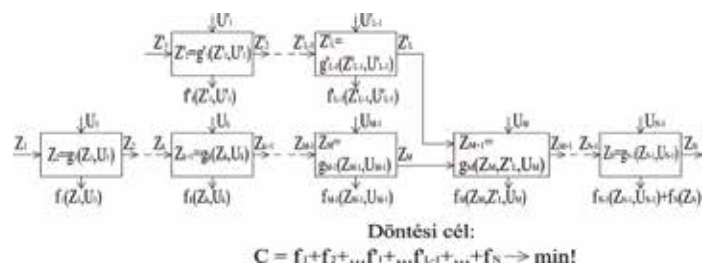
A DAKÖV Dabas és Környéke Vízügyi Kft. 2013-ban nyújtotta be „Szennyvíztisztító telep korszerűsítése” című pályázatát a Kutatási és Technológiai Innovációs Alap „Piacorientált kutatás-fejlesztési tevékenység támogatása” című pályázatára. A Kutatási és Technológiai Innovációs Alapból nyújtott támogatások célja „a kutatás-fejlesztési és innovációs aktivitás, és a vállalati-kutatóhelyi együttműködés növelése” az Új Széchenyi Tervben meghatározott célkitűzésekkel összhangban. A „Piacorientált kutatás-fejlesztési tevékenység támogatása” pályázat célja olyan kutatás-fejlesztési tevékenységek támogatása, amelyek jelentős szellemi hozzáadott értéket tartalmazó új, piac képes termékek, szolgáltatások, technológiák, illetve ezek prototípusainak kifejlesztését eredményezik. A projektben közreműködik a BME Épületgépészeti és Gépészeti Eljárastechnika Tanszéke. A sikeres pályázat Piac-13-1-2013-0030 azonosító számon 2014. január 1-jével indult. A projekt futamideje 2016. június 30-ig tart.

A Dabas és Környéke Vízügyi Kft. által elnyert pályázat közvetlen célja a dabasi szennyvíztisztítási technológia korszerűsítése, ezáltal a szakaszosan túlterhelt szennyvíztisztító telep tehermentesítése és a kibocsátási paraméterek folyamatosan az előírt értékeken belül tartása, a szennyvíztisztítás hatásfokának javítása, mindeközben az üzemeltetés optimalizálásával a rendszer villamosenergia-felhasználásának csökkentése.

2. A dabasi szennyvízhálózat grafelméleti leírása

A szennyvízcsatorna-hálózat rendszerelméletileg és rendszertanilag úgynevezett összeágazó rendszerek, amelyek leírását és a dinamikus programozással történő optimalizációját például a [1] számon hivatkozott közleményben mutattuk be. Az összeágazó rendszer vizsgálatához az alapmodellt az 1. ábra szemlélteti.

Megállapítottuk, hogy a dabasi szennyvízcsatorna-hálózat viszonylag egyszerű morfológiai gráffal modellezhető. A gráf nem összefüggő, illetve több szuverén részgráfra bontható, amelyeket alrendszernek, illetve részrendszereknek nevezünk. Az ezeket leíró részgráfok ún. összeágazó, több gyökerű, fordított fastruktúrájú gráfok. A rajtuk értelmezhető döntési modellek összeágazó döntési rendszereket képeznek. A rajtuk értelmezhető feladatok ún. szállítási feladatok. A keletkező szennyvizet különböző szállítási útvonalakon – zárt vagy nyitott, gravitációs és/vagy szivattyús szállítással, közbeni gyűjtőpontokon keresztül a tisztítótelepre szállítjuk. A sík területen fekvő, kiterjedt rendszer 23 db nagyteljesítményű átemelőszivattyút tartalmaz, szívóoldalukon számottevő tárolókapacitást jelentő gyűjtőaknákkal. A döntési cél a felhasznált szivattyúzási energia minimálása, mindeközben a tisztítótelepre beérkező szennyvízhozam csúcsainak levágása.

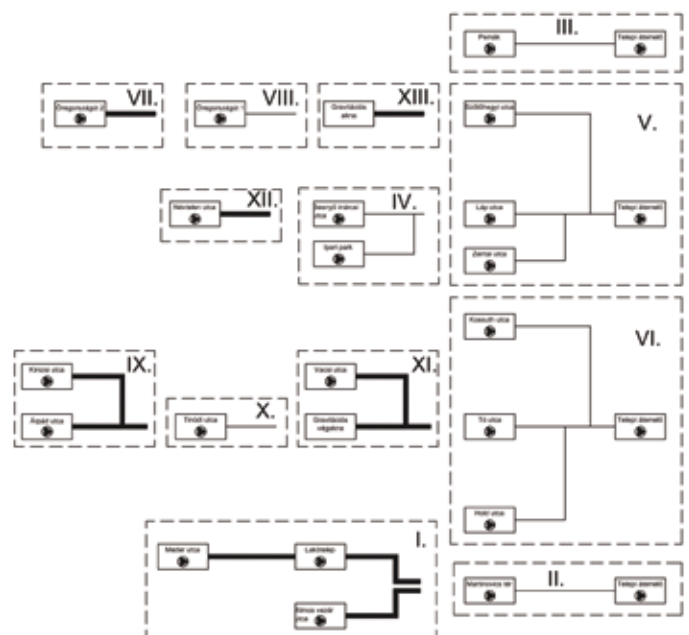


1. ábra: Összeágazó rendszer döntési modellje

Az összeágazó rendszert az ágak levágásával soros rendszerekre bontjuk, és a soros rendszerekre visszafelé haladó rekurzív optimalizációt hajtjuk végre.

A dabasi szennyvízcsatorna rendszert a 2. ábra szemlélteti. A rendszer hidraulikailag négy független alrendszerre bontható, amelyek a következő részrendszerekből állnak:

- III. alrendszer,
- VII., VIII., XIII., XII., IV., V. alrendszerek,
- IX., X., XI., VI. alrendszerek,
- I., II. alrendszerek.



2. ábra: A dabasi szennyvízhálózat alrendszerre bontása. A vastag vonal gravitációs elvezetést, míg a vékony nyomás alatti szállítást jelöl.

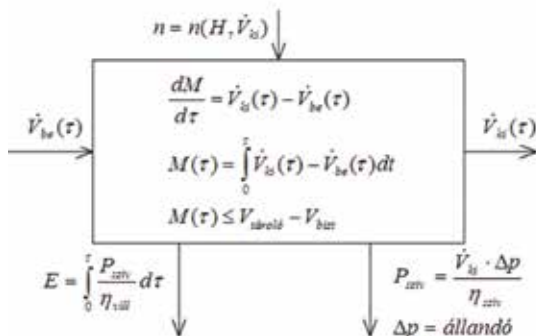
- Az első hidraulikai alrendszer a III. egymagában, amelynek végpontja a Pemák átemelő, amelynek gyűjtőjéből egy szennyvízátelő szivattyú nyomott rendszeren keresztül szállít a Telepi átemelőbe.
- A második alrendszer végpontjai az Öregországút 2., a Névtelen utca, Ipari park és Zentai utcai átemelők. Ez a rendszer, bár hidraulikailag összefüggő, vannak benne gravitációs és nyomott részrendszerek is.
- A harmadik rendszer végpontjai a Kinizsi utcai, Árpád utcai, Vacsai utcai, Kossuth utcai, Hold utcai átemelők. Ebben a rendszerben is vegyesen fordulnak elő gravitációs és nyomott alrendszerek.
- A negyedik alrendszer végpontjai a Meder utcai és az Álmos vezér utcai átemelők, amelyekből átemelő szivattyúkkal, de gravitációs szállítással jut a szennyvíz a Martinovics téri aknába, ahonnan nyomás alatti szállítással jut tovább a telepi átemelőbe.

A négy alrendszerben a szállítási feladatok tovább bonthatók, további részrendszerek alakíthatók ki és azok külön-külön vizsgálhatók. A hidraulikai számítások módszertana különbözik aszerint, hogy az alrendszerekben gravitációs vagy nyomott szállítás valósul meg. A következőkben bemutatjuk a gravitációs szállítás és nyomás alatti szállítás hidraulikai analizisét. A hidraulikai analizis alkalmazása során az úgynevezett „módosított alapfeladatot” kell elvégezni. Azt vizsgáljuk, hogy az akna üritése során, különböző szállítási teljesítmények választása esetén egy-egy telítődési profil figyelembevételével milyen áramlási kép alakul ki, és milyen szivattyú munkapontokat kell beállítanunk. A különböző szállítási stratégiák összehasonlításával kapjuk az optimális szállítási stratégiát, amelynek részleteit a hidraulikai analizis feladatait bemutatását követően ismertetjük.

3. Az alrendszerek és részrendszerek bemenet-kimenet modelljei, elemi döntési modellek

3.1. A gravitációs végaknából történő gravitációs szállítás irányítási-döntési modellje

Ezekbe a végaknába a szennyvíz gravitációs, nyílt felszínű szállítással érkezik, az átemelőszivattyú a szennyvizet egy újabb gravitációs vezetékbe szállítja. A változó térfogatáramú gravitációs szállítás jellemzője, hogy az áramlási paraméterek (térfogatáram, áramlási sebesség, töltési fok) a helynek és időnek is függvényei. Ha például az átemelőszivattyú hosszabb üzemzset után indul, akkor a keresztmetszet eltérő szelvényeiben az említett áramlási paraméterek eltérő időfüggvény szerint fognak változni. Az ilyen típusú aknák és szállítási feladatok az Álmos vezér utca, Árpád utca, Kinizsi utca, Meder utca, Országút 2., Vacsai utca jelzésű részrendszerekben vannak. A feladatok bemenet-kimenet típusú white-box modelljét a 3. ábra szemlélteti. A modellekben a bemeneti és kimeneti változókat, a döntési változót és a döntések következtében előálló gazdasági eredményt, valamint az ezek közötti transzformációs összefüggéseket, mérlegegyenleteket és korlátokat tüntettük fel. A valódi döntési változó a szivattyú fordulatszáma. Meg kell



3. ábra: Gravitációs végakna, szivattyús kiszállítás gravitációs továbbszállítás bemenet-kimenet típusú white-box modellje

jegyeznünk, hogy gravitációs végaknából történő szivattyús kiszállítás, majd gravitációs továbbszállítás esetén a szivattyú emelőmagassága lényegében állandó. A szivattyú fordulatszámának megválasztásával olyan munkapontokat kell beállítanunk, amelyeket állandó emelőmagasság és változó térfogatáram-szállítás jellemez. Az optimális szivattyú-fordulat-

$$C = \int_0^{24} E(\tau) d\tau = \int_0^{24} \frac{P_{sziv}}{\eta_{sziv}} d\tau = \Delta p \int_0^{24} \frac{\dot{V}_u(\tau) \Delta p(\tau)}{\eta_{sziv}} d\tau \rightarrow \min! \quad (1)$$

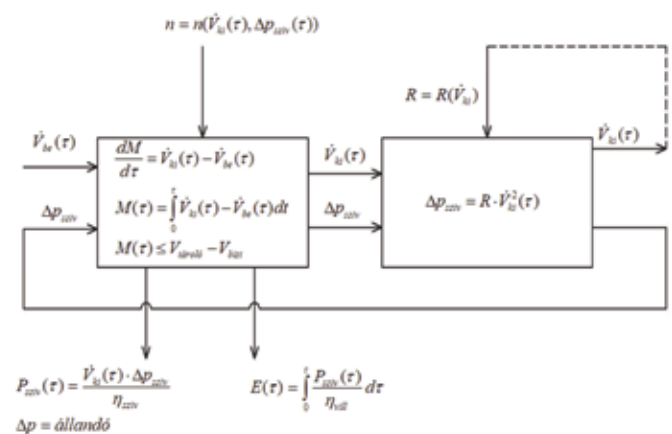
szám beállítása az alábbi célfüggvény szerint történik:

azaz a cél olyan szivattyúzási menetrend megvalósítása, amely a napi szivattyúzási munka minimumát eredményezi az egyéb követelmények (minimális és maximális aknaszintek, a szennyvíz maximális tartózkodási idejének stb.) egyidejű betartása mellett.

3.2. Gravitációs végakna, nyomás alatti szivattyús szállítás, soros rendszer

Ezekbe az aknába a szennyvíz gravitációs úton érkezik, az átemelt szennyvíz nyomás alatti vezetékben lép ki. A nyomás alatti változó térfogatáramú szállítás jellemzője, hogy állandó keresztmetszet és lejtés esetén a gravitációs vezetékektől eltérően az áramlási jellemzők (térfogatáram, áramlási sebesség, töltési fok) nem függvényei a helynek, csak az időnek. Az ilyen típusú aknák és szállítási feladatok a Martinovics tér, Pemák jelzésű részrendszerekben vannak. A bemenet-kimenet típusú white-box modellt a 4. ábra szemlélteti. A nyomás alatti szivattyús szállításban a csővezeték hidraulikai ellenállása jó közelítéssel állandónak vehető. A döntési feladatban a szivattyú fordulatszám-menetrendjét kívánjuk meghatározni, az alábbi célfüggvény szerint, ahol a cél a felhasznált energia minimalizálása:

$$C = \int_0^{24} E(\tau) d\tau \rightarrow \min \quad (2)$$

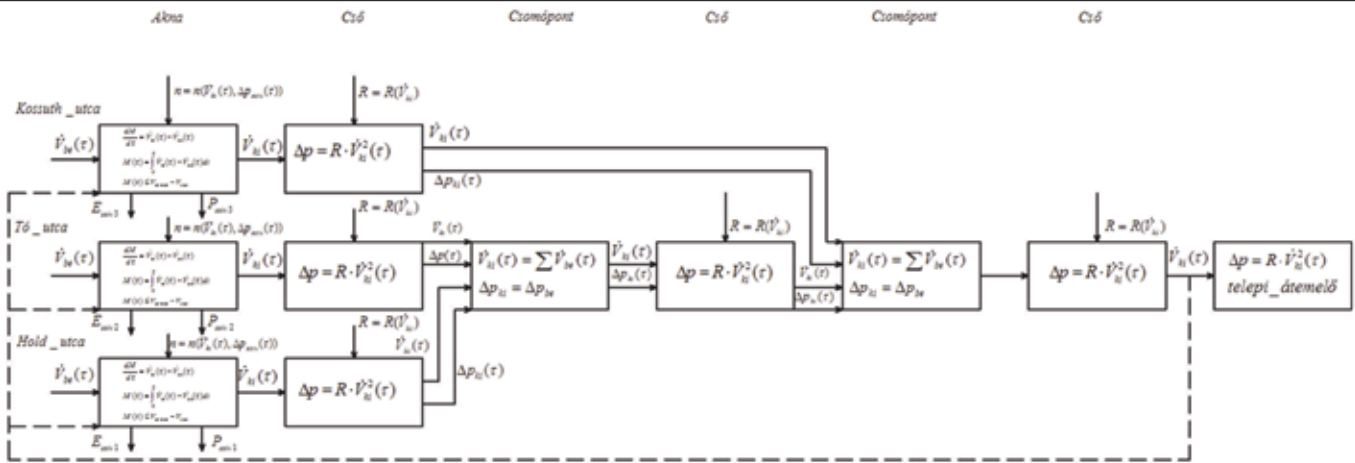


4. ábra: Gravitációs végakna, nyomás alatti szivattyús bemenet-kimenet típusú white-box modellje

3.3. Összeágazó rendszerek, nyomás alatti szállítás

3.3.1. Az V. és VI. alrendszer elemzése

Az ilyen típusú aknák és szállítási feladatok a V. és VI. alrendszerekben vannak (lásd: 2. ábra). A bemenet-kimenet típusú white-box modellt az 5. ábra szemlélteti. A nyomás alatti szivattyús szállításban a csővezetékek hidraulikai ellenállása jó közelítéssel állandónak vehető. A döntési feladatban a szivattyú fordulatszámának meghatározása a cél, amelynek alkalmazásával a kívánt térfogatáramokat minimális energiafelhasználással szállítjuk.



5. ábra: Összeágazó rendszerek, nyomás alatti szivattyúzás bemenet-kimenet típusú white-box modellje

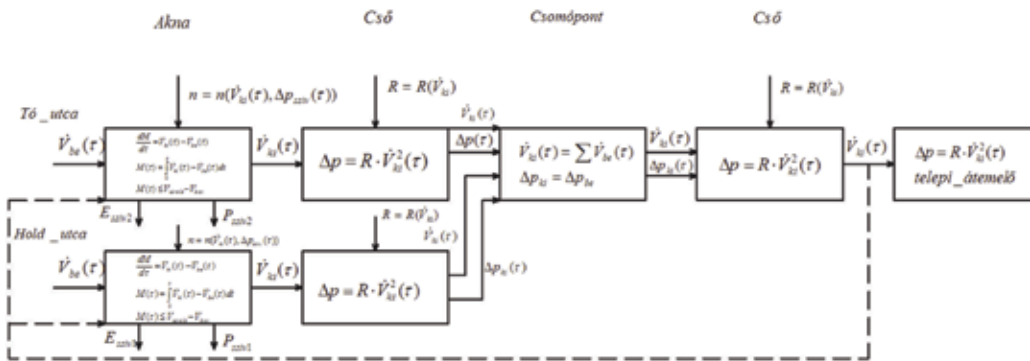
Az optimális szivattyú-fordulatszám beállítása az alábbi célfüggvény szerint történik, ahol a cél a falhasznált energia minimalizálása a hatások függvényében:

$$C = \int_0^{24} E_{sziv1}(\tau) d\tau + \int_0^{24} E_{sziv2}(\tau) d\tau + \int_0^{24} E_{sziv3}(\tau) d\tau \rightarrow \min! \quad (3)$$

A feladatban a döntési változók a szivattyúk fordulatszámai: n_1, n_2, n_3 . Hasonló elven, de más döntési modell segítségével határozhatjuk meg azon aknák szivattyúinak optimális fordulatszám-menetrendjét, ahol pl. nyomás alatti vezeték csatlakoznak közös aknába, ahonnan az átemelőszivattyú gravitációs vezetékre dolgozik. (Ezeket jelen cikkben nem mutatjuk be.)

3.3.2. A IV. alrendszer elemzése

A IV. alrendszer (lásd: 2. ábra) bemenet-kimenet típusú white-box modelljét a 6. ábra szemlélteti. A nyomás alatti szivattyús szállításban a csővezetékek hidraulikai ellenállása jó közelítéssel állandónak vehető. A döntési feladatban a Besnyő Inárcsi utca, illetve „Ipari park” átemelőaknáknak lévő szivattyúk fordulatszám-menetrendjének meghatározása a cél, amelynek alkalmazásával a kívánt térfogatáramokat minimális energiafelhasználással szállíthatjuk.



6. ábra: IV. alrendszer, nyomás alatti szivattyúzás bemenet-kimenet típusú white-box modellje

Az optimális szivattyú-fordulatszám beállítása az alábbi célfüggvény szerint történik:

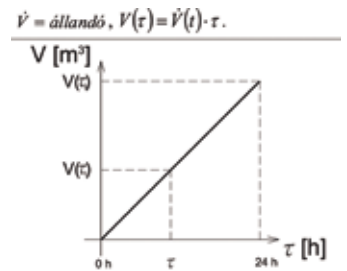
$$C = \int_0^{24} E_{sziv1}(\tau) d\tau + \int_0^{24} E_{sziv2}(\tau) d\tau \rightarrow \min!$$

A feladatban a döntési változók a szivattyúk fordulatszámai: n_1, n_2 . A munkapontok meghatározásához meg kell oldanunk a részrendszerekre

a Kirchhoff-egyenleteket. Mivel az 1. és 2. átemelőszivattyúk azonos szintre dolgoznak, a megoldáshoz a csomóponti egyenleten kívül fiktív hurokegyenletet is meg kell oldanunk.

4. A döntési illetve üzemeltetési stratégiák elemzése

A szállítási stratégiák kialakításához hasznos gondolatokat ad a linearizált szennyvíztermelődésk töltési görbéje. Ez csak elméleti megfontolásban érhető el, viszont a mérnökök számára ez a legjobban kezelhető és legkönnyebben megoldható probléma. Itt nem számolunk tározókapacitás-korláttal, úgy tekintjük, mintha a tározó végtelen nagy lenne. A feladat az, hogy az egy nap során termelődé szennyvízmennyiséget milyen szivattyúteljesítménnyel tudjuk optimálisan, a legkisebb energiafelhasználással kiszállítani. Bizonyítjuk, hogy az egyenletes, lineáris ürtítés adja az abszolút optimális stratégiát. Ennél kevesebb energiával nem tudjuk elszállítani a keletkező szennyvízmennyiséget. Az előzők szerint a feladat az, hogy minimális költségű üzemeltetést valósítsunk meg, illetve ami ezzel csaknem egyenértékű, hogy a szivattyúk minimális felvett energiával üzemeljenek.



7. ábra: Lineáris szivattyúzási üzemi jelleggörbe

A lineáris telítődéshez két ürtítési stratégiát mutatunk be.

- Egyenletes szivattyúteljesítménnyel történő ürtítés:

$$\dot{V}_{\text{ürités}} = \dot{V}_{\text{töltés}}, \quad V(\tau) = 0, \forall \tau.$$

A célszerű és logikus döntés, hogy a keletkező szennyvizet folyamatosan, állandó teljesítménnyel szivattyúzzuk ki az átemelő aknából. Ekkor a betárolt mennyiség nulla, mivel nem használjuk ki az időbeli eltolódások enyhítésének lehetőségét. A szivattyúzáshoz felhasznált energia, ha a szivattyú állandó P teljesítménnyel üzemel üzemórán keresztül (egyelőre nem véve figyelembe a szivattyú hatásfokát; τ_0 jelentse a teljes üzemidőt):

$$E(\tau_0) = P_{\text{szivattyú}} \cdot \tau = R \cdot \dot{V}^3 \cdot \tau_0.$$

– Változó intenzitású ürítés, két különböző teljesítménnyel

$$\dot{V}_{\text{ürítés}} = \frac{1}{2} \cdot \dot{V}_{\text{töltés}}, \tau \leq \frac{1}{2} \cdot \tau_0 \text{ és } \dot{V}_{\text{ürítés}} = \frac{3}{2} \cdot \dot{V}_{\text{töltés}}, \frac{1}{2} \cdot \tau_0 \leq \tau \leq \tau_0.$$

Ebben az esetben a nap első felében a szivattyú a töltési teljesítményhez képest 50%-os teljesítményen üzemel, ekkor a keletkező szennyvízmennyiségnek csak a felét tudjuk kiszivattyúzni. A nap második felében beláthatóan a szivattyúnak 150%-os teljesítménnyel kell üzemelnie, hogy a keletkező napi szennyvízmennyiséget kiürítsük a rendszerből. Ekkor az energiamérleg az alábbi:

$$V(\tau_0) = \frac{1}{2} \cdot \dot{V} \cdot \frac{\tau_0}{2} + \frac{3}{2} \cdot \dot{V} \cdot \frac{\tau_0}{2} = \dot{V} \cdot \tau_0.$$

A napi szivattyúzásra felhasznált energia:

$$E = R \cdot \left(\frac{\dot{V}}{2}\right)^3 \cdot \frac{\tau_0}{2} + R \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot \dot{V}\right)^3 \cdot \frac{\tau_0}{2} = R \cdot \dot{V}^3 \cdot \tau_0 \cdot \frac{14}{8} = 1,75 \cdot R \cdot \dot{V}^3 \cdot \tau_0.$$

Ebből az egyszerű számításból látható, hogy a második esetben, tehát amikor az egyenletes ürítés helyett változó teljesítményű ürítést alkalmazunk, a szivattyúzási munka, így az ezzel járó költség is magasabb, mint az első esetben. Az elv általánosítható, más elvételi arányok mellett is könnyen bizonyítható, hogy az optimális stratégia az, amikor az ürítési térfogatáram megegyezik a töltési árammal. Egyszerű példával szemléltetve a lineáris-tól eltérő, ún. fűrészfog stratégia így változtatja meg a felhasznált energia mennyiségét. A folyamatos ürítés energiateljesítménye:

$$E = R \left(\frac{24}{24}\right)^3 \cdot 24 = 24R.$$

„Fűrészfog” vagy törtvonalas ürítés:

$$E = \left[12 \left(\frac{2}{1}\right)^3\right] R = 96R.$$

Az energiateljesítményünk négyeszerese a lineáris ürítéshez képest. Az optimális ürítési stratégia tehát az, hogy a szivattyút a nap folyamán egyenletes teljesítményen működtetjük. Ahol a jelleggörbe a lineáris egyenes felett van, ott szennyvízbetározás jelentkezik. Ennek a stratégiának az szab határt, hogy a betározás nem haladhatja meg a tárolókapacitást.

Vizsgáljuk meg az optimális ürítési térfogatáramtól való pozitív és negatív eltéréseknek az optimumra gyakorolt hatását! Ekkor már két vagy több eltérő térfogatáramú szivattyúzás szükséges eltérő időtartamokig, amelyek összesen teljesítik a rendszer kiürítését. Egyszerűség kedvéért két eltérő elvételt vizsgálunk azonos időtartamig

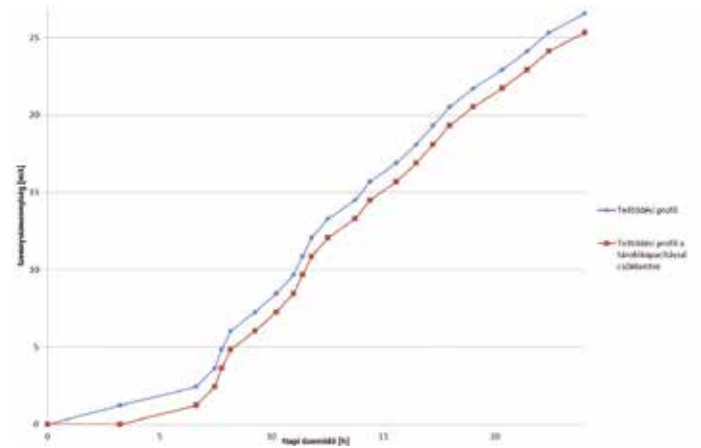
$$(\dot{V} + \Delta\dot{V}_1)^3 = \dot{V}^3 + 3 \cdot \dot{V}^2 \cdot \Delta\dot{V}_1 + 3 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\dot{V}_1^2 + \Delta\dot{V}_1^3, \quad (1.0)$$

$$(\dot{V} - \Delta\dot{V}_2)^3 = \dot{V}^3 - 3 \cdot \dot{V}^2 \cdot \Delta\dot{V}_2 + 3 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\dot{V}_2^2 - \Delta\dot{V}_2^3 = \dot{V}^3 - 3 \cdot \dot{V}^2 \cdot \Delta\dot{V}_2 + 3 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\dot{V}_2^2 + \Delta\dot{V}_2^3 = \dot{V}^3 - 3 \cdot \dot{V}^2 \cdot \Delta\dot{V}_2 + 3 \cdot \dot{V} \cdot \Delta\dot{V}_2^2 + \Delta\dot{V}_2^3 \quad (1.1)$$

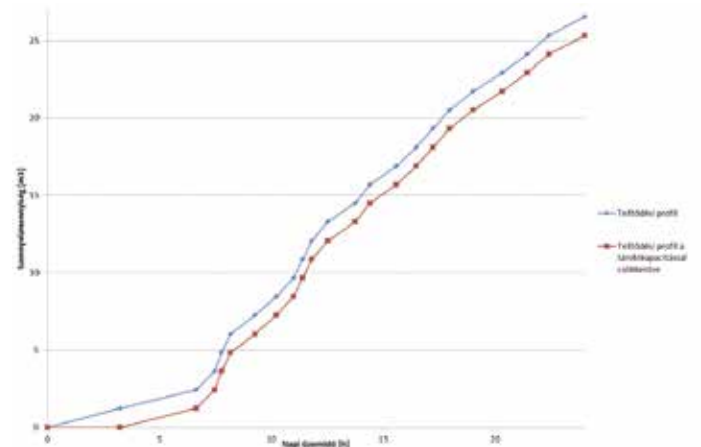
Ha a $\Delta\dot{V}_1 \equiv \Delta\dot{V}_2$ feltételezéssel élünk, azaz az egyik időpontban beállított kisebb eltérés azonos a másik elvételi időpontban az ezt kompenzáló, nagyobb mennyiséggel:

$$(\dot{V} + \Delta\dot{V})^3 - (\dot{V} - \Delta\dot{V})^3 = 6 \cdot \dot{V}^2 \cdot |\Delta\dot{V}| > 0. \quad (1.2)$$

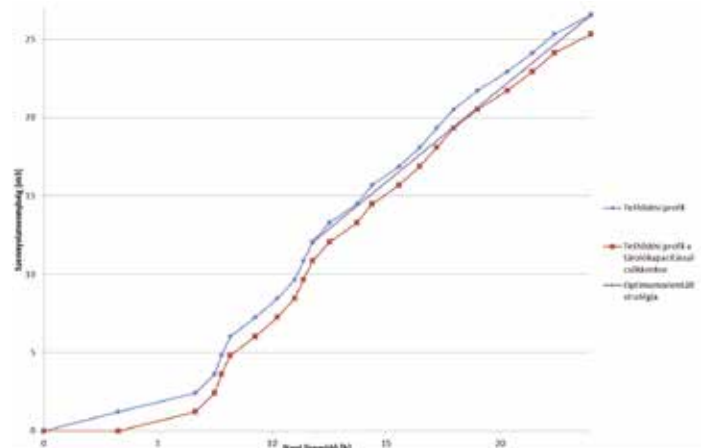
Itt az a kérdés vizsgálendő meg, hogy a betárolódás mértéke nem lépi-e túl a tározó térfogatát. Ennek vizsgálatához a 9. ábra szerint kell eljárni. A tényleges szennyvízprofil értékeiből vonjuk le a betárolható szennyvízmennyiség nagyságát. Ekkor a törtvonalas stratégia az optimális. A 10. és 11. ábrán bemutatunk egy szinttartó és egy optimumorientált stratégiát.



9. ábra: Töltési profil és a tárolókapacitással csökkentett profil szemléltetése



10. ábra: Szinttartó stratégia



11. ábra: Optimumorientált stratégia

A stratégiákra kiszámolt napi energiateljesítmény arányértékek a következők:

telítődési profilt követő törtvonalas stratégiával (9. ábra): 86,84 egység
szinttartó stratégiával (10. ábra): 86,69 egység
optimumorientált stratégiát alkalmazva: 81,41 egység

Az egyes stratégiákkal elérhető elméleti megtakarítások mértéke a telítődési profilt követő törtvonalas stratégiához képest:

szinttartó stratégiával: 0,17%

optimumorientált stratégiával: 6,26%

Természetesen ezek a mutatók nem tartalmazzák a tényleges szivattyúüzemben mutatkozó hatásfokváltozásokat és a mostani üzemiállapot-hoz viszonyított megtakarításokat.

5. A szabályozási rendszer

Az előzőekben bemutatottak alapján elkészítettük az egyes átemelők menetrejéjét több év napi átlagainak alapján. Megkülönböztettünk hétköznapokat, hétvégéket és ünnepnapokat az eltérő fogyasztási szokások alapján. Az aknák szabályozása ezáltal három különböző szinten valósul meg.

1. Az aknák mindegyikének rendelkeznie kell autonóm helyi PLC szabályozással, amelyik
 - képes az akna szabályozásának alapfeladatait ellátni,
 - képes a szélsőséges aknaszinteket kezelni (leürülés, maximum szint elérése),
 - a memóriájában tárolt szennyvízhozam-menetrend alapján képes szennyvízszállítást korlátozottan optimális szállítással megvalósítani.

Ez utóbbi azt jelenti, hogy az akna szabályozása csak abban az esetben valósít meg optimális szállítást, ha a napi szennyvízhozam-menetrend pontosan megegyezik a memóriájában lévő, előre jelzett menetrenddel. Az aknában lévő PLC korlátozott képességei miatt nem alkalmas arra, hogy az előre jelzett menetrendtől való eltérés esetén az optimális szállítás új paramétereit önállóan meghatározza.

Ez a működés a szabályozás vésszműködését jelenti, amire csak akkor van szükség, ha valamilyen okból megszakad a kommunikáció az akna és a központi felügyelet között. Normál körülmények között az aknák meghatározott ciklusidő szerint (minimum 1 percnként) kommunikálnak egymással. A kommunikáció során az akna elküldi a központi szabályozás számára az akna pillanatnyi szintjét, az pedig a következő kommunikációs ciklusban megadja az akna számára az előre jelzettől eltérő szennyvízhozam esetére meghatározott optimális, módosított térfogatáramot (pontosabban az akna megvalósításához szükséges szivattyúfrekvenciát).

2. A központi szabályozás a kommunikációs ciklusokban minden akna számára meghatároz egy, az előre jelzettől eltérő körülményekhez alkalmazkodó optimális szállítási térfogatáramot. Ez a térfogatáram minden ciklusban minden aknára kiszámításra kerül, és a központi szabályozás ciklusonként elküldi az aknáknak az ennek megvalósításához szükséges szivattyúfrekvenciát. Ez felülírja az aknák PLC-jében tárolt szállítási menetrendeket, de nem írja felül a minimum és maximum szintekre vonatkozó protokollokat.

3. Amennyiben a szennyvíztelep terhelése indokolja, a központi szabályozás felülírhatja a 2. pont szerinti, a szivattyúzás minimális energiafelhasználását célzó szabályozási stratégiát. A várható terhelési csúcsok előtt a központi szabályozás leürítheti az aknákat, akár az energiafelhasználás szempontjából optimális stratégiát is felülírva, a csúcsok idején pedig azok szintjét a szennyvíz betárolása érdekében akár a maximumig is növelheti.

6. Eredmények

A tervezett rendszer 2016-ban valósult meg. Az üzemeltetés során az elsődleges pozitívum, hogy a szennyvíztisztító telepre érkező szennyvíz intenzitása kiegyenlítettebb lett. Az átemelő rendszer tározókapacitása nagyjából 100 m³, ami nem jelent nagy pufferelesési lehetőséget a telepre érkező napi 2000 m³ szennyvíz esetében, mégis képes arra, hogy csökkentse az intenzitási csúcsokat. Az új üzemeltetési stratégia ezen felül energiamegtakarítással járt, ami a fajlagosokban is látszik. A rendszer bevezetése előtt 0,24 kWh/m³ volt az átlagos energiaigény, ami a módosítás után 0,2-0,22 kWh/m³ értékre csökkent. Feltehetjük a kérdést, hogy végül megérte-e a beruházás. Azt kell mondani, hogy igen. Laposodtak a szennyvíztisztító telepre beérkező intenzitási csúcsok, így kiegyenlítettebb a terhelés és csökkent a fajlagos energiaigény. A nagy beruházási költség miatt viszont pályázat nélkül húsz éven belül sem térül meg az átalakítás, így a módszer alkalmazását inkább az új rendszerek tervezésénél célszerű alkalmazni, ahol a fenti eljárás nem jelent nagy pluszköltséget a beruházásban, viszont egy rendszerben, nem pedig különálló egységekben gondolkodó hálózatot tudunk létrehozni.

7. Irodalomjegyzék

[1] Garbai László, Jasper Andor: *A matematikai rendszerelmélet feldolgozása és alkalmazása épületgépészeti optimalizációs feladatok megoldására*; MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET 59: (3) pp. 3-6. (2011)

[2] Garbai László: *Táv hőellátás: Hőszállítás*; Budapest, Typotex Kiadó, 2012. 956 p. (ISBN: 978-963-279-739-7)

Vízű Panoráma / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja
Kiadja a Magyar Víziközmű Szövetség
Felelős kiadó Nagy Edit / Főszerkesztő Mária Igéti Bence
A főszerkesztő munkatársai Várszegi Csaba, Tary Dávid,
Kasperkiewicz Kinga, Kreitner Krisztina
Szerkesztőség 1051 Budapest, Sas utca 25., IV. em.
Telefon +36 30 315 2472 E-mail vizmu.panorama@maviz.org
Honlap www.maviz.org/vizmupanorama
Hirdetésszervezés Tary Dávid / E-mail tary.david@maviz.org
Lapterv BrandAvenue / Korrektor BrandAvenue
Nyomda Present Művészeti és Szolgáltató Kft.
Nyilvántartási szám B/SZI/1925/1993 302-5066
ISSN 1217-7032 / Minden jog fenntartva

Lapunkat rendszeresen szemléli a megújult
www.observer.hu

OBSEVER

VÍZ
MŰ
PANORÁMA



A Vízű Panoráma
a megjelenéssel
egy időben elérhető
a MaVíz honlapján!

A LAKOSSÁGI SZENNYVÍZ NEHÉZFÉM-TARTALMÁNAK VÁLTOZÁSA AZ ELEVENISZAPOS SZENNYVÍZTISZTÍTÁS SORÁN



KIVONAT A lakossági szennyvíz szervesanyag- és tápanyagtartalmának eltávolítása ma már nem okoz különösebb gondot, miközben a benne található szerves és szervesetlen mikroszennyezők hatékony és gazdaságos eltávolítása erősen kutatott területté vált. Bár a nehézfémek szennyvízben való jelenlétét és koncentrációváltozását már régóta vizsgálják, hazánkban kevés erre irányuló elemzés készült. Tanulmányunkban a lakossági szennyvíz nehézfém-tartalmát és az egyes komponensek koncentrációjának alakulását vizsgáltuk a hagyományos eleveniszapos technológia során.

KULCSSZAVAK eleveniszapos szennyvíztisztítás, lakossági szennyvíz, nehézfémek, szennyvíziszap

GULYÁS GÁBOR¹, FILEP ATTILA¹, KISS GERGELY¹,
RÁDI JÓZSEF², DR. DOMOKOS ENDRE³, DR. KÁRPÁTI ÁRPÁD³
1 Dunántúli Regionális Vízmű Zrt., 2 Elgoscár-2000 Kft., 3 Pannon Egyetem, Környezetmérnök Intézet

Bevezetés

A nehézfémek a természetében mindenütt jelen vannak, és szinte mindig kimutathatók a kezeletlen nyers szennyvízben is. A települési szennyvizek nehézfém-tartalma viszonylag jól behatárolható, rendszerint alacsony és inkább csak az antropogén hatásokkal érintett területeken lehet magasabb (Deycard et al, 2014; Di Cesare et al, 2016). Az ipari termelés miatt a szennyvíztisztító telepre érkező települési kevert szennyvíz (lakossági, ipari, lefolyások) nehézfém-koncentrációja azonban minden esetben eltérő, ezért nem lehet előre megjósolni (Chipasa, 2003).

A nehézfémek a települési szennyvízbe négyféle módon kerülhetnek: a lakossági és szociális vízfelhasználás következtében, az ipari szennyvízkibocsátásokkal, a talajvíz infiltrációjával és a városi csapadékvízlefolyásokkal (pl. közlekedés eredetű nehézfém-szennyezés). Ennek megfelelően a szennyvízbe jutó antropogén eredetű nehézfém-szennyezés forrásai az emberek életvitel, a közlekedés, a hulladéklerakók üzemeltetése, a mezőgazdaság és az ipari tevékenység (Akpor et al. 2014, Hu et al, 2014).

A lakossági eredetű nehézfém-kibocsátás az élelmiszerfogyasztásból, háztartási vegyszerek és festékek használatából, csővezetékek kopásából és az azokban kialakuló lerakódásból, személyes kozmetikai termékek használatából és a lakossági építőanyagok felhasználásából származik. Az egyes országok közötti különbségektől függetlenül a világ nagy részén alkalmazzák hasonló formában ugyanazokat az anyagokat (például rezet a belső vízvezeték-hálózatok kiépítéséhez, vagy fémszálal gumibroncsokat, esetleg horganyzott anyagokat az építkezésekhez), melyek korróziós és kopásból eredő termékei minden esetben megjelennek a szennyvízben.

Jellemzően nehézfém-tartalmú szennyvizeket eredményező ipari folyamatok az elemgyártás, a festés és a festékek előállítás, a kőolajfinomítás, a galvánipar, a textilipar, a bőripar, az akkumulátorgyártás, a bányászat, az ércdúsítás, a fémelőállítás és a fémfeldolgozás (Akpor et al. 2014; Ke et al, 2017; Liu et al, 2017). Szintén jelentős lehet az esőzések következtében kialakuló városi lefolyások nehézfém-terhelése, amely inkább rövidebb, de intenzívebb esőzések esetén lehet számottevő. Egyes területeken jellemző lehet a talajvíz nagymértékű beszívargása a

szennyvízelvezető rendszerbe (infiltráció), amely a környezeti körülményektől függően a talajban koncentrálnak a nehézfém-tartalom egy részét is magával viszi (Houhou et al, 2009).

A nehézfémek egy része az élőlények számára nélkülözhetetlen nyomelem. Csekély mennyiségük alapvető jelentőségű a szervezet működése szempontjából, túlzott expozíciójuk ugyanakkor rendkívül káros következményekkel járhat. A káros hatások és elváltozások a nehézfémionok szervezeten belüli fiziológiai és biokémiai folyamatainak (pl. proteinek és peptidok károsodása, enzimatis reakciók gátlása, elektrolitegyensúly zavara) eredménye. A nehézfémek állatokra és emberre gyakorolt súlyos hatásai közé tartoznak a növekedési rendellenességek, az idegrendszeri, légzőszervi és egyéb szervi károsodások, a rák kialakulása és mindezek következtében az idő előtti elhalálozás (Abdullahi, 2013).

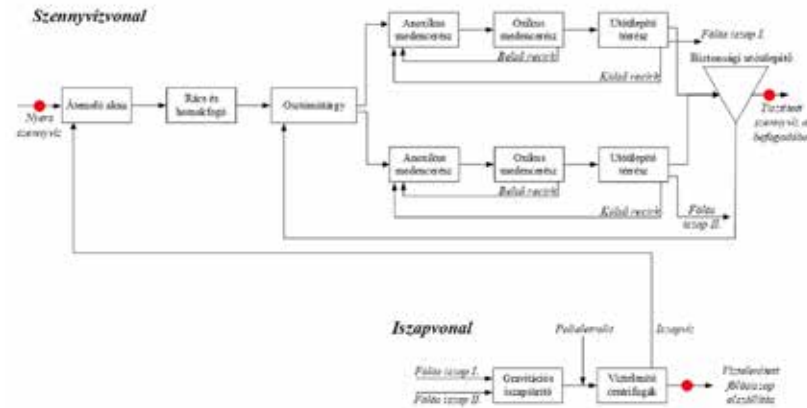
A nehézfémek toxikus hatása az emberi és állati egészségen kívül az eleveniszapos rendszerekre is bizonyítottan hatással van (Chipasa, 2003; Ziolko et al, 2011). A nehézfémek a szennyvíztisztító telepeken végbemenő biológiai folyamatokra is gátló hatással vannak, így komoly zavarokat okozhatnak. Jelenlétük korlátozza a hagyományos technológiákban keletkező szennyvíziszapok elhelyezését és hasznosítását. A fémtoxikusság mértéke a szennyvíztisztító telepen egyértelműen függ az egyes fémek tulajdonságaitól, megjelenési formájuktól és biológiai hozzáférhetőségüktől is, a lebegőanyag-koncentrációtól, a jellemző iszapkortól és az egyéb kationok koncentrációjától is (Ziolko et al, 2011). Befolyásolja továbbá a jelenlévő mikroorganizmus-kultúra összetétele, mivel a különböző fajok eltérő toxicitási küszöbértékeket mutathatnak.

Alapadatok

A vizsgálathoz szükséges minták egy hazai kommunális szennyvíztisztító telepről származtak. A szennyvíztisztító telep egy kiemelt üdülőkörzet szennyvizét tisztítja, a szennyvízelvezetéssel érintett településeken meghatározó ipari tevékenységet nem folytatnak.

Az alkalmazott szennyvíztisztítási technológia hagyományos eleveniszapos rendszer, az érkező szennyvíz mechanikai és biológiai tisztításával, illetve a keletkező fölösízap gépi víztelenítésével (1. ábra). A napi

5000 m³ nyers szennyvíz megtisztítását biztosító technológia előülepítés nélkül üzemel, a vizsgált, nyers szennyvízzel érkező komponensek jellegükből adódóan csak a tisztított szennyvízzel, illetve a víztelenített iszapban koncentrálódva hagyhatják el a rendszert.

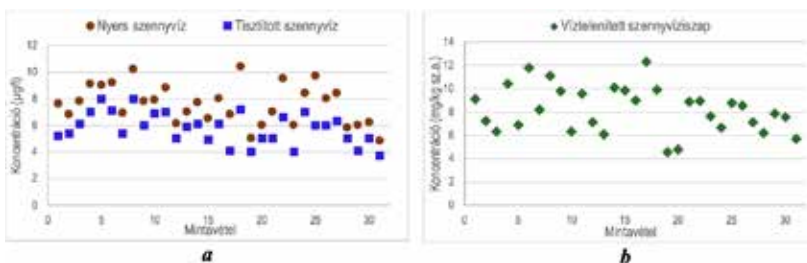


1. ábra. A vizsgált szennyvíztisztító technológia sémája a mintavételi pontok megjelölésével

A vizsgálatok során 31 napon keresztül, naponta vettünk mintát az egyes mintavételi pontokon. A minták feltárását zárt mikrohullámú roncsolóban végeztük. A szennyvíz és az iszapminták nehézfém tartalmát ICP-AES módszerrel határoztuk meg az EPA6010C:2007 szabvány szerint.

Eredmények

Az arzén koncentrációját valamennyi mintában pontosan meg tudtuk határozni. Jellemző koncentrációja a nyers szennyvízben 5-10 µg/l (átlag: 7,56 µg/l), amely az eleveniszapos tisztítást követően 4-8 µg/l-re (átlag: 5,78 µg/l) csökkent (1a. ábra). A mérések azt mutatják, hogy a hazai vízbázisok legkritikusabb szennyezőjének tartott arzén nyers szennyvízben tapasztalható koncentrációja az ivóvízben megengedhető legnagyobb arzénkoncentráció (10 µg/l) alatt maradt. Ez a megállapítás ugyanakkor nem általánosítható, hiszen a szennyvíz arzéntartalmát erősen befolyásolja a területen szolgáltatott ivóvíz arzénkoncentrációja is. A



2. ábra. A szennyvíz minták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) arzéntartalma

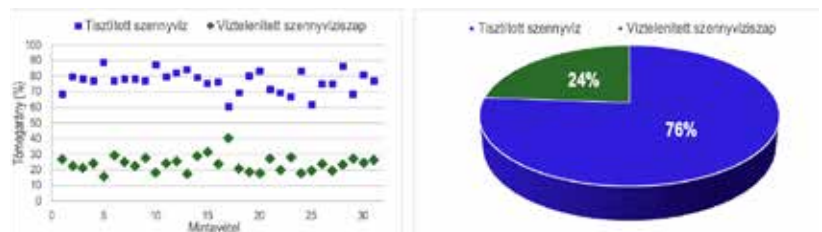
víztelenített szennyvíziszap arzéntartalma is jól behatárolható, a szennyvíziszap méréseink alapján 4,5 mg/kg sz.a. és 12,3 mg/kg sz.a. közötti (átlag: 8,23 mg/kg sz.a.) tömegarányban tartalmaz arzént (2b. ábra).

Az érintett üdülőkörzet ivóvízellátása karszt- és felszíni vízbázisból történik, melyek arzéntartalma minimális (a vizsgált időszakban és azon kívül is jellemzően 1 µg/l alatti), szemben a hazai rétegvizek átlago-

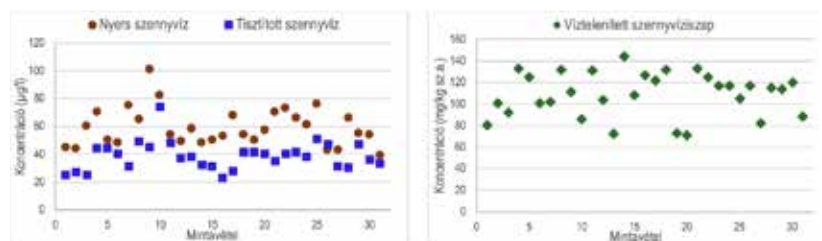
san 20-40 µg/l-es, de extrém esetekben akár 100 µg/l-t is meghaladó koncentrációjával. A szolgáltatott ivóvíz és a nyers szennyvíz arzénkoncentrációjának különbségéből egyébként az következik, hogy lakossági eredetű arzén megjelenésére a szennyvízben még ma is számítani lehet.

A tisztított szennyvízben maradó arzénkoncentráció a befolyó mennyiség 60-85%-a, miközben az érkező mennyiség 15-40%-a kerül az iszapba (3. ábra). Átlagos megoszlását tekintve az arzén 76,4%-ban a tisztított szennyvízzel és 23,6%-ban a víztelenített eleveniszapban koncentrálódva hagyja el a szennyvíztisztító telepet.

A vizsgálatok során a nehézfémeken túl a bárium és a bór koncentrációjának változását is ellenőriztük mivel toxicitásuk miatt figyelmet érdemelnek. A báriumnak pozitív élettani hatása nem ismert, sőt oldható vegyületei kivétel nélkül mérgezőek. Felhasználása valamennyi, nehézfém tartalmú szennyvízet eredményező iparágra (pl. fémfeldolgozás, textilipar, festékgyártás) jellemző, stabil izotópjai miatt az atomenergetikában is használatos. A pár százalékos eltérést mutató anyagmérleg alapján a bárium az arzénhoz képest nagyobb arányban (~40%) került az iszapba. Befolyó koncentrációja 40-80 µg/l közötti, melyből 20-50 µg/l ma-



3. ábra. Az arzén megoszlása a szennyvíztisztító technológia kimenő anyagáramaiban



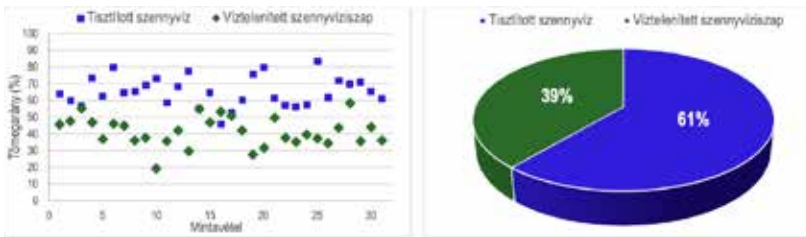
4. ábra. A szennyvíz minták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) báriumtartalma

rad a tisztított szennyvízben (4. ábra). A szennyvíztisztító telepre 0,2-0,5 kg/nap mennyiségben érkező bárium 100-110 mg/kg sz.a. tartalmat generál a víztelenített települési szennyvíziszapban.

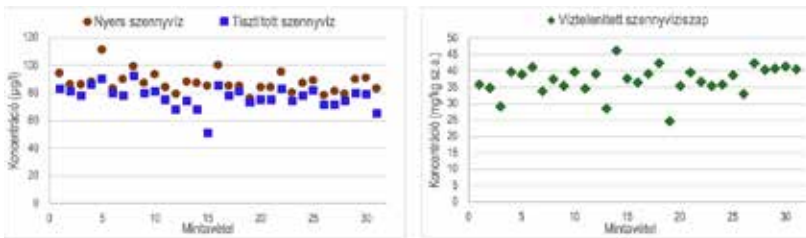
Az átlagos megoszlást tekintve a bárium körülbelül 40%-a adszorbeálódott az iszap felületén vagy épült be, miközben a fennmaradó 60% az élővízbe távozott (5. ábra).

A bór az élővilág számára fontos nyomelem, de magas dózisban – a nehézfémekhez hasonlóan – szervi károsodást és növekedési rendellenességeket okoz az emberi és állati szervezetekben. Emellett két stabil izotóppal is rendelkezik.

Nyers szennyvízben megfigyelt koncentrációja a báriumnál magasabb, jellemzően 80-100 µg/l közötti, amely a hagyományos eleveniszapos tisztítás során nem változik lényegesen (6. ábra). Az érkező mennyiség körülbelül 85-90%-a (70-90 µg/l) marad a szennyvízben a tisztítást követően is, és legfeljebb 20%-a kerül a szennyvíziszapba (6. ábra).

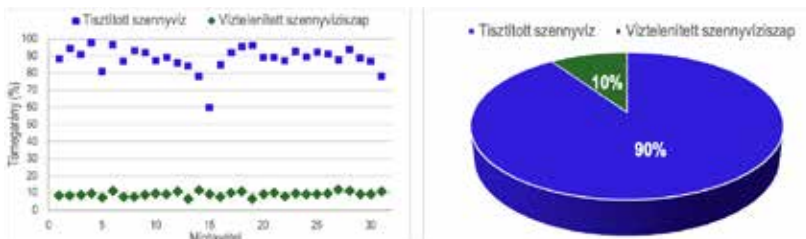


5. ábra. A bárium megoszlása a szennyvíztisztító technológia kimenő anyagáramaiban



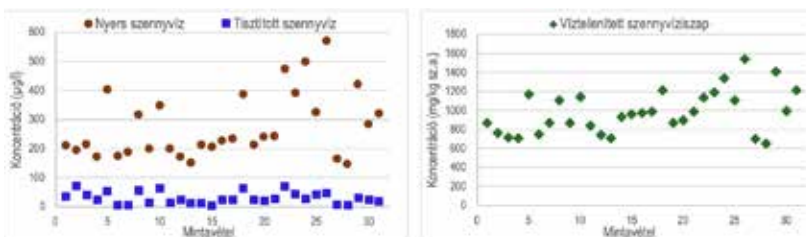
6. ábra. A szennyvízminták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) börtartalma

A szennyvíztisztító telepre naponta 0,42-0,66 kg közötti (átlag: 0,47 kg) mennyiségben érkezett bór, amelyből 50 g került az iszapba, és amelynek meghatározó része így a vízfázisban maradvagyta el a technológiát. A bórra vonatkozó koncentrációk pontosságát mutatja, hogy a mérési eredmények alapján számított mennyiségkülönbség a 31 anyagmérleg alapján a technológia két oldalán átlagosan 3% alatti és az egyes esetekben is csak ritkán haladta meg a 10%-ot (7b. ábra).



7. ábra. A bór megoszlása a szennyvíztisztító technológia kimenő anyagáramaiban

A kommunális szennyvizek és szennyvíziszapok esetén leggyakrabban emlegetett fémszennyezők a cink és a réz, melyek széles körű felhasználásuk miatt a lakossági szennyvízben is jelentősebb mértékben koncentrálnak. Méréseink alapján a nyers szennyvíz 0,15-0,60 mg/l koncentrációtartományban tartalmaz cinket, amely a tisztítást követően minden esetben 0,10 mg/l alá csökken (8. ábra). Ez alapján a vizsgált időszakban a tisztítóba naponta átlagosan 1,5 kg cink érkezett, melynek kisebb része (0,2-0,3 kg/d) távozott a tisztított szennyvízzel, miközben nagyobb része az iszapba



8. ábra. A szennyvízminták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) cinktartalma

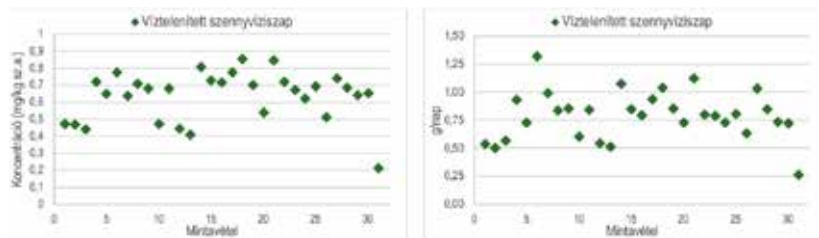


9. ábra. A cink megoszlása a szennyvíztisztító technológia kimenő anyagáramaiban

került. Ez utóbbi mennyiség 600-1600 mg/kg tömegarányt jelent az iszap szárazanyag-tartalmára vonatkozóan.

A tisztított szennyvíz cinktartalma jellemzően 8-18%-a volt a nyers szennyvízben mért koncentrációnak. Ezzel szemben a cink iszapban koncentráldott arányánál már nagyobb ingadozást tapasztaltunk, hiszen itt a jellemző 90% feletti részarány mellett 50-70%-os viszonyszámok is láthatók (9. ábra). Ezek az alacsony értékek akkor kerültek napvilágra, mikor a nyers szennyvíz cinkkoncentrációja magasabb volt és meghaladta a 400 µg/l-t. Ezekben az esetekben az anyagmérleg felállításkor a befolyó oldalon 20-30%-kal több cinket határoztam meg, mint ami aznap elhagyta a technológiát. Ennek oka mérési bizonytalanság lehet. A leírtakat összegezve az alapítható meg, hogy az érkező cink 90%-a kerül az iszapba, miközben az össz mennyiség tizede a tisztítást követően is a szennyvízben marad.

Eredményeim alapján az ezüst időnként kimutatható az iszapban, de a 31 alkalomból mindössze három esetben volt pontosan meghatározható mennyiségben jelen a befolyó szennyvízben, tehát a tisztított szennyvíz ezüstkoncentrációja is a legtöbbször kimutathatósági koncentráció alatti. Ameny-



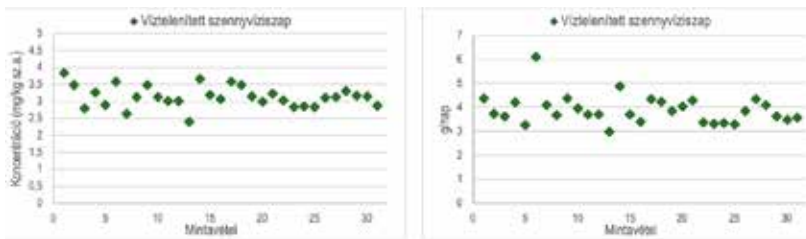
10. ábra. A víztelenített szennyvíziszap minták kadmiumtartalma

nyiben az iszapban detektálási határ feletti ezüsttartalmat mértünk (összesen hét mintában), az átlagosan 2,47 mg/kg s.z.a. koncentrációt jelentett, 4,01 mg/kg s.z.a. maximális tömegarány mellett. A kadmium jelenlétét már a nyers szennyvízben sem tudtuk detektálni, amiből következik, hogy a tisztított szennyvíz kadmiumtartalma is kimutathatósági határ alatti (0,5 µg/l) volt valamennyi minta esetében. Ezzel szemben a víztelenített szennyvíziszap kadmiumtartalma meghatározható volt, ugyanakkor itt is csak igen csekély mennyiségekről beszélhetünk. A szennyvíziszapminták

kadmiumtartalma jellemzően 0,4-0,9 mg/kg sz.a. közötti tömegarányt képviselt, és az 1 mg/kg sz.a. koncentrációt egy esetben sem haladta meg (10. ábra). A víztelenített szennyvíziszappal így naponta 0,5-1,1 g kadmium hagyta el a telepet.

Az iszapra jellemző kadmiumkoncentrációból kiindulva egyébként az átlagos 5493 m³/nap nyers szennyvíz mennyiségét és a szintén átlagos 1198 kg/nap keletkező iszapszáranyag tömeget figyelembe véve azt kapjuk, hogy az iszap kadmiumtartalmát legfeljebb néhány 10 ng/l kadmiumkoncentráció generálhatja a nyers szennyvízben.

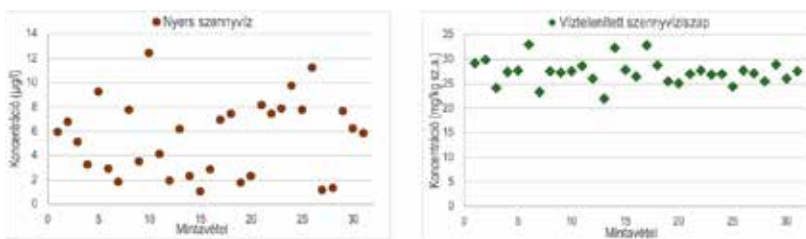
A kadmiumhoz hasonlóan a kobalt pontos koncentrációját sem tudtuk meghatározni a vízmintákban, ugyanis mennyisége csak négy alkalommal érte el az alkalmazott módszer kimutathatósági határát. A víztelenített szennyvíziszap kobalttartalma minden esetben meghatározható volt, de jellemzően csak néhány ppm (2,5-4,0 mg/kg sz.a.) tömegarányt jelentett (11. ábra).



11. ábra: A víztelenített szennyvíziszap minták kobalttartalma

A kadmiumnál levezetett számításhoz hasonlóan az iszapban koncentráldó kobalt tömege alapján a nyers szennyvízben 0,7-1,0 µg Co/l koncentráció valószínűsíthető.

A króm – bár jellemzően jelen volt a nyers szennyvízben – a tisztított szennyvízben már nem maradt detektálható mennyiségben. Lényeges különbség azonban, hogy míg a nyers szennyvíz alumíniumkoncentrációja és az arra vonatkozó detektálási határ között 2-3 nagyságrendnyi különbségek voltak megfigyelhetők, addig a króm mennyisége a nyers szennyvízben a kimutathatósági határkoncentrációval

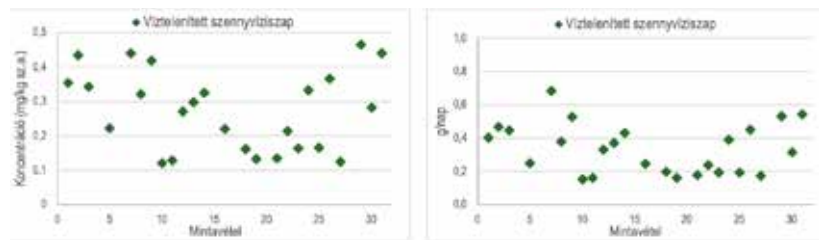


12. ábra: A nyers szennyvíz (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) krómtartalma

(1 µg/l) megegyező nagyságrendű (2-10 µg/l) volt (12. ábra). A víztelenített szennyvíziszap 20-35 mg/kg sz.a. koncentrációban tartalmaz krómot (12b. ábra).

Az iszapban tapasztalt krómtartalomtól egyébként 6-8 µg/l krómkoncentráció számítható ki a nyers szennyvízre, tehát annak ellenére, hogy a tisztított szennyvízre pontos adatokat nem tudtuk meghatározni, feltételezhető, hogy a telepre érkező króm közel teljes mennyisége az iszapba kerül. A szennyvíz higanytartalmánál ugyanazt tapasztaltuk, mint a kadmiumkoncentráció meghatározásánál. Jelenléte

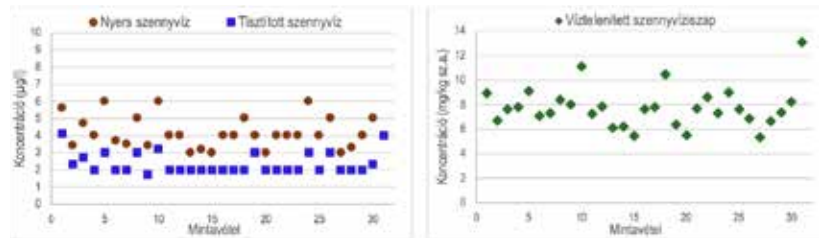
már a befolyó szennyvízben sem mutatkozott kimutathatónak egyik vízminta esetében sem. A víztelenített szennyvíziszap higanytartalma



13. ábra: A víztelenített szennyvíziszap minták higanytartalma

ugyan több mintánál is meghatározható volt, ezek a koncentrációk jellemzően 0,5 mg/kg sz.a. tömegarány alatt maradtak és hét mintában a 0,1 mg/kg sz.a. koncentrációt (kimutathatósági határ) sem érte el. A víztelenített szennyvíziszapba naponta mindössze 0,2-0,7 g higany került (13. ábra). A kadmiumnál felvázolt számítást követve az iszap átlagos 0,3 mg/kg sz.a. higanytartalmából kiindulva az érkező lakossági szennyvíz körülbelül 10 ng/l higanykoncentrációval jellemezhető.

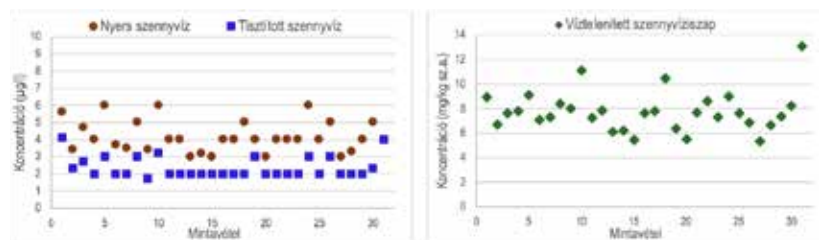
Méréseink szerint a nyers szennyvíz molibdént is tartalmaz az arzénhoz hasonló koncentrációban. A molibdén pontos eredete meghatározhatatlan, de vélhetően – az arzénhoz hasonlóan – részben az ivóvízből származhat. Bár koncentrációja a detektálási határon mozgott, csekély mennyiségben a tisztított szennyvízben is kimutathatónak



14. ábra: A szennyvízminták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) molibdéntartalma

bizonyult. Jellemző koncentrációja a vízfázisban 2-7 µg/l (14. ábra). Aránya a szennyvíziszapban 6-10 mg/kg sz.a. lehet, amely a szennyvízzel érkező mennyiség nagyjából felének iszapba épülését jelzi (14b. ábra).

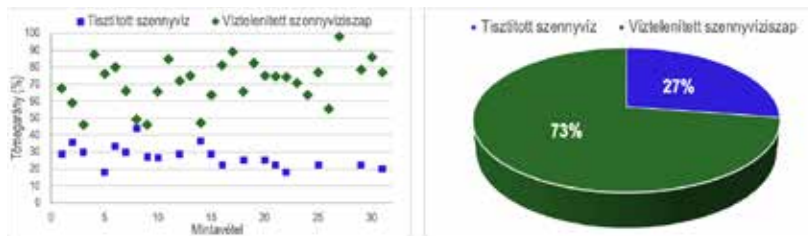
Méréseink alapján a növényi és állati szervezetben szintén nyomelemnek számító nikkell koncentrációja a lakossági szennyvízben 10 µg/l körüli. A tisztított víz nikkeltartalmát vizsgálva a minták kétharmadánál mértem detektálási határt meghaladó nikkeltartalmat, a nikkellkoncentráció azonban tíz elfolyó mintában nem érte el a 2 µg/l-t (16. ábra).



16. ábra: A szennyvízminták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) nikkeltartalma

A víztelenített szennyvíziszap nikkeltartalma minden esetben pontosan meghatározhatónak bizonyult, és jellemzően 20-40 mg/kg sz.a. tartományban mozgott (16. ábra).

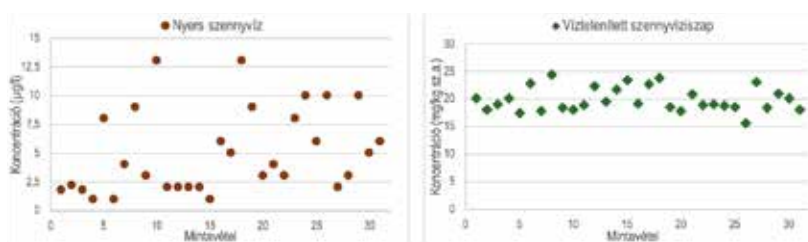
Mivel a nyers szennyvíz nikkeltartalma arányaiban nagy ingadozást mutatott, miközben a tisztított szennyvízben mért koncentrációk nagyjából állandónak (~ 2 µg/l) mutatkozott, a nikkeltartalom megoszlási aránya a kimenő vízfázis és az iszapfázis között szintén változó. Ezt az okot számszerűsítve úgy lehet bemutatni, hogy a tisztított víz nikkeltartalma akkor is 2 µg/l alatti volt, ha a nyers szennyvíz 4, vagy éppen 14 µg/l koncentrációban tartalmazott nikkelt. A 17. ábra egyébként nem mutatja azokat a megoszlási adatokat, melyeknél a nikkeltartalom a tisztított szennyvízben kimutathatósági határ alatti volt, mivel pontos koncentráció nélkül az arányok sem konkretizálhatók. Emiatt a nikkeltartalom 73%-ának iszapba kerülése is csak közelítő szám, és nagy valószínűséggel ennél magasabb arány is realizálható.



17. ábra: A nikkeltartalom megoszlása a szennyvíztisztító technológia kimenő anyagáramában

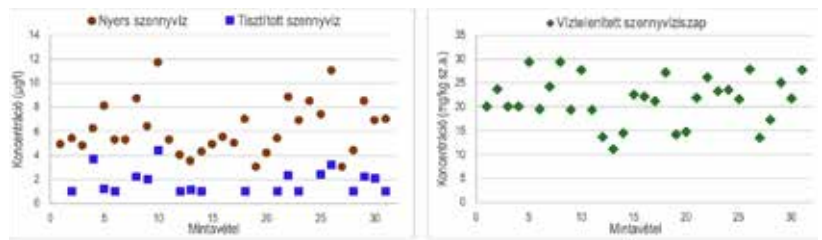
Az ólom jellemzően jelen volt a nyers szennyvízben, koncentrációját a tisztított szennyvízben viszont már nem tudtuk kimutatni. A krómhoz hasonlóan a nyers szennyvízben is a kimutathatósági határkoncentrációt (1 µg/l) csak kevéssé meghaladó mennyiségeket detektáltunk (2-10 µg/l; 18. ábra). A víztelenített szennyvíziszapban szintén kisebb arányban volt megtalálható, iszapban mért koncentrációja legtöbbször 15-25 mg/kg sz.a.-t tett ki.

Annak oka, hogy az ólom kevésbé koncentráldódik az iszapban, mint a króm, az lehet, hogy a króm inkább szil-



18. ábra: A nyers szennyvíz (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) ólomtartalma

lárd, míg az ólom oldott formában van jelen a települési szennyvízben. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy a nyers szennyvízzel érkező és az iszappal távozó nehézfém mennyiségeket összevetve a króm és az ólom esetében is többször előfordult, hogy az elfolyó oldalon akár két-háromszoros mennyiségét állapítottunk meg annak a tömegnek, ami a befolyó ólomtartalom alapján feltételezhető lenne. Az ólom koncentrációja a nyers szennyvízben és a víztelenített szennyvíziszapban is a krómhoz és az ólomhoz is nagyon hasonló. Néhány százalékkal viszont nagyobb arányt képvisel a nyers szennyvízben és kisebbet az iszapban, ami már elegendőnek

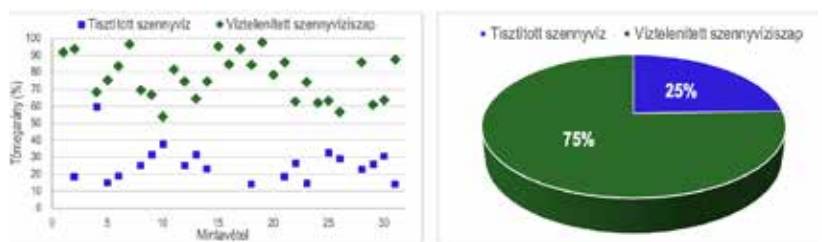


19. ábra: A szennyvízminták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) óntartalma

bizonyul arra, hogy az említett másik két fémnel ellentétben a tisztított szennyvízben is kimutatható legyen. Az elfolyó szennyvízminták kétharmadában tudtuk pontos ónkonzentrációt meghatározni (18. ábra).

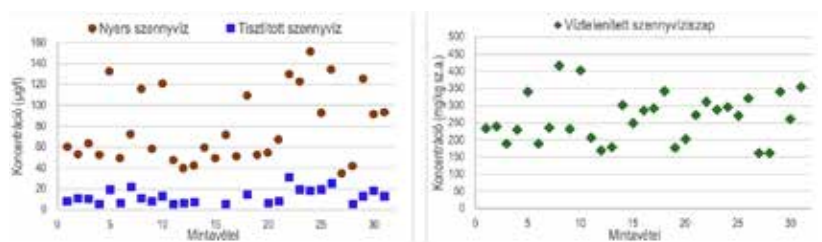
Az ón vízben maradó és az iszapba kerülő mennyiségének aránya szintén változatos, de ezek az értékek még jól elkülönülnek, így az egyes tartományok nem mosódnak össze. Megfigyeléseink szerint az ón iszapba kerülő része a beérkező mennyiség 90%-át is elérheti, de átlagosan ez az arány körülbelül 75%-ra tehető, miközben a tisztított szennyvízzel az ón tömegének negyede hagyja el a technológiát (20. ábra).

A befolyó szennyvíz rézkonzentrációját tekintve jelentős ingadozás figyelhető meg. A réz 40-160 µg/l-es koncentrációtartományban jelentkezett a nyers szennyvízben (21. ábra). Ettől függetlenül a tisztított vízben mért mennyisége jól behatárolható és jelentősen szűkebb koncentrációsáv-



20. ábra: Az ón megoszlása a szennyvíztisztító technológia kimenő anyagáramában

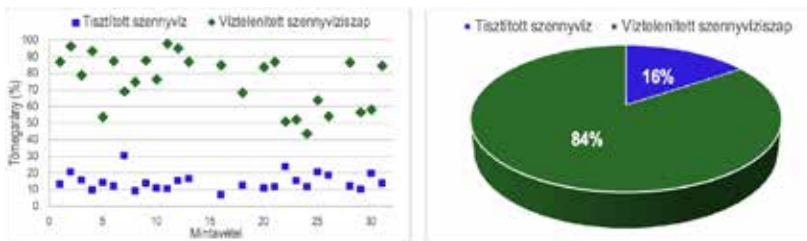
val jellemezhető. Abból, hogy a nyers szennyvíz réztartalma erősen ingadozó, de a technológiát elhagyó szennyvíz rézkonzentrációja kevésbé változik, az következik, hogy a víztelenített iszap réztartalma is tágabb tartományban mozog. Méréseink alapján a réz 0,1 és 0,5 g/kg sz.a. koncentráció között gyakorlatilag bármilyen tömegarányban jelentkezhet az iszapban (21b. ábra). A vizsgált időszakban napi 200-800 g (átlag: 440 g) réz érkezett a nyers szennyvízzel, melyből 20-220 g maradt a vízfázisban a tisztítást követően, miközben a maradék (átlagosan 0,5 kg) réz a víztelenített



21. ábra: A szennyvízminták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) réztartalma

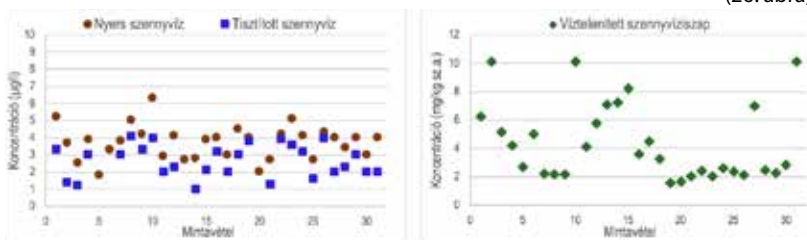
szennyvíziszapban koncentráldott. Ez az érkező rézmenyiséghez viszonyítva nagyjából 16%-os megoszlást jelent a vízfázisban és 84%-ot az iszapban (22b. ábra).

Méréseink alapján a nyers lakossági szennyvíz szelént tartalmazhat, melynek koncentrációja lényegében megegyezett a molibdén mennyiségével. A szennyvíziszapban a molibdénnel összehasonlítva valamivel kisebb arányban koncentráldódik, és az eleveniszapos technológiát jellemzően a tisztított szennyvízzel hagyja el. Átlagos koncentrációja

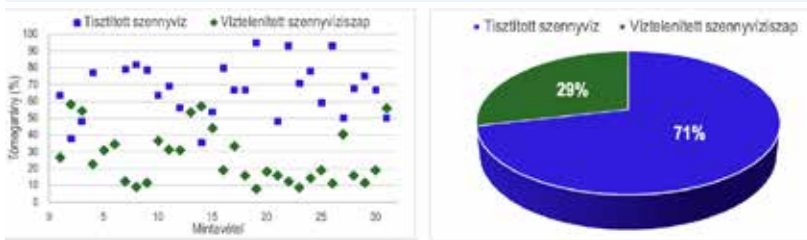


22. ábra: A réz megoszlása a szennyvíztisztító technológia kimenő anyagáramaiban

a nyers szennyvízben 4 µg/l, amelyből mintegy 3 µg/l koncentráció marad a tisztítást követően is a szennyvízben. Maradék része a szennyvíziszapban körülbelül 4 mg/kg sz.a. tömegarányt generál (23b ábra). A szelén vízben maradó és az iszapba kerülő mennyiségének aránya rendkívül változatos, és emiatt a két fázisra jellemző megoszlási tartományok igen csak összemosódnak. A szelénnél tapasztalt eltérések hasonló gyakorisággal semelyik másik vizsgált komponensnél sem fordultak elő. A fellépő bizonytalanság miatt a szelén megoszlása a két fázis között csak durva becsléssel közelíthető és 30-70%-ra tehető (a kisebb rész kerül az iszapba; 24b ábra).



23. ábra: A szennyvízminták (a) és a víztelenített szennyvíziszap (b) szeléntartalma



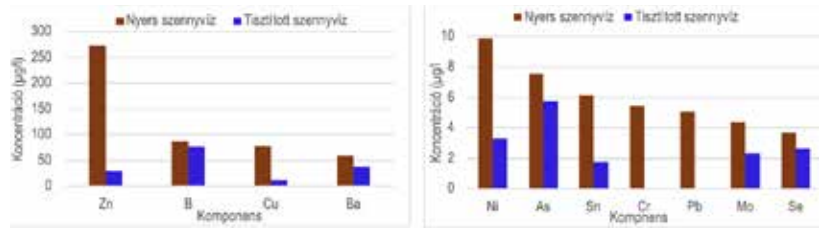
24. ábra: A szelén megoszlása a szennyvíztisztító technológia kimenő anyagáramaiban

Következtetések

A lakossági szennyvíz vizsgált komponenseit tekintve, azok mért mennyisége alapján az alábbi sorrend állítható fel:

Zn >> B > Cu > Ba >> Ni, As, Sn, Cr, Pb, Mo, Se >> Ag, Co, Hg, Cd.

A cinkhez viszonyítva az azt követő bór körülbelül harmadakkora koncentrációban van jelen. A réz és a bárium összes mennyisége a bórhoz hasonló, viszont azokat a nikkelt már közel egy nagyságrenddel kisebb koncentrációban követi.

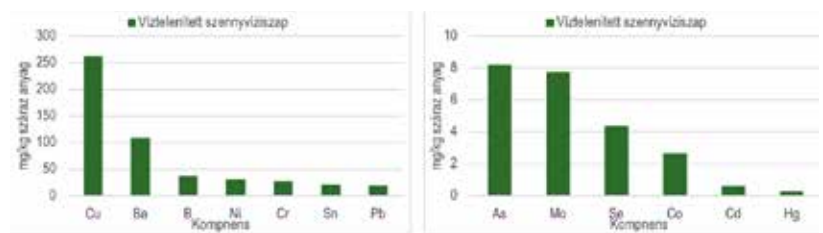


25. ábra: A szennyvízminták átlagos fémkoncentrációja

A víztelenített szennyvíziszapba koncentráldás szempontjából az alábbi sorrend határozható meg:

Zn >> Cu > Ba > B, Ni, Cr > Sn, Pb > As, Mo > Se, Co >> Cd, Hg.

Összes mennyiségét tekintve az iszapban a cink (átlag: 979 mg/kg sz.a.) a meghatározó, a cinket követi a réz, melynek közel teljes mennyisége az iszapba kerül. A felsorolt két elem mindegyikére jellemző, hogy mennyiségük meghaladja az őket követő komponensek együttes mennyiségét



26. ábra: A szennyvíziszapminták átlagos fémkoncentrációja

(26. ábra). Az iszap bárium-, bór-, nikkelt-, króm-, ón- és ólomtartalma még pontosan meghatározható, a többi elem viszont már ezeknél is jóval kisebb mennyiségben koncentráldódik. A települési szennyvíziszap ezüst-, kadmium- és higanytartalmától pedig gyakorlatilag el is tekinthetünk.

Eredményeink alapján elmondható, hogy a nehézfémek még abban az esetben is kimutathatók a kezeletlen nyers szennyvízben, ha az érintett területen gyakorlatilag csak lakossági szennyvízkibocsátásról beszélhetünk. A lakossági szennyvizekben a nehézfémek közül legalacsonyabb koncentrációban általában a higany van jelen, míg a legmeghatározóbb a cink előfordulása lehet.

A korábbi kutatások már rávilágítottak, hogy a toxikus nehézfémek mennyisége a települési szennyvíztisztításhoz kapcsolódó folyamatok (szennyvíztisztítás, iszapkezelés, komposztálás) során összességében nem változik, a nehézfémek csak más formában kerülnek elvezetésre a technológiából. A folyamatok során kialakuló arányokat az általunk készített anyagmérlegek jól szemléltetik, bár fontos megjegyezni, hogy a nehézfémek végső eloszlása minden esetben az adott technológiára jellemző, és alapvetően függ a befolyó szennyvíz összetételétől is. A mérések során előüleptítés és iszaprot-hasztás nélküli technológiát vizsgáltunk, tehát e két folyamat arányokat megváltoztató hatása nem érvényesülhetett.

Annak ellenére, hogy a települési szennyvíztisztító technológiákra nem különösen jellemző, hogy a nehézfémek eltávolítására is tervezik, látható, hogy napjainkban a kommunális szennyvíz nehézfém-tartalmát már a legtöbb esetben az egészségügyi határértékeknek is megfelelő, biztonságos szintre csökkentik. Vélhetően az érkező nehézfém-tartalom

csökkenése is nagymértékben hozzájárul ahhoz, hogy a legtöbb esetben a hagyományos eljárásokkal az évtizedekkel ezelőttihez képest szigorúbb előírások is teljesíthetők, bár a változó szennyvízösszetétel miatt ez a megfelelés nagymértékben függ az adott területre jellemző életritviteltől és a vízfelhasználási szokásoktól. A fejlett országokban a nyers szennyvízben csökkenő fémkoncentráció révén a nehézfémek eleveniszapokra gyakorolt mérgező hatása sem jelent ma már aggodalmat.

Felhasznált irodalom

- Abdullahi, M. S. (2013): Toxic effects of lead in humans: an overview. *Global Advanced Journal of Environmental Science and Toxicology*, 2 (6) pp. 157-162.
- Akpor O. B., Ohiobor G. O., Olaolu T. D. (2014): Heavy metal pollutants in wastewater effluents: Sources, effects and remediation. *Oghenerobor Advances in Bioscience and Bioengineering*, 2 (4) pp. 37-43.
- Chipasa K. (2003): Accumulation and fate of selected heavy metals in a biological wastewater treatment system. *Waste Management*, 23 pp. 135-143.
- Deycard V. N., Schafer J., Blanc G., Coynel A., Petit J. C. J., Lancelleur L., Dutruch L., Bossy C., Ventura A. (2014): Contributions and potential impacts of seven priority substances (As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, and Zn) to a major European Estuary (Gironde Estuary, France) from urban wastewater. *Mar. Chem.*, 167 pp. 123-134.

- Di Cesare A., Eckert E. M., D'Urso S., Bertoni R., Gillan D. C., Wattiez R., Corno G. (2016): Co-occurrence of integrase 1, antibiotic and heavy metal resistance genes in municipal wastewater treatment plants. *Water Research*, 94 pp. 208-214.
- Houhou J., Lartiges B. S., Montarges-Pelletier E., Sieliechi J., Ghanbaja J., Kohler A. (2009): Sources, nature and fate of heavy metal-bearing particles in the sewer system. *Science of the Total Environment*, 407 pp. 6052-6062.
- Hu X. F., Jiang Y., Shu Y., Hu X., Liu L., Luo F. (2014): Effects of mining wastewater discharges on heavy metal pollution and soil enzyme activity of the paddy fields. *Journal of Geochemical Exploration*, 147, part B, pp. 139-150.
- Ke Y., Shen C., Min X., Shi M., Chai L. (2017): Separation of Cu and As in Cu-As-containing filter cakes by Cu²⁺-assisted acid leaching. *Hydrometallurgy*, 172 pp. 45-50.
- Liu Z., Wang D., Peng B., Chai L., Liu H., Yang S., Yang B., Xiang K., Liu C. (2017): Transport and transformation of mercury during wet flue gas cleaning process of nonferrous metal smelting. *Environ Sci Pollut R*, 24 (28) pp. 22 494-22 502.
- Ziolko D., Martin O. V., Scrimshaw M. D., Lester J. N. (2011): An Evaluation of Metal Removal During Wastewater Treatment: The Potential to Achieve More Stringent Final Effluent Standards. *Critical Reviews in Environmental, Science and Technology*, 41 (8) pp. 733-769.

A FELHAGYOTT, LEZÁRATLAN, KEDVEZŐTLEN MŰSZAKI ÁLLAPOTÚ KUTAK VESZÉLYEI, AVAGY AZ AKTÍV VÍZBÁZISVÉDELEM FONTOSSÁGA ÉS KIHÍVÁSAI

„Poshadt vizű kút mellett üldögélve sosem találod meg a tiszta forrást.”
(Hioszi Tatiosz)



KIVONAT Felszín alatti vízkincsünk múltunk, jelenünk, illetve jövőnk fontos alappillére, ezért mennyiségi és minőségi megóvása kulcsfontosságú közös érdekünk. A felhagyott, lezáratlan és kedvezőtlen műszaki állapotban lévő (pl. megromgált, lezáratlan kútfejjel/szellőzőcsővel rendelkező, korrózió/törés következtében vélhetően lyukas csövezetű, szakszerűtlenül – a gyűrűstér lezárása nélkül – kivitelezett) kutak a felszín alatti vízkészletek minősége szempontjából potenciális veszélyforrást jelentenek; ugyanis rajtuk keresztül az adott mélységben lévő, beszűrözött vízáadó réteg(ek)ben tárolt víz – az érintett vízáadó réteg(ek) nyomásállapotának függvényében – közvetlen kapcsolatba kerül idegen vizekkel, tehát nagyságrendekkel lerövidül az a természetes földtani adottságtól függő elérési idő, mely alatt a felszín alá bekerült víz lejut a földtani közegen keresztül átszivárogva az adott vízáadó réteg(ek)be. A felszín alatti vízáadó rétegek elszennyződésének megelőzése érdekében elengedhetetlen a kútfej, valamint az esetlegesen rajta lévő átvezetések, illetve a kültérre kivezetett szellőzőcsőfej rovarvédő hálójával történő lezárása. Továbbá kutak létesítésekor a szűrözött vízáadó réteg felett a furatfal és a csőakat közötti gyűrűstér vízzáró módon történő lezárását is el kell végezni annak érdekében, hogy idegen víz a felszínről vagy sekélyebb vízáadó rétegből ne jusson le a szűrözött vízáadó rétegbe.

KULCSSZAVAK aktív vízbázisvédelem, felszín alatti vízkészletek minőségének megóvása, potenciális szennyezőforrások, lezáratlan kutak, szakszerű kútfej- és gyűrűstérlezárás

CSISZÁR ENDRE hidrogeológus, BÁCSVÍZ Zrt.

Bevezető gondolatok

Vízbázisaink aktív védelme elengedhetetlen feladat annak érdekében, hogy a jövő generációk számára is rendelkezésre álljon a megfelelő mennyiségű és minőségű vízkészlet.

Az aktív vízbázisvédelem elemei

Az aktív vízbázisvédelem – megítélésem szerint – két fő feladatkört jelent:

- A potenciális szennyezőforrások működésének nyomon követése, a tényleges szennyezések folyamatos monitoringja sérülékeny vízbázisok esetén, szükség esetén pedig a területileg illetékes katasztrófavédelmi igazgatóság részeként működő vízügyi vagy a területileg illetékes kormányhivatalhoz tartozó környezetvédelmi hatóság bevonása a szükséges intézkedések megtétele érdekében;
- Az egyes védőidomokat érintő víztermelő létesítmények számbavétele és műszaki állapotuk megismerése.

Az előbbiekben leírtakhoz szorosan kapcsolódva – a felhagyott, lezáratlan és kedvezőtlen műszaki állapotban lévő (pl. megrongált, lezáratlan kútfejjel/szellőzőcsővel rendelkező, korrózió/törés következtében vélhetően lyukas csövezetű, szakszerűtlenül – a gyűrűstér lezárása nélkül – kivitelezett) kutakra szeretném a figyelmet felhívni, melyek a felszín alatti vízkészletek minősége szempontjából potenciális veszélyforrást jelentenek.

Itt elsősorban azokra a kutakra gondolok, amelyek vízjogi üzemeltetési engedélyes szinten ügyszólván senkihez sem tartoznak, azaz kezeljük/üzemeltetjük (hivatalos formában) nincsen, hosszú ideje (több éve) nincsenek használatban, ezáltal a műszaki állapotuk ismeretlen (pl. hajdani TSZ-telepek/majorok kútjai, települések bel- és külterületi részén egyaránt megtalálható közikifolyós artézi kutak, melyeknek egy része napjainkra elapadt). Az előbbiekben leírtakból kifolyólag a kutak esetében szükséges fenntartási és ellenőrzési tevékenységek (vízszint- és vízminőség-ellenőrzés, a kútfej, illetve a belőle kiágazó szellőzőcső megfelelő módon történő lezárása, továbbá a kút és környezete, valamint a kapcsolódó építmény állagmegóvása) nem kerülnek elvégzésre.

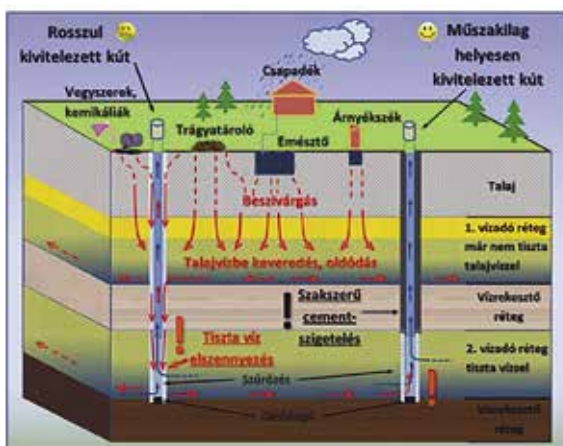
Ezeknek a kutaknak a száma országos szinten még óvatos becslések alapján is több tízezres nagyságrendű.

Kedvezőtlen műszaki állapotú kutak mint kockázati tényezők

Miért is jelent veszélyt egy lezáratlan kútfejjel/szellőzőcsővel, lyukas csövezettel rendelkező, esetleg megrongált vagy hibásan – a gyűrűstér lezárása nélkül – kivitelezett kút a felszín alatti vízkészletek minőségére?

Azért, mert az előbbiek azt eredményezik, hogy az adott mélységben lévő, az érintett kút által beszűrőzött vízáadó réteg(ek)ben tárolt víz – az érintett vízáadó réteg(ek) nyomásállapotának függvényében – közvetlen kapcsolatba kerül idegen vizekkel (pl. csapadékkal vagy sekélyebb mélységből származó felszín alatti vízzel), tehát nagyságrendekkel lerövidül az a természetes földtani adottságtól függő elérési idő, mely alatt a felszín alá bekerült víz lejut a földtani közegen keresztül átszivárogva az adott vízáadó réteg(ek)be. A rendellenes módon kútba kerülő víz szennyezést is jelentősebb eséllyel tartalmaz – ami az érintett felszín alatti víz minőségét jó eséllyel negatív irányba változtatja meg –, ugyanis a természetes szűrési és adszorpciós mechanizmusok, valamint lebontó folyamatok nem mennek végbe.

Egy hibásan kivitelezett kút veszélyforrásait a felszín alatti vizek minősége szempontjából az alábbi ábra hivatott szemléltetni:



Hibásan kivitelezett kút veszélyforrásai
(<https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/1232-tajekoztato-kutak-eljarasjogi-szabalyai/file>)

Fokozottan felhívom a figyelmet a jellemzően sekély mélységben települt vízáadó réteg(ek)et szűrőző monitoringkutak állagmegóvására, minimum éves szintű szemléjük elvégzésének szükségességére, és bárminemű rendellenesség (pl. megrongálódás, kiszántás, kidöntés vagy a zárósapka hiánya) észlelése esetén a szükséges intézkedések megtételére. Azt gondolom, hogy ezek a kutak vannak leginkább kitéve a sérülésveszélynek, a vandalizmus eredményezte rongálásnak, valamint a lopásnak, ezért – az általuk szűrőzött vízáadó réteg(ek)ben tárolt víz elszennyeződésének megelőzése érdekében – komoly odafigyelést igényelnek. Éppen ezért azt gondolom, hogy amennyiben a monitoringtevékenység megszűnt, azaz nem indokolt a további fenntartásuk, vízminőség-védelmi szempontok alapján a legcélravezetőbb az lenne, ha ezek a kutak eltömedékeléssel megszüntetésre kerülnének.

Potenciális szennyezőforrásként funkcionáló kutak

A leírtak fontosságát néhány gyakorlati példán keresztül ismertetem minden további információ nélkül:



Nem teljes mértékben zárt kútfej, a kútaknában pedig oda nem illő anyagok találhatóak (a szerző saját felvétele, 2019)



Használaton kívüli kút lezáratlan aknája település határában, a termőföldön (a szerző saját felvétele, 2019)



Jelentős mértékben korrodált, védelem nélküli kútfej-szellőzőcső kivezetés a talajon keresztül (a szerző saját felvétele, 2019)



Rovarháló nélküli (lezáratlan) kút-szellőzőcső fej (a szerző saját felvétele, 2019)



Külvilággal közvetlen kapcsolatban lévő, lezáratlan monitoringkutak (a szerző saját felvétele, 2019)



Lezáratlan monitoringkút (a PVC-rakát védelmét biztosító acélsövet és a zárósapkát eltulajdonították) (a szerző saját felvétele, 2019)

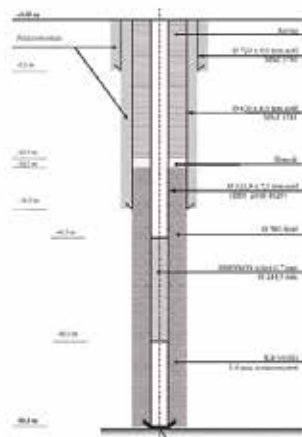


Részben „kiszántott” monitoringkút (a szerző saját felvétele, 2019)

Potenciális szennyezésveszély elhárítása

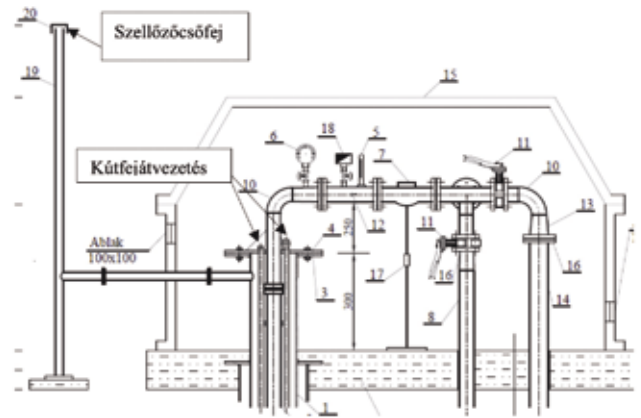
Rendkívül fontos a szűrőzött vízadó réteg felett a furatfal és a csőakat közötti gyűrűstér vízzáró módon (cementtejjel/agyaggranulátummal) történő lezárása annak érdekében, hogy idegen víz a felszínről vagy sekélyebb vízadó rétegből ne jusson le a szűrőzött vízadó rétegbe.

A felszín alatti vízadó rétegek elszennyeződésének megelőzése érdekében fontos továbbá a kútfej (ásott kutak esetében a kútkáva), valamint az esetlegesen rajta lévő, nyitott átvezetések lezárása,



Szakszerű gyűrűstérlezárás agyaggranulátummal és cementtejjel (VIKUV Zrt., 2014)

illetve a kültérre kivezetett szellőzőcső fejének rovarhálóval történő lezárása, melynek épségét évente célszerű ellenőrizni.



Kútfejgépészeti szerelvényesor felépítése (VIKUV Zrt., 2014)

Nem zárt, kültérre kivezetett szellőzőcsőfejen és szellőzőcsövön keresztül a kútba bármilyen élő szervezet képes bejutni, és ott elpusztulva szervesanyag-, valamint bakteriális szennyezést okoz, aminek következtében lokálisan elszennyeződik a (kútban lévő) felszín alatti víz, arról nem is beszélve, hogy a tetem eltávolításáig és a kút alapos átfertőtlenítéséig emberi fogyasztásra alkalmatlanná is válik. A talajon keresztül kültérre kivezetett szellőzőcsöveket – az esetleges korróziós lyukadás elkerülése érdekében – célszerű saválló anyagból kiépíteni vagy pedig korróziós hatásokkal szembeni ellenállást eredményező bevonattal ellátni.

Az üzemképtelenné vált vagy korszerűtlen/hibás szerkezeti kialakítással rendelkező kutakat a felszín alatti vizek minőségének megőrzése érdekében eltömedékeléssel kell megszüntetni.

Használaton kívül helyezett kutaknál a kútfejet a vízszintmérést lehetővé tevő, tömszelencével lezárt átvezetéssel rendelkező vakperemmel kell lezárni és a nyomásviszonyok, valamint a talajon keresztül burkolat/védelem nélkül a kültérre kivezetett szellőzőcsövet műszaki állapot (korrodáltság) függvényében célszerű a kútfejről leválasztani, a kútfejen lévő szellőzőnyílást pedig szintén vakperemmel lezárni.

Vízbázisvédelmi megfontolások

Az előbbieken leírtak alapján célszerű lenne a vízbázisok egyes védődomait érintő kutaknak már a vízbázisvédelemben helyezés diagnosztikai fázisa során történő szisztematikus feltérképezése a területileg illetékes vízügyi igazgatóság vagy vízügyi hatóság bevonásával, szükség esetén pedig a szennyezésveszély elhárítására irányuló intézkedések megtételének elősegítése.

A legnagyobb kiterjedésű térrész, amelyre a védelemben helyezett vízbázis vízadó rétegei vízkészletének utánpótlódása szempontjából közvetlen rálátásunk van, „csupán” az 50 éves elérési idővel jellemezhető hidrogeológiai „B” védőidom. Azonban geológiai időléptékben gondolkodva az érintett vízbázistól való vertikális és horizontális távolságtól függetlenül minden kútra érdemes odafigyelni a lehetőségekhez mérten, ugyanis meghatározott időintervallumon belül – mely regionális és lokális geológiai adottságoktól függően lehet néhány nap, néhány 10, de több 10 ezer vagy még ennél is nagyságrendekkel több év – a védőidom feletti térrészből is származhat az érintett, védelemben helyezett vízbázis utánpótlódó vízkészlete. Ez utóbbi esetben hosszú évek alatt a szerves szennyező anyagok lebomlása végbemegy, azonban a szerves-

len vagy inert szennyezés (pl. az iparban alkalmazott vegyszerek és a növényvédő szerek egy része) hosszú idő alatt sem bomlik le.

Figyelemfelhívás az érintettek számára

Arra biztatok mindenkit, hogy akinek a környezetében esetlegesen az előbbi példákban bemutatottakhoz hasonló kútról van tudomása, és módjában áll felhívni az ingatlan tulajdonosának figyelmét a szükséges beavatkozások (kútfej/-akna/szellőzőcső lezárása / kút megszüntetése tömedékeléssel) mielőbbi elvégzésére, az bátran tegye ezt meg!

Amennyiben ez nem lehetséges, akkor mielőbb értesíteni kell a területileg illetékes hivatalt (vízügyi igazgatóság, a katasztrófavédelmi igazgatóság részeként működő vízügyi hatóság vagy a települési önkormányzat jegyzője) a kútról és annak környezetéről készült fényképfelvétel, valamint a pontos helyszín (település, ingatlan, hrsz.) térképen történő megjelölésével. A bejelentést követően az illetékes hatóság végzés formájában felhívja az ingatlan tulajdonosának figyelmét a szükséges

intézkedések (a kútfej/szellőzőcső lezárása, a kút és környezete műszaki állapotának rendbetétele, valamint a vízjogi fennmaradási engedély megszerzése vagy az eltömedékeléssel történő megszüntetés érdekében a vízjogi létesítési engedélyezési eljárás lefolytatása) megtételére, továbbá megszabja a műszaki beavatkozások elvégzésére vonatkozó határidőt is.

Összegzés

Vízkincsünk múltunk, jelenünk, illetve jövőnk fontos alappillére, ezért mennyiségi és minőségi megóvása véleményem szerint kulcsfontosságú közös érdekünk!

Ezért arra buzdítok mindenkit, hogy tegyünk meg közösen minden tőlünk telhetőt a felszín alatti vizek védelme érdekében azért, hogy Európai Unió Víz Keretirányelvében és ezzel összhangban a Vízügyi-gazdálkodási Tervben is megfogalmazott, felszín alatti vizekkel kapcsolatos nemes célok teljesülését minél hatékonyabban elősegítsük.

KOLMATÁCIÓ – MIT IS KELL ÉRTENI ALATTA?



KIVONAT A szemcsés közegbe történő beszívárgásánál tapasztalható lokális szűrésiellenállás-növekedést kolmatációnak hívjuk. A jelenséget és annak okát különböző szerzők különbözőképpen írják le. Az értelmezés során használt fogalmak a hidrogeológia eszköztárába tartoznak. A kolmatáció azonban magyarázható (mikro)biológiai megfontolásokkal is. Az „eltömődés” ez esetben nem egy átok, hanem a parti szűrés lényege a víz biológiai megtisztulásában.

KULCSSZAVAK kolmatáció, parti szűrés, biológiai szűrés, szűrőréteg-eltömődés, biofilm

TOLNAI BÉLA gépészmérnök

A hagyományos meghatározás

A címben feltett kérdésre a szakirodalomban számos válasz található. Címlapunk ide néhány definíciónak is beillő megállapítást!

Kolmatáció: a talaj v. talajcső vízáteresztő képességét csökkentő beiszapolódás. A beszívárgó vízben levő finom szemcsék a talajban v. a talajcsövek felületén lerakódnak és tömítenek, így csökkentik a víz átszívárgásának lehetőségét.

(Simándi, 2011)

A vízvezető rétegben a vízáramlással szállított finom talajrészecskék a hézagokban kiülepedhetnek. Az emiatt bekövetkező hézagterfogató-csökkenést nevezzük kolmatációnak. A kút környezetében, ill. a szűrő melletti rétegvázban bekövetkező ~ a kút vízadó képességének csökkenéséhez vezethet. A kút teljesítőképességét ellenáramú levegő és víz bevitelével lehet visszaállítani. Kellemetlenebb, mikor egy partszakasz kolmatálódik, ilyenkor csak a talajszerkezetbe való beavatkozással (pl. sarabolással) lehet próbálkozni.

(Török, 2015)

Szemcsés közegbe történő beszívárgás helyén (pl. parti szűrés helyén) a különböző szemcse-összetételű és anyagi sajátosságú lebegő anyagok

leülepednek, illetve a talajszemcsék hézagterébe kerülnek. Eltömődést a kémiai reakciókból keletkező csapadékok is okozhatnak. A csapadékok kristályos vagy zselatinszerűek lehetnek. Például a vas-hidroxid, Fe(OH)₃, a fenolvegyületek okozhatnak számottevő eltömődést, vagyis a tényező csökkenést. Jól működő parti szűrésű rendszereknél a kolmatálódó felületet a víz sodrása átmossa (főleg az árhullámok), a finom üledéket magával ragadja, ami a folyamatos víztermelés szükséges előfeltétele.

(Öllös, 2002)

...a szivárgási tényező értékét az idő folyamán csökkenti a kolmatáció. Ez a jelenség leggyakrabban akkor mutatkozik, amikor hordalék kerül vízfolyásból a talajvízbe vagy a rétegvízbe, és az eredeti mederanyag és bejutó hordalék nem elégíti ki a szűrőszabályt, tehát a finom szemcse a vízzel bejut a durvább mederanyag közé. Ma még elég kevésbé ismerjük a jelenséget, ami függ a vízfolyás hordalékosságától, a hordalék méretétől, a vízfolyás medrének az anyagától és a táplálást kapó vízréteg szemcseeloszlásától.

(Juhász, 2002)

A fenti, inkább hidrogeológus-szemléletű megállapítások nemcsak eltérnek egymástól, de ellentmondásosak is. Egyvalamiben azonban egyeznek, miszerint a kolmatáció a szűrőréteg egyfajta eltömődése,

amely a beszivárgás mértékét korlátozza. A szűrőellenállás megnövekedése elnyertelen dolgot jelent, az elkolmatálódott partszakasz meg egyenesen a parti szűrés ellehetetlenedését vetíti elő. A kolmatáció következményeként a kútavulás hangzatos fogalmáig is el lehet jutni.

Reálisabb képet kapunk a jelenségről az alábbi szakcikkekben vázolt definíció alapján.

A partvonal mentén vagy annak nem túl széles sávjában létesített vízbeszerző művek (csőkutak, csőkútsorok, aknakutak, csáposkutak, galériák) az általuk létrehozott depressziós tölcser hatására maguk indítják meg a vízbeáramlást a folyóból a megcsapolt rétegbe. A mederágy kolmatációja — amely nem iszaplerakódást, hanem a folyóban lebegtetve szállított finom szemcse-összetételű hordalékanyag és apró élő szervezetek beszűrődését jelenti a vízadó rétegbe — tehát nem természetes kiülepedéssel, hanem éppen a víztermelő mű szívó hatására létrejött kényszerített ülepedéssel alakul ki, és a pórustér szűkülésében, ill. eltömlésében nyilvánul meg.

A kolmatáció a víztermelés következménye, ugyanakkor a meder kolmatáltságának függvényében alakul ki a hidraulikai kapcsolat a felszíni víz és a felszín alatti víz között. A felszíni víz a különböző mértékben kolmatált mederfenéken mint aktív szűrőfelületen át szivárog be a felszín alatti vízvezető rétegbe, amely gyakorlatilag már csak a szűrt elszállításában játszik szerepet. A beszivárgás átlagos Darcy-féle szivárgási sebessége 10-15 cm/nap szakirodalmi adatok, kísérletek szerint. A beszivárgási folyamat ezért lassú, ill. ultralassú szűrésnek tekinthető.

A tapasztalatok szerint a kolmatált réteg vastagsága csekély, mindössze néhány centiméter, s alatta a kőzet gyakorlatilag változatlan, eredeti szivárgáshidraulikai jellemzőivel rendelkezik. A kolmatált réteg cementált megjelenési formája valamiféle kötőanyag jelenlétéről árulkodik, amit a kavics- és homokszemcsék közé beépült kőzetliszt-, iszap- és agyagfrakciók, valamint apró élő és elpusztult szervezetek alkotnak. A vékony réteg kis átteresztőképességét és nagy ellenállását laboratóriumi szemeloszlási vizsgálatokon túlmenően helyszíni mederszondás kísérletekkel is sikerült igazolni.

...a fokozott eltömlődés kimosódásához a víztermelés visszafogása mellett is jó néhány árhullámnak és gyors apadásnak kell bekövetkeznie, amelyek frissítik, regenerálják a kolmatált réteget. Az általunk kimért, gyors apadásal együtt járó, fordított irányú, kolmatált rétegbeni vízmozgás voltaképpen a szűrőfelület természetes visszamosatásának tekinthető.

(Rózsa, 2000)

A réteg eltömlődésének regenerálódását Wein János, a parti szűrés atyja a következőképpen látja:

...hol a Duna annyit eséssel bír, hogy minden évi többszöri megáradásai alkalmával egész medrét feltúrja, úgy hiszem, a szűrőfelület bedugulásától nincs mit félni.

(Wein, 1870 körül)

A beszivárgásra vonatkozó megfigyeléseknek ezen újabb megállapításai már sokkal közelebb visznek a kolmatációnak nevezett folyamat megértéséhez, azonban annak tényleges okára nem derül fény.

A helyesbített értelmezés

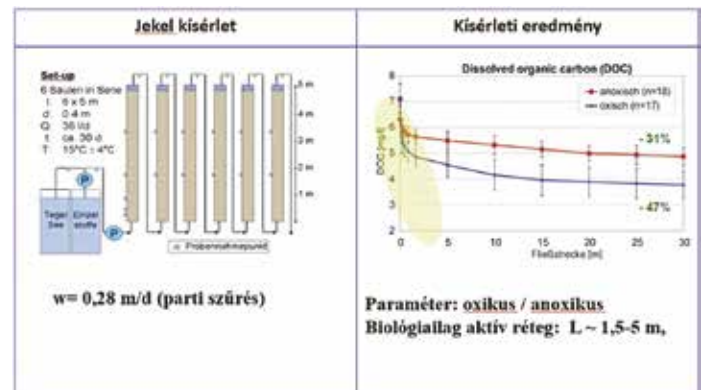
A következőkben próbáljuk meg a jelenséget ismert tények alapján némiképp másképpen magyarázni, más módon értelmezni:

A parti szűrés változó sebességű szűrés. A szűrési sebesség a partvonal mentén azonos a rétegbe lépés sebességével, amelynek nagysá-

ga 0,1–0,3 m/d. A kút környezetében ez az érték lényegesen nagyobb, nagyságrendben 100 m/d.

A parti szűrés biológiai szűrés. Átala a víz úgy tisztul, hogy a szennyezést okozó molekulák lebomlanak. Az emzimek katalizálta folyamat helyszíne a biofilm, amely a szűrési útvonal elején alakul ki, vastagsága cm-ekben, dm-ekben mérhető.

A parti szűrés folyamatának mélyebb megismerése céljából a Wasserbetriebe Berlin megrendelésére a TU Berlin modellkísérletekbe fogott. A megépített kísérleti berendezés a szűrési útvonal első 30 m-es szakaszát modellezte. (Jekel, Grünscheid 2007)



1. ábra: A Jekel-kísérlet

Az ún. Jekel-kísérletek során arra keresték a választ, hogy hogyan alakul a vízminőség a szűrőrétegen való áthaladás során. A szerves tápanyag lebomlása már az útszakasz legelején megtörtént (lásd 1. ábra). Oxikus körülmények között ez a folyamat intenzívebb volt, azonban anoxikus viszonyok esetén sem változott a hossz mentén a tápanyag-lebontási görbe jellege. A biológiailag aktív réteg vastagsága cm-ekben mérhető, max. 5 m-re volt tehető. Ez azt jelenti, hogy a szűrési útvonal további szakasza a szűrésben már nem vesz részt.

Elsősorban a szennyvíztisztításnál tapasztaltakból azt is tudjuk, hogy oxikus feltételek közepette a lebomlás termékei javarészt víz és szén-dioxid, míg anoxikus esetben főként metán és szén-dioxid keletkezik. A keletkező víz nem idegen anyag a vízben. A szén-dioxid és a metángázok könnyebb fajsúlyuknál fogva a felszínre törnek. A biológiai úton megvalósuló szűrés tehát egy olyan eljárás, amely során a kiszűrt anyag a biofilmben oxidálódik – „elégetésre” kerül –, miközben csak nagyon kevés „salakanyag” marad vissza.

A biológiai szűrés két egymást követő részfolyamatból áll. A baktériumok mozognak ugyan, de érdemben nem változtatják a helyüket, ezért a lebontandó szubsztrátot oda kell nekik szállítani. A konvektív (szűrési) és konduktív (diffúziós) sebesség-összetevők által jellemezhető anyagáramlási folyamat hasonlósági kritériuma a Pe-szám. A baktériumok szubsztrátellátásának logisztikai feladata Pe=1 mellett optimális. Az 1 körüli, alacsony Pe-szám a biológiai szűrés megvalósulásának előfeltétele. Lásd részletesen: Tolnai, 2018.

A $Pe = \frac{w \cdot d_m}{D_s}$ képletben w a szűrési sebesség, d_m a biofilmhorodó réteg mértékadó szemcseátmérője, D_s a víz szennyezését jelentő szubsztrát diffúziós tényezője.

A parti szűrésnél

- a mértékadó szemcseátmérő $d_m = 1,3 \text{ mm} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$,
- a szűrési sebesség átlagosan $w = 0,2 \text{ m/d} = 2,32 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$,
- a szubsztrát diffúziós tényezője kismolekulák esetén $20 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, nagy molekulák esetén (pl. gyógyszermaradványok) $5 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$.

Helyettesítve a jellemző értékeket $Pe^{\text{kismolekula}} = 1,5$, illetve $Pe^{\text{nagymolekula}} = 6$. Az alacsony Pe -szám kialakulása a legalacsonyabb szűrési sebességű helyhez, a mederbeszivárgáshoz kötött.

A biofilmen belüli folyamatot az Ne -szám jellemzi, amely a pH , rH_2 és T függvénye. Lásd részletesen: Tolnai, 2019.

Ezek után összevetve a kolmatáció hidrogeológiai nézőpontú definícióját és a biológiai szűrésre vonatkozó elméleti megfontolásokat némiképp más következtetésekre juthatunk. A kolmatáció ugyan eltömődés, amelyet azonban a biofilmhordozón, a beszivárgás helyén található homokszemcséken megtapadó biofilm és a lebontás során visszamaradó „salakanyag” okoz.

A mátyusi szóhasználat szerint a vízellátás víztermelésre és vízelosztásra osztható. A víztermelés a vízmennyiség előállítására és a vízminőség feljavítására szolgáló részfolyamat. A parti szűrésnél a vízmennyiséget a réteg vízáadó képessége, azaz hidrogeológiai tényezők határozzák meg. A vízminőséget a biológiai szűrés garantálja.

A beszivárgás helyén észlelt lokális szűrésitényező-csökkenés vagy szűrésellenállás-növekedés tulajdonképpen a biológiai víztisztítási funkció érdekében jön létre. Nem a partszakasz „elkolmatálódásához” vezető eltömődésről van szó, a kolmatáció sokkal inkább a biológiai szűrés működésének a jele. Szükségszerűség, amely nélkül nem tisztulna a víz. Ha tetszik, ez az ára a víz biológiai tisztulásának.

A Jekel-kísérleteknek volt egy másik hozadéka is. Megállapítást nyert, hogy a parti szűrés képes nagymolekulák, pl. a gyógyszermaradványok lebontására is. A gyógyszermaradványok eltávolítása a vízből azonban nem a parti szűrés feladata. Környezetünk megóvása érdekében a vizelettel ürülő nagymolekulákat a szennyvíztisztításnak kell lebontania. Az eleven iszapos technológia erre nem képes, mert Pe -száma meglehetősen magas.

Az alacsony Pe -szám biztosításához szűrőréteggé kis szemcseméretű (az adott térfogatban nagy felületű) homokra van szükség. Kúthidroraulikai szempontból ezzel szemben a vízáadó réteg esetében a kavicsos homok, a homokos kavics vagy a görgeteg szavakkal jellemzett szemcseösszetétel előnyösebb. A kút tulajdonképpen egy olyan műtárgy, amely a vízáadó réteg megcsapolására képes. Az üzemeltethetőség egyik fontos kitétele, hogy a szűrőzött felületen át homok ne kerülhessen a kútba. Az apró szemcsés homok visszatartásában a kisebb átmérőjű kavicsfrakció segít, a kisebb kavicsokat pedig a nagyobb kavicsok tartják vissza. A homok rétegbeli elmozdulására csak a nagy vízsebességű helyeken, a kút közvetlen közelében lehet számítani (Tolnai, 2018).

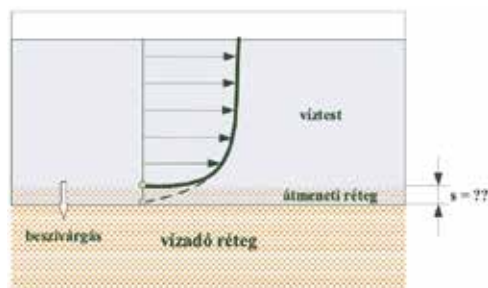
Mintegy összegezve megállapíthatjuk: víztermelés nélkül nincs kolmatáció, ahogy a víz megtisztulásához konvektív áramlásra van szükség.

Felvetődő további kérdések

A mederfenéken a víztest és a vízáadó réteg kapcsolatánál a folyó vízsebessége a sebességi parabolának megfelelően lecsökken, zérussá válik – ugyanúgy, ahogy azt a csővezetéki áramlásnál is tapasztaljuk. A mederfenék azonban nem rendelkezik éles kontúrral, szemben a csőfallal. A csatlakozó réteg vízjárta. Felmerülhet a kérdés, létezik-e egy átmeneti réteg – ahogy azt a 2. ábra szemlélteti –, amely már nem tartozik a víztesthez, ahol a sebesség zérusra csökken.

A kutakban szivattyúzással létrehozott depresszió hatására jön létre a beszivárgás, amely merőleges a folyó áramlás sebesség-vektorára. Normál vízjárás esetén a szivárgási áramlás iránya a kút felé mutat. Felépül a biofilm, amelyet kolmatált – megnövekedett szűrési ellenállással bíró – réteggé érzékelünk. A kolmatált réteg regenerálódása az árvizek utáni gyors folyóvízszint-apadás által előidézett ellenáramú

öblítéssel jön létre. Az évi kétszeri árvíz, illetve öblítés ezt a szűrőréteget a Szentendrei-szigeten a parti szűrés megvalósulása óta, már 150 éve megfelelően tartja karban. Kérdés, hogy az „átmeneti” réteg – ha létezik – milyen mértékben vállal részt a keletkező „salakanyag” folyamatos elszállításában, vagy a réteg regenerálódása évi kétszeri alkalommal, árvíz után szakaszos ütemben zajlik?



2. ábra: Az átmeneti réteg

Egy másik vitatott kérdés, hogy a parti szűrűsű víztermelő rendszerek kútjaiba honnan kerül a víz. Mekkora a folyóból származó és a háttér felől érkező víz aránya? Irodalmi adatok alapján a Duna vízhozama $6500 \text{ m}^3/\text{s}$, amely $516.600.000 \text{ m}^3/\text{d}$ -nak felel meg. Budapest vízfogyasztása kerekén $1.000.000 \text{ m}^3/\text{d}$ is volt. Ezekkel a számokkal a kitermelt vízmennyiség csupán $0,2\%$ -a a Duna vízhozamának. A Duna tehát bőséges vízforrásnak számít. A háttér felől ugyanez a vízbőség biztosan nincs meg.

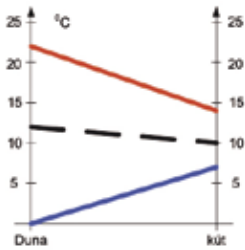
Az áramvonalak a kút környezetében (lásd 3. ábrát) megkerülik a kút, és hátulról közelítenek. (Ivicsics, Salamin, 1968)



3. ábra: Áramvonalak a csáposkút környezetében

Ez azonban még nem jelent háttérből érkező vizet. A víz eredete itt egyértelműen csak a folyó. A rétegben a beszivárgás helyén a legkisebb a vízsebesség, itt alakul ki a biofilm, itt érzékeljük a kolmatációt. A háttér felől érkező vizek esetén is valahol fel kéne lépnie kolmatációnak. Ilyen megfigyelés azonban nem ismert. Következésképp a távoli háttér felől ezen okok miatt sem igen érkezik víz. A víz tudja a fizikát, és a lehető legrövidebb utat választja. A kérdés érdemi megválaszolására rétegáramlási modell segítségével pontosabb képet kaphatunk. A digitális modellezést nehezíti, hogy a partszakasz és a háttér rétegösszetételéről a megfelelően finom számítási háló felépítéséhez meglehetősen kevés információ áll rendelkezésre.

Ritkán tesszük fel, de fontos kérdés még, hogy miként alakul a víz hőmérséklete a szivárgási útvonal mentén. Az adott hőmérséklettel belépő víznek – miután útközben nem találunk hűtő- és fűtőkészüléket – változatlan hőmérséklettel kellene a kútba érkeznie. Felrajzolva a hőmérsékleti viszonyokat egy erősen félreérthető ábrázolást kapunk (lásd 4. ábra).



4. ábra: A víz hőmérsékletének változása

Az ábra nem vesz tudomást arról, hogy a víz hónapban mérhető időtartamban úton van. Ősszel a kútvíz melegebb lehet a Duna-víznél, hisz a kútba érkező víz 1-2 hónappal korábban, nyáron lépett a vízáadó rétegbe. Ezt a kérdést ugyancsak az áramlási rétegmodellel válaszolhatjuk meg, ahogy a Duna–kút-távolság időben kifejezett hosszát is.

Összegzés

Vannak esetek – és ilyen a kolmatáció is –, amikor az adott eszközzel a jelenséget magyarázni nem lehet. Ilyenkor szükség van társterületek bevonására, jelen esetben a (mikro)biológiára. Arra is szükség lehet, hogy egyszerű meglátások mentén, a víztermelés alapfeladatából kiindulva keressük a választ. A vízmennyiség biztosítása mellett nem hagyható figyelmen kívül a vízminőség szavatolása sem.

Hivatkozások

Ivicsics, L., Salamin, P.: *Hidromechanikai modellkísérletek*. Műszaki Kiadó, Budapest, 1968
 Jekel, M., Grünheid, S.: *Ist die Uferfiltration eine effektive Barriere gegen organische*

Substanzen und Arzneimittelrückstände? GWF Wasser-Abwasser 148, Nr. 10. 2007
 Juhász, J.: *Hidrogeológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002
 Mátyus, S.: *Vízművek üzemi problémái*. Budapest Székesfőváros Vízműveinek kiadása, 1940
 Öllös, G.: *A vízellátás-csatornázás értelmező szótára*. Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény, 2002
 Rózsa, A.: *Beszivárgásvizsgálatok a Szentendrei-Duna medrében*. Hidrológiai Közöny, 2000/2
 Simándi, P.: *Szennyvíztisztítási technológiák II*, 2011 / fogalomtár: kolmatáció https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Szennyviztisztitasi_technologiak_II
 Tolnai B.: *The operational method of biological filtration*. *Modern Environmental Science and Engineering*, 2018, Volume 4, Number 7
 Tolnai B.: *A biofilmen belüli folyamatok*. *Vízmű Panoráma*, 2019/1
 Török L.: *Kolmatáció*. *Online Vízügyi Szótár*, 2015, <http://www.gwpszotar.hu/>
 Wein J.: *Budapest Főváros Nyilvános Vízművei*. Budapest Főváros kiadásában, 1883

Köszönetnyilvánítás

A Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap (NKFI) által kiírt, „Vállalatok K+F+I tevékenységének támogatása” című pályázat keretében finanszírozott, „Nagy szűrőfelületű, épített szűrős vízbeszerzési technológia fejlesztése” című, KFI_16-1-2017-0515 azonosítószámú pályázat keretében végzett kutatás-fejlesztési tevékenység egy részeredménye e cikk. A szerző hálával tartozik az AGM Beton Zrt., az Aquaworks Kft., az Aquadrill_92 Kft. alkotta konzorcium támogatásának.

GONDOLATOK A ZÓNÁS VÍZMÉRLEGRŐL



KIVONAT A technológia rohamos fejlődése mellett mindent egyre pontosabban meg tudunk és meg is lehet mérni. Ezen technológiai lehetőség mellett azonban a szakma továbbra sem képez, legalábbis széles körben, nyomászónára vonatkozó vízmérlegeket. Jelen cikk ennek előnyeit, az elkészítés szempontjait veszi sorra.

KULCSSZAVAK vízmérleg, nyomászóna, betáplálás, algoritmus, leolvasás, vízvesztesség, éjszakai minimum fogyasztás

MÁRIALIGETI BENCE *MaVíz*
 Lektorálta: **TOLNAI BÉLA** *okl. gépészmérnök*

Sok helyen találkozni azzal a véleménnyel, hogy nyomászónánként értékesítési adatot képezni/kapni nem lehet. Szíven ütött a mondat. Tudom, hogy sok helyen valóban nem találkozni ezzel a mutatóval. Fontos téma a nem értékesített víz kérdése, költünk sokat a hálózati veszteség csökkentésére. Nagyon sok időt fordítunk arra, hogy új technológiákat ismerjünk meg, átadjuk egymásnak a tapasztalatainkat. Arról viszont nagyon kevés szó esik – azt is meg merem kockáztatni, hogy nem beszélünk róla –, hogy nyomászónánként mekkora az értékesítési különbség és ez hogyan viszonyul a zónafogyasztáshoz. Pedig akkor, amikor „nem kiszámálázható, de elköltött” forintokat keresünk, ez az egyik legfontosabb mutató lehetne. Hogyan lehet az, hogy abban a korban, amikor a lakásban az intelligens kütyük száma többszöröse az emberek számának, akkor

egy ilyen fontos és egyszerű kérdésre, hogy egy jól meghatározott területen mekkora az időegységre eső értékesítés, nem tudunk válaszolni. Hogyan lehet az, hogy az informatikai kütyük világában egy ilyen egyszerű, alapvetően informatikai, információ-logikai kérdésre nem válaszolunk? Ha értékesítési különbözetről beszélünk, márpedig arról beszélünk, akkor úgy illik, hogy az egyik oldalon az értékesítés legyen. Márpedig erről keveset hallani. Ebben a témakörben leginkább hálózati veszteségeket keresünk. Pedig a szakirodalom és a tapasztalat is azt mutatja, hogy az értékesítési különbözet fele a hálózati veszteség, fele az adminisztratív vagy értékesítési veszteség. A nyomászónának pedig azért van fontos szerepe, mert ez az a logikailag zárt hálózati egység, melyre pontosan elkészíthető mindenfajta mérleg:

- Zóna vízfogyasztás (vízmérleg)
- Zóna éjszakai vízfogyasztás
- Zóna csőtörésen elfolyt víz
- Zóna saját vízfelhasználás
- Zóna értékesített vízmennyiség
- Zóna energiamérleg

Jelen cikkben zónás vízmérleg alatt a nyomászónákban rendelkezésre álló (felhasználásra felkínált) és az onnan akármilyen okból és módon kivett vízmennyiségek közötti összefüggést értjük.

Zónák vízfogyasztásának elemzése tisztán SCADA adatokból

Zóna vízfogyasztás

A már minden társaságnál meglévő SCADA rendszerből az adatok megfelelő aggregálásával (5 perces/félórás vagy órás/napi) a zónafogyasztás adat képezhető: Zónafogyasztás = betáplált vízmennyiség – továbbemelt vízmennyiség +/- medence víztartalék-változás. A nyomászónák és a megfelelő mérések összerendelése egyszerű adatbázis-kezelési feladat. Egy dologra kell figyelni: a gépházi térfogatáram-méréseket nyomászónánként kell kialakítani. Ez abban az esetben nem okoz problémát, ha a gépház fogalmát eleve logikai értelemben alakítjuk ki, és minden gépháznak megmérjük a térfogatáramát.

A mérési adatokból képzett mennyiség kiszámítása nem bonyolult. A kapott vízfogyasztási érték időalapja órás (vagy maximum napos) nagyságrendű. Az indirekt úton így kiszámított „vízfogyasztás” úgymond maradékelven magába foglalja a fogyasztói csapolókon és a hálózati sérüléseken át a zónából távozó vízmennyiséget. Hidraulikai hálózatszámításkor fővezeték-mélységű modellezés esetén ezt a vízfogyasztási értéket osztjuk szét a hálózat csomópontjai között valamilyen megfontolás mentén (pl. MTZ-módszer).

Mért mennyiség	Megjegyzés	Az érték forrása
Q_B	A zónák többsége egy betáplálással bír. Többes betáplálás esetén a betápok összegzendők.	SCADA mérés
Q_T	Továbbemelés csak az ún. tranzit zónákon van. A zónák többsége azonban nem rendelkezik szivattyúzott továbbemeléssel.	SCADA mérés
$\Delta V/\Delta t$	A zónán lehet több medence. Mindegyik medence vízdőforgalma figyelembeveendő. Ha a zónán nincs medence, értelemszerűleg vízforgalma sincs.	SCADA mérés
Q_F	A zóna vízfogyasztása (zónaterhelés) számított érték.	SCADA számítás

A mennyiségek mértékegysége: m³/h

1. táblázat: Zóna vízfogyasztás adatok SCADA rendszerből

A mért adatok összefüggését a következő ábra mutatja:



1a. ábra: SCADA zóna vízmérleg adatok értelmezése, kiszámítása

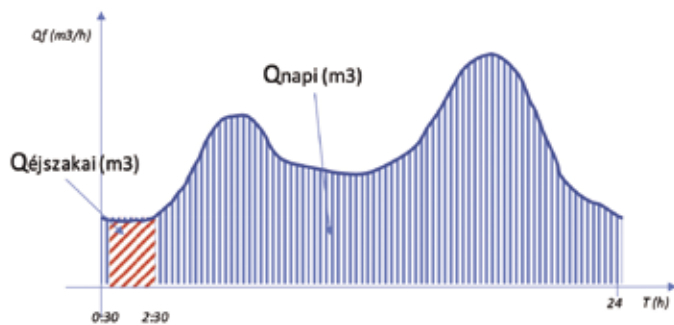
Zóna	Betáplálás (m ³ /h)	Továbbemelés (m ³ /h)	Medence Változás (m ³ /h)	Zónafogyasztás (m ³ /h)
Zóna 1	Q1	Q2+Q3+Q4	ΔQ1	$Q_F = Q1 - (Q2+Q3+Q4) +/- \Delta Q1$
Zóna 2	Q2	-	ΔQ2	$Q_F = Q2 +/- \Delta Q2$
Zóna 3	Q3	-	-	$Q_F = Q3$
Zóna 4	Q4	-	ΔQ3	$Q_F = Q4 +/- \Delta Q3$

1b. ábra: SCADA zóna vízfogyasztás adatok értelmezése, kiszámítása

„A zónák vízfogyasztása” a SCADA felületen kötelezően megjelenítendő táblázat, amely a napi jelentés része.

Zóna éjszakai vízfogyasztás

A vízfogyasztási értékek idősorának elemzéséből az éjszakai minimum vízfogyasztás mértéke egyszerűen kiolvasható. Az éjszakai vízfogyasztás értéke (m³/d) a teljes napi zónafogyasztáshoz viszonyítva (m³/d) megadja azt a viszonyszámot, hogy érdemes-e ebben a zónában a hálózati vízvesztéseket más eszközökkel is keresni. A következő ábra az éjszakai és napi vízfogyasztás értelmezését adja meg:



2. ábra: Napi és éjszakai fogyasztás értelmezése

Az éjszakai fogyasztás időszakára eső összes fogyasztás (Q éjszakai, m³) vehető össze a teljes napi fogyasztással (Q napi, m³) vagy az éjszakai időszak (0:30 és 2:30 között) átlagfogyasztása (Q éjszakai, m³/h) vehető össze a napi átlagfogyasztással (Q d átlag, m³/h). Mindkét megoldás jó lehet.

Vízmérleg

A (közvetlen) vízmérleg az IWA ajánlásnak megfelelő elemek számszerűsítésével készíthető el. A szükséges adatokat különböző információs rendszerekből kell gyűjteni. Időalapja általában az év. Ez a vetítési alap azonban csak az éves jelentések összeállításához ad információt. Nem zónánként készül, hanem a vállalat egészére.

Ez a felfogás azonban alkalmatlan a hibás működés megtalálására, kiküszöbölésére. Rövidebb időalapra van szükség, amely a ma már általánosnak mondható informatikai applikációk sajátosságainak megfelelően nem lehet rövidebb egy hónapnál. Hosszabbra választani sem érdemes ezt az időalapot, mert akkor az észlelt anomália – pl. megnövekedett értékesítési különbözet – esetén nincs idő a hibát megtalálni, elhárítani, legyen az akár műszaki vagy adminisztratív eredetű.

A számszerűsíthető vízmérleg-összetevők jellemzői

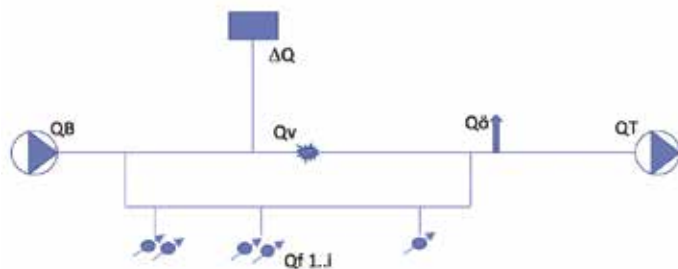
Mért mennyiség	Megjegyzés	Az érték forrása
Q_B	A zónák többsége egy betáplálással bír. Többes betáplálás esetén a betápok összegzendők.	SCADA mérés hónapra integrálva
Q_T	Továbbemelés csak az ún. tranzit zónákon van. A zónák többsége azonban nem rendelkezik szivattyúzott továbbemeléssel.	SCADA mérés hónapra integrálva
$\Delta V/\Delta t$	Havi szinten a medencekülönbséget nem számottevő, elhanyagolható a mértéke.	- 0
Q_V	A veszteség azon része, amely becsülhető. Csősérüléseken elfolyt víz, amely algoritmus alapján (adott esetben SCADA mérésből) becsülhető.	WMS* összesítés havonta
Q_0	Önfelhasználás, amely becsülhető. Öblítés, medencemosás stb.	WMS* összesítés havonta
Q_f	A zónán található főmérők összegzett adata. Ez a művelet nem egyszerű, mert a mérőket különböző időben olvassák le (diktálással havonta, kéthavonta, félévente). A fogyasztói méréseknek a kerek hónapot illetően nem igazán van egzakt értéke. Az aktuális havi, a fogyasztói csapolókon (főmérőkön) átfolyt vízmennyiség csak egyfajta becslési algoritmus futásával állítható elő. Majd ezen értékeket kell összegezni.	Becslési algoritmus, majd CIS** összesítés havonta

* WMS: Work Management System (munkairányítási rendszer)

** CIS: Customer Information System (ügyfélszolgálati rendszer)

2. táblázat: Számszerűsíthető vízmérleg összetevők

A fenti mennyiségek értelmezése zónavázlaton:



3. ábra: Számszerűsíthető vízmérleg összetevők értelmezése zónavázlaton

A zónába fogyasztásra felkínált víz: $Q_B - Q_T \rightarrow \Delta Q \sim Q_B - Q_T$

Műszaki okokból elfolyó-elhasznált víz: $Q_V + Q_0$

Főmérőkön átfolyt víz ΣQ_f

Értékesítési különbség: $\dot{E}k = (Q_B - Q_T) - \Sigma Q_f$

Érdemes egy módosított értékesítési különbség mutatót, egy értékesítési különbség „vessző” mennyiséget is definiálni: $\dot{E}k' = (Q_B - Q_T) - (Q_V + Q_0) - \Sigma Q_f$, azaz $\dot{E}k' = \dot{E}k - (Q_V + Q_0)$

Az így képezhető módosított értékesítési különbség minden olyan öszszevőt tartalmaz, amelyet vagy közvetlenül mérünk vagy kellő pontossággal becsülhetünk. Mélyebben az értékesítési különbség mértékét még így is vízvesztési (rejtett elfolyások) és adminisztratív (vízlopások, mérőpontatlanságok stb.) határozzák meg okként. Az értékesítési különbség mértékegysége $m^3/hó$ és zónánként értelmezett. A havi zónás értékesítési különbség, módosított értékesítési különbség éves időszora nemcsak az időszakos sajátságokat tükrözi vissza, hanem az év folyamán látni kell benne a felfedezett hibák elhárítása utáni javulásokat is. Tulajdonképpen ez az értelme az értékesítési különbség képzésének. A havi zónás vízmérleg előállítása nem igényel különösebb ráfordításokat, csak szoftverfejlesztést.

Nagy zónák esetében – ha az értékesítési különbség nagy – lehet értelme vízvesztés-elemzési körzetek időszakos kialakításának. Kisebb területen az anomáliák megtalálása könnyebb.

Csőtörésen elfolyt víz

A csőtöréseken elfolyt víz általában nem jelentős mennyiség, viszont a teljesség kedvéért mindenképp gyűjteni és dokumentálni kell. Ennek gyűjtése a munkairányítási rendszer feladata. Ennek során két feladatot kell elvégezni: – meg kell határozni, hogy ez a vízfolyás melyik zónához tartozik; – meg kell becsülni, hogy egy sérülésen/javításon mennyi víz folyhatott el.

Minden meghibásodás egy adott postai címen történik. Az adott cím előtt egy vagy több vezeték húzódik, melyek egy vagy több nyomászónához tartozhatnak. Azt kell tehát eldönteni, hogy melyik vezetéken történt a sérülés és meg is van a nyomászóna. Ez pedig akkor, amikor minden cég rendelkezik valamilyen szintű térinformatikával (hiszen az e-közművet is „táplálja”), nem lehet nehéz feladat. A sérülésen elfolyt víz mennyiségének megadására két lehetőség van: kézzel beírni vagy egy algoritmusmal számoltatni. Előbbi abban az esetben javasolható, ha olyan csőátmérőről van szó, melyen hiba esetén „jó eséllyel” az elfolyt víz olyan mértékű, hogy a SCADA rendszerben is látható, és ezért megadását a körülményeket mérlegelő művezetői becsléstől joggal várhatjuk.

Kisebb átmérők esetén a nyomászóna nyomásszintjéből (adatbázisadat) a szakirodalomban található szivárgási képletek valamelyikének alkalmazásával a veszteség számolható. A csőtörésen elfolyt víz egy eseményhez kötött, rögzítése a munkalapokon történik. Hálózati veszteség összetevő ebből az értékből úgy lesz, ha az adott hónapban keletkezett munkalapok „elfolyt víz” mezőjében szereplő értékeket összegezzük. Az eredmény mértékegysége így $m^3/hó$ lesz.

Saját vízfelhasználás

A saját vízfelhasználás dokumentálása szintén a munkairányítási rendszerben történik, tekintettel arra, hogy minden munkavégzés ebben a rendszerben dokumentálásra kerül, a vízfelhasználással járó munkák is. Ebben az esetben szintén két dolgot kell meghatározni:

- meg kell határozni, hogy a vízfelhasználás melyik zónához tartozik;
- meg kell becsülni, hogy mekkora az elhasznált vízmennyiség.

Tekintettel arra, hogy tervezett munkáról van szó, a munkairányítási rendszerben az adott munka tervezetten kerül felvételre az érintett objektum vagy hálózatrész megadásával. A nyomászónának minden esetben adatbázis adatnak kell lennie. Ezeknél a tervezett munkáknál a vízfelhasználás igen pontosan megadható, mert például medencemosásoknál a vízvételezés vízáramán keresztül történik, míg például öblítéseknél a SCADA rendszerek félórás zónafogyasztás-adataiból pontosan számolható. A saját vízfelhasználás ugyancsak eseményhez kötött, rögzítése szintén a munkalapokon történik. Vízfelhasználási összetevő ebből az értékből úgy lesz, ha az adott hónapban keletkezett munkalapok „elhasznált víz” mezőjében szereplő értékeket összegezzük. Az eredmény mértékegysége így szintén $m^3/hó$ lesz. A zónánkénti értékesítési különbség hatékony ábrázolása lehet még az előző módszer mellett az éves (12 hónapos) mozgó átlag. Ez az ábrázolás kiküszöböli az évszakos eltéréseket, a ritka leolvasások adta bekötési fogyasztás becslési algoritmus hibáit.

Zóna értékesített vízmennyiség

A nyomászóna értékesített vízmennyisége egy adott vezetékrendszeren lévő bekötéseken elhelyezkedő átadási pontokon leolvasott vízmennyiség értéke. Ezen adatok közül pedig mindegyiket ismerjük. Tudjuk,

melyik vezetékrendszerről van szó, tudjuk, hol vannak bekötéseink és átadási pontjaink (vízóra), a leolvasások pedig vízórákra (átadási pontok) történnek. Hogy is néz ki a fenti összefüggés egy víziközmű szolgáltató informatikai és üzemeltetési rendszerében? A 3. táblázat és 2. ábra alapján jól látható, hogy az adatok közötti összefüggést a digitális hálózatnyilvántartás biztosítja, pontosabban a címnyilvántartás. Az információk tehát ismertek. Akkor miért van az, hogy mégsem készül el ez az igen fontos mutató?

Az alábbi okokat látom:

- a nyomászóna mint alapvető hálózati egység fogalma és kezelése nem valósul meg;
- a hálózatnyilvántartás és/vagy ügyfélszolgálati rendszer nem alkalmas arra, hogy a logikai adatkapcsolatot biztosítsa az egyes rendszerek között;
- érdeklődés hiánya.

Ehelyütt van azonban egy valódi, de nem megoldhatatlan nehézség is. A vízmérők leolvasása nem előre rögzített időponthoz kötött. Sok esetben a fogyasztó bediktál. Vannak átalánydíjas fogyasztók, amelyek leolvasási ciklusa hosszabb a hónapnál: félév, esetleg év. Így ezekhez a fogyasztókhoz – vagy általában minden fogyasztási helyhez – csak egy becslési algoritmus segítségével rendelhetünk havi fogyasztási adatot. Ez az adat nem számlázási célú adat, de a vízmérleg készítéséhez elengedhetetlen lépés. Ez azt jelenti, hogy ezen értékek kimunkálása a számlázási rendszer részének kell lennie. Ennek hiányában a zónafogyasztások egyszerű összegzéssel nem is készíthetők el, még a bekötések és nyomászónák megfelelő összerendelése esetén sem. Fontos belátni, hogy a kívánatos rendszerintegráció csak akkor valósulhat meg, ha az abban résztvevő minden applikáció alkalmazkodik. A nyomászóna fogalmának kezelése alapvető fontosságú. Sok esetben azonban nem nyomászónát kezelnek a szolgáltatók, hanem „vesztéskörzet” megnevezésű rendszereket. Ezek azonban nem alkalmasak arra, hogy a nyomászónák helyét átvegyék. Ezek arra alkalmasak,

hogy nagy nyomászónák esetében, ahol a zónamérlegek nem vezetnek az értékesítési különbözet csökkentésében további eredményre, szűkítsék a vizsgált területek nagyságát. Ezt a módszert azonban minden esetben a nyomászónák részeként kell kezelni, vigyázva a logikai és mérlegegységre.

A hálózatnyilvántartás esetén két tényező fontos:

- a nyomászóna-tulajdonság konzekvens és logikailag zárt végigvezetése;
- a közös közterület-adatbázis megteremtése az egyes informatikai rendszerek között (WMS, CIS, AM-FM-GIS).

A második szempont főleg abban az esetben releváns, ha a nyilvántartó rendszer (AM-FM-GIS) és az ügyfélszolgálati rendszer (CIS) átadási pontjainak összepárosítása nem történt meg azok egyedi azonosítója alapján. Az összepárosítás mellett azonban fontos (ahogy a munkairányítási rendszerben is) annak a digitális folyamatszabályozásnak a konzekvens működtetése, mely a CIS felületen nem engedi módosítás végrehajtását anélkül, hogy az AM-FM-GIS oldalon ne jelenjen meg a vonzata. A közterület-adatbázis relevanciája munkairányítási szempontból kisebb, hiszen ott leginkább meglévő digitális térképen (térinformatika) történik a beavatkozás tényleges helyének megjelölése. Itt azt kell csak a digitális folyamatszabályozás eszközeivel biztosítani, hogy egy munkafolyamaton belül ez az azonosítás ellenőrzöttent megtörténjen. Fontos még megemlíteni, hogy a sokszor hivatkozott digitális folyamatszabályozás nem egy, ill. nemcsak egy műszaki folyamat leképezése, hanem egy üzleti modell konzekvens végrehajtása, mely a hatékonyság eszköze.

Visszatérve tehát az eredeti állításra és kérdésre, hogy lehet-e nyomászónánként értékesítési adatot és vízmérleget képezni, a válasz egyértelműen az: nemcsak lehet, hanem kell is, ha érdemben akarunk hatékonyságról, a belső veszteségek feltárásáról és csökkentéséről beszélni! Az ehhez szükséges ráfordításigény csupán egy becslő algoritmus kifejlesztése. A vállalat árbevételének töredéke.



TORRICELLI, EVANGELISTA

(1608 – 1647)

TOLNIA BÉLA

okleveles gépészmérnök

Torricelli, itáliai fizikus és matematikus 1608. október 15-én született a Róma melletti Faenzában. Nagyon szegény családból származott. Apja textilmunkás volt, három testvére mellett ő volt a legidősebb. Szülei becsületére vált, hogy észrevették különös tehetségét, akik a nagybátyához, Jacopo testvérhez, egy Camaldolese barátához küldték. A szerzetes előbb maga taníttatta, majd mikor a fiú elég nagy lett, beadta a jezsuita kollégiumba. 1624-től 1626-ig Torricelli matematikát és filozófiát tanult, nem tisztázott, pontosan hol, valószínűleg Rómában, a Collegio Romanóban. Apja korán meghal, édesanyja és testvérei követték Rómába.

A jezsuitáknál Benedetto Castellinél tanul, aki a római University of Sapienza tanára is volt. Nem tudni pontosan, hogy Torricelli járt-e az egyetemre vagy csak Castelli magántanulója volt, mindenesetre a matematikát, a hidraulikát, a mechanikát és a csillagászatot kiválóan elsá-

játította. 1626 és 1632 között Castelli titkára is volt, munkájáért cserébe tanulhatott.

Torricelli tudományos munkájáról egy 1632. szeptember 11-i keltezésű, Galileinek írott levélből sokat megtudhatunk. Galilei tulajdonképpen Castellivel levelezett, de távollétében a titkára válaszolt. Az ambiciózus fiatalember csodálta Galileit, végül lehetőséget kapott nála tanulni. A levélből kiderül, hogy Torricelli nagyon is egyetértett Galilei asztronómiai nézeteivel, amely a ptolemaioszi világmép elutasítása és a kopernikuszi tanok hirdetése volt.

1641-ben Castelli Rómából Velencébe utazott, ám útközben megállt Arcetriben – itt élt Galilei az inkvizíció házi fogságában –, és átadta neki Torricelli néhány munkájának másolatát, jószívvvel ajánlva, hogy fogadja meg asszisztensének. Torricelli 1641 októberében érkezik Arcetribé,

amikor Galilei ereje már fogytán volt, ám így megérhette, hogy munkáját folytatják. Torricelli csak három hónapot töltött a mester mellett, mert Galilei 1842 januárjában meghalt. Leírhatta még a mester legutolsó elméleteit és terveit. Neki kellett a helyébe lépnie mint a matematika professzora a firenzei akadémián, és betöltenie előnyös tisztségeit a toszkán udvarnál.

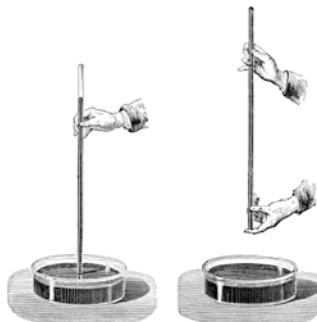
Torricelli fő kutatási területe a geometria volt. 1644-ben jelent meg *Opera geometrica* (Geometriai munkák) című háromkötetes műve. Kortársa volt Bonaventura Cavalierinek, aki szintén Castelli atyánál tanult. Kiszámította a ciklois ív alatti területet, leírta a logaritmikus csavarvonal tulajdonságait, kiszámította a forgástest térfogatát. Geometriai munkássága elegendő alapot adott volna arra, hogy neve fennmaradjon, mégis a higanyos barométer kapcsán emlékezünk elsősorban Torricellire. A barométer egy fizikai kísérletnek köszönheti születését, amit az atmoszférikus nyomás létezésének bizonyítására szántak. Ezt a kísérletet 1643-ban Vivianival közösen hajtotta végre, megmutatva a firenzei kútkészítőknél, hogy a szivattyúk szívómagassága 32 lábra (10 m) korlátozódik.

Ma már minden hidraulikával foglalkozó mérnök ismeri Torricelli törvényét, amely kifejezi a sebesség és a nyomás, illetve a nyomásmagasság négyzetgyöke közötti arányosságot. Az 1646-ban közzétett alaptörvény ihlette Torricellit, hogy párhuzamot vonjon Galileinek a szabadeséssel foglalkozó munkája és a saját, vízszaggal kapcsolatos megfigyelései között: „A hirtelen kifolyó víz ugyanazt a mozgást végzi, amikor elhagyja a kifolyónyílást, mint bármely súly (ebben az esetben egy-egy önálló vízcsepp), mintha szabadon esne le a nyílásnál lévő vízfelületről.”

Torricelli az ötletek embere volt, tehetséges, józan eszű, stílusa könnyű, világos, tömör. Viszonylag fiatalon, 39 éves korában halt meg, csak öt évvel élte túl Galileit, anélkül, hogy módja lett volna tehetségét kibontakoztatni. Firenzében halt meg 1647. október 25-én.

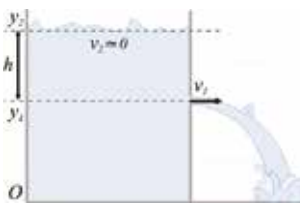
Nevét viseli:

Torricelli-kísérlet a légnyomás létezésének igazolására



Torricelli-tétel

Nagy, szabad felszínű edény alján, kisátmérőjű nyíláson át a folyadék kifolyási sebessége: $v = \sqrt{2gh}$ nagyságú.



Forrás

La Houille Blanche, Grenoble, 1953

<http://www-groups.dcs.st-and.aciműuk/~history/Mathematicians/Torricelli.html>

<https://etc.usf.edu>

VÍZIKÖZMŰ VILÁGHÍRADÓ

2020 JANUÁR

Szerkesztette
KOVÁCS BALÁZS

Piretroidok: mérgezőbbek, mint az összes többi növényvédő szer

Az EAWAG svájci kutatóintézet hat svájci patakban piretroid és szerves foszfát rovarirtók jelenlétét vizsgálta. Az általuk készített tanulmány szerint hat svájci patakból ötben azonosították a vegyszer jelenlétét.

A piretroidok szintetikus módon előállított rovarirtók, melyeknek nagyon alacsony koncentrációja is hatékonyan képes meggátolni a növények kártevőit. Azonban felszíni vizekbe kerülve nagy veszélyt jelenthetnek az élőlényekre is.

A vízminőség-ellenőrzések során eddig a piretroidok jelenlétét nem vették figyelembe, mert nem álltak rendelkezésre megfelelő analitikai

módszerek a szükséges, alacsony koncentrációtartományban történő mérésükre. Azonban egy újonnan kifejlesztett analitikai módszer alapján már ki tudják mutatni a szerek jelenlétét.

A tanulmány szerint a vizsgált hat svájci patakból ötben tárták fel a jelenlétét, egyes esetekben akár akut veszélyt jelentve a víz élővilágára. Ez azért riasztó, mert a Svájcban használt növényvédő szereknek mindössze egy százalékát teszik ki a piretroid és a szerves foszfát rovarirtók. A vizsgálat eredményeinek ismeretében a svájci hatóságok már meghozták első intézkedéseiket, és betiltották egyes rovarirtó szerek használatát.

Forrás: gwf Wasser-Abwasser

Az európai szennyvízágazat további jelentős beruházásokra szorul

Az elmúlt évtizedek során többmilliárd eurót fordítottak Európában szennyvíztisztító-telepek és -hálózatok építésére, de ez még mindig nem elég a 21. század kihívásainak való megfeleléshez. Erről az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) adott ki tájékoztatást.

Noha az elmúlt évtizedekben több erőfeszítés történt a szennyvíz begyűjtésének és -kezelésének biztosítása érdekében, a szakma számára új kihívást jelent, hogy a meglévő rendszereket hozzáigazítsák az éghajlatváltozás hatásaihoz, és kezeljék az újonnan azonosított szennyező anyagokat.

Európában a szennyvízhálózathoz hozzáféréssel rendelkező háztartások száma változó arányt mutat. A nyugat- és közép-európai országokban 90 százalék feletti ez az érték, míg a déli, délkeleti és keleti országokban 70 százalék körüli értékről beszélhetünk. Az utóbbi években bekövetkezett jelentős fejlesztések ellenére Európában mintegy 30 millió ember még mindig nem éri el a szennyvízhálózatot.

Az EEA tájékoztatása megjelöli azokat a szennyvíztisztítás során fennálló kihívásokat, mint az éghajlatváltozás (például csapadékvízkezelés), a városi és a térségi szennyvízelvezetés és -tisztítás biztosítása, az energiahatékonyság növelésének szükségessége. Emellett kihangsúlyozza, hogy a szigorú EU-s jogszabályok betartása mellett biztosítani kellene a finanszírozást az innovatív szennyvízkezelési technológiák fejlesztésére és alkalmazására, a „zöld város” koncepciók megvalósítására, valamint a szennyvíztisztítás során keletkező másodlagos termékek értékesítésére is koncepciót kell kidolgozni.

Forrás: gwf Wasser-Abwasser

Megállapodás született az Ivóvíz Irányelv ügyében

Az Európai Parlament és az Európai Tanács hosszú tárgyalások után december végén elfogadta az ivóvízről szóló új irányelv szövegét. Néhány részlet finomhangolását követően, várhatóan 2020 januárjában újabb megbeszélésre kerül sor, ezután fogják a végleges anyagot benyújtani a Tanácsnak.

A Parlament és a Tanács kiegészítette az Európai Bizottság javaslatát, beépítve az Egészségügyi Világszervezet ajánlásait az új jogszabályba. Fontos eredmény, hogy a mikroplasztik mérésére szolgáló módszer kidolgozását követően a Bizottság felveheti a paramétert a megfigyelési listába.

A hálózati veszteséggel kapcsolatosan is lesz előrelépés. A tagállamoknak jelentést kell készíteniük, amely alapján a Bizottság meghatározza az EU hálózati veszteség átlagát. Minden olyan országban, ahol a küszöbérték magasabb az átlagnál, néhány év áll majd rendelkezésre a cselekvési terv kidolgozására és a veszteség csökkentésére.

Az irányelv többek közt arra is kötelezi majd a tagállamokat, hogy tegyék meg a megfelelő intézkedéseket a rászoruló vízhez való hozzáféréseinek biztosítása érdekében.

Forrás: EurEau

Elkészült a települési szennyvíz kezeléséről szóló irányelv értékelése

A települési szennyvíz kezeléséről szóló irányelv (UWWTD) régóta várt értékelése 2019. december végén került publikálásra. A jelentést tanulmányozva egyre világosabbá válik, hogy az UWWTD felülvizsgálata várható a közeljövőben.

Az UWWTD-t a '90-es évek elején fogadták el, az ennek való megfelelés azonban nagyon eltérő az uniós országok között. A nyilatkozatot harminc évvel ezelőtt elfogadó tagállamok közül néhány még mindig

nem teljesíti a követelményeket, míg van több olyan ország, amely 2004 után csatlakozott az EU-hoz, és viszonylag rövid idő alatt jelentős előrelépést ért el.

A jelentés szerint finanszírozási problémák, illetve a projektek lebonyolítása során jelentkező hiányosságok nehezítik az irányelvnek való megfelelést. A Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (OECD) becslései szerint 2030-ig mintegy 253 milliárd eurót kell fordítani az EU-ban az irányelvnek való teljes megfelelésre, illetve annak fenntartása érdekében. Az EurEau tagjai – köztük a Magyar Víziközmű Szövetség is – egyetért abban, hogy ideje megújítani és az elkövetkező harminc év kihívásaihoz igazítani a települési szennyvíz kezeléséről szóló irányelvet.

Forrás: EurEau

„Water turnaround”: ellensúlyozni az aszályt és vízhiányt

A világ népességének csaknem egynegyede olyan országokban él, ahol magas az aszály veszélye. Közülük 17 ország különösen kritikus helyzetben van. Erről az amerikai World Resources Institute (WRI) adott ki tájékoztatást.

A legsúlyosabban érintett országok a Közel-Keleten és Észak-Afrikában találhatók, de aggasztó fejlemények figyelhetők meg az intenzív mezőgazdasági öntözésű régiókban is, például az Egyesült Államok nyugati részén, Kínában vagy India déli és nyugati részén. Kevésbé ismert tény, hogy Európa egyes országait is fenyegeti aszály, például Spanyolországot, Franciaország déli részét, Bulgáriát, Ciprust és Görögországot.

A jó minőségű és megfelelő mennyiségű víz rendelkezésre állása elengedhetetlen mind a társadalom fenntartható fejlődéséhez, mint az ökoszisztéma fenntartásához. Ha „nem akarunk senkit hátrahagyni” a globális vízellátás terén – ahogy azt az ENSZ a fenntarthatósági célkitűzéseiben megemlíti –, akkor sokkal következetesebben kell használnunk a vizet. A cikk szerint duzzasztógáták építése és a felszín alatti vízforrások megcsapolása helyett a megtisztított szennyvizet kellene kiegészítő vízkészletként felhasználnunk. Ezzel jelentősen csökkenthetnénk a természetes vízkörforgásra gyakorolt hatást is. A jól szabályozott szennyvízkezelés nemcsak javítja a lakosság általános egészségi állapotát, hanem lehetőséget biztosíthat a mezőgazdasági célú öntözésben való felhasználásra is.

A tisztított szennyvíz mezőgazdasági alkalmazása mellett a lakosság is tehet a fenntarthatóságért. A háztartási szennyvíz egy része – mint például a mosdókból és a zuhanyzókból lefolyó víz – viszonylag kis erőfeszítéssel megtisztítható, ezt követően pedig felhasználható WC-öblítésre vagy kerti öntözéshez.

A víz fenntarthatóbb használatának alapvető elve az, hogy nem minden célra szükséges ivóvíz. Fontos azonban megjegyezni, hogy a tisztított, kezelt vizek különböző minőségűek, így különféle igények kielégítésére alkalmasak, kezdve az emberi fogyasztástól a mezőgazdasági célú öntözésig.

Forrás: WaterSolutions

A csapadékvíz kezelése volt 2019 egyik fő prioritása

A világszerte egyre gyakoribb viharok és intenzív esőzések új kihívások elé állítják a víziközmű-szolgáltatókat is. A Global Water Intelligence (GWI) felmérésében rámutatott, hogy a csapadékvíz-kezelés globális szinten a költségek emelkedésével is járhat.

A GWI 2019-es globális vízdíjfelmérése az ivóvíz- és szennyvízdíjak, valamint a csapadékvíz árának alakulását vizsgálta 184 ország 558 városában. A referenciaérték egy olyan négyfős háztartás volt, amely

átlagosan havi 15 köbméter vízfogyasztással és 200 négyzetméter nem áteresztő területtel rendelkezik.

A kutatás szerint a díjak világszerte átlagosan 3,3%-kal nőttek, amely a népességnövekedésből adódó infrastruktúra fejlesztésére és korszerűsítésére, az aszályokra és az egyre gyakoribb intenzív esőzésekre vezethető vissza. Utóbbi az egyik olyan tényező, amely felgyorsítja a víziközmű-rendszerek állapotának romlását, így ezt felismerve egyre több városban kiemelt figyelmet fordítanak a csapadékvíz-gazdálkodásra.

„Az esővíz egy ideje a víziközmű-szolgáltatók központi témái közé tartozik, ugyanis egyre többen jönnek rá, hogy egy jól kidolgozott csapadékvíz-kezelési program több előnnyel is járhat: a víztartó rétegek feltöltése mellett a szennyvízhálózat karbantartási költségei is csökkenthetők” – jelentette ki Sebastian Lennox, a GWI igazgatója.

A felmérés alapján megfigyelhető, hogy míg egyes szolgáltatók az ivóvíz- és szennyvízdíjakból finanszírozzák a csapadékcatorna üzemeltetését, addig mások külön díjat alkalmaznak a csapadékvíz kezelésére: a megkérdezett 558 városból 77 díjat számít fel, az ebből származó bevételt pedig a csapadékcatorna infrastruktúrájának fejlesztésére fordítják. A svédországi Malmö város díjai 4,51%-kal növekedtek, jelenleg 2,71 dollár/m³ együttesen az ivóvíz- és szennyvízdíj összege. Malmö vezetése azt tervezi, hogy a díjemeléssel származó bevételt a közműhálózat cseréjére és a csapadékvíz-infrastruktúra fejlesztésére fordítja. Londonban is 4,51%-kal emelkedtek a díjak, amelyet a város a „Thames Tideway Tunnel” építésére fordít. A 25 km-es alagút létrehozásával a nagyobb esőzések idején megakadályozható a szennyvízcatorna túlfolyása, így elkerülhető, hogy az esővízzel telített szennyvíz kezeletlenül a Temzébe jusson. A 2019-es felmérésben Berlinben volt a legmagasabb a csapadékvízdíj: itt a közműszámla több mint 30%-át teszi ki.

Forrás: WaterSolutions

December 4.: a Vízvesztés világnapja

Az első Vízvesztés világnapot 2019. december 4-én rendezték az International Water Association (IWA) „Water and Development Congress & Exhibition” rendezvényén. A világnap célja felhívni a figyelmet arra, hogy fokozottabb fellépés szükséges az ivóvíz-hálózatokból napi szinten 346 milliárd liter elszivárgó víz csökkentése érdekében.

A világnap kijelölését az IWA Hálózati veszteség szakértői bizottsága kezdeményezte, kiemelve azt, hogy a hálózati veszteség mindössze 30 százalékos csökkentése lehetővé tenné 800 millió ember vízellátását.

„A vízvesztés globális szintű kérdés. Bár számos sikert tudunk már felmutatni, még sok olyan ország van, amelynek el kell kezdenie a hálózati veszteség (Non-Revenue Water) csökkentését – hangsúlyozta Stuart Hamilton, az IWA Hálózati veszteség szakértői bizottságának elnöke. – Az ivóvíz értékes termék, a Vízvesztés világnapjának az a célja, hogy minden országot érdekeltté tegyen a hálózati veszteség csökkentésében.”

Forrás: IWA

Igyunk újrahasznosított szennyvizet?

Egyre kevesebb az ivható víz a Földön. A népesség gyors növekedése, a környezetszennyezés és a klímaváltozás együttes hatásaként több város arra kényszerül, hogy nem a megszokott vízforrásokból nyerjen ivóvizet. A fejlődő országok egyes városaiban a kezelt kommunális szennyvíz, az úgynevezett „újrafelhasznált víz” (reused water) lett a legjobb megoldás a vízfogyasztásra – ráadásul bizonyos esetekben ez az egyetlen lehetőség is.

Azonban az újrafelhasznált vízzel kapcsolatos aggodalmak – amelyet a szenzációshajhász média is sokszor tárgyalt – számos projektet megakadályoztak. Néhányan attól tartanak, hogy az újrafelhasznált víz

több kórokozót és vegyi anyagot tartalmaz, mint a tavakból vagy folyókból származó ivóvíz. Mások egyszerűen csak nem tudnak megbarátkozni azzal a gondolattal, hogy a víz kezelése előtt egyszer már átment a WC-n, a lefolyón és szennyvízcatornán.

De mi is az „újrafelhasznált víz”? Az újrafelhasznált víz nagyrészt kezelt szennyvízből származik. A közepes és magas jövedelmű országokban a családi házakból és az üzletekből származó háztartási (települési) szennyvíz összegyűjtésre kerül, különböző tisztítási és kezelési eljárások után a folyókba, tavakba és más természetes vizekbe engedik. Végül az innen kitermelt, megtisztított vizet használják a városok vízellátására, mezőgazdasági és ipari felhasználásra.

Napjainkban körülbelül kétmilliárd ember él olyan országban – elsősorban Észak-Afrikában, valamint Nyugat-, Közép- és Dél-Ázsiában –, ahol magas a vízhiány és az aszály kockázata. Az előrejelzések szerint a világ népessége a jelenlegi 7,7 milliárdról 2050-re 10 milliárdra növekszik, ráadásul a becslések szerint az emberek 70%-a városokban fog élni, így a biztonságos ivóvíz iránti igény is drasztikusan megnő.

A vízválság megelőzéséhez javítani kell az ellátórendszerek infrastruktúráját, el kell terjeszteni az okosérzékelők és más innovatív technológiák alkalmazását. Emellett a megfelelő árképzés és a lakosság víztakarékos szemléletformálása is elősegítheti a hatékony vízfelhasználást. A szennyezés csökkentése érdekében jogszabályokat kell bevezetni, illetve meglévőket módosítani. Ezek mellett kiemelten kell foglalkozni az újrafelhasznált víz fogyasztásának témakörével is. Az újrafelhasznált víz hasznos lehet a folyóknak, tavaknak, vizes élőhelyeknek és víztartó rétegeknek, részben azért is, mert az ilyen projektekből a természetes rendszerekbe visszajuttatott víz jobb minőségű, mint a hagyományos módon kezelt szennyvíz.

Ahhoz, hogy ezek a stratégiák működőképesek legyenek, szükséges valamennyi érdekeltet bevonni, a városi polgármesterektől kezdve a nemzeti kormányokig, a vállalkozásoktól és a helyi egészségügyi szervektől kezdve a közösségi és környezetvédelmi csoportokig, a médiával bezárólag.

Forrás: Nature

Nemzetközi rendezvények

IFAT 2020

2020. május 4–8., München, Németország

A világ vezető környezetvédelmi technológiai kiállításán – amely az ivóvíz-, szennyvíz-, hulladék- és nyersanyag-gazdálkodás legnagyobb platformja – tavaly 58 országból több mint 3000 kiállító és 140 ezer látogató vett részt. Az idei tematika a különféle hatékonyságnövelő megoldások, az újrahasznosítás és újrafelhasználás köré épül.

All-Russian Water Congress 2020

2020. június 22–24., Moszkva, Oroszország

Fő témája: „Vízkezelés – nemzeti prioritások és kihívások; A vízpar gazdasági és technológiai fejlődésének új területei”. Egyéb témák: a víz-bázis védelmére irányuló projektek zöld finanszírozása; innovatív digitális koncepció megfogalmazása a vízpar fejlesztésére; fenntartható vízgazdálkodás és vízminőség ellenőrzéséhez eszközök helyi gyártásának megtervezése és létrehozása. A rendezvényre körülbelül 1700 főt várnak, és orosz–magyar kerekasztalbeszélést is szerveznek.

INTERJÚ

VÁRSZEGI CSABÁVAL

Az eddig megszokottaktól talán kicsit eltérően egy hosszú vízműves pályafutásba nyerhetünk betekintést. Várszegi Csaba őszintén beszél múltrol, érzésekről, eszközökről, melyekből ki-kí ötletet, de történelminek nevezhető ismeretet is szerezhet.

Márialigeti Bence: Kezdjük az elején. Hogyan kerültél a szakma közelébe?

Várszegi Csaba: Egyáltalán nem akartam vízműves lenni, nem is ez a szakma, irányultság vonzott. Repülőmérnök akartam lenni. Az áramlástechnika izgatott, de nem a víz, hanem a levegő. A Budapesti Műszaki Egyetemen harmadik évben volt a szakosodás, és a repülőmérnök szakra nagy volt a túljelentkezés, csak öt hallgatót vettek fel, ezek között voltam én is.

MB: Ezt hányban volt?

VCS: 1959-ben. Ekkor voltam harmadéves. Volt azonban apámnak egy minisztériumi barátja, aki azt tanácsolta, hogy más szakot válasszak. Azt állította, hogy ezzel a diplomával elmehetek a szellőzőművekhez vagy a Ferihegyi Repülőtérre szerelőnek. Ezt nem javasolta, de én sem akartam. Ez volt az egyik elbizonytalanító tényező. Meginogtam. De volt egy másik megingás is, ami aztán a döntő lökést adta a szakmódosításban. Akkoriban, a kommunista rendszerben tanultak velünk minden esetben úgynevezett pártösztöndíjasok is. A párt kiválasztotta a tehetséges és okos ifjakat és tanulni küldte őket, hogy majd a tanulmányaik végeztével, megbízható káderként cégvezetői pozíciókba telessék. Így volt ez a mi évfolyamukban is. Ezek között a pártösztöndíjasok között volt az akkor nálam húsz évvel idősebb Hajdú György, a Fővárosi Vízművek későbbi igazgatója is (aki egyébként az államvizsgáján már hangoztatta, hogy következő nap a Vízművek igazgatója lesz). Ő fontosnak tartotta, hogy a vizes szakirányú gépészmérnök képzés is folyamatos legyen. Ezért, mivel ilyen szakirányra senki sem jelentkezett, elintézte, hogy a Ganz-MÁVAG ajánljon fel öt ösztöndíjat azoknak, akik a vizes szakirányt választják. A felajánlott ösztöndíj akkoriban igen jelentős összeget képviselt: a későbbi kezdő mérnöki fizetésem felét tette ki. Ez az ösztöndíj elcsábított engem is, így választottam az áramlástan vizes szakirányt.



MÁRIALIGETI BENCE

főszerkesztő

MB: A felmenők között nem is volt senki, aki ebbe az irányba terelgetett volna, motivált volna a vizes szakma irányába?

VCS: Senki, bár ahogyan így kérdezed, eszembe ötlik, hogy a keresztapám, Pató Tibor volt a Fővárosi Nagyszínház Vízmű első vezetője. Ő akkoriban a Csatornázási Művek Dél-pesti Szennyvíztisztítójának volt a vezetője, akit a Főváros áthelyezett a Nagyszínházba. Valami tehát volt, bár ez, legalábbis tudatosan biztos nem befolyásolt.

MB: Lám, valami gyökere mindenkinek lehet. De folytassuk az első munkahellyel.

VCS: Az egyetem elvégzése után a Ganz-MÁVAG-ba kerültem, jó tanulóként nem a műhelybe, hanem a tervező irodába, a 13. emeletre, a Ganz-MÁVAG ma is meglévő irodaépületébe. 1962-ben kerültem oda és ott dolgoztam 1966-ig. A turbinatervező irodában dolgoztam, zsenik között. A világon sok országába szállított a vállalat turbinákat, melyeket ez az osztály tervezett, majd helyeztek üzembe. Mindenki nemcsak kiváló tervezőmérnök volt, hanem kiválóan beszélt angolul is.

MB: Egy ilyen környezet egy fiatal mérnök számára inspiráló lehet, akár egy teljes életre pályaképet adhat. Hogyan jött innen a váltás?

VCS: Egyrészt nem éreztem magamban azt a kitartást és képességet, hogy a körülöttem lévő tervezőmérnökök szintjére felérjek. De nem ez volt az oka annak, hogy váltottam. A korábban már emlegetett Hajdú György – akivel egyébként az egyetem alatt jó kapcsolatba kerültem, mert sokat segített nekem – hívatott fel egyszer, hogy elhívjon a Vízművekhez mérnöknek. Azonnal nemet mondtam. Voltam gyakornok korábban a Vízműveknél, és egy lassú, unalmas munkahely benyomását keltette számomra. Aztán kis gondolkodási idő után mégsem nemet mondtam, hanem olyan magas bérigényt, amiről azt gondoltam, úgysem adják meg. Azonban tévedtem. Egy hét sem telt bele és hívtak a titkárnő, hogy megadják a kért bért. Így kerültem a Fővárosi Vízművekhez, ami aztán máig meghatározta

zatomban akkor konkrétan leírtam, hogy mely területek azok, melyekre a Vízműnek mint közszolgáltatónak a közszolgáltatáshoz szüksége van, és melyek azok, melyek nem kellene és le kell őket építeni.

MB: Kapitalista gondolkodás, amit ma profiltisztításnak hívnánk. Ez szép, de nem könnyű, főleg amikor a saját embereit kell valakinek elküldenie...

VCS: Valóban nem volt könnyű, a hátam mögött mosolygó gyilkosnak is hívták. Tekintve, hogy a pályázatomban minden konkrét volt, azonnal hozzá is tudtunk kezdeni a munkához. Három-négy év alatt a korábbi kétezerről ezer főre csökkent a műszaki állomány létszáma. A leépítést azonban nem úgy csináltuk, ahogyan ma sok helyen, hogy pénteken szólnak, hétfőn már nem kell jönni.

A gazdasági egységekkel közösen több lehetőséget is kitaláltunk arra, hogy a leépítendő kollégáink lehetőleg ne kerüljenek egzisztenciálisan veszélyes helyzetbe. Felajánlottunk nekik másik munkahelyet cégen belül, igen jelentős végkielégítést biztosítottunk. Akkoriban már alakultak a kft.-k, sokaknak azt ajánlottuk fel, hogy a munkájukat



Szakmai látogatás a MaVíz Műszaki Bizottságával

– amelyre egyébként a cégnek szüksége volt és melyet jól el tudtak végezni – külső vállalkozóként folytassák. A Vízmű vállalta, hogy öt éven keresztül, csökkenő mértékben, de ellátja őket munkával. Első évben megkapták a korábbi vízműves időszakuk összes munkáját, majd öt éven keresztül fokozatosan csökkent az előre átadott megbízások volumene. Így szüntettük meg többek között az építési osztályt, a csőgyárat, a járműjavítót stb. Azt gondolom és remélem, hogy mindenkinek sikerült így munkát találnunk.

MB: Mi volt a hozadéka ennek a folyamatnak?

VCS: A Vízmű ezután a lépés után anyagilag fellendült. Nem kellett a sok ágazatot eltartani és ráadásul külsőként ők is olcsóbban dolgoztak. Inentől kezdve, tehát a 90-es évek közepétől nagyon jó évek kezdődtek. Volt pénz beruházásra, fejlesztésre. Emellett a kiszervezés folytatódott. Üzemeltetésre is sok mindent kiadtunk. Pilotprojektként Budapest két területén a teljes csőhálózati üzemeltetést és fenntartást is kiadtuk. Akkor nagyon belejöttünk ebbe, és azt gondoltuk, ez lesz a jövő. A csőhálózati kiszervezés aztán nem valósult meg, amit ma már egyáltalán nem bánok, örülök, hogy végül nem történt meg, és a Vízmű visszavette és saját erőforrásból végzi.

MB: Mai üzemeltetőket is érdekelheti a kérdés: miért?

VCS: Rajtunk kívül tudtommal csak egy helyen akartak vele kísérletezni, de őket sikerült lebeszelnem. Az egyik probléma az üzemeltetési terület kontra igényelt szolgáltatás nehéz összehangolhatósága. Magyarul az, hogy bár relatív nagy terület került kiszervezésre (kb. egy kerületnyi), az elvárt színvonal szerinti üzemeltetéshez sok munkaerőt kellett volna állandóan készenlétben tartani, amit a kis céget vagy nem bírtak vagy a költsége volt túl magas. Nagyobb méretű hibához nem volt raktárkészletük, a Vízműhöz fordultak segítségért. És végül, de talán a legfontosabb, hogy az SAP és a kötött munkairányítási rendszer bevezetésével jelentősen csökkent a Vízműnél ezen tevékenység költsége, tehát költségcsökkentési okokból nem volt már indokolt a kiszervezés.

MB: Innen már nem volt messze a privatizáció éve.

VCS: Igen. Ez 1997-ben történt. Ahogyan korábban említettem, ekkorra a Fővárosi Vízművek elvégezte azokat a belső átalakításokat, melyek után egy igazán jól gazdálkodó cég lett, európai összehasonlításban is igen jó

mutatókkal rendelkezett. Az érkező kérék nem is értették, minek eladni egy jól működő céget. Őszintén megvallva, én sem értettem. A privatizáció indoka az volt, hogy kell a forrás a beruházásokra, de egy fillér többletet sem láttunk. Az együttműködésünk nem is lett túl hosszú. Bár a cégben dolgozó francia kollégákkal kimondottan jó kapcsolatot ápoltam, 2000-ben felmondtak nekem döntően ezért, mert nem találtak elég lojálisnak, amiben azért volt igazság.

Utólag nézve szerencsésnek mondhatom magamat újfent a vízműves életem során, mivel úriember módjára váltak meg tőlem, és nem kellett átelnem a Vízmű műszaki vezető- és kulcsembereinek későbbi dömpingszerű eltávolítását, eltávozását.

MB: Mielőtt továbblépnénk, álljunk meg kicsit, és vonjuk mérleget, mert talán érkezes a mai nemzedék számára is, bár a részint történelmi távlat sok érdekes epizódot vonultatott fel. Bont-

suk, mondjuk, három részre a vízműves pályafutásodat: mérnöki időszak, vezető a kommunista rendszerben és a rendszerváltozás utáni időszak. Nézzünk egy-két olyan dolgot, eredményt, amire büszke vagy, és olyat is, amit tanulságként adnál tovább a mostani nemzedéknek.

VCS: Ilyen megközelítésben nézve nem tudom az időszakokat szétvágni. Az ott töltött munkásságomat egy folyamatnak, egy ívnek érzem, ahol ezek a külső változások érdemi befolyást, változtatást nem jelentettek a megkezdett munkára, bár nyilván a módszerek változtak. A rendszerváltás után például már nem volt szükség a korábbi kapcsolatrendszeren és Metalimpexen, Nikexen keresztül intézni a beszerzéseket. Engem mindig hajtott a fejlődés és a fejlesztés, a látott és hozott példák implementálása, melyben a körülmények adta lehetőséget mindig igyekeztem maximálisan kihasználni.

Ahogyan korábban meséltem, mérnökként keveset dolgoztam. Viszonylag hamar vezetői beosztásba kerültem, ahol nem a konkrét mérnöki feladatok megoldása volt a közvetlen feladatom. Azt már nem nekem kellett megmondanom, hogy például milyen munkaponton kell egy szivattyúnak járnia. Arra ott voltak a mérnökök, akik ebben voltak profik. Bár képeztem magam, szakembernek tartottam és tartom magamat ma is, elsősorban nem mérnökként dolgoztam. Ezt a dolgot magam felé is

tisztáznom kellett, de most már nyugodt szívvel kimondom. Elsősorban nem mérnök voltam tehát, ezért nem is mérnöki problémák megoldása volt a legnagyobb személyes sikerem.

Az új technikák és technológiák implementálásának nagy pártfogója voltam. Ebben jelentős változásokon ment keresztül a cég, de most egy más szemszögről beszélnek: az újítások, változtatások mellett igyekeztem egyfajta állandóságot is megtartani. A Vízmű nem egy bank vagy úrkutató intézmény, ahol mindig valami újat kell csinálni. Vannak dolgok, melyek mellett érdemes kitartani. Például a szivattyúkat, tolózáratokat mindig ugyanott vettük, és ezzel az árat is sikerült lent tartanunk, és később, az üzemben tartás is egyszerűbb volt. Ez a karbantartásoknál is hasznos volt. Úgy érzem, ezt sikerült jó egyensúlyban tartanom.

A másik nagy ajándék a nyelvtudás. Már a Ganz-MÁVAG-ban láttam, hogy a mérnökök meg sem éltek volna nyelvtudás nélkül. Nekem szerencsém volt. Nem mondhatom, hogy nyelvzseni vagyok, de viszonylag jó nyelvérzékem volt. Még ma is perfekt beszélek oroszul, németül. Az angol még időben kezdtem tanulni, amikor látszott, hogy ez lesz a világnyelv. Franciát is tanultam két évig, amikor velük kellett dolgoznom. Ennek köszönhető, hogy bejártam szinte az egész világot. De a világhíráshoz mindig nyújtottam valamit. Egyrészt szinte mindig tartottam valamilyen előadást, mellyel a magyar szakmát, a Fővárosi Vízművek hírére öregbítettem. Így ástam bele magam néhány témába, például az ózonfejlesztés témakörébe is. Ennek hasznát vettem a Csepeli Kezelőmű fejlesztésénél is, de sok kapcsolatot és ismeretet hoztam Magyarországra. Másrészt ha valahová eljutottam, sohasem mulasztottam el, hogy a helyi vízművet felkeressem. Ha csak egy gépházat lehetett megnézni, azt is megtettem. Sok kapcsolatot, ismeretet lehetett így szerezni, melyeket aztán kamatoztatni lehetett.

Akkoriban elég egyedül voltam a nyelvtudásommal. Ma már ez talán másképp van. De a kapcsolatépítés, a külföldi példák, gyakorlatok megismerése, kapcsolatok építését ma is nagyon fontosnak tartom. A klasszikus tanulmányutakat ma leértékelik, pedig a csapatépítő jellege mellett nagyon sokat lehet tanulni. A régebbi mérnökképzés, bár alapvetően az egyetemen zajlott, de a céghez, például a Fővárosi Vízműhöz bekerülve, a mérnökök képzésére, ismereteik bővítésére nagy gondot fordítottunk. Nem az volt a cél, hogy minél hamarabb hasznot hajtsanak, hanem az, hogy hosszútávon legyenek önálló, alkotó szürkeemenciái a Vízműnek. Ez pedig áldozattal járt a cég oldaláról.

A harmadik dolog, amit felsorolnék, az talán a munkatársak kiválasztása lenne. Úgy gondolom, sikerült jól megválasztanom a munkatársaimat. Egyrészt sikerült odacsábítani olyanokat, akik a magyar víziközmű szakma meghatározó alakjai lettek, másrészt olyan munkakultúrát kialakítani, amiben együtt lehetett dolgozni. Ma ezt úgy mondanánk, csapatként. A saját tudásomat, információimat sohasem féltettem, azonnal továbbadtam és ezt vártam el a kollégáktól is. Utólag nézve azt gondolom, ez működött is.

MB: Ha már a munkaerőnél tartunk: a „fehérgalléros” állomány, a szellemi foglalkozásuk kezelése talán könnyebb egy felsővezetőnek. De főleg a leépítések kapcsán biztosan szembe kellett nézni a fizikai kollégák véleményével, nemtetszésével. Ezt hogyan kezelted?

VCS: A kollégáimban nemcsak azt néztem, hogy jó szakember legyen, hanem mindig az embert is néztem. A fizikai kollégák sorsa, problémáik is érdekelték. Nagyra becsültem a munkájukat, beszélgettem velük, együtt sportoltunk.

MB: Kanyarodjunk vissza a Vízmű utáni időkre.

VCS: A Vízművek után nem szakadtam el a szakmától. Dolgoztam a

Hawle-nak, majd a MaVíz jogelődjéhez, a VCSOSZSZ-hez kerültem. Ez nagyon szép időszaka volt a szakmai pályafutásomnak, melyért nagyon hálás vagyok a mindenkori VCSOSZSZ és MaVíz illetékeseknek. Úgy gondolom, tudtam kamatoztatni a kapcsolatrendszeremet, a külföldi szakmai kapcsolatokat. Ebből az ismeretből indult annak idején a világhíradó is, melyet még hawle-s koromban indítottam, igaz, kicsit más tartalommal és céllal, de onnan már nem volt messze ez a mostani külföldi lapszemle. Ezt nagyon fontosnak tartom, mert ezzel képet lehet kapni arról, mi történik szakmailag a környezetünkben, nyugaton, anélkül, hogy sok folyóiratot át kelljen olvasni vagy le kelljen fordítani.

MB: Mindeközben folyamatosan tagja voltál a Magyar Hidrológiai Társaságnak is.

VCS: Igen. Nagyon fontosnak tartottam, és ma, amikor a vállalatvezetők egy része nem mérnök, még fontosabbnak tartom, hogy legyen egy független szakmai és tudományos szervezet, ahol a szakmai, technológiai kérdések szakmai alapon megvitathatók. Megismerhetők az új technológiák, mások fejlesztési és üzemeltetési eredményei, tapasztalatai, tudományos újdonságok és kérdések is teretükre kerülhetnek. Egy találkozási lehetősége a szakmának az éves konferenciák mellett.

Sokan talán nem tudják, de az MHT annak idején kimondottan a hagyományos „vizes” témákat vitte, mint az árvízvédelem, belvíz, hidrológia, talajtan stb. A víziközmű nem volt sehol. A víziközmű megjelenését és „befogadását” Hajdú György harcolta ki 1967-ben, ha jól emlékszem. Azóta a vízellátási szakosztály messze a legnépesebb szakosztálya a Társaságnak.

MB: Végül nem kerülhet meg a sport kérdése, mert aki ismer, tudja, hogy a Fővárosi Vízművek Sportkörének megszervezésében és fenntartásában nagy szereped volt.

VCS: A sport az emberi kapcsolatok mellett a másik olyan terület, amelynek egy jó vezető, de minden ember számára fontos tevékenységnek kell lennie. Van, akinek a versenysport jön be, de a tömegsport, a rendszeres kertészkedés is beleférhet ebbe a kategóriába. A lényeg a rendszeres testmozgás. Annak idején mi ezen szempontok mellett szerveztük meg a Vízműben a sportéletet. Szerencsére a vezetőink mindig támogatták a juttatásnak ezt a formáját, és szerencsére azóta is töretlenül működik. Tereket adtunk több sportágban a versenyszerű sportnak (első osztályú teke, foci- és teniszcsapat), de a tömegsportnak is. Az első pályákat még maguk a dolgozók építették a cég legkülönbözőbb telephelyein. Én máig részt veszek ezen tevékenységekben, 53 éve ugyanazon időpontban futbalozunk vízműves kollégákkal. A „kezdő tizenegyből” még ketten aktívan játszunk heti rendszerességgel Budaújlakon.

MB: A sikeres férfi mögött mindig áll egy nő is, szokták mondani.

VCS: Nincs ez nálam sem másképp. Feleségemet még a Ganz-MÁVAG-ban ismertem meg, azóta együtt vagyunk. Született két gyermekünk, már felnőtt unokák gondoskodnak arról, hogy fittek maradjunk. Büszke vagyok rájuk. A leányom egyik gyermeke Angliában, a másik az Egyesült Államokban dolgozik jelenleg. Kissé másképpen, de követik nagypapájuk globális világát.

MB: Köszönöm az interjút.



Messe München

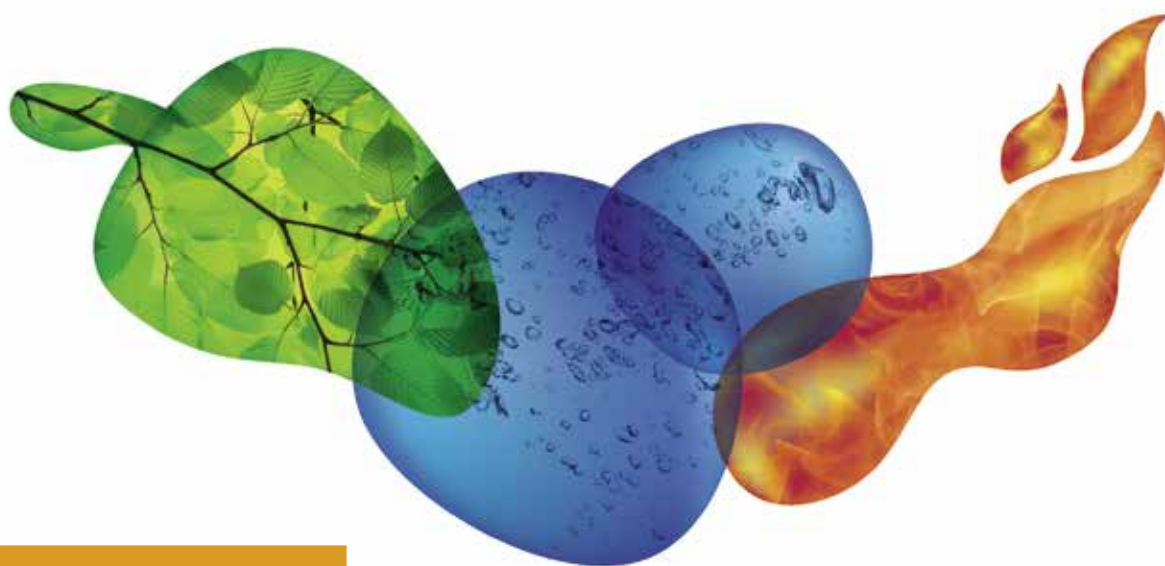
Connecting Global Competence

A jövő környezeti technológiái

2020. május 4–8. • Messe München

Megoldások a fenntartható erőforrás-gazdálkodáshoz – az IFAT 2020 vásáron.

A világ legnagyobb platformja összegyűjti az iparág nemzetközi vezető cégeit. Sokoldalú innovációk a fenntartható vízfelhasználás, az értékes újrahasznosítás és a hatékony nyersanyagciklusok témakörében, 270.000 m²-en.



Vásárolja meg jegyét előre online:
ifat.de/tickets/en

A víz-, szennyvíz-, hulladék- és nyersanyag-gazdálkodás világvására

IFAT

ifat.de    

Információ: Münchener Väsärképviselet, Promo Kft.
Tel. +36 1 224-7764 | messemunchen@promo.hu



Thermo Scientific:

AA, ICP-OES és ICP-MS spektrométerek

ED-XRF készülékek

Kompakt NMR spektrométerek

UV/látható spektrométerek

Automata fotometriás analízátorok

C, H, N, S, O elemanalizátor

FTIR, Raman és NIR spektrométerek, mikroszkópok

Hordozható Raman, NIR és XRF spektrométerek

GC, kvadrupol GC/MS és GC/MS/MS

Automatizált SPE és ASE mintaelőkészítők

HPLC, UHPLC, nano-LC

Kvadrupol és ioncsapdás LC/MS

Orbitrap hibrid HR/AM LC/MS és GC/MS

Ionkromatográfok

Kromatográfiás oszlopok, kiegészítők és fogyóanyagok

Thermo
S C I E N T I F I C
DISTRIBUTOR



Olympus:

Mikroszkópok

Hitachi:

Elektronmikroszkópok

PS Analytical:

Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se, stb. analízátorok

Trace Elemental Instruments:

TOC, TN, TS, TX, AOX meghatározók

HunterLab:

Színmérő készülékek

Peak Scientific:

Gázgenerátorok

iX Cameras:

Nagysebességű kamerák

OLYMPUS
Your Vision, Our Future
HITACHI

