



Hír

CSATORNA

2001

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Lapja

május, június

TARTALOM

MaSzeSz – Hírhozó	2
Dulovics D: Miért ragaszkodik a MaSzeSz a 91/271 EGK rányrányelvhez	3
Buer, T., Dorgeloh, E.: Az utóülepítő medencék hatékonyságának növelés keresztáramlású leválasztók beépítésével	7
Nadler, A., Meißner, E.: Útfelületekről lefolyó csapadékvizek beszivárogtatására szolgáló kísérleti berendezés vizsgálatának eredményei	13
KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall rövid kivonatok magyar nyelvű fordítása	
2001/4	21
2001/5	25
NYÁRI AKADÉMIA – BUDAPEST 2001	
VÍZ – SZENNYVÍZ – HULLADÉK	29





H Í R H O Z Ó

KEDVES KOLLÉGA!

Mikor kézhez kapja/kapod a HÍRCSATORNA e számát, már túl vagyunk a nyári szabadságokon. Mégis visszatérünk az előző 5-6 számunkhoz főleg azért, mert e számban rendkívül sok hiba csúszott, melyekért szíves elnézést/elnézéset kérjük.

Már a 3-4-es számunkban kértük Önöket/Titeket a **II. Magyar szennyvíztechnikai és hulladékgazdálkodási konferencia és kiállítás** időpontjának előjegyzésére. A konferencia időpontjában változás történt, arra nem szeptemberben, hanem **csak novemberben** kerül sor. Előző számunkban tévesen jelent meg a konferenciával kapcsolatos hirdetés.

Megrendeztük az előző számunkban meghirdetett – főleg a felsőoktatás hallgatóinak szóló - VÍZ – SZENNYVÍZ – HULLADÉK NYÁRI AKADÉMIÁT. A rendezvény értékelésére következő számunkban visszatérünk.

Következő rendezvényünkre - a Harmadik német-magyar közös előadó ülésre – október 8.-9.-én kerül sor a megszokott helyen, a BARA szálló konferencia termében. Jelen számunk közli a részletes programot és a jelentkezési lapot.

A hazai szennyvízelhelyezés jelenlegi „fehér foltja” a 2000 lakosnál kisebb települések és a gazdaságosan nem csatornázható területek. Szeretnénk hozzájárulni e „fehér folt” felszámolásához azzal, hogy a jelen és a következő számunkban közlünk olyan példaértékű megoldásokat, melyeket érdemes követni. Kezdünk tehát Aparhant községgel, ahol 2001. július 27-én került ünnepélyes átadásra a TFH kezelő és elhelyező telep.

Kérünk minden kedves kollégát, aki hasonló kezdeményezésről tud beszámolni, hogy maximum öt oldalas beszámolóját juttassa el szerkesztőségünkbe.

Szíves figyelmükbe/figyelmetekbe ajánlom még az e számunkban közölt két fordítást:

Jörg Londong és Sonja Sauer: **MSR- (mérés-, irányítás- és szabályozás-) technikák szennyvíztisztító telepek számára – a mai technikai színvonal,**

Frank Laurich: **Iszapvíztelenítésből származó ammóniumtartalmú csurgalék vizek kombinált tárolása és tisztítása.**

Közreműködésüket megköszönve, jó nyári pihenést kíván

Budapest, 2001. augusztus 21.



Dr. Dulovics Dezső, Ph.D.
elnökségi tag



Ez a kiadvány újrahasznosítható papírral készült
A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség kiadványa.
(BME - Vízi-Közmű és Környezetmérnöki Tanszék)
1111 BUDAPEST, Műgyetem rkp. 3.
Megjelenik minden páros hónap utolsó hetében.
A fordításokat Simonkay Piroska okl. mérnök készítette
Kiadó és terjesztő: DPH Kft.
Szerkesztő: Dr. Dulovics Dezső
Tördelés: Aranykezek Bt.
Nyomás: Ofset Bt.

MIÉRT RAGASZKODIK A MASZESZ A 91/271 EGK IRÁNYELVHEZ

*Dr. Dulovics Dezső, PhD., egyetemi docens,
a MaSzeSz elnökségének tagja*

1. Bevezetés

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség, melynek fő céljai a csatornázás és szennyvíztisztítás terén az ismeret- és tapasztalatcsere, valamint a külföldi ismeretek átadása, a szakmai nevelés, a szakmai segítségnyújtás a csatornázás és a szennyvíztisztító létesítmények tervezéséhez, együttműködés a helyi, állami szervekkel, főleg azok környezetvédelmi szakembereivel, irányelvek, szabványok készítése, a Szövetség tagjainak képvisellete, reprezentálása a hazai és külföldi, azonos, vagy hasonló tevékenységet folytató szakmai tömörülésekben, a tagok és a szakterületen dolgozók (amennyiben azt kéri) jogos érdekeinek, igényeinek védelme és kielégítése, gondoskodni a tagok munkáinak szakmai színvonaláról, és a szakmai etika betartásáról.

Röviden összefoglalva, feladatunk és célunk mindent megtenni tagjaink és a hazai csatornázás és szennyvíztisztítás továbbfejlődése érdekében, hogy e téren hathatósan hozzájáruljunk környezetünk megóvásához.

Szakmai körökben közismert, hogy az Európai Unióhoz való csatlakozásunk egyik feltétele: behozni elmaradásunkat a csatornázás és szennyvíztisztítás terén.

2. Az EU-hoz való csatlakozásunk

Bár az EU-hoz való csatlakozásunk időpontja még mindig nem került végleges meghatározásra, az idő a csatlakozásnak „dolgozik” és előbb-utóbb az Unió teljes jogú tagjai leszünk. Addig azonban egy sor, a csatornázással és a szennyvíztisztítással kapcsolatos feladatot kell teljesítenünk, többek között azokat is, melyeket a címben említett - 91/271 EGK – Irányelv a települési szennyvíz tisztításáról fogalmaz meg.

Szerzőtársaimmal és kiváló kollégáimmal Dr. Juhász Endre és Dr. Kárpáti Árpád urakkal már 1999. tavaszán, a HÍRCSATORNA hasábjain (Dulovics, D., et al. 1999.), rámutattunk a hazai követelmények túlzott szigorára, főleg a kisebb településeknél, továbbá az „érzékeny területek” fogalom bevezetésének szükségességére stb.

Úgy gondolom jogosan tettük fel a kérdést: „Miért késlekedünk a 91/271 EGK – Irányelv hazai átvételé-

vel?” (Az említett Irányelv néhány napja ünnepelte tíz éves születésnapját.)

Az Irányelvek átvételének késése jelentős többletköltséget jelentett az elmúlt öt-nyolc évben, főként a kisebb településeinken megvalósult szennyvíztisztítók esetében. Arról már nem is szólva, hogy a kétségtelen egyszerűbben üzemeltethető, a természeti adottságokat kihasználó „természet-közeli”, olcsóbb tisztítási eljárásokat (pl. a tavas-, a gyökérmezős, stb. tisztítást) az el-túlzott követelmények következményei gyakorlatilag ki-szorították a piacról.

Az Európai Közösség Tanácsának 91/271 Irányelve nem csak a csatornázás megépítésének szükségességével (3. cikkely), annak időbeli ütemezésével (3. és 4. cikkely) foglalkozik és a bevezetésre kerülő szennyvíz határértékeire vonatkozik (I. Melléklet, 1. és 2. táblázat), hanem többek között, megfogalmazza a területek érzékenységet (5. cikkely), az ellenőrzések rendjét (I. Melléklet/D), ipar-specifikus határértékeket szab meg az ipari szennyvizek kibocsátására (III. Melléklet), intézkedéseket fogalmaz meg a szennyvíztisztításból származó iszapok környezeti hatásának szabályozására (14. cikkely), valamint arról is, hogy a két évenként helyzetjelentés készüljön a városi és ipari szennyvíztisztítás helyzetéről. Fogalmakat határoz meg (2. cikkely), mint a lakos-egyenérték, terhelés, megfelelő tisztítás, tisztítási fokozatok stb..

Röviden összefoglalva az Irányelv komplex módon határozza meg a szükséges tevékenységek körét, határ-időkhöz kötve azok megvalósulását.

A félreértések elkerülése érdekében meg kell jegyezni, hogy hazánk rendelkezik előírással (3/1984. (II.7.) OVH számú rendelkezés), mely szabályozza a vizeket szennyező anyagok határértékeit és az egységnyi bírságtételeket. Hogy e – 1984-ben módosított – rendelkezés mennyiben felel meg napjaink követelményeinek, kiderül a következő összehasonlításból.

3. A 91/271 EU direktíva és a hazai előírások összehasonlítása

Az előzőekben már felsoroltam a Közösségi Tanács 91/271 Irányelv tartalmának rövid összefoglalását. Az összehasonlítást kezdjük a tisztított szennyvízzel szemben támasztott követelményekkel.

A tisztított szennyvíz kibocsátásának „uniós” követelményeit az 1. táblázat foglalja össze:

1. táblázat A tisztított szennyvíz kibocsátásának „uniós” követelményei

Komponens	Mérték-egység	Település nagysága (ezer LE)		
		2 -10	10 - 100	> 100
Kémiai oxigénigény (KOI)	mg/l % ¹⁾	125 75	125 75	125 75
Biokémiai oxigénigény ²⁾ (BOI ₅)	mg/l % ¹⁾	25 70	25 80	25 90
Összes lebegőanyag (öLA)	mg/l % ¹⁾	60 70	35 90	35 90
Összes nitrogén ^{3) 4) 5)} (öN)	mg/l % ¹⁾	– –	15 70	10 80
Összes foszfor ³⁾ (öP)	mg/l % ¹⁾	– –	2 80	1 80

Megjegyzés:

- 1) Minimális eltávolítási hatások az érkező terhelés arányában. Alternatív módon alkalmazható a határkoncentrációval.
- 2) BOI₅ más paraméterrel helyettesíthető: összes szerves szén (TOC), vagy teljes oxigénigény (TOD), ha összefüggés állapítható meg a BOI₅ és a helyettesítő paraméter között.
- 3) Csak érzékeny, eutrofizációra hajlamos területen kell előírni.
- 4) Összes nitrogén alatt a Kjeldahl-nitrogént (szerves N + NH₃-N) a nitrát-nitrogént (NO₃-N) és a nitrit-nitrogént (NO₂-N) kell érteni.
- 5) Alternatív lehetőség: a napi átlag nem haladhatja meg a 20 mg/l értéket.

Az előírt határérték ≥ 12 °C szennyvíz hőmérsékletre vonatkozik.

Az összehasonlítás érdekében a következő, 2. táblázatban a hazai előírások által támasztott követelményeket foglaljuk össze az 91/271 EGK Irányelv paramétereinek szerint:

2. táblázat A hazai előírások által támasztott követelmények az 91/271 EGK Irányelv paramétereinek szerint

Komponens	Mérték-egység	Területi kategória					
		1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kémiai oxigénigény (KOI)	mg/l	50	75	100	100	150	75
Biokémiai oxigénigény (BOI ₅)*	mg/l	10	15	20	20	30	15
Összes lebegőanyag (öLA)	mg/l	100	100	200	200	500	200
Összes nitrogén ** (öN)	mg/l	10,8	15,4	41,7	26,2	23,4	26,2
Összes foszfor (öP)	mg/l	1,8	2,0	2,0	2,0	-	2,0

Megjegyzés:

* Átszámított érték KOI/BOI₅=5:1

** Az ammónium-N és a nitrát-N értékei átszámítva összes N-re.

Az 1. és 2. táblázat összehasonlításából látható, hogy

- az EU irányelvek a szennyező forrás nagysága szerint, míg a hazai előírás a területi kategóriák szerint különbözteti meg a tisztítási követelményeket,

- az 5. területi kategória kivételével a hazai előírás KOI határértékei 25- 150 %-kal szigorúbbak mint az EU irányelvek követelményei,
- a lebegőanyag határérték a hazai előírás esetén nincs összhangban a szennyvíztisztítás technológiai sajátosságaival,
- a hazai előírások nem különböztetik meg a szennyvíz hőmérsékletének hatását a szennyvíztisztításra,
- a hazai előírás %-os eltávolítási követelményt nem ismer,
- a nitrogén és foszfor eltávolítás követelményei a két előírás szerint jelentős összehangolást igényelnek (komponensek, határértékek, érvényességi terület),
- < 10 000 LE kategóriában az EU követelmény nem ír elő N és P eltávolítási határértéket.

Az összehasonlítást folytatva a következő, 3. táblázatban a német (D) 1997-től érvényes, szlovák (SK) tervezett és a hazai (H) tervezett előírások szerint a KOI és BOI₅ határértékek megegyeznek, míg az ammónia/ammónium-N, az összes-N és az összes-P vonatkozásában általában szigorúbbak, mint az érvényes német és a tervezett szlovák határértékek.

Az összehasonlításokból egyértelműen kitűnik, hogy sürgős:

1. a hazai előírásokban a tisztítási követelményeket, összhangban az EU irányelvvel, a szennyező forrás nagysága szerint megkülönböztetni,
 2. a hazai előírás KOI és lebegőanyag határértékeit összhangba hozni szennyvíztisztítási technológiák sajátosságaival és az EU irányelvek követelményeivel,
 3. a KOI paraméter mellett bevezetni a biokémiai oxigénigény (BOI₅) paramétert,
 4. a hazai előírásokban megkülönböztetni a szennyvíz hőmérsékletének hatását a szennyvíztisztításra,
 5. bevezetni a hazai előírásokban a %-os eltávolítási követelményt, összhangban az EU irányelvvel.
- A „kevésbé sürgős” (a bevezetéshez hosszabb időt igénylő) pedig:
6. összhangba hozni az EU előírással a nitrogén és foszfor eltávolítás hazai követelményeit, minden nagyságrendi kategóriában.

Mint azt a 2. pontban már említettem, az előírások átvételének késése jelentős többletköltséget jelentett az elmúlt öt-nyolc évben, főként a kisebb településeinken megvalósult szennyvíztisztítók esetében. Ez könnyen belátható, ha tudjuk, hogy minden kg KOI eltávolításához kb. 100 000 Ft beruházási költség, és természetesen többlet üzemeltetési költség is tartozik. Ezek hatásai a nemzetgazdaságban, az árú árjaiban megjelennek.

3. táblázat A tisztított szennyvízre vonatkozó követelmények összehasonlítása

Komponens	Mértékegység	ORSZÁG												
		Település nagysága (ezer LE)												
		H	D ¹	SK ²	H	D ¹	SK ²	H	H	D ¹	SK ²	H	D	SK
		2 -10		10 - 15		15-50		50 - 100					> 100	
Kémiai oxigénigény (KOI)	mg/l %*	125 75	125	125	110 75	90	110	90 75	90 75	90	100	75 75	75	90
Biokémiai oxigénigény** (BOI ₅)	mg/l %*	40 70	25	25	25 75	20	25	20 80	20 80	20	20	15 80	15	15
Összes lebegőanyag (öLA)	mg/l %*	60 70	–	40	60 70	–	35 70	35 90	35 90	–	25 90	35 90	–	20 90
Nitrát-N (NO ₃ -N)	mg/l	–	–	–	10	–	–	10	10	–	–	10	–	–
Ammónia/ammónium-N														
– télen ****	mg/l	40	–	–	20	–	–	15	15	–	10	7	–	–
– nyáron	mg/l	30	–	30	10	10	15	10	7,5	10	–	5	10	5
Összes nitrogén (ön)***	mg/l %*	– –	–	–	15 70	18	25 70	17 70	15 70	18	20 70	10 80	18	15 80
Összes foszfor (öP)***	mg/l %*	– –	–	–	2 80	–	–	2 80	2 80	–	4 80	1 90	1	2 90
Orto-foszfát - P	mg/l	–	–	–	1,8	–	–	1,8	1,8	–	–	0,8	–	–

Megjegyzések:

* A határérték és a %-os eltávolítási hatások alternatív módon alkalmazandó. Tavasz tisztítás utáni szennyvízkibocsátás vizsgálatok a mintát szűrni kell; azonban a szűretlen víz összes lebegőanyag koncentrációja nem haladhatja meg a 150 mg/l-t.

** A BOI₅ más paraméterrel helyettesíthető: összes szerves szén (TOC), vagy teljes oxigénigény (TOD), ha összefüggés állapítható meg a BOI₅ és a helyettesítő paraméter között.

*** Csak érzékeny (eutrofizálódott, eutrofizációra hajlamos, valamint ivóvíznyerésre szánt) felszíni víz befogadók vízgyűjtőterületén lévő kibocsátásokra kell előírni. Összes nitrogén határértékre lehet enyhébb határértéket előírni a téli időszakokban azokra a napokra (periódusokra), amikor a szennyvíz hőmérséklete 12 °C alá esik. (A 240/2000. XII.30. Kormányrendelet szerint.)

**** Arra az időszakra, amikor a szennyvíz hőmérséklete 12 °C alá esik.

¹ A német (D) előírás (Abwa-VO, 1997. március) <1000; 1000 – <5000, 5000 - <10000, 10000 - <100000 és ≥100000 település nagyságokat különböztet meg.

² A szlovák (SK) tervezet < 500; 501–2000; 2001–10000; 10001-25000; 25001-100000 és >10000 település nagyságokat ír elő.

4. A hazai szennyvíztisztítási feladatok az EU direktíva és a csatlakozás következtében

A Közösség Tanácsának 91/271 EGK Irányelveiből a 2. pontban felsoroltak közül – a terjedelmi korlátok miatt - csak hármat említünk meg:

- Az ipari szennyvizek kibocsátásának ipar-specifikus határértékei.
- A szennyvíztisztításból származó iszapok környezeti hatásának szabályozása.
- A kétévenkénti helyzetjelentés készítése a városi és ipari szennyvíztisztítás helyzetéről.

Az ipari kibocsátások ipar-specifikus határértékeinek hiánya sok gondot jelentett a szennyvíztisztítás számára. Könnyen belátható, hogy a kommunális szennyvíz valamely paraméterét sokszorosan meghaladó ipari szennyvíznek kommunális szennyvízre megszabott határértékre való tisztítására csak nagyon nagy költségek árán, vagy végtelenségig nem volt lehetőség.

Fel kell azonban hívni a figyelmet, hogy az ipar-specifikus követelmények meghatározásakor rendkívül körültekintően kell eljárni, mert egy-egy rosszul meghatározott (túl szigorú, vagy túl engedékeny) követelmény beláthatatlan következményekkel járhat mind a nemzet gazdaságra, mind a környezetre.

A szennyvíztisztításból származó iszapok környezeti hatásának szabályozása kimondja, hogy „A szennyvíztisztításból származó iszapot minden arra alkalmas esetben újra kell hasznosítani”. Világszerte elismert, hogy a hasznosítás legkézenfekvőbb, egyben leggazdaságosabb megoldása a mezőgazdasági hasznosítás. Csak remélhetjük, hogy az EU előírások alkalmazása véget vet az iszappal szemben támasztott indokolatlanul túlzott követelményeknek.

A városi és ipari szennyvíztisztítás helyzetéről két-évenként készített helyzetjelentést azért emelem ki, mert megítélésem szerint, e jogos igény megszünteti azt a helyzetet, amikor az operatív statisztikai adatokhoz csak több mint kétéves késéssel jutunk hozzá. Ha ezt a

feladatot még ráadásul gazdaságosan is akarjuk megoldani, sürgősen át kell venni a szennyvíztisztító telepek szomszédolásának gyakorlatát azoktól az országoktól, ahol azt már több év óta eredményesen gyakorolják.

5. Az EU direktívákból következő várható hatások a szennyvíztisztítási technológiák terén

Az EU irányelvek a szennyvíztisztítási technológiák terén nem fogalmazzak meg újdonságot, inkább a meglévő ismereteket és fogalmakat egységesítik. Ilyen fogalmak az:

Elsődleges tisztítás; a települési szennyvizek fizikai és/vagy kémiai tisztítását jelenti, mely legalább 20 %-os BOI₅, és legalább 50 %-os lebegőanyag csökkentést eredményez.

Belátható, hogy az „elsődleges tisztítás” a mechanikai tisztítás fogalmát bővíti a kémiai tisztítás eljárásaival.

Másodlagos tisztítás; a települési szennyvizek általános szennyvíztisztítási eljárásokkal- beleértve a biológiai tisztítást- történő tisztítását jelenti, melyek képesek biztosítani a 3. pontban részletezett határértékeket.

A „másodlagos tisztítás” fogalom a korábban használt második és harmadik tisztítási fokozatot egyesíti az előírt cél érdekében.

Megfelelő tisztítás; bármely olyan tisztítási eljárás, mely biztosítani tudja az EU követelményeit.

A „megfelelő tisztítás” kiszélesíti a két meglévő fokozatot, teret hagyva az esetleg később bevezetésre kerülhető tisztítási eljárásoknak (pl. membrán technológia).

A 3. pontban közölt EU követelmények betartása a telep nagyságok szerint az alábbi szennyvíztisztítási technológiákat igényli:

- a. < 2000 LE - megfelelő elsődleges tisztítás (pl. rács, homokfogó, kétszintes ülepitő) + biológiai tisztítás (pl. stabilizációs tavak, gyökérmezős-, csepegtető testes-, tárcsás merülő testes tisztítás és az eleveniszapos tisztítás minden változata) + iszapkezelés (fűtetlen anaerob iszapstabilizálás, iszaptárolás). Csak mechanikai tisztítás nem elegendő.
- b. 2000 - 10 000 LE - megfelelő elsődleges tisztítás (pl. rács, homokfogó, ülepitő medencék, kétszintes ülepitő) + biológiai tisztítás (pl. kis- és közepes terhelésű csepegtető- és tárcsás merülő test, eleveniszapos tisztítás részleges nitrifikációval) + iszapkezelés (fűtetlen anaerob iszapstabilizálás, iszaptárolás). A csak nagyterhelésű biológiai fokozat nem elegendő.

- c. 10 000 – 25 000 LE - megfelelő elsődleges tisztítás (pl. rács, homokfogó, ülepitő medencék) + biológiai tisztítás (pl. kisterhelésű eleveniszapos tisztítás nitrifikációval és részleges denitrifikációval) + iszapkezelés (pl. fűtetlen vagy fűtött anaerob iszapstabilizálás, iszaptárolás). Érzékeny területen a részleges denitrifikáció nem elegendő, szükséges az intenzív, legalább 70 %-os, N- eltávolítás, és biológiai foszforeltávolítás.
- d. 25 000 – 100 000 LE - megfelelő elsődleges tisztítás (pl. rács, homokfogó, ülepitő medencék) + biológiai tisztítás (pl. kisterhelésű eleveniszapos tisztítás nitrifikációval és denitrifikációval, a foszfor részleges eltávolításával) + iszapkezelés (fűtött rothasztás, iszaptárolás).
- e. >100 000 LE - megfelelő elsődleges tisztítás (pl. rács, homokfogó, ülepitő medencék) + biológiai tisztítás (pl. kisterhelésű eleveniszapos tisztítás nitrifikációval és denitrifikációval, foszfor eltávolítással) + iszapkezelés (fűtött rothasztás, iszaptárolás). Érzékeny területen nagyteljesítményű denitrifikáció kb. 80 %-os hatásfokkal és kémiai-biológiai foszforeltávolítás.

6. Összefoglalás, javaslatok

A rövid áttekintés is bizonyítja, hogy a szennyvíztisztítás területén van bőven tennivaló. Nem szabad elfelejteni, hogy célunk a környezet megóvása.

Azt, hogy az emberiség ne két csoportból – a szennyezőkből és a szennyezések eltávolítóiból álljon, nehezen tudjuk biztosítani. El kellene azonban érnünk, hogy a szennyezések eltávolítói ne oszródjanak több csoportba pl. követelményeket támasztókra, szennyvíztisztítókra, áll szennyvíztisztítókra, ellenőrökre stb. A szakma hazai művelőinek le kellene ülniük, beszélniük kellene egymással, mert célunkat, a környezet megóvását, a szennyezések eltávolítói csak közösen tudják megoldani.

Felhasznált szakirodalom:

- Dulovics, D., Juhász, E., Kárpáti, Á. (1999): A szennyvízelvezetés és -tisztítás hazai fejlesztése, HÍRCSATORNA. 1999, március, április pp. 4-7.
- Európai Közösség Tanácsának 91/271 EKG (1991. május 21.) Irányelve (fordítás)
- Dulovics D. (2001) Az EU direktívák hatása a magyar előírásokra a szennyvíztisztítás területén, V. Országos Víziközmű Konferencia, Sopron**

AZ UTÓÜLEPÍTŐ MEDENCÉK HATÉKONYSÁGÁNAK NÖVELÉSE KERESZTÁRAMLÁSÚ LEVÁLASZTÓK BEÉPÍTÉSÉVEL

Thomas Buer és Elmar Dorgeloh (Aachen)

Összefoglalás

Az utóülepítő medencék teljesítménynövelése érdekében a további medencék építése mellett egyéb alkatrészek beépítése is alkalmazható, amelyek az áramlási folyamatok javulását, valamint a kiülepedési felület növekedését eredményezik. A keresztáramlású lamellák érkezési tartományba való beépítése módszertanilag új és költségkímélő megoldást jelent.

Megmutatkozott, hogy a keresztáramlású leválasztók által jelentősen, kb. 20%-kal csökkenthető volt az eleveniszapos- és utóülepítő medencék térfogata. A továbbiakban az érkezési tartományban való elhelyezés segítségével a sűrűségáramok által előidézett rövidzáramlatok hatékonyan kiküszöbölhetővé váltak, ezáltal a recirkulációs iszapban jelentősen magasabb szárazanyag-tartalom (egészen 50%-ig) érhető el. Így a recirkulációs arány csökkentésével lehetővé válik az eleveniszapos és az utóülepítő fokozat hidraulikai tehermentesítése.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, utóülepítés, optimalizálás, leválasztó, lamellás leválasztó

Bevezetés

A biológiai és kémiai szennyvíztisztítás számos folyamatát a szilárdanyag és a folyadék szétválasztása kapcsolja össze. A tisztítás határfoka döntő mértékben függ ezen fázisválasztás minőségétől. Így az eleveniszapos eljárással végzett biológiai szennyvíztisztítás sikerét is mértékadó módon befolyásolja az utólagos fázisválasztás (utóülepítés), mivel a szennyvíztisztító telep elfolyásánál a szennyvízben található szennyezőanyag-tartalom egy része még a az ülepíthető anyagokra (AFS) vezethető vissza.

Meglévő szennyvíztisztító telepek esetén az iszaptulajdonságok rosszabbodása (pl. az iszapindex emelkedése segítségével vehető észre), vagy az utóülepítés hidraulikai túlterhelése oda vezet, hogy az eleveniszap eltávozik a rendszerből. A szilárdanyag-visszatartás javítására és az elfolyási határértékek betartásához a következő intézkedések alkalmazásának lehetősége adódik:

- A recirkulációs arány és a kotrási időköz szabályozásának alkalmazása, ill. optimalizálása [2, 3],
- Az utóülepítés építési kialakításának megváltoztatása járulékos ülepítő-térfogat kialakítása, vagy az eleveniszapos medencében ellenáram-leválasztók alkalmazása érdekében [4],

- Az utóülepítő áramlási viszonyainak javítása lyukas falak segítségével [5], ill. optimális befolyási kialakítás [6, 13], valamint az ülepítő felület megnövelése lamellás-, lemez- vagy csöves leválasztók beépítésével [7].

Ezen túlmenően a rosszul működő utóülepítő medencék fázisválasztási teljesítményét növelhetjük további technológiai fokozatok, mint pl. előkapcsolt pelyhesítő-, ill. egyéb adagolási fokozat segítségével; ezek a további fokozatok azonban vagy jelentős beruházási költség-többletet követelnek meg, vagy elkerülhetetlen üzemi többletráfordításhoz vezetnek.

Jelenségek az utóülepítő medencében

A membrántechnológia területén végzett újabb fejlesztések ellenére, melyeknél teljes mértékben lemondhatunk az utóülepítő medencéről, kiindulhatunk abból, hogy a kommunális eleveniszapos telepeken a fázisválasztáshoz a jövőben is elsősorban az ülepítési módszereket fogják alkalmazni. A gyakorlatban gyakran előforduló vízszintesen átáramoltatott kerek vagy téglalap alakú medencék számos hidraulikai (sűrűség-áram) és módszertanikai (pelyhesedés, ülepedés, sűrítés) jelenséget produkálnak, amelyeket csak leegyszerűsített peremfeltevések mellett lehet matematikailag modellezni vagy szimulálni, dinamikusan még a tulajdonképeni legérdekesebb – lévén a legkritikusabb – esetben, a csapadékesemény esetében is. Így, az ezen a téren végzett számos, évekig tartó vizsgálat ellenére is, még mindig vannak tudásbeli hiányosságaink [8].

Az utóülepítő medencék áramlási állapotára mértékadóak a sűrűség-áramok; melyek azáltal keletkeznek, hogy az eleveniszapos medencéből érkező eleveniszap-víz-elegyet részben már lebegőanyagban szegény vízbe vezetjük. Az érkező elegy a környező medencetartalomhoz képesti nagyobb sűrűsége miatt gyorsan lesüllyed és a magasabb helyzeti energia következtében olyan áramlást eredményez, amely a medencefenék mentén áramlik tovább (1. ábra). Így ott a tervezettnél jelentősen nagyobb áramlási sebességek jönnek létre. Kevert szennyvíz-hozzáfolys esetén ez az áramlás a hátsó medencefalon felfelé irányulóvá is válhat, így az elfolyásnál iszap távozhat a rendszerből.

A továbbiakban az eleveniszap-víz-elegy egy része a sűrűség-áramok által az elfolyás alatt lévő iszaptölcsérbe, és ezzel rövidzár-áramlatként közvetlenül a

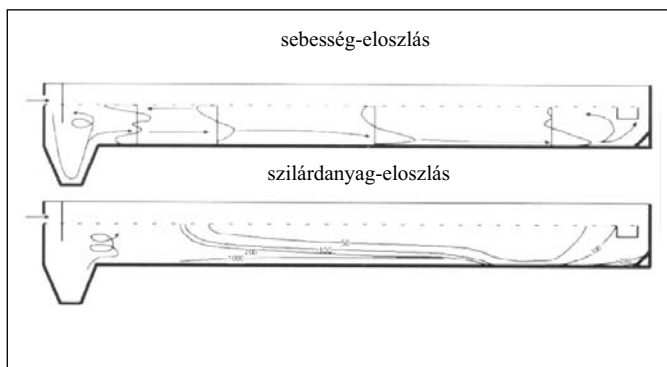
recirkulációs iszapba kerül, aminek a szilárdanyag-koncentrációja ezzel lecsökken. Annak érdekében, hogy mindezek ellenére az eleveniszapos medencébe elegendő szárazanyag-tartalom kerüljön vissza, megnövelik a recirkulációs arányt, és ezzel újra az utóülepítő medence terhelését is.

Az említett jelenségek azt eredményezik, hogy a meglévő medencetér fogat nem használható ki elég hatékonyan. Így számos vízszintesen átáramoltatott utóülepítő medence esetében 60%-os vagy gyengébb kihasználtsági fokot számoltak [10].

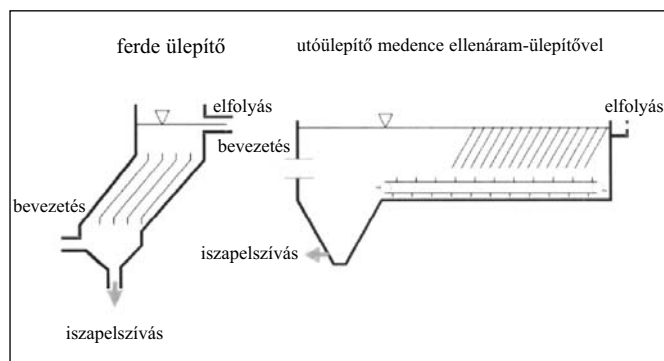
Kevert szennyvíz-üzemű eleveniszapos telepek utóülepítő medencéinek üzemeltetési problémáit a múltban méretezéstéchnikailag főleg az egyre alacsonyabb terhelésű és egyre mélyebb medencék segítségével próbálták meg elkerülni [11, 12]. A fent leírt sűrűség-áramok alapján azonban, melyek kihatásai a rosszul – vagyis túl magasra – tervezett bevezetések mellett fennálló nagy medencemélységek vagy túl magas bevezetési sebességek által még inkább felerősödnek [13], számos, még a régi ATV-A 131-es munkalap [1] alapján, kevert szennyvíz-bevezetésre méretezett medence esetében az elfolyáson keresztül eleveniszap-kihordásra kerül sor.

Nem egy fejlesztés ezért a sűrűség-áram hatásainak megszüntetésére vagy legalább oly módon történő csökkentésére összpontosul, hogy az iszapkihordás elkerülhető legyen. Ezen a helyen utalunk a megfelelő, a szakirodalomban ismertett intézkedésekre [5, 6, 13]. Ezek az átfogó vizsgálatok is azt támasztják alá, hogy éppen a medence bevezetésénél lehet leginkább hatni az ülepítési teljesítményre.

Az RWTH Aachen Települési Vízgazdálkodási Intézetében (ISA) kifejlesztettünk egy módszert, amely mind régi, aluméretezett utóülepítő medencék felújításához, mind új medencék építése során elérhető térfogatcsökkentéshez javasolható. Emellett a keresztáramlás-elv alapján üzemeltetett lemezes leválasztókat is alkalmazunk, amelyeket az utóülepítő medence bevezetési tartományában szerelünk fel.



1. ábra: Sebesség- és szilárdanyag-eloszlás vízszintesen átáramoltatott utóülepítő medencében [9]



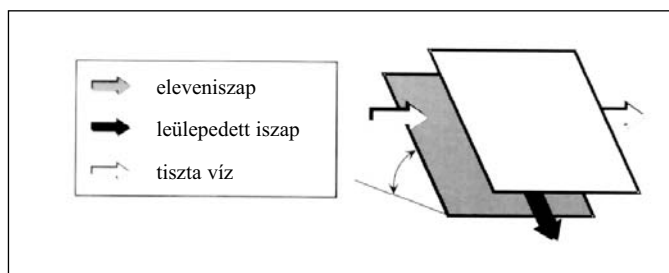
2. ábra: Lamellás leválasztók szennyvíztisztításban alkalmazott alakjai

Keresztáramlásos lemezes leválasztók

A párhuzamos lemezes-, sejtes- vagy lamellás leválasztókat régóta ismerjük, a víztisztításban terjedtek el, valamint az ipari szennyvíztisztításban alkalmazzuk őket (2. ábra). Ezek esetében gyakran a kémiai kicsapatsból származó pelyheket választunk le. A kommunális szennyvíztisztításban ezekkel a leválasztókkal sokkal ritkábban találkozhatunk. Ez egyrészt a méretezési szabályok miatt van így, amelyek az utóülepítő medencék térfogata és terhelése tekintetében pontos előírásokkal dolgoznak; ezeket azonban a lamellás leválasztók esetében nem lehet alkalmazni. Másrészt léteznek módszerteknikai peremfeltételek, amelyek megnehezítik a szennyvíztisztításban történő alkalmazást. Hadd említsük itt meg példaként az ülepítő felület lerakódásait, vagy az eliszapolódást, melynek okai kereshetők mind a helytelen méretezésben, mind pedig a nagyon rossz iszaptulajdonságokban (ISV > 250 ml/g, ill. lebegő iszap). Külföldön, főleg Franciaországban és Svédországban, a párhuzamos lemezes leválasztókat alkalmazzák az eleveniszapos berendezések területén is. Németországban az ilyen leválasztók csak kisebb szennyvíztisztító telepek kompakt fokozataiban terjedtek el. Forgó merülőtestes berendezések vagy egyéb fixfilmes eljárások durva iszaptalanító fokozataként a lamellás leválasztók az ISA tapasztalatai alapján nagyon jól beváltak, az ülepíthető anyagokat majdnem teljes mértékben visszattartják.

Az ISA-n kifejlesztett módszerteknika esetében lemezes leválasztókat alkalmazunk, amelyeket a keresztáramlásos elv alapján üzemeltetünk. A folyamat során a leülepedett iszap a fő áramlási irányhoz képest ferde síkon, a döntött lemezek mentén csúszik le (3. ábra), így a lecsúszó szilárdanyag-áram elválik a szuszpenziós fő- és a tisztavíz-áramtól.

Ez az üzemeltetési mód összeköti egymással az egyirányú áramlásos- és az ellenáramlásos lamellák előnyeit, anélkül, hogy számolnunk kellene azok hátrányaival [14]. Előnyként említhetjük például:



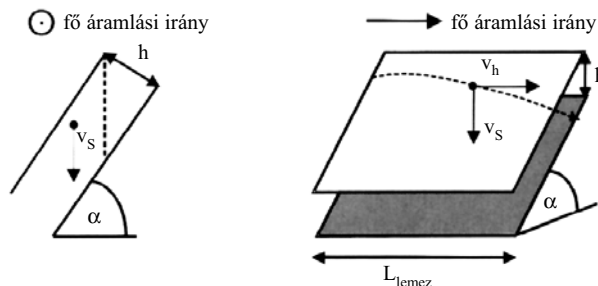
3. ábra: Lemezes leválasztók működési vázlatja keresztáramlású üzem esetén

- a rövid lemezek miatt kompakt építési forma,
- a tiszta víz és az iszapfázis térbeli elválasztása,
- az ülepedési folyamatot nem befolyásolja a fő áramlás,
- az iszap nem úszik fel a felső medencerétegekbe.

Keresztáramlásos lemezes leválasztók méretezése

Párhuzamos lemezes leválasztók kialakítására nem létezik általánosan elismert méretezési szabály. Annak ellenére, hogy a 2.5-ös ATV-szabizottság („Ülepítési módszerek”) a 80-as évek elején lamellás- és átfolyási keresztmetszetű leválasztókkal foglalkozott, lemezes-, sejtes- vagy csöves leválasztók (mint az utóülepítő medencék egyik változata vagy továbbfejlesztése) alkalmazására vonatkozó konkrét méretezési irányelveket csak részben adott meg [15]. Párhuzamos lemezes leválasztók méretezése általában Hazen egyszerűsített elmélete alapján történik. Lamellás- vagy lemezes leválasztók segítségével oly módon változtathatjuk meg az áramlási viszonyokat, hogy az ülepedési- és átfolyási időtartamok a hagyományos ülepítő medencékhez képest jelentősen lecsökkenthetők. A döntött lemezek között az ülepedési út lecsökken a két lemez közötti függőleges távolságra. Egy részecske abban az esetben tekinthető leülepedettnak, ha az t_h tartózkodási idő alatt a lamellakötegen keresztül eléri a következő, alsó lemezt (4. ábra). Itt azt tételezzük fel, hogy az alacsonyabb ülepedési mélységek miatt a lemezek között a fő áramlási irányban a sűrűség-áramok elhanyagolhatóak. A leülepedett iszap végül a lemez mentén lecsúszik az iszapgyűjtő térbe, amennyiben az α hajlásszög elég nagy (a minimális hajlásszög $\alpha \geq 45^\circ$, eleveniszap esetében a szerkezeti kialakítás függvényében legalább $50^\circ - 60^\circ$). A szokásos bevezetési- és ülepedési sebességekből kiindulva a keresztáramlású leválasztóknál az ülepedési arány 75 – 80%-os lehet [16].

A lemezpár számára rendelkezésre álló beépítési tér nagyságából, a lemezek távolságából és vastagságából, valamint a lemezek hajlásszögéből kiszámítható a szükséges hatékony ülepítési felület (vízszintes síkra vetítve):



4. ábra: Lemezes leválasztók ülepedési folyamata keresztáramlású üzem esetén

$$A_{eff, lam} = \frac{B_{lemezpár} \cdot H_{lemezpár} \cdot L_{lemezpár}}{(h_{lemez} + d_{lemez}) \cdot \cos \alpha}$$

Adott térfogatáramhoz elméletileg szükséges ülepítési felület mellett a részecskék, ill. pelyhek szétválasztásához Camp [17] szerint lamináris áramlási viszonyokat is biztosítani kell, mivel turbulens áramlás esetén a lemezfelületen jóval nagyobb sebesség-összetevő a már leülepedett részecskék felkavarását eredményezi. Ez a lemez hossz és a lemezek, ill. csövek távolságának megfelelő méretezését teszi szükségessé. Fischerström [18] vizsgálatai kimutatták, hogy a lemezes- vagy csöves leválasztók esetében a 10°C és 20°C közötti hőmérséklet-tartományban a következő értékek megvalósulása esetén uralkodnak optimális hidraulikai ülepedési körülmények:

$$\text{Re} : \frac{v_h \cdot d_H}{\nu} \leq 2300; \text{ és } \text{Fr} : \frac{v_h^2}{g \cdot d_H} \geq 2,5 \cdot 10^{-6}$$

(v_h : átlagos vízszintes áramlási sebesség; d_H : az áramlási keresztmetszet hidraulikai átmérője; ν : az eleveniszap-víz-elegy kinematikus viszkozitása; g : nehézségi gyorsulás).

Ezen ülepedési feltételek betartása a gyakorlatban nem lehetséges minden további nélkül, mivel a méretezés során mind a bevezetési sebességre, mind pedig a lemezek távolságára, ill. csőátmérőre vonatkozóan szűk határok között lehet csak mozogni. Így az utóülepítőben szokásos, $v_h = 5$ cm/s-ig terjedő bevezetési sebességek esetén a fenti peremfeltételekkel számított hányadosokból a lemezek távolságára $h = 50$ mm-nél kisebb érték adódik, ami a gyakorlatban a nem megfelelő mértékű hajlásszög mellett dugulást okozhat. Ebben az esetben meg kell növelni a lemezpárok keresztmetszeti felületét, lehetővé téve ezzel a bevezetési sebesség csökkentését.

Éppen a kommunális szennyvíztisztításban kell figyelembe venni a kiülepedett eleveniszap jelentős térfogatát a lemeztávolság, ill. csőátmérő méretezése során, úgy, hogy a dugulások elkerülése érdekében az általában függőleges lemeztávolságot nagyobbra választjuk, mint 60, ill. 80 mm. Az ISA-n végzett vizsgálatok ezt a tényt

keresztáramlású lemezes leválasztók és ellenáramú leválasztók esetében megerősítették.

Mivel a gyakorlatban helyenként magasabb áramlási sebességek is felléphetnek, a szükséges lemez hossz számításakor a bevezetési- és elfolyási szakaszban fellépő turbulenciák miatt Yao [19] szerint a lamellák laminárisan átáramoltatott minimális hosszát a számítás során meg kell növelni.

Utóülepítő medence hatékonyság-növelésének egy példája

A Észak-Eifel vidékén található simmerath-i szennyvíztisztító telep nagymértékű műszaki teljesítmény-növelésére került sor keresztáramlású leválasztók beépítésével. A szennyvíztisztító telepet teljesen átépítették kétutasra. A két utóülepítő medence egyikébe öt különálló lamellaköteget építettek be. Az utóülepítő medence térfogata 250 m³, felülete 140 m². A lamellakötegek beépítése által a hatékony ülepedési felület 45 m²-rel növelhető volt. Az 5. ábra az utólagosan felszerelt téglalap alakú medencét mutatja, az iszaptölcsérekkel együtt.

A lamellakötegek alakja változtatható kialakítású, így azok beépítése tölcser nélküli téglalap alakú medencébe, vagy kerek medencébe (a bevezetések előtt, közvetlenül az elosztó műtárgyon) is lehetséges. Megfelelő tartószerkezet segítségével a lemezpárok alatt helyet teremthetünk a kotrórendszer számára is.

A leválasztók ilyen elrendezése a következő előnyökkel jár:

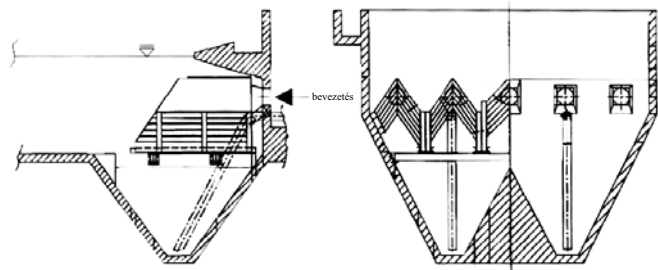
- Az érkező eleveniszap-víz-elegy a sűrűség-áramok miatt nem „merülhet be” közvetlenül az iszaptölcsérbe, mivel először le kell csúsznia a leválasztólemezekre. Így a már kiürített iszap közvetlen hígítása (rövidzár-áramlat) és öblítése messzemenőleg megakadályozható. A recirkulációs iszap magasabb szilárdanyag-tartalma lehetővé teszi a kisebb mértékű recirkulációs arányt, ezáltal lehetővé válik az eleveniszapos- és az utóülepítő medence hidraulikai tehermentesítése.
- Közvetlenül a bevezetési műtárgy után következő elhelyezés lehetővé teszi a leválasztók meghatározott és egyenletes terhelését.
- Az iszaptölcsér feletti járulékos ülepedési felület azt eredményezi, hogy az érkező iszap egy része közvetlenül kiülepedik; ez pedig azt okozza, hogy a recirkulációs iszap szilárdanyag-tartalma nem ingadozik olyan erősen a pajzsos kotrók szakaszos kotrósi folyamata miatt.
- A leválasztó-párban esetleg megemelkedő iszapszint nem okozza azt, hogy a szilárdanyag-részecskék közvetlenül az elfolyásba kerülnek, mint ahogy az pl. az ellenáramlású ülepítők esetében történhet.

- A keresztáramlású leválasztók javítják a bevezetési vízárám eloszlását a medence szélén (áramlás-egyenirányítók), mivel a lemezek elrendezése áramlási rácsként működik.
- Az érkező elegy és a medence tartalmának sűrűségkülönbsége a keresztáramlású leválasztón történő áthaladás után kisebb, így a következő medence-részben csökkenthetők a sűrűség-áramok.

A simmerath-i szennyvíztisztító telep kétutas kialakítása lehetővé tette az utólagosan megépített szennyvízút és a hagyományos üzemű szennyvízút összehasonlítását. Ezáltal a keresztirányú leválasztók általi hatékonyság-növelkedés mértéke üzemi körülmények között meghatározható volt. A következőkben röviden összefoglaljuk a legfontosabb eredményeket:

Üleptethető anyagok az utóülepítő medence elfolyásában

Ahogy vártuk, az üleptethető anyagok (AFS) vonatkozásában az azonos vízhozam-mennyiségekkel végzett vizsgálatok során nem tapasztaltunk érdemi különbséget a hagyományosan üzemeltetett összehasonlító szennyvíz-vonal és az utólag leválasztókkal felszerelt szennyvíz-vonal között. Az AFS-értékek mindkét vonalon 2 és 12 mg/l között ingadoztak, tehát jelentősen a 20 mg/l-es „határ” alatt voltak. A két változat közti különbség gyakran a mérési pontosság (± 1 mg/l) nagyságrendjébe esett.

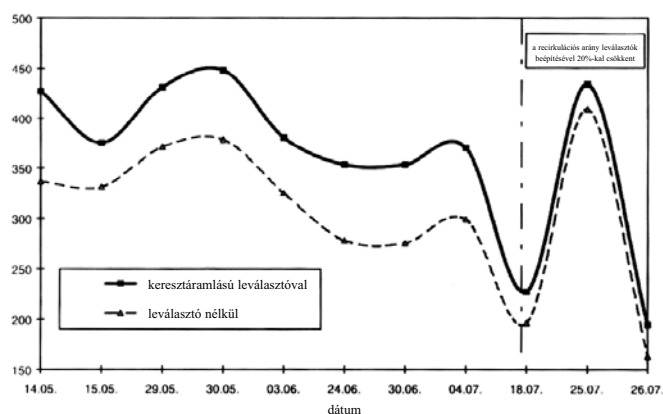


5. ábra: Utóülepítő medence bevezetési tartományában (az iszaptölcsér felett) elhelyezett keresztáramlású leválasztó a simmerath-i szennyvíztisztító telepen

Mivel a szokásos üzemállapotokra nem állapíthattuk meg az elfolyási értékek jelentős javulását, a következőkben kiszámítottuk, mennyire lehetséges a keresztáramlású leválasztóval utólag felszerelt utóülepítés teljesítmény-növelése. Ennek megállapítására az utólag felszerelt medencét két héten keresztül mindkét szennyvízút teljes szennyvizével terheltek, kevert szennyvíz érkezése mellett.

Azt tapasztaltuk, hogy az utólag felszerelt medence 75 l/s-os, maximális kevert szennyvíz-hozam (mindkét vonalra) mellett terhelhető volt, anélkül, hogy iszapelhordás vagy az elfolyási határértékek túllépése bekövetkezett volna. Ez 1,9 m/h-s felületi terhelésnek és 440 l/(m²h)-s iszaptérfogati terhelésnek – kétórás átlagértékeként mérve – felel meg, anélkül, hogy a medence

bevezetési- vagy elfolyási szakaszának biztonsági tényezőit figyelembe vettük volna. A 24-órás átlagértékek eközben 1,6 és 1,9 m/h, ill. 330 és 380 l/(m²h) között ingadoztak. A kéthetes kísérleti időszakban nem kellett gyakrabban öblíteni az utókapcsolt ülepitőberendezést, mint ahogy kellett az előző kevert szennyvíz-hozamok esetében, amikor mindkét utóülepitő medencét egyenletesen terheltük. Továbbá, az elfolyási koncentrációk folyamatos ellenőrzése során nem tapasztaltunk határérték-túllépést, vagyis az ülepithető anyagok koncentrációja az elfolyásban nem haladta meg a 20 mg/l-es értéket.



6. ábra: Visszaszállított szilárdanyag-hányadok (a kotró álló helyzetében)

A maximális számított felületi- és iszaptérfogati terhelés értékeléséhez figyelembe kell venni, hogy a simmerath-i szennyvíztisztító telep utóülepitő medencéinek mélysége 1,75 és 1,85 m közötti. Ezen csekély medencemélység ellenére a keresztáramlású leválasztók segítségével olyan felületi- és iszaptérfogati terhelések tervezhetők be, amelyek a régi ATV-A 131-es munkalap által megadott tartományban vannak. A munkalap azonban 3 m-es minimális medencemélységet ír elő.

Szárazanyag-tartalom a recirkulációs iszapban

A párhuzamos lemezes leválasztók beépítésének az eleveniszap kotrására, tárolására és sűrítésére való hatásainak vizsgálhatósága érdekében recirkulációs iszapmintákat vettünk. Mind keverék-mintákat (több kotrási cikluson keresztül), mind pedig szűrőpróbákat (a pajzsos kotró állásának függvényében) bevontunk a kiértékelésbe. Az eredmények azt mutatják, hogy a keresztáramlású leválasztók alkalmazásával jelentős javulás érhető el. Mindkét vonalon ugyanakkora recirkulációs arány mellett ($RV \approx 1$) átlagosan 30%-kal magasabb szárazanyag-tartalmat mérhettünk az utólag leválasztókkal felszerelt vonal recirkulációs iszapjában. Az utólagosan felszerelt vonal recirkulációs arányának (RV_2) $RV_2 = 0,8 \cdot RV_1$ -re való módosítása után ráadásul 50%-kal magasabb szárazanyag-tartalmat is megfigyelhettünk. A jobb sűrítettség alapján ezért az utólagosan felszerelt vonal recirkulációs arányát 20%-kal csökkenthettük.

A 6. ábra ezen hatásokat mutatja az eleveniszapos medencébe visszavezetett szilárdanyag-áramok példáján. A keresztáramlású leválasztók segítségével 20-30%-kal magasabb szárazanyag-tartalom valósítható meg (a kotró hatását is figyelembe véve), még az összehasonlítható szennyvízvonallal recirkulációs arányának 80%-ra csökkentése után is 5%-kal magasabb szárazanyag-tartalmat érthetünk el a recirkulációs iszapban. A kísérleti üzem során a bevezetés kialakítását (öt darab, 200 mm átmérőjű műtárgy) a meglévő építési adottságok miatt nem alakíthattuk optimálisan a leválasztóknak megfelelően, ezért a medence újjáépítésekör vagy felújításakor további növekedések várhatók.

A recirkulációs arány csökkentése következtében (legalább 20%-kal) az eleveniszapos medence – utóülepitő medence rendszer megfelelő hidraulikai tehermentesítése várható. A recirkulációs iszap megnövekedett szilárdanyag-tartalma miatt a keresztáramlású leválasztókkal felszerelt utóülepitő medencék kialakítása során a medence fenekén lévő iszap szárazanyag-tartalma és a recirkulációs iszap szárazanyag-tartalma közti szorzótényező felemelhető 0,7-ről 0,85-ra; ezt éppen most fogadták el egy engedélyeztetési eljárás keretében. A szorzótényező ugyanúgy bekerül az eleveniszapos fokozat és az utóülepités medencetérfogatainak számításába, így további medencetérfogatot takarítható meg.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők szeretnének köszönetet mondani az Oswald-Schulze-alapítványnak a kísérleti program támogatásáért, a Munters Euroform cégnek a keresztáramlású leválasztók építéséért és rendelkezésre bocsátásáért, valamint a simmerath-i szennyvíztisztító telep munkatársainak támogatásukért.

Irodalom

- [1] Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen ab 5 000 Einwohnerwerten. Arbeitsblatt ATV-A 131, (1991), mit Anwendungshinweisen Nachklärbecken (1993)
- [2] Günthert, F. W.: Ein Beitrag zur Bemessung von Schlammräumung und Eindickzone in horizontal durchströmten runden Nachklärbecken von Belebungsanlagen. Berichte aus Wassergütwirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen, Nr. 49, TU München, 1984
- [3] Born, W.; Nöding, M.: Untersuchungen zur Bestimmung und Regelung der Eindickzeit des Schlamms in horizontal durchströmten Nachklärbecken, awt, 5/1995, S. 38-41
- [4] Plaß, R.: Untersuchungen zur Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes im Belebungsbecken durch den Einsatz von

- Lamellenpaketen. Hamburger Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Bd. 21, TU Hamburg-Harburg, 1997
- [5] *Baumer, P., et al.:*
Untersuchungen zur Verbesserung der Strömung in den Nachklärbecken der Kläranlage Einsiedeln, *Korrespondenz Abwasser*, 4/1995, S. 598-612
- [6] *Holthausen, E.:*
Sanierung flacher Nachklärbecken. GVC-Tagung für Abwasser- und Schlammbehandlung, Würzburg, 1996.
- [7] *Billmeier, E.:*
Feststoffabscheider mit lamellen- und kastenförmigen Durchflussprofilen, *Wasserwirtschaft*, 3/1979, S. 73.
- [8] *Deininger, A.:*
Geschwindigkeits- und Feststoffverteilung in radial durchströmten Nachklärbecken. Berichte aus Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Bd. 131, TU München, 1997
- [9] *Bretscher, U., Hager, W. H.:*
Untersuchungen über die Strömungs- und Feststoffverteilung in Nachklärbecken, *gwf-wasser/abwasser*, 2/1984, S. 81-90
- [10] *Holthausen, E.:*
Feststoffe im Ablauf von Nachklärbecken, *Korrespondenz Abwasser*, 1/1998, S. 52-56
- [11] ATV-Fachausschuss 2.5: Die Bemessung der Nachklärbecken von Belebungsanlagen, *Korrespondenz Abwasser*, 8/1973, S. 193
- [12] Grundsätze für die Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen mit Anschlussgrößen über 10 000 Einwohnergleichwerten, Arbeitsblatt ATV-A 131, 1981
- [13] *Krebs, P.:*
Strömungsbeeinflussung in Nachklärbecken, *gwa*, 11/1993, S. 894-906
- [14] *Schade, H.; Sapulak, A.:*
Parallelplattenabscheider, *Korrespondenz Abwasser*, 2/1984, S. 300-305
- [15] ATV-Fachausschuss 2.5: Abscheider mit lamellen- und kastenförmigen Durchflussprofilen, *Korrespondenz Abwasser*, 11/1980, S. 773-777
- [16] *Buer, Th.:*
Entwicklung von Einlaufabscheidern für Nachklärbecken von Belebungsanlagen, Diss., RWTH Aachen, Ges. z. Förderung der Siedlungswasserwirtschaft, Bd. 182, Aachen, 2000
- [17] *Camp, T. R.:*
Sedimentation and the design of setting tanks, *American Society of Civil Engineers*, 72, (1946), S. 445
- [18] *Fischerström, C. N. H.:*
Sedimentation in Rectangular Basins, *American Society of Civil Engineers*, 81, (1955), S. 687
- [19] *Yao, K. M.:*
Theoretical study of high-rate sedimentation, *Journal Water Pollution Control Federation*, 42, (1970), V 2, S. 218

Szerzők

Dr.- Ing. Thomas Buer, Dr.- Ing. Elmar Dorgeloh
Institut für Siedlungswasserwirtschaft, PIA e. V.
RWTH Aachen, 52056 Aachen



„PANNON-VÍZ”

Víz- Csatornamű és Fürdő Rt.

9025 Győr, Bercsényi liget 1.

Tel/Fax : 96/329-047, 96/326-566

SZOLGÁLTATÁSAINK:

VÍZTERMELŐ KUTAK KAMERÁS VIZSGÁLATA

150 mm átmérő felett, 200 m mélységig, videófelvétel és szakvélemény készítése,

CSATORNAHÁLÓZATOK KAMERÁS VIZSGÁLATA

180 mm átmérő felett, videófelvétel, lejtésdiagram, mérési jegyzőkönyv és szakvélemény készítése

ÚTFELÜLETEKRŐL LEFOLYÓ CSAPADÉKVIZEK BESZIVÁROGTATÁSÁRA SZOLGÁLÓ KÍSÉRLETI BERENDEZÉS VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

Angela Nadler és Erhard Meißner (München)

Összefoglalás

Augsburg város a Bajor Szabadállam anyagi támogatásával 1996-ban kísérleti berendezést alakított ki, az egyik nagy forgalmú településeket összekötő úton. Hat párhozamosan elhelyezett talajszűrő vizsgálatára került sor azért, hogy ki tudjanak dolgozni olyan ajánlásokat, amelyek segítséget nyújtanak a burkolt útfelületekről lefolyó csapadékvizek tisztítását szolgáló szivárogtató berendezések legkedvezőbb kialakításához. Az első három üzemév értékelése alapján megadható a talajszűrők szennyezőanyag-terhelése és a visszatartási képessége. Növényzettel borított talajfelszín felületi beszivárgását összehasonlítva a kavicságyas gyepek, növényzettel beültetett mélyedések és árkok beszivárgásával, arra az eredményre jutunk, hogy azoknak megfelelően jó a tisztítási teljesítményük, így a talajvíz elszennyeződésétől nem kell tartani.

Kulcszavak: vízelvezető rendszer, esővíz, csapadékvíz, út, beszivárgás, talajszűrő, káros anyag, nehézfém, visszatartás, kísérleti berendezés

A vizsgálatok célja

„Nagyfelületű beszivárogtatás,„ kialakításához Bajorországban nem kell engedély. Az utakról származó csapadékvizet vízjogi engedély nélkül lehet kétoldalt a növényzettel borított területre vezetni és ott beszivárogtatni. A növényzettel borított felső talajréteg tisztítási hatásfoka elegendő arra, hogy a talajvizet megvédje a káros szennyeződésektől. Meg kell jegyezni, hogy az augsburgi csapadékviszonyok mellett legalább 4 m széles sávra van szükség ahhoz, hogy egy 7,5 m széles, egyoldalú lejtésű, településeket összekötő útról a csapadékvizet be lehessen a talajba szivárogtatni. Mivel sok településen, köztük Augsburgban sincs lehetőség ilyen széles sáv kialakítására az utak mentén, ezért a nagyfelületű beszivárogtatás helyett más megoldásokat kell keresni, amelyeknek teljesíteni kell a következő feltételeket:

- felszíni beszivárgás az ökológiai szempontból kívánatos párolgás miatt,
- lehetőleg kicsi területigény, a beszűkült települési területekre való alkalmazhatóság érdekében és
- legalább azonos tisztítási teljesítmény, mint a nagyfelületű beszivárogtatásnál.

Ezenkívül a szennyező anyagok talajbeli feldúsulásának éveig tartó megfigyelése szükséges ahhoz, hogy a talajterhelési potenciálról nyilatkozni lehessen.

A célok közt szerepelt továbbá olyan útpadka-típus kifejlesztése, amely közlekedésre alkalmas, és képes az úttestről lefolyó összes vizet is átteresztetni. Mindemellett a tisztítási teljesítménye legalább egyenértékű a növényzettel borított talajrétegen történő nagyfelületű beszivárogtatás teljesítményével.

A kísérleti berendezés leírása

A berendezés olyan településeket összekötő út mentén található, amely a környező iparterületek csatlakozó- és gyűjtőútjaként üzemel. Forgalomszám-lálási eredmények 1996 novemberében 6100 jármű/d terhelést mutattak, kb.15%-os tehergépkocsi részarányal, míg 1999 júliusában 6800 jármű/d volt a terhelés, kb.18%-os tehergépkocsi részesedéssel.

A kísérleti berendezés (1. ábra) hat darab 4 m széles, 1,1 m mély talajszűrőből áll, amelyek az út szélétől 4 m távolsáig nyúlnak be a területre. Minden egyes talajszűrő két azonos nagyságú, 2 m széles mezőre van osztva. Az egyik parcella nemesacéllemez, a másik PVC-tábla borítású. A szivárgó vizek gyűjtésére szolgáló dréncsövek, az elvezető csövek és a mintavételhez szükséges osztó műtárgyak is ebből az anyagból készültek. A nemesacéllos cellából származó csurgalékvizek a szerves anyagok, a műanyag részről érkező vizek a szerves anyagok vizsgálatára szolgálnak.

A csurgalékvíz gyűjtő állomáson, speciális osztó műtárggyal, a keletkező csurgalékvizek meghatározott százaléka PE ill. üveg edénybe gyűlik negyed éven keresztül.

Az elfolyó utcai víz anyagterhelésének meghatározásához az út szélén két betonárok készült. Az úttestről lefolyó víz csak egy durva szűrőn halad át, majd PVC ill. nemesacél csövön keresztül közvetlenül a ombrométer és ombrográf szolgál. A kísérleti berendezés terveiről és kialakításáról további információkat a KA 99/1 [3] száma közölte.

A mért paraméterekről és azok meghatározási módjáról az 1-es táblázat ad áttekintést. A nehézfém vizsgálatok eredménye a szűrés nélküli próbákra vonatkozik.

1. táblázat: Vizsgált paraméterek és meghatározásuk módja

Jel	minta fajtája	vizsgálati módszer
Pb	utcai-, eső- és szivárgó víz	láng – AAS DIN 38409-E6-1
	talaj	ICP-OES DIN 38406 E22
Cd	utcai-, eső- és szivárgó víz	ISO 5961-2
	talaj	ICP-MS DIN 38406 E29 ter. v.
Cr	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38406 E10-1
	talaj	ICP-OES DIN 38406 E22
Cu	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38406 E22
	talaj	ICP-OES DIN 38406 E22
Ni	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38406 E11-1
	talaj	ICP-OES DIN 38406 E22
Zn	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38406 E22
	talaj	ICP-OES DIN 38406 E22
Ca	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38406 E22
Na	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38406 E14
Sb	utcai-, eső- és szivárgó víz	ICP-MS DIN 38406 E29 ter. v.
	talaj	
Mo	utcai-, eső- és szivárgó víz	ICP-MS DIN 38406 E29 ter. v.
	talaj	
Pt	utcai-, eső- és szivárgó víz	ICP-MS DIN 38406 E29 ter. v.
V	utcai-, eső- és szivárgó víz	ICP-MS DIN 38406 E29 ter. v.
	talaj	
TOC	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38409-3
DOC	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38409-3
BOI ₅	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38409-51
AOX	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38409-14 Oszlop módszer
KW	utcai-, eső- és szivárgó víz, szűrőpróba, talaj	Laboratóriumi kiértékelő módszer
PAK	utcai-, eső- és szivárgó víz, szűrőpróba	DIN 38407-18
	talaj	Extrakció LUFA eljárással analóg, Analóg mérés DIN 38407-18
BTEX	utcai-, eső- és szivárgó víz, szűrőpróba	Tömegspektrométer DIN 38 407-F9-1
NO ₃	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38405-20
SO ₄	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38405-20
Cl	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38405-20
pH	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38404-5
	talaj	
vezető-képesség	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38404-8
kiszűrhető anyagok	utcai-, eső- és szivárgó víz	DIN 38409

Jel	minta fajtája	vizsgálati módszer
színezés	utcai-, eső- és szivárgó víz	ISO 7887 (436 nm)
zavarosság	utcai-, eső- és szivárgó víz	EN 27027
kicsérélhető kationok	talaj	Extrahálás BaCl ₂ oldattal
karbonátok	talaj	Schaibler szerint



1. ábra: A kísérleti létesítmény mezői 1998 őszén

2.1. A talajszűrő felépítése

Felületi beszivárogtatás

Az utakról származó víz decentralizált beszivárogtatásához vonatkoztatási alapul, a növényzettel borított talajzóna nagyfelületű beszivárogtatása szolgál. Ennek tisztítási teljesítménye az etalon, az egyes talajszűrők talajvízvédelemmel kapcsolatos minőségi megítélésénél.

A nagyfelületű beszivárogtatás, F 10-es mező, 4 m hosszú kettős liziméterben vizsgálják. Eszerint az egyes felületek 1,8 * 4,0 m² nagyságúak. Helyben rendelkezésre álló kavicsot ($k_f = 1,6 \cdot 10^{-4}$ m/s) használtak fel, amelyre 10 cm termőföld került, és ezt az útépitésben használatos fűmagkeverékekkel telepítették be.

A közlekedésre alkalmas szegélyszáv, SR 75-ös mező, egyszeres 1,80 * 3,0 m²-es felülettel készült, apró ka-

vics/felső talajréteg keverékkel 75 cm-es vastagságban. Erre a mechanikai hatásoknak rendkívül ellenálló, egy-éves Rispe és angolperje, fűfajta került rá.

Teknős beszivárogtatás

Első felületcsökkentő lépésként, az út menti sávot 4 m-ről 2 m-re csökkentettük. A beszivárogtatás 25 cm mély, minden oldalról rézsús teknőben történik. Az egyik kettős mezőben (M 20) a teknőt 20 cm-es felső talajréteg borítás fedi, amely egy rész homokkal kevert egy rész termőföldből áll, úgy mint a nagyfelületű beszivárogtatásra szolgáló F 10-es talajszűrőnél. Egy második kettős mezőben (M 30) a teknőt 30 cm-es, egy rész termőföldből és két rész homokból álló talajréteg borítja. Az agyag és humusztartalom így mindkét vályúban azonos nagyságú, csak különböző rétegvastagságokra oszlik el.

Árkos beszivárogtatás

A legkeskenyebb sáv kialakítását, amely az útról lefolyó teljes vízmennyiség beszivárogtatására alkalmas, 1 m széles és 30 cm mély árok tette lehetővé. Az árkokat 30 cm-es, egy rész termőföldből és egy rész homokból álló talajréteg borítja, mint az F10-es talajszűrőnél. A G 30 S talajszűrő abban különbözik az egyszerű G 30-as ároktól, hogy a párolgás befolyásolására az árok mellett egy m széles kavicsávot alakítottak ki, náddal, mocsári iriszel és réti füzennel betelepítve.

Azért, hogy a nád vízigénye nyáron is ki legyen elégítve, az árok és a nádsáv alatt kb. 30 cm vastag, triász kori agyagmárgából készült kád található. Csak miután ez a kád megtelt a beszivárgó vízzel, akkor folyik tovább a víz a gyűjtőrendszerbe mintavételezéshez.

1.1. A felhasznált talajok összetétele

A különböző talajszűrők kialakítása helyben előforduló anyagok felhasználásával történt. A homok augsburgi kavicsbányából, míg a felhasznált felső fedőréteg a parlagon heverő mezőről, közvetlen a beszivárogtató létesítmény mellől származik. Az áteresztő képességi együttható a meglévő kavicsra természetes tömörség mellett $k_f = 1,6 \cdot 10^{-4}$ m/s értékben határozták meg, laborban való beépítés és tömörítés után pedig 10^{-5} - 10^{-8} m/s-os értéket mértek. A fűborítású, zavartalan felső fedőrétegnél $5 \cdot 10^{-4}$ m/s volt a k_f értéke, a zavart felső fedőrétegnél a laborban mérve $2 \cdot 10^{-4}$ m/s volt. Ez egyértelműen mutatja, hogy a talajok áteresztőképességére irányuló laboratóriumi vizsgálatok erősen kérdésesek. A szemeloszlás alapján (2. táblázat, F10) a növényvel borított felső fedőrétegen keresztül nem lehetséges felületi beszivárgás. Azonban a szomszédos mezőket és réteket megfigyelve kielégítő szivárgási képességet tapasztal-

tunk, amit a három kísérleti év alatt a létesítmény is beigazolt.

2. táblázat: A felhasznált felső fedőrétegek vastagsága és összetétele

Talajszűrő típusa	Jelölése	Felső fedőréteg alkotói	Arány	Vastagság
nagyfelületű beszivárogtatás	F 10	felső fedőréteg		10 cm
Apró kavicsos gyep	SR 75	aprószemű kavics 8/46: felső fedőréteg	3:1	75 cm
Teknős beszivárogtatás	M 20	felső fedőréteg: homok	1:1	20 cm
	M 30	felső fedőréteg: homok	1:2	30 cm
Árkos beszivárogtatás	G 30	felső fedőréteg: homok	1:1	30 cm
	G 30 S	felső fedőréteg: homok	1:1	30 cm

Azért, hogy a nagyfelületű beszivárogtatás más módzerekkel való összehasonlíthatóságát biztosítsuk, a felső talajréteget a teknőkbe és árkokba történő beépítés előtt úgy kevertük, össze homokkal, hogy a különböző vastagságú fedőrétegekben a humusztartalom állandó legyen. Az alkalmazott keverési arányokról és a rétegvastagságokról ad áttekintést a 2. táblázat.

Az ATV-DVWK-M 153-as [1] jegyzetfüzet a fedőrétegre 2-10 %-os humusztartalmat és 5-20%-os agyagtartalmat ajánl. A fémek talajban történő megkötődése csak akkor következhet be, ha a pH nem kisebb mint a nehézfémek mobilizálódásához szükséges határérték. Ezért a különböző fedőrétegeknél a Münchener Műszaki Egyetemen – a Bajor Mezőgazdasági Kísérleti Intézetben megvizsgálták a pH értékét, az agyag/iszap/homok arányt és a beépített talajok szerves anyag tartalmát. Az eredményeket a 3. táblázat mutatja be. A talajszűrőfajtákban felhasznált talajok teljesítik a humusztartalomra vonatkozó követelményeket, sőt részben az agyagtartalomra vonatkozó követelményeket is. Minden talaj pH-ja 7,5, így a szükséges 6-8 közötti tartományban helyezkedik el.

A talajok beépítése, valamint két év üzemidő után, talajszűrőtípusonként mindkét mezőből (fém, műanyag), különböző mélységű mintákat vettünk kiszűrőhenger segítségével. Ezeket végül mélység szerint szortírozva átlagmintákká egyesítettük. Minden talajmintában nehézfémeket (ólom, kadmium, króm, réz, nikkel, cink, antimon és vanádium), szénhidrogéneket, cserélhető kationokat (kalcium, magnézium, kálium és nátrium), karbonát tartalmat és pH-t mértünk. Továbbá két év után a talajokban megvizsgáltuk a **policiklikus** aromás szénhidrogéneket.

3. Eredmények a létesítmény 3 éves üzemeltetése után

Az 1996 október 1-től 1999 október 4-ig tartó vizsgálati időszakban összesen 921 napon gyűjtöttünk eső-, utcai-, és szivárgó vizet. A gyűjtési időszakokat úgy állítottuk be, hogy azok nagyjából megfelelnek az évszakoknak. A 4. táblázatból kiolvashatók a vizsgálati időszakok.

4. táblázat: A vizsgálati időszakok eloszlása az üzem-évek során

Vizsgálati időszakok	1. üzemév		2. üzemév		3. üzemév	
ősz	96/4	96.10.01-96.12.16	97/4	97.09.16-97.12.04	98/4	98.09.12-96.12.14
tél	97/1	96.12.17-97.03.19	98/1	97.12.05-98.03.11	99/1	98.12.15-99.03.08
tavaszi	97/2	97.03.20-97.06.19	98/2	98.05.04-99.06.25	99/2	99.04.07-99.06.16
nyár	97/3	97.07.28-97.09.15	98/3	98.06.26-98.09.11	99/3	99.07.22-99.10.04

3.1. Az útról történő lefolyás anyagtartalma és bevitel az oldalterekbe

Azért, hogy az egyes mezőkbe való anyagbevitelt meg tudjuk határozni, szükséges a szivárgó víz és a csapadék-víz mennyiség mellett a lefolyás mindenkor összetételének az ismerete is. Ehhez a negyedéves időszakokban gyűjtöttünk az esővízből, és az útburkolatról történő lefolyásból mintákat, majd mértük a szennyezőanyag tar-

talmukat. A csapadékvizek és az úttestről lefolyó vizek koncentrációinak a lefolyás szerint súlyozott középértékeit az 5. táblázat tartalmazza. Az úttestről való lefolyás koncentrációiból kiszámítható a 7,50 m széles Derchinger utca oldalterébe való bevitel mértéke (6. táblázat), a széllel szállított és az öntözővízzel bekerülő további terheléseket nem tudtuk figyelembe venni.

Az 1 km útszakaszra vonatkoztatott bevitel a szerves szénhidrogének esetén (TOC) beleértve a kormot, valamint a szűrhető anyagok (AFS) és a sószórásból származó klorid esetén is kilogrammos tartományban fekszik. A cinkbevitel, összehasonlítva az irodalmi adatokkal, nagynak tekinthető, míg a rézbevitel inkább kicsinek. A nagy cinkbevitel valószínűleg a cinkezett terelőlapnak tulajdonítható, amelyet biztonsági okokból helyeztünk el az út mentén, a kísérleti berendezés előtt.

5. táblázat: Lefolyás alapján súlyozott középértékek (1996 október 1-től 1999 október 4-ig)

paraméter	mérték-egység	csapadék			lefolyás az úttestről		
		1. év	2. év	3. év	1. év	2. év	3. év
pH		6,5	7,4	7,5	7,5	7,4	7,3
vezetőképesség	µS/cm	223	60,8	50,5	1290	493	2436
szűrhető anyagok	mg/l	10	5,5	8,6	176	66	113
TOC	mg/l	3,8	4,8	3,5	31	23	22
DOC	mg/l	2,8	4,1	2,5	8,8	6,4	5,9
BOI ₅	mg/l	2	2	1	4	2	2
klorid	mg/l	46	1,3	2,8	487	131	669
szulfát	mg/l	5,9	2,6	2,1	139	5,1	5,9
kalcium	mg/l	9,5	7,5	6,8	57	31	49
nátrium	mg/l	20	1,4	3,9	295	91	474
ólom	µg/l	5,5	3,7	2,2	26	11	11
kadmium	µg/l	0,18	0,1	0,05	0,5	0,3	0,3
króm	µg/l	2,9	2,6	4,4	10	6	8
réz	µg/l	-	7,8	5,0	47	26	31
nikkel	µg/l	1,8	1,4	3,3	5	4	6
cink	µg/l	102	57	51	480	328	372
nitrát	mg/l	4,5	7,0	7,4	8,8	5,5	16
antimon	µg/l	0,7	0,3	0,3	3,5	2,3	1,6
molibdén	µg/l	1,2	0,3	0,2	1,5	0,9	0,4
vanádium	µg/l	0,8	0,3	0,4	6,7	3,7	3,1
szénhidrogének C9-C20	ng/l	81	67	75	1062	211	1696
szénhidrogének C21-C26	ng/l	142	230	360	1925	601	2118
összes-PAK	µg/l	0,19	0,05	0,04	2,18	1,11	0,64

6. táblázat: Anyagbevitel a (7,50 m széles) Derchinger utcában az első három évben

Anyag	Bevitel az adott időszakban km útszakaszra g-ban		
	1996.10.01-1997.09.15	1997.09.16-1998.09.11	1998.09.12-1999.10.04
kadmium	1,2	1,1	2,3
szénhidrogén C9-C20	7,6	0,8	-
nikkel	14,1	13,0	-
króm	26,0	19,9	-
ólom	65,8	40,8	75,3
réz	120	94,1	207
cink	1232	1177	1081
TOC	82500	84600	136900
szűrhető anyagok	311600	164800	771800
klorid	1249000	468300	4685000

3.2. Nehézfém visszatartás a talajszűrőkben

A beszivárogatásnál a talajvíz elszennyeződésének veszélyét a talajszűrő tisztítási teljesítménye, és az utcai lefolyás összetétele határozza meg. Az anyagok koncentrációit az előző részben ismertettük. Azért, hogy a különböző talajszűrőket egymással össze tudjuk hasonlítani, meghatároztuk különböző anyagokra az éves visszatartását. A lefolyás- és a csapadék koncentrációiból kiszámítottuk a talajszűrőbe történő bevitel mértékét, a locsolóvíz és a szél hatása nélkül. A megadott határfokok tehát a minimális értékek.

A mennyiségileg meghatározó nehézfémekre, mint ólom, réz, és cink valamint a rendkívül mérgező kadmiumra fogjuk részletezni a visszatartás éves mérlegét és a talajvizsgálatok eredményeit (7. és 8. táblázat)

Kadmium, réz és cink ellentétben az ólommal túlnyomórészt oldott formában vannak jelen, és egyedül mechanikai szűréssel csak kis mértékben tarthatók vissza. Azért, hogy ezeket a nehézfémeket a talajban adszorpcióval meg tudjuk kötni, a talajnak elegendő agyagásványt és huminanyagot kell tartalmaznia.

7. táblázat: A nehézfém tartalom növekedése az F10-es mező felszíni rétegében 2 év üzemelés után

Növekmény %-ban az 1996-os kezdeti értékre vonatkoztatva				
nagyfelületű beszivárogatás F10-es mező	mintavételi szint	Távolság az utszéli sávtól		
		0,15 m első	1,90 m középső	3,50 m hátsó
ólom	0-10 cm	77	40	33
kadmium	0-10 cm	33	0	0
réz	0-10 cm	8	-2	-5
cink	0-10 cm	114	12	15

8. táblázat: A nehézfém tartalom növekedés a fedő réteg különböző szintjein az 1996-os kezdeti értékre vonatkoztatva

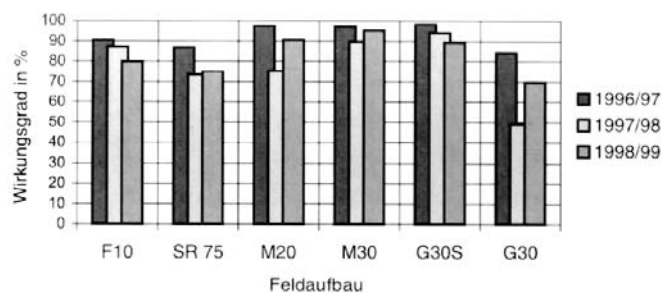
Növekedés ill. csökkenés százalékban	minatvételi szint	ólom [%]	kadmium [%]	réz [%]	cink [%]
S R 75-ös mező	0-10 cm	40	-25	-5	1
	10-20 cm	-4	-25	-4	20
M 20-as mező	0-10 cm	58	50	23	128
	10-20 cm	35	50	-2	26
M +0-as mező	0-10 cm	35	0	4	74
	10-20 cm	222	100	13	13
G 35 S mező	0-10 cm	27	0	2	70
	10-20 cm	18	0	0	38
G 30-as mező	0-10 cm	93	50	26	106
	10-20 cm	44	0	15	12
	20-30 cm	10	0	0	15

Ólom

Az ólomot a talaj nagyon jól képes visszatartani, mivel az túlnyomórészt partikuláris formában fordul elő. A fedő talajréteghez felhasznált talaj már szennyezett volt, és 60 mg/(kg*TS) ólomot tartalmazott. Amint azt a 7. és 8. táblázat mutatja, két év után jelentős növekedést lehetett kimutatni a felső 10 cm-es rétegben. A mélyebben fekvő rétegekben (20 cm-ig) ugyancsak meg lehetett állapítani a feldúsulást, különösen jelentős ez az M30-as mező esetében. Itt az ólom a mélyebb rétegekbe is bekerült, feltehetőleg a talajszerkezet következtében. A nagyfelületű beszivárogatásnál az út szélétől egészen 3,50 m távolságig erős anyagtranszport figyelhető meg.

Ahogy a 2. ábrán látszik, az anyagtranszport visszatartása minden mezőben legalább olyan jó, mint a nagyfelületű beszivárogatásnál (73-98% között mo-

zog), kivéve a G30-as árok vizsgálattechnikai okokból időszakos rövidre zárata miatt.



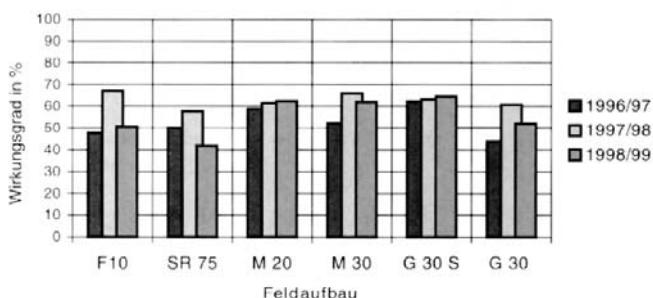
2. ábra: Ólomvisszatartás a talajszűrőkben az első három üzemévben (M30 99/2 és 99/3 nélkül)

(Wirkungsgrad in % = hatásfok [%], Feldaufbau = mező kialakítása)

Kadmium

A felhasznált talaj kadmium tartalma a kazettákba való beépítés időpontjában kereken 0,3 mg/(kg*TS) volt. A talajban csak kismértékű feldúsulás zajlik le, ennek oka a rendkívül kicsi bevitel, amint az a megadott koncentrációkból látható.

A kadmium visszatartás (3. ábra) csak kis éves ingadozást mutat, és minden egyes mezőre összehasonlítható. A 10 cm talajrétegen keresztüli nagyfelületű beszivárogatásnál 48-67%-os visszatartás volt tapasztalható, míg más talajszűrőknél 44 és 66% között fekszik ez az érték.

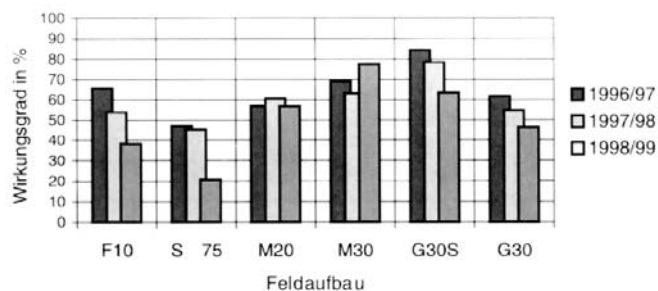


3. ábra: Kadmium visszatartás a talajszűrőkben az első három üzemévben (M30 99/2 és 99/3 nélkül)

Réz

A felhasznált talajban kereken 60 mg/(kg*TS) rézkoncentrációt mértünk az üzembe helyezés előtt. Ez azt jelenti, hogy a talaj rézzel terhelt volt. A szennyvíziszapra vonatkozó határértéket (60 mg/(kg*TS)) már ekkor elérte a réztartalom. Kétévi használat után az F10, SR75 és G30 S mezők felső talajrétegében nem, míg a többi mező esetében ki lehetett mutatni a réztartalom növekedését.

A rézvisszatartás (4. ábra) mindegyik talajszűrőben csökkent a három év alatt, különösen az üzemelés 3. évében. Ennek az oka feltételezhetően a 99/1. negyedév megnövekedett rézbevitelére és az ezt követő negyedév rossz visszatartása. Ezzel az M30-as mező harmadik évben tapasztalt jó hatásfoka is megmagyarázható, amely ebben az időszakban üzemel kívül volt, a kísérleti berendezésen végzett átépítés miatt. Ezért az éves mérleg csak az első két negyedévet tartalmazza.

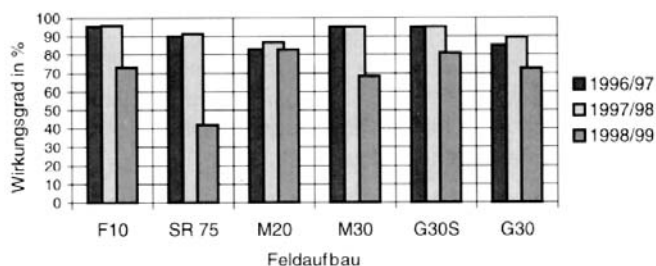


4. ábra: Rézvisszatartás a talajszűrőkben az első három üzemévben (M30 99/2 és 99/3 nélkül)

Cink

A felhasznált talaj réztartalma beépítéskor kereken 78 mg/(kg*TS) volt. A két év után elvégzett talajvizsgálatok jelentős cinktartalom növekedést mutattak ki, a felszíni 10 cm-es zónában. A mélyebb talajrétegekben is kimutatható volt a növekedés. A cinknek az úttesttől nagy távolságban található talajrészbe való transzportálódását nem lehetett kimutatni a nagyfelületű beszivárogatásnál, ellentétben az ólommal. Feltehetően a cink nagy része a terelőlemezező vízből származik. Így tehát nem a gépjárművek által felfröcskolt vízben, vagy a szél szállította aeroszolokban található.

Amint az 5. ábrán látható, a cinkvisszatartás az első két üzemévben minden talajszűrőnél 80% feletti volt. A harmadik üzemévben a visszatartóképességben csökkenés mutatkozott minden egyes talajszűrőnél, amit a téli nagy klórbevitellel és ehhez kapcsolódó, megkötött cink oldódásával lehet magyarázni [2].



5. ábra: Cinkvisszatartás a talajszűrőkben az első három üzemévben (M30 99/2 és 99/3 nélkül)

3.3. A szennyezőanyag koncentrációk éves eloszlása

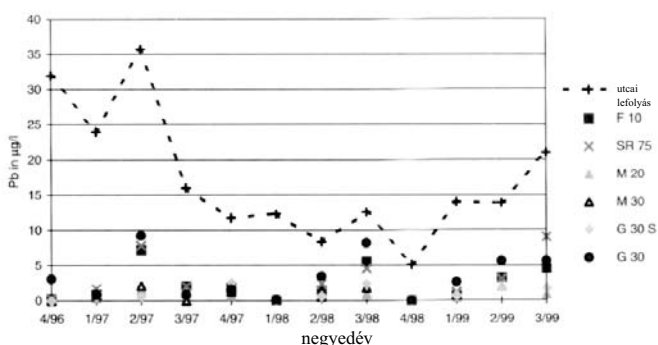
Az utcai lefolyásban az anyagkoncentrációk évszakos ingadozást mutatnak, amelynek főként éghajlati okai vannak. Amint a 6. és 9. ábra mutatja, a téli negyedévben az utcai lefolyásban (szaggatott vonal) a sószórásból származó anyagok koncentrációnövekedése mellett a kadmium, réz és cink koncentrációk növekedése is megállapítható. Ennek lehetséges okai a havon történő akkumuláció, szennyező anyagok kötődése a sósvízrétegen, a felolvadt sóban lévő szennyeződés, valamint a szél szállító tevékenységének csökkenése, amit a szennyeződés nedves úttesthez tapadása okoz [4].

Amint azt a 6. ábra is mutatja, a forgalom okozta ólombevitel a vizsgálati időszakban, csökkenő tendenciát mutat. Minden mező csurgalékvizében 10 µg/l alatt van az ólomkoncentráció, és csak kismértékben ingadozott.

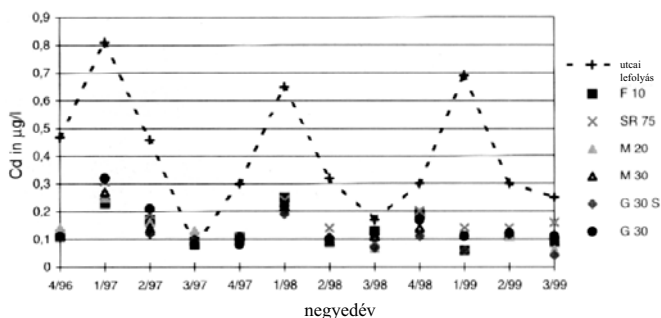
A kadmiumbevitel (7. ábra) a téli negyedév kivételével nagyon kis mértékűnek mondható. A csurgalék vízbeni koncentrációk szintén nagyon kicsinyek (<0,4 µg/l) minden egyes mezőben és csak kismértékben ingadoznak.

A rézbevételnél az egyes mezőkben (8. ábra) évszaktól függően erős ingadozások adódnak, ami egy bizonyos késleltetési idő után a csurgalékvizekben is mutatkozik. A nádas ároknál volt tapasztalható a csurgalékvízben mindig a legkisebb koncentráció ($\leq 19 \mu\text{g/l}$), az apró kavicsos gyepeknél pedig többnyire a legnagyobb (maximum: $48 \mu\text{g/l}$).

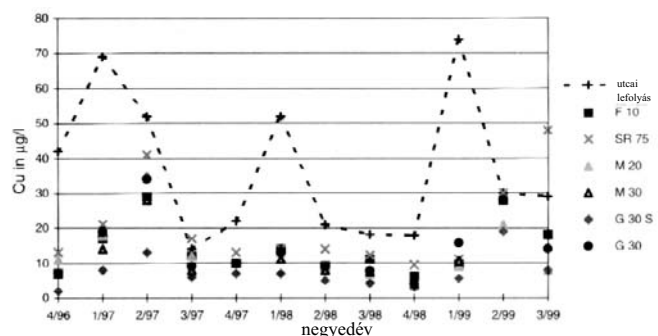
Cink esetén szintén az évszaktól függő erős koncentrációingadozás mérhető az utcai lefolyásban. Amint a 9. ábrán látható, a téli negyedévben (pl. 99/1) az utcai lefolyásban és a csurgalékvízben a cinkkoncentráció növekedése figyelhető meg. Az ezt követő tavaszi negyedévben tovább növekednek a csurgalékvíz koncentrációk, jóllehet a cinkbevétel jelentősen lecsökkent. Az első három üzemév során a legnagyobb cinkkoncentráció az apró kavicsos gyepről csurgalékvízében volt mérhető ($120 \mu\text{g/l}$).



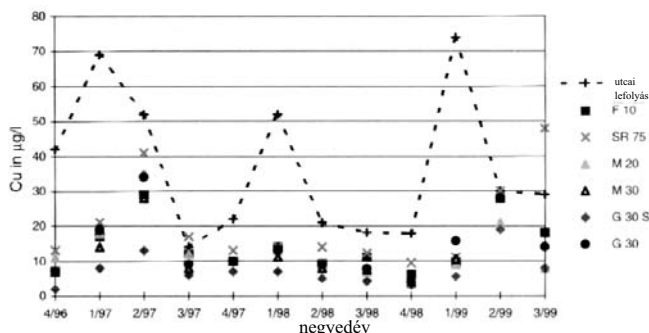
6. ábra: Ólom koncentráció az úttestről lefolyó, valamint a beszivárgott vízből vett átlagmintában



7. ábra: Kadmium koncentráció az úttestről lefolyó, valamint a beszivárgott vízből vett átlagmintában



8. ábra: Réz koncentráció az úttestről lefolyó, valamint a beszivárgott vízből vett átlagmintában



9. ábra: Cink koncentráció az úttestről lefolyó, valamint a beszivárgott vízből vett átlagmintában

4. Végkövetkeztetés

A három éves mérési időszak túl rövid ahhoz, hogy az úttestről lefolyó vizek tisztítására alkalmazott talajsűrítők teljesítőképességéről biztosan jelenthessünk ki. Azonban az egyes egységek visszatartó-képességének összehasonlításával bizonyos tendenciák megállapíthatók, amelyek első durva értékelésre alkalmasak.

Az egyes változatok értékeléséhez viszonyításul szolgálnak az F10-es mező mérési eredményei. Ez a meglévő kavicsos lévő, 10 cm vastagságú növényzettel borított rétegből álló felületi beszivárogtatású talajsűrítő.

A 75 cm vastagságú, kb. három rész apró kavicsból és egy rész felső talajból álló SR 75-ös szűrőrendszer, nem egészen olyan jól tisztítja az úttestről érkező vizet, mint az F10-es. Nagyobb tisztítási teljesítmény érhető el, ha az apró kavicsos gyepet úgy használjuk fel, mint azt az utak padkakiképzésénél szokták: járható és ezáltal utántömörödik. Ez a kísérleti kialakításnál nem lehetséges.

Összehasonlítva az F 10, M 20 és M 30 mezők szennyanyag visszatartását, kimondható, hogy a teknőknek valamivel jobb a tisztítási hatásfoka, mint az F 10-es felületnek. Az M 20-as és M 30-as teknők között ellenben nem lehet szignifikáns különbséget kimutatni.

A G 30 S és G 30 árkokat nem lehet közvetlenül összehasonlítani egymással, mivel különböző a felépítésük. A G 30 S árok alatt triász kori agyagmárgából kialakított kád található. A beszivárgott víz ezért függőlegesen nem tud közvetlenül a drénrendszerbe kerülni, hanem vízszintesen kb. 1 m többlettutat kell megtennie. Az, hogy ez az akadály milyen tisztítási folyamatokat idéz elő, a meglévő vizsgálati berendezésben nem állapítható meg. Tény az, hogy a G 30 S összességében nagyobb tisztítási teljesítményt eredményez, mint a többi rendszer.

Az, hogy a G 30-as árkokban a tisztítási teljesítmény a 30 cm vastag fedőréteg ellenére is ugyanabban a nagyságrendben marad, mint a 10 cm-es fedőréteggel kialakított felületi beszivárogtatásnál, a nagyobb hidraulikai terhelésre vezethető vissza. A G 30-as egységben a hidraulikai terhelés erősen megnövekszik, a kb. 10 cm szé-

les árokfenék miatt. A nem átteresztő felületek aránya a szivárogtató felületekhez a fenéken 130:1, félig telt ároknál kb. 25:1.

Jelenleg csak egyes kiválasztott anyagok mérési eredményeit lehet összevetni a bevezetett viszonyítási és határértékekkel. Eszerint a hagyományos megítélési mód szerint, a talajvizet minden egyes megvizsgált talajszűrő kielégítő módon védi a szennyeződésektől. Mai ismereteink alapján még nem értékelhető minden olyan anyag ökológiai kölcsönhatása, amely az utakról származik. Tudományosan megalapozott irányadó paraméter még nem létezik, amely segítséget nyújt a beszivárgó vizekben lévő anyagok ökológiai jelentőségének megítéléséhez, figyelembe véve a mindenkori veszélyességi potenciált, a tényleges koncentrációkat és a terheléseket.

Köszönet

Köszönetet mondunk Augsburg városnak a jó együttműködésért, különösképpen a csatornafenntartó és szenny-

vízisztító részleg munkatársainak a kísérleti berendezések lelkiismeretes gondozásáért, próbavételért és analíziséért.

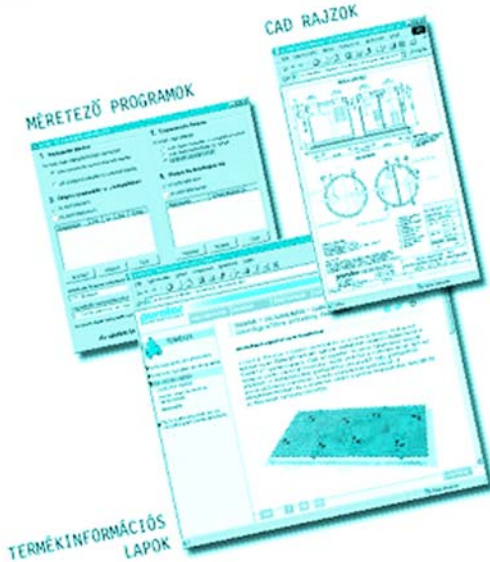
Irodalom

- [1] ATV-DVWK-M 153 jegyzetfüzet:
Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
- [2] *Golwer, A.* (1995):
Verkehrswege und ihr Grundwasserrisiko, in: *Ecologiae Geologicae Helveticae* 88/2. 403-419
- [3] *Holler, P., Mix-Spagl, K., Neumayer, H.* (1997):
Versuchsanlage zur Versickerung des Oberflächenwassers von Straßen, *Korrespondenz Abwasser* 46, 47-51
- [4] *Hütter, U., Remmler, F.* (1997):
Möglichkeiten und Grenzen der Versickerung von Niederschlagsabflüssen in Wasserschutzgebieten, *Dortmunder Beiträge zur Wasserforschung* Nr.54a, Dortmund

purator
KÖRNYEZETTECHNIKA

egy életre érdemes

környezetért ...



- ▷ Internetes technikával készült termékismertető oldalak, több mint 1000 Purator termék részletes ismertetése
- ▷ Célrányos keresőrendszer, ajánlati, megrendelési és kiírási szövegek készítésére
- ▷ Adaptálható CAD műtárgyrajzok
- ▷ Méretező programok

purator HUNGARIA Kft.
1117 Budapest, Prielle K. utca 7-17.
Tel.: 06-1-204-3980, Fax: 06-1204-3982
E-mail: info@purator.hu Web: www.purator.hu

Területi képviselők:
Dél-Magyarország: Szekszárd, 06-74/316-677
Kelet-Magyarország: Debrecen, 06-52/534-156
Nyugat-Magyarország: Győr, 06-96/410-339

VÁLASZ SZELVÉNY

Kérjük faxolja vissza a (1)203-1971 számra!

Feladó neve _____
Cég neve _____
Cím _____
Tel/Fax _____
E-mail cím _____

Az alábbi megjelölt témakörökben kérek megkeresést

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> kültéri fedlapok, folyókák, víznyelők | <input type="checkbox"/> nemesacél padlóösszefolyók és folyókák |
| <input type="checkbox"/> olaj- és zsírfogók | <input type="checkbox"/> öntvény padló és tetőösszefolyók |
| <input type="checkbox"/> göv. nyomócsövek, idomok és szerelvények | <input type="checkbox"/> Szennyvíztisztítási technológiák |
| <input type="checkbox"/> SML csövek és idomok | <input type="checkbox"/> Termékinformációs és méretező CD-ROM |





KA Wasserwirtschaft-Abwasser-Abfall – 2001. április

Internet

Szennyvíz, víz, vízvédelem – Ki segít tovább minket szomszédos országaink egyesületeinél? (II. rész)

Dieter Maass (Hamburg)

Összefoglalás

A sorozat második része nyugati és németajkú szomszédainkkal foglalkozik. Az illetékes minisztériumok és szövetségi szervezetek itt is előtérben állnak. A rövid leírásban mindig az a kérdés: „Miben használ, ill. mit kínál az internetes jelenlét a Németországban tevékenykedő mérnököknek?”. A szokásos adatokat (mint pl. feladatok vagy egyesületi szerveződés) nem részletezzük.

Vízvezető rendszerek

Rohanó vízmozgás a 45°-os egyesített műtárgyban*)

Willi H. Hager (Zürich/Svájc) és Giuseppe Del Giudice (Nápoly/Olaszország)

Összefoglalás

Egy korábbi projektünkre alapozva vizsgáltuk hidraulikai szempontból a bővítéssel ellátott egyesítőaknában lejátszódó rohanó vízmozgást. Mindenekelőtt a különböző vízmozgástípusokat magyarázzuk meg, majd a hullám-maximumot vitatjuk meg, végül az ehhez hasonló aknaműtárgyak hidraulikai méretezésére vonatkozó adatokat adjuk meg. Különös figyelmet fordítunk az alvízi csőszakasz következtében fellépő áramlási összefolyásra. Az eredményeket példák segítségével világítjuk meg.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, csatornázás, egyesítőakna, lefolyás, hidraulika

Szennyvízcsatornában képződő lerakódások, mint a keresztmetszeti alak megválasztásának egy feltétele

Jacek Myczka és Andrzej Gruchot (Krakkó/Lengyelország)

Összefoglalás

Szennyvízcsatornák szilárd lerakódásainak keletkezését általában csak az öntisztuló-képesség vagy a minimális nyírási ellenállás szempontjából vizsgálják. Körkeresztmetszetű csövek esetében, 0,5 és 1,0 közötti telítettségi viszo-

*) Az ATV és a GFA kutatási alapjának eszközei segítségével támogatott projekt (1/2000). A végső beszámoló teljes változata 30 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető az ATV-DVWK-központban, Angelika Schiffbauer, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872135, E-Mail: schiffb@atv.de

nyok mellett mindkét feltétel a csatornák kedvező, lerakódás-mentes áramlási viszonyaihoz vezet. Amennyiben azonban a telítettségi érték 0,5 alatti, a körkeresztmetszetű csatornában nagyon könnyen lerakódások keletkezhetnek. De tulajdonképpen nem a lerakódás-képződésre való hajlamról van szó, hanem egyszerűen arról a tényről, hogy az áramlási sebesség vagy a nyírási ellenállás a részecskék mozgásában tartásához szükséges érték alá süllyed. Ezen problémát külön kell kezelni a csatornába bekerült lerakódások kérdéséről. A hordalékhozamot csak számíthatjuk. A cikk a szilárdanyag-bevitel (szilárdanyag-lerakódás) jelenségét vitatja meg a csatorna keresztmetszeti alakjának függvényében.

Kulcsszavak: vízelvezető rendszerek, lerakódás, szilárdanyag, csatornázás, cső, keresztmetszet

Kommunális szennyvíztisztítás

A hamburgi Köhlbrandhöft/Dradenau szennyvíztisztító telep-együttes dinamikus szimuláció segítségével történő optimalizálása

Gösta Ladiges, Christian Günner és Ralf Otterpohl (Hamburg)

Összefoglalás

A 2000-es év elején járulékosan további kb. 250.000 LE-nyi területet csatoltak a Hamburgi Csatornázási Művek Köhlbrandhöft/Dradenau szennyvíztisztító telep-együttesére. Ezen megnövekedett terhelés számára kellett kiépítési megoldást találni. Különböző lehetséges tervek felvázolása után azokat a számítógépes dinamikus szimuláció segítségével összehasonlítottuk és értékeltük.

A rendkívül átfogó szimulációs tanulmány azt eredményezte, hogy az iszapvíz-tárolás térfogatának megnövelése után az előírt határértékek a jövőben is betarthatóak maradnak. A számos egyedi kiépítési terv elvégzett, részletes elemzése jelentős költségcsökkenést eredményezett a hagyományos szennyvíztisztító telep-bővítéshez képest.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, kommunális, nagy szennyvíztisztító telep, szimuláció, dinamikus, nitrogénlebontás, szennyvíztisztító telep, telep-együttes, optimalizálás, kiépítés, költségminimalizáció

Az utóülepítő medencék hatékonyságának növelése keresztáramlású leválasztók beépítésével

Thomas Buer és Elmar Dorgeloh (Aachen)

Összefoglalás

Az utóülepítő medencék teljesítménynövelése érdekében a további medencék építése mellett egyéb alkatrészek beépítése is alkalmazható, amelyek az áramlási folyamatok javulását, valamint a kiülepedési felület növekedését eredményezik. A keresztáramlású lamellák érkezési tartományba való beépítése módszertechnikailag új és költségkímélő megoldást jelent.

Megmutatkozott, hogy a keresztáramlású leválasztók által jelentősen, kb. 20%-kal csökkenthető volt az eleveniszapos- és utóülepítő medencék térfogata. A továbbiakban az érkezési tartományban való elhelyezés segítségével a sűrűségáramok által előidézett rövidzár-áramlatok hatékonyan kiküszöbölhetővé váltak, ezáltal a recirkulációs iszapban jelentősen magasabb szárazanyag-tartalom (egészen 50%-ig) érhető el. Így a recirkulációs arány csökkentésével lehetővé válik az eleveniszapos és az utóülepítő fokozat hidraulikai tehermentesítése.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, utóülepítés, optimalizálás, leválasztó, lamellás leválasztó

Különböző növényi szennyvíztisztítók szubsztrátjának hidrofizikai és biológiai vizsgálatai

Christian Steinmann és Arnulf Melzer (München)

Összefoglalás

A növényi szennyvíztisztítókon folytatott munkálatok során magát a növényágyat gyakran „fekete doboz”-ként kezelik, nem vonják be a vizsgálatokba. A következő tanulmány ezért a hidrofizikai jellemzők vízszintes és függőleges sávokra osztásával foglalkozik. A vizsgálatok központi kérdése a biocönózis eloszlása és szerkezete volt, különböző növényi szennyvíztisztítók szubsztrátjának és tisztítási teljesítményének függvényében. Végül részleteiben tárgyaljuk a csillósok társulásainak növényi szennyvíztisztítók indikátoraként való megfelelésségét.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, növényi szennyvíztisztító, tisztítási teljesítmény, biocönózis, csillós állatka

Hulladék/Szennyvíziszap

Hulladéklerakók számára készült metán-oxidációs rendszer műszaki kialakítása

Marion Humer és Peter Lechner (Bécs/Ausztria)

Összefoglalás

A németországi és ausztriai hulladéklerakókra vonatkozó műszaki irányelvek a hulladéklerakás során a gázképződés minimálisra csökkentését írják elő. A metán-oxidáció, megfelelő takarórétegekben, a mechanikailag-biológiailag előkezelt egyéb hulladék lerakói, reaktordepóniák köztes fedőrétegei és régi hulladéklerakók számára megfelelő megoldási lehetőséget vagy a hagyományos kényszergáztalanító rendszerek kiegészítését jelenti. A legmegfelelőbb feltöltési anyagnak a biológiailag stabil hulladék-komposztok bizonyultak. Az anyag tulajdonságai mellett a jó működés érdekében a rendszer felépítése is fontos. Részletezzük a szükséges anyagtulajdonságokat és a rendszer felépítését is.

Kulcsszavak: hulladék, lerakó, depóniagáz, metán, oxidáció, komposzt

Ipari szennyvizek/ Telepre vonatkoztatott vízvédelem

Textilipari szennyvizek tisztítása membrán-módszer és biológiai fokozat kombinációja segítségével

Willi Armbruster (Bodelshausen), Karl-Heinz Molz és Udo Hauck (Trier)

Összefoglalás

Olyan szennyvíztisztítóművet kellett terveznünk egy üzem kelmefestő- és kikészítő-részlegeiben történő textilkészítés és -nemesítés során keletkező szennyvíz megtisztítására, amely lehetővé teszi a szennyvíz újrahasznosítását. A kísérleti berendezésben lefolytatott számos vizsgálat után olyan szennyvíztisztítóművet terveztünk, amely a membránszűrőtechnológiát biológiai tisztítási fokozattal kombinálja. Két különböző membránszűrőtechnológia kombinációja segítségével a szennyvíz olymértékben megtisztítható, hogy visszavezethető a termelési folyamatba. Az ultra- és nanoszűrésből származó koncentrátumokat egy fixfilmes bioreaktorban megtisztítják, hogy bevezethetővé válik a kommunális szennyvíztisztító telepre.

Kulcsszavak: ipari szennyvíz, textilipar, újrahasznosítás, membránszűrő-technológia, nanoszűrés, ultraszűrés, biológiai tisztítás

Hidrológia/Vízgazdálkodás

Az arnstadti szennyvíztisztító telep újjáépítése általi szennyvízterhelés-csökkentés hatása a Gera folyó (Thüringia) vízminőségére

Horst Ziemann (Erfurt)

Összefoglalás

Az Arnstadt városából származó egyáltalán nem, illetve nem kielégítő módon tisztított kommunális és ipari szennyvíz Gera folyóba való bevezetése következtében a Gera folyó évtizedeken keresztül szélsőségesen nagymértékben szennyeződött, ez az ökológiai feltételeket jelentősen befolyásolta és veszélyeztette a vízhasznosítást. Az arnstadti szennyvíztisztító telep újjáépítése által 1994 augusztusa óta kb. 95%-os szennyvízterhelés-csökkentést értünk el. A szaprobia-mutatók az Arnstadt városa alatti vízminőség javulását mutatják IV-es osztályúról II-es osztályúra. A vízminőség javulását mindenekelőtt a szerves terhelés, valamint az ammónium- és foszforkoncentráció csökkenése okozza. Az élővíz ökológiai körülményeinek ezzel kapcsolatos kedvező irányú javulása lehetővé tette a gerinctelen tengeri élőlények és a halak növekvő mértékű betelepülését.

Kulcsszavak: vízgazdálkodás, szennyvíztisztítás, vízminőség, Gera (folyó)

Vizek/Talaj

Egy küszöbérték-tervezet kifejlesztése és átültetése a kritikus terhelések példáján

Heinz-Detlef Gregor és Hans-Dieter Nagel (Berlin)

Összefoglalás

A káros kibocsátások környezeti hatásainak modellezéssel támogatott értékelése lehetővé teszi az ökoszisztémák, szervezetek és anyagok természettudományosan megalapozott terhelhetőségi határainak megállapítását. Az UNECE-Levegőtisztaságvédelmi Egyezmény tevékenységének keretében a kritikus terhelések és –szintek tervét alkalmazzuk a különböző légszennyező anyagokra vonatkozó környezeti terhelhetőségi határok megállapításához. Kritikus terheléshatárként mennyiségi becsléssel azt a szennyezőanyag-lerakódást jelöljük meg, amely határ alatt mai ismereteink szerint nem várható az ökoszisztéma károsodása. A kritikus szintek értelemszerűen a légszennyező anyagok koncentrációjára vonatkoznak. A kritikus terhelések és szintek betartása, ill. azok túllépésének csökkentése felkerült a Nemzetközi Levegőtisztaságvédelmi Jegyzőkönyv célkitűzései közé.

Kulcsszavak: talaj, terhelés, ökoszisztéma, küszöbérték

Vízépítés/Vízerő

Vízerőmű, mint turistalátványosság

A Revelstoke Dam példája

Jürgen Kretschmann (Aachen)

Összefoglalás

A Revelstoke Dam vízerőmű esetében a berendezés tulajdonképpeni célja, az energiatermelés, sikeresen helyettesíthető volt a „turistalátványosság” célkitűzéssel. Ezt a megfelelő építészeti kialakítás, valamint a vonzó információs kínálat alapján kialakított kommunikációs politika segítségével sikerült elérni. Az erőműnek úttörő szerepe van az iparközpontú turizmus kivitelezésében.

Kulcsszavak: vízépítés, vízerőmű, idegenforgalom

MaSzeSz az Interneten

Elkészült a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség weblapja. Mostantól a cím alatt friss információkhoz juthatnak kedves tagjaink. Reméljük, hogy elnyeri tetszésüket internetes megjelenésünk.

Kérjük, hogy amennyiben rendelkezik internetes kapcsolattal, jelezze azt a emailcímen. Szeretnénk tagjaink között az információ-áramlást még naprakészebbé tenni, s ehhez nagyon jó eszköznek látszik az internet.

A weblapot a MacroSolid Internet Consulting segítségével készítettük el, mely cég a MaSzeSz tagoknak, szolgáltatásai listás árából, kedvezményt nyújt.



MacroSolid Internet Consulting

1118 Budapest, Alsóhegy u. 36 ·

Tel/fax: 466-2537 ·

Hotline: 06209-980-998

www.macrosolid.com

info@macrosolid.com



KA Wasserwirtschaft-Abwasser-Abfall – 2001. május

Internet

Szennyvíz, víz, vízvédelem – Ki segít tovább minket szomszédos országaink egyesületeinél? (III. rész)

Dieter Maass (Hamburg)

Összefoglalás

A sorozat harmadik része a víz- és szennyvízgyártás környezetvédelmi minisztériumai, -hivatalai és egyesületei, valamint Franciaország, Nagy-Britannia, valamint az ibériai félsziget országainak egyéb, erre a szakterületre specializálódott tömörüléseinek internetes felbukkanásait taglalja. Ne felejtsük el: az ország nyelvének ismerete elkerülhetetlen annak érdekében, hogy a rendelkezésünkre bocsátott információkat teljes mértékben ki tudjuk használni. Mivel néhány fejezet angol nyelven is olvasható, különösen nevek esetében – és ezek általában szerepelnek az oldalon – az angol elnevezések is felsorolásra kerülnek.

Élővizek/Talaj

Szabadidős- és pihenőövezet-hasznosítások figyelembe vétele a folyóvízfejlesztés során

Heinz Patt (Essen) Bernd Schackers (Höxter) és Gerhard Städtler (Bonn)

Összefoglalás

A szabadidős- és pihenőövezet-hasznosítások egyre növekvő méretű aránya miatt a hasznosítás ezen fajtáját a folyóvízi tervezés során megnövekedett mértékben kell figyelembe venni.

A következő cikk megmagyarázza, hogy milyen tervezési síkokon és milyen tervezési eszközökkel lehetséges a szabadidős- és pihenőövezetek hasznosítása, milyen célokat lehet velük nyomon követni és milyen követelményeket kell állítani a tervezői magyarázatokkal szemben.

A cikk a közelítő értékelés elvégzéséhez ismert megfelelő módszert, a „Szabadidő és pihenés folyóvizek mentén” című ATV-DVWK-jegyzet alapján. A Sieg folyó völgyének példáján mutatjuk meg, milyen módon építhető be a kenusport, a horgászat, valamint a kerékpározás és a túrázás a folyóvíz- és folyóvölgyfejlesztés terveibe.

Végül utalunk arra, hogy a folyóvizek mentén végzett szabadidős- és pihenési tevékenységekre való igénynek kizárólag a különböző szakmai- és térrendezési tervek közötti hatékonyabb kapcsolatteremtés segítségével lehet eleget tenni.

Kulcsszavak: vízgazdálkodás, vízgyűjtő-menedzsment, vízvédelem, természetvédelem, térrendezés, tervezés, értékelés

Vízvezető rendszerek

Utakra hulló csapadék elszivárogtatására szolgáló kísérleti berendezés eredményei

Angela Nadler és Erhard Meißner (München)

Összefoglalás

Augsburg városa 1996-ban Bajorország anyagi támogatásával kísérleti berendezést épített egy nagyforgalmú országút mentén. Hat darab párhuzamosan elhelyezett talajszűrőt vizsgáltunk, annak érdekében, hogy javaslatokat dolgozzunk ki a burkolt útfelületekről elfolyó csapadékvíz tisztítására szolgáló szűrőberendezések optimális felépítésére. Az első három év üzemi tapasztalatainak kiértékelése után a talajszűrők szennyezőanyag-terhelésére és tárolási képességére vonatkozó adatokkal szolgálhatunk. A növényzettel betelepített talajtakarón történő felületi elszivárogtatás és a zúzottköves pázson, növényzettel benőtt vályúkban és árkokban történő elszivárogtatás közötti összehasonlítás a felületi elszivárogtatás javára kielégítően jó tisztítási teljesítményt eredményezett, így a talajvíz elszennyeződésétől nem kell tartani.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, esővíz, csapadékvíz, út, elszivárogtatás, talajszűrő, szennyezőanyag, nehézfém, tárolás, kísérleti berendezés

Kommunális szennyvíztisztítás

Csapadékvíz-ülepítő medencék hatása a csapadékvíz tisztítására *)

Gebhard Stotz és Karlheinz Krauth (Stuttgart)

Összefoglalás

A csapadékvíz-ülepítő medencék (RKB), mint a csapadékvíz tisztítóberendezései, a vízvezetési módszerek növekvő módosulása következtében egyre nagyobb jelentőséggel bírnak. Jelenleg különböző módszerek szerint méretek őket. A szilárdanyagok és a vizeket veszélyeztető anyagok kiszűrésével kapcsolatos hatásukat alapvetően nem értékelik egységesen. Egy egész Németországban elvégzett közvélemény-kutatás segítségével megpróbáltunk tudomást szerezni az ilyesfajta medencék méretezéséről, építéséről és üzemeltetéséről. Különösen az üzemeltetők tapasztalatait kellene hasznosítani annak érdekében, hogy adatokat szerezzünk az iszapkeletkezésről, valamint az iszapkotrás gyakoriságáról. Az igazán tartózkodó felvilágosítási készség, valamint a kapott válaszok is azt bizonyítják, hogy az építési kialakításoknak és méretezési adatoknak nyilvánvalóan széles skálája létezik, így ezen berendezések szilárd és híg folyós anyagokra vonatkozó visszatartási képességét gyakran nem lehet értékelni: csak 13,4%-ban találták jónak ezen anyagokra vonatkoztatva a visszatartási képességet, míg az esetek 86,6%-ában hiányoznak az erre vonatkozó adatok. A csapadékvíz-ülepítő medencékben keletkező iszapmennyiség a legritkább esetben adható meg, ezzel ugyanilyen ritkán értékelhető. Ugyanez érvényes az iszapkotrás gyakoriságára is. A közvélemény-kutatás ezzel jelentős hiányt pótol a csapadékvíz-ülepítő medencék műszaki technológiája terén. Bizonyos hiányosságokat a különböző illetékességek is okoznak.

Kulcsszavak: vízvezető rendszerek, csapadékvíz-tisztítás, ülepítő medence, méretezés, felszíni vízfolyás, vizeket veszélyeztető anyagok, iszapkeletkezés, teljesítőképesség

A tározótér fogat csökkentése hidrodinamikai leválasztók alkalmazása segítségével **)

Petr Ustohal és Wolfgang F. Geiger (Essen)

Összefoglalás

A csapadékvíz tisztítására szolgáló berendezések tervezéséhez és optimalizálásához elengedhetetlenek az ismeretek azok anyagi hatásairól. A meglévő alapadatok most is, csak úgy, mint mindig, hiányosak. A következő tanulmányban négy különböző csapadékvíz-tehermentesítő műtárgyat (hidrodinamikai leválasztó, átfolyó medence, késleltető

*) Az ATV-DVWK és a GFA kutatási alapjának eszközei segítségével támogatott projekt (11/1998). A végső beszámoló teljes változata 30 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető a GFA (Társaság a Szennyvíztechnika Támogatására) címén: Heidi Lumma, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872100, E-Mail: vertrieb@gfa-verlag.de

**) Az ATV-DVWK és a GFA kutatási alapjának eszközei segítségével támogatott projekt (10/1997). A végső beszámoló teljes változata 50 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető a GFA (Társaság a Szennyvíztechnika Támogatására) címén: Heidi Lumma, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872100, E-Mail: vertrieb@gfa-verlag.de

medence és záporkiömlő medence) hasonlítottunk össze egymással. Összehasonlítási alapként az egyesített rendszer visszatartási képessége szolgált, a jellemző anyagcsoportokra vonatkozóan. Az adatokat numerikus szimuláció segítségével nyertük, amelyek számára újszerű modellfeltevéseket alkalmaztunk. Az eredmények azt mutatják, hogy az emisszió szempontjából nem lehet egyértelmű kijelentéseket tenni a berendezések kölcsönös alkalmazhatóságáról, mivel a vizsgált műtárgytypusok hatása anyagtól függően különböző lehet. Az építési térfogat optimalizálását alapvetően a folyóvíz fejlesztési céljai alapján, vagyis a konkrét esetre vonatkoztatva kell elvégezni.

Kulcsszavak: vízelvezető rendszerek, csapadékvíz-tisztítás, tehermentesítő műtárgy, egyesített rendszer, ülepedés, késleltető medence, átfolyó medence, záporkiömlő, szimuláció, teljesítőképesség

Acélzománcozott építésű szennyvíztisztító telepek tisztítási teljesítménye a téli időszakban

Heidrun Steinmetz (Saarbrücken)

Összefoglalás

A kommunális szennyvíztisztító telepek biológiai fokozatának kialakítását különböző anyagokból lehet kialakítani. A vasbeton mellett nemesacélt vagy zománcozott reaktorokat is alkalmazhatunk. Acélzománcozott berendezések üzemi eredményei azt bizonyítják, hogy a reaktorok pótlólagos szigetelése nélkül is stabil téli üzem érhető el, kiváló elfolyási értékekkel. Ez mind az átfolyó-, mind pedig az SBR-reaktorra érvényes. A reaktorok túlzott kihűlése nem állítható be állandó értékre.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, szennyvíztisztító telep, eleveniszapos medence, építőanyag, hatásfok

A merülőcső, mint medencék elszívóberendezése

Franz Valentin (München)

Összefoglalás

A merülőcsövek a medencékben sugárirányban vagy gyűrűszerűen helyezkednek el. A rögzített bukóélen keresztül, amely a medencevízszint vízhozamtól függő ingadozásait okozza, a sugárirányú merülőcső esetében az elszívott vízmennyiséget bukóládán keresztül egy körkörös futó gyűjtővályúba vezetik. A gyűrűs merülőcső egyidejűleg a gyűjtőcső szerepét is ellátja. A medence vízszintingadozásait a bukóél vízhozamtól függő szabályozása segítségével akadályozzák meg. Az elszívóberendezés minden összetevőjének figyelembe vétele utáni költségelemzés a gyűrűs elhelyezés javára dönt.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, berendezés-építés, utóülepítő medence, merülőcső, méretezés, lefolyás-szabályozás, költségszámítás

A biológiai foszforlebontás elősegítése mészkverék száraz adagolásával, a Steeden-i szennyvíztisztító telep példáján

Marcus Zeisel (Brilon), Norbert Weber (Köln), Joachim von Wieckl (Villmar), Herbert Pleyer és Erwin Müller (Runkel)

Összefoglalás

A foszfát-határértékek betartása erősen ingadozó befolyási értékek mellett különösen a közepes és kis szennyvíztisztító telepeknek okoz költséges problémákat. A magas létesítési-, üzemeltetési- és karbantartási költségeket, amelyek a foszfátlebontás hagyományos módszerének következményei, mészkverék segítségével történő biológiailag elősegített foszfátlebontással csökkenteni lehet.

Az új, mész-/vasalapú kicsapatószer kizárólagos száraz adagolásával a Steeden-i szennyvíztisztító telepen a három hónapos kísérleti időszakban lehetővé vált a határértékek biztonságos betartása. Emellett az egyszerű és üzembiztos módszer többféle előnnyel is jár, mint pl. alacsony létesítési költségek, fagymentes üzem, valamint a Vízháztartási Törvény § 19-a által előírt lerakódásmentesség. A mészkverék ezen kívül a kizárólag fémes kicsapatószerrel ellentétben, a kis mennyiségű iszaptöbbllettel és az alacsony szennyezőanyag-tartalommal – ez különösen nehézfémekre vonatkozik – is kitűnik.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, biológiai tisztítás, foszforlebontás, kicsapatószer, iszapkeletkezés, optimalizálás, költségszámítás, kísérleti telep

Hulladék/Szennyvíziszap

Iszapfogókból visszamaradó anyagok összetétele és jövőbeni elhelyezési lehetőségek^{*)}

Thomas Böning, Gerrit Hegemann és Bernhard Gallenkemper (Ahlen)

Összefoglalás

Egy, a Társaság a Szennyvíztechnika Támogatására (GFA) által támogatott projekt célja a jelenleg nem kielégítő adatbankjának bővítése, amely az iszapfogókból visszamaradó anyagok összetételét tartalmazza; valamint az előkészítés és az elhelyezés lehetőségeit mutatja be. Ipari- és kisipari területekről, valamint nagyforgalmú utakról származó iszapfogókat vizsgáltunk meg, és a belőlük nyert visszamaradó anyagokat elemeztük a jellemző paraméterek szerint. A vizsgált hulladékoknak a „Visszamaradó ásványi anyagok/hulladékok anyagi értékesítésének követelményei” (LAGA, 1998) irányértékei szerinti besorolása azt eredményezte, hogy ezek az anyagok alapvetően értékesíthetők. Az értékesítési tulajdonságok javítása és az alkalmazási területek kiterjesztése érdekében javasolt az iszapfogókban visszamaradó anyagok előkészítése. E történhet mind nedves mechanikai, mind pedig száraz eljárások segítségével. **Kulcsszavak:** hulladékkezelés, előkészítés, értékesítés, elhelyezés, visszamaradó anyagok, szennyezőanyag, vegyelemzés, LAGA-irányelv

Ipari szennyvizek/ Telepre vonatkoztatott vízvédalom

Szennyvizek szimultán biológiai-adszorptív tisztítási módszere (SBA-módszer)

Simone Verch, Edgar Brandauer, Michael Winkler, Detlef Schengber és Thomas Schuckert (Merseburg)

Összefoglalás

A következő dolgozatban egy, kommunális szennyvíz, ill. depónia-csurgalékvíz szimultán biológiai-adszorptív tisztítására alkalmas kísérleti berendezés barnaszénkoks-alapú tisztítási teljesítményét vizsgáltuk. A barnaszénkoks ezen módszer esetében egyszerre adszorpciós anyag és a lerakódó biomassa hordozóanyaga is egyben. A módszer újdonsága, hogy a szennyvizet egyidejűleg kokszzporral tisztítjuk a csepegtetőtestben. Ezen lépés következtében a berendezés műszaki felszereltségének csökkentése mellett a tisztítási teljesítmény jelentős növelésének célját is kitűztük magunk elé.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, módszertechnika, csepegtetőtest, adszorpciós anyag, tisztítási teljesítmény, depónia-csurgalékvíz, kísérleti berendezés

Hidrológia/ Vízgazdálkodás

A vizek integrált információs rendszere – A hód

A hódok előfordulási helyének alkalmassági vizsgálata Hessen tartomány vizeinek szerkezeti adatai alapján

Roman Hugo (Echzell)

Összefoglalás

Az Integrált Földrajzi Információs Rendszer (IGIS) Hessen tartomány vizeinek központja által végzett fejlesztése keretében terveztük meg a hódok előfordulási helyének indexét (BHI). A hódok előfordulási helyének alkalmassági módszerének elképzelése a konfliktusok minimalizálásának célját követi az emberi területhasználat és a hód környezetre vonatkozó autökológiai feltételeinek hatékony és nagy térségre kiterjedő kiértékelésének bevonásával. Alapadatként a Hessen tartománybeli vizek minőségi szerkezeti adatai szolgálnak. A kiértékelési módszer megvalósítása a paraméterválasztás szempontjából folyamatközpontú szemléletet vesz figyelembe, amely számításba veszi a teljes „folyóvizek” rendszer ökomorfológiai szerkezetét és működését a hód abiotikus élettér-igényeinek megfelelően. A vizek szerkezeti adatainak kiértékelése a RIO 2000 nevű szoftver segítségével történik. Az eredmények vegyíthetők egyéb, térbeli információkkal is. A kiértékelés egész Hessen tartományt magában foglalja és kartográfiailag átültetésre került egy hétlépcsős osztályozási rendszerbe.

Kulcsszavak: természetvédelem, élettér, folyóvizek, ökológia, értékelés, módszer, földrajzi információs rendszer

^{*)} Az ATV-DVWK és a GFA kutatási alapjának eszközei segítségével támogatott projekt (29/1999). A végső beszámoló teljes változata 30 DM+ÁFA+postaköltség ellenében megrendelhető a GFA (Társaság a Szennyvíztechnika Támogatására) címen: Heidi Lumma, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef; Fax: 02242/872100, E-Mail: vertrieb@gfa-verlag.de

NYÁRI AKADÉMIA – BUDAPEST 2001

VÍZ – SZENNYVÍZ – HULLADÉK

BME K épület, 148 terem

PROGRAM

2001. augusztus 24. (péntek)

Résztevők érkezése

19⁰⁰ Vendégek üdvözlése

2001. augusztus 25.-26.

Szabad kulturális program

2001. augusztus 27. (hétfő)

9⁰⁰ – 9¹⁵

Megnyitó

Dr. Somlyódy László, akadémikus, a MaSzeSz elnöke

9¹⁵ – 9³⁰

Köszöntések

9³⁰ – 12⁰⁰

Az ATV-DVWK tevékenységéről

Heidebrecht Rüdiger

12⁰⁰ – 14⁰⁰

Ebédszünet

14⁰⁰ – 15⁰⁰

„Multi. Barrier System” – az európai ivóvízellátás alap-eleme.

Dr. Castell-Exner, DVGW

15⁰⁰ – 18⁰⁰

Tanulmányi kirándulás a Fővárosi Vízművek Csepeli telepére

2001. augusztus 28. (kedd)

9⁰⁰ – 10⁰⁰

Szilárd hulladék kezelés és elhelyezés Budapesten

Koltainé dr. Pfeiffer Zsuzsanna, c. docens, Fővárosi Közterület Fenntartó Vállalat

10⁰⁰ – 11⁰⁰

Hulladékkezelés – áttekintés, szelektív gyűjtés, termikus hasznosítás

Huba Bence, okl. mérnök

11⁰⁰ – 12³⁰

Heterogén hulladékok jellemzése, különös tekintettel a newtoni folyadékok áramlására

Kraft E. okl. mérnök, Bauhaus-University, Weimar, Hulladék Menedzsment

12³⁰ – 14³⁰

Ebédszünet

14³⁰ – 15³⁰

Szennyvíziszap mezőgazdasági elhelyezése Magyarországon

Dr. Vermes László, egyetemi tanár, Szent István Egyetem, KTK

15³⁰ – 18³⁰

Tanulmányi kirándulás a Fővárosi Közterület Fenntartó Vállalat Pusztazámori regionális települési szilárd hulladéklerakójára

2001. augusztus 29. (szerda)

9⁰⁰ – 10⁰⁰

Szennyvíztisztítás Magyarországon

Dr. Kárpáti Árpád, PhD., egyetemi docens, Veszprémi Egyetem

10⁰⁰ – 11⁰⁰

A szennyvíztisztítás néhány aktuális kérdése

Dr. Wanner Jiří, egyetemi tanár, Prága

11⁰⁰ – 12⁰⁰

Technológiai transzfer a Kelet Európai Országok számára, a megfelelő

Dr. Streff L. a Bauhaus-University, Weimar mellett működő Nemzetközi Transzferközpont Kft.

12⁰⁰ – 14⁰⁰

Ebédszünet

14⁰⁰ – 17⁰⁰

Tanulmányi kirándulás a Fővárosi Csatornázási Művek Délpesti szennyvíztisztító telepére



Kedves Kollégák! Tisztelt Igazgató Úr/Asszony!

A HÍRCSATORNA szerkesztősége felhívja szíves figyelmüket,
hogy helyet kívánunk biztosítani az Önök hirdetéseinek.

Két színben megjelenő hirdetéseink ára a következő:

MÉRET			Szöveg között	Belső borítón	Külső borítón
1/1	álló	183.260 mm	100 000 Ft	180 000 Ft	200 000 Ft
	fekvő	260.183 mm			
1/2	álló	89.260 mm	60 000 Ft	100 000 Ft	120 000 Ft
	fekvő	183.128 mm			
1/3	álló	58.260 mm	50 000 Ft	70 000 Ft	85 000 Ft
	fekvő	183.84 mm			
1/4	álló	89.128 mm	45 000 Ft	60 000 Ft	60 000 Ft
	fekvő	128.89 mm			
1/6	álló	58.128 mm	30 000 Ft	-	-
	fekvő	120.62 mm			
1/8	álló	42.128 mm	25 000 Ft	-	-
	fekvő	89.62 mm			

Az árak az ÁFÁT nem tartalmazzák. A hirdetéseket nyomdakész filmen kérjük.

Egyéb esetben 10% technikai költséget számítunk fel.

**A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség tagjai
–20%-os árkedvezményt kapnak
az árlista áraiból.**

Az egy naptári éven belül másodszer megjelenő hirdetés –20%-os,
és minden további megjelenés újabb –10%-os árkedvezményt kap.

Információ a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Titkárságán.

Fax: 463 37 53, telefon: 463 37 11 Vajda Katalinnál.



ÉRTESÍTÉS JOGI TAGSZERVEZETEINK ÉS MÁS KIÁLLÍTÓK SZÁMÁRA

Tisztelt Kollégák!

2001. szeptember 17. és 18-án megrendezésre kerül a

MÁSODIK MAGYAR SZENNYVÍZTECHNIKAI ÉS HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI KONFERENCIA ÉS SZAKKIÁLLÍTÁS 2001.

melynek helyszíne a Stefánia Palota
(Budapest, XIV. Stefánia út 34) lesz.

Tekintettel a kiállítási helyek korlátozott számára kérjük a kiállítani szándékozókat,
hogy szándékukat a csatolt jelentkezési lapon a MaSzeSz titkárságára (Fax: 463 3753)
jelezni szíveskedjenek.

ELŐZETES JELETKEZÉSI LAP

Bejelentjük, hogy cégünk, szervezetünk kiállítással kíván részt venni a MaSzeSz által
2000. szeptember 17. és 18-án rendezendő
„MÁSODIK MAGYAR SZENNYVÍZTECHNIKAI
ÉS HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI KONFERENCIA
ÉS SZAKKIÁLLÍTÁS 2001”-on.

CÉG CÍME:

CÍME:

TELEFON: FAX:

Előzetesen igényelt kiállítási felület*: 8 m²; 10 m²; 12 m²; 14 m²; 16 m²;

Megjegyzés:

Előzetes ár kalkuláció: 16 000 Ft/m²

MaSzeSz tagok kedvezményt élveznek!

cégszerű aláírás

* az igényelt felületet kérjük megjelölni.



ZENON SYSTEMS KFT.

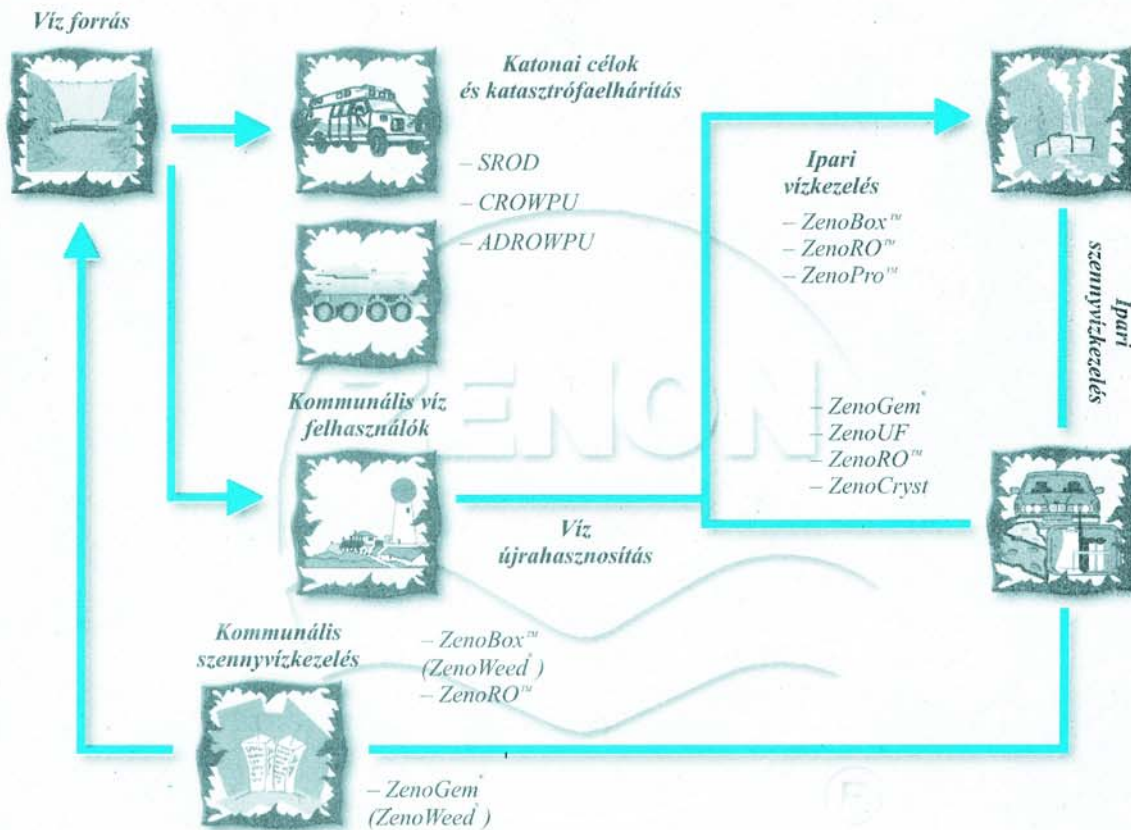
2803 TATABÁNYA, VIGADÓ U. PF. 353

Telefon: (34) 512-520 – Fax: (34) 512-525

E-mail: tblanka@zenonsystems.hu – http://www.zenonenv.com

IPARI ÉS KOMMUNÁLIS VÍZKEZELÉS MEMBRÁN TECHNOLÓGIÁVAL

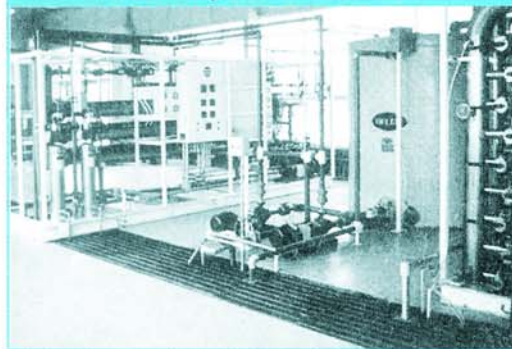
Termékek és szolgáltatások



Vízkezelés



Szennyvízkezelés



Water for the World