

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

Vízkiincünk 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 hézagterefogat-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 k 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. eltömődésében 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 áteresztőképességét és nagy ellenállását laboratóriumi szemeloszlási vizsgálatokon túlmenően helyszíni mederszondás kísérletekkel is sikerült igazolni.

...a fokozott eltömődés 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 eltömődésének 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

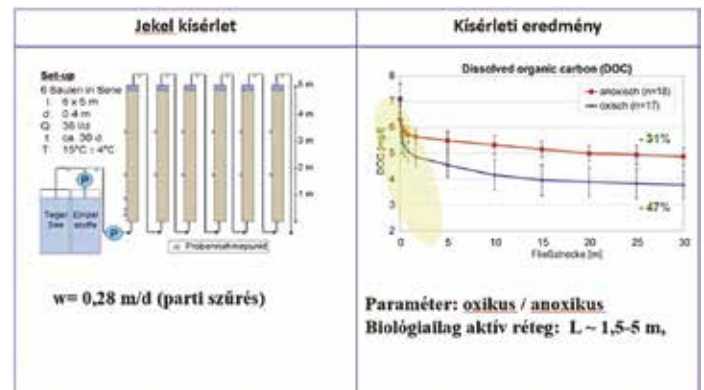
A következőkben próbáljuk meg a jelenséget ismert tények alapján némiképp másképpen magyarázni, más módon értelmezni:

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. Általa 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 $Pe^{kismolekula} = 1,5$, illetve $Pe^{nagymolekula} = 6$. 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 szűrésintéyző-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).

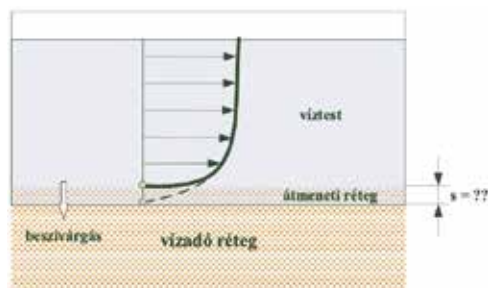
Mintegy összegezve megállapíthatjuk: víztermelés nélkül nincs kolmatáció, ahogy a víz megtisztulásához konvektív áramlásra van szükség.

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

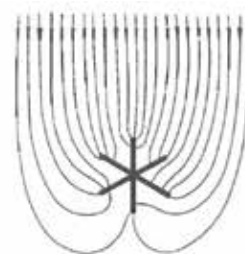
öblítéssel jön létre. Az évi kétszeri árvíz, illetve öblítés ezt a szűrőréteget a Szentendrei-szigeten a parti szűrés megvalósulása óta, már 150 éve megfelelően tartja karban. Kérdés, hogy az „átmeneti” réteg – ha létezik – milyen mértékben vállal részt a keletkező „salakanyag” folyamatos elszállításában,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



2. ábra: Az átmeneti réteg

Egy másik vitatott kérdés, hogy a parti szűrő 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.

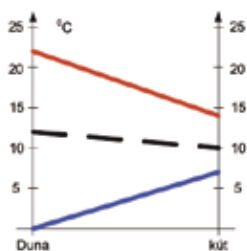
Az áramvonalak a kút környezetében (lásd 3. ábrát) megkerülik a kútat, és hátulról közelítenek. (Ivicsics, Salamin, 1968)



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 vízázó 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 kiszámálható, 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: