



# Hír

# CSATORNA

2000

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Lapja

január, február

## TARTALOM

<b>MaSzeSz – HÍRHOZÓ</b> .....	2
<b>Somlyódy L.: Csak a cianid?</b> .....	3
<b>Reicherter E., Günther F.W.: Költségbecslések levegőztető-, ülepítő- és iszaptároló- sűrítő medencék különböző szerkezeti megoldásaira</b> .....	4
<b>Fleit Ernő: Reflexiók a küzdőtérről</b> .....	8
<b>(Hozzászólás a Mégis kinek a pénze?, a HÍRCSATORNA 1999. november-december számában megjelent cikkhez)</b> .....	
<b>Korrespondenz Abwasser rövid kivonatok magyar nyelvű fordítása</b>	
2000/01 .....	10
2000/02 .....	13
<b>Szabó Lajos – Rémai János: Magyarország települési szennyvizeinek elvezetése és tisztítása (Rémai János előadása a Fridrich Ebert Alapítvány által - 2000. február 4-én - rendezett szakmai konferencián.)</b> .....	16
<b>Kassner W.: Szoláris szennyvíziszap-szárítás. A módszer áttekintése és az alkalmazás mai helyzete</b> .....	20
<b>Weyand, M. et al.: A csatornahálózat-szabályozás gazdaságossága és hatékonysága</b> .....	26





# H Í R H O Z Ó

## KEDVES KOLLÉGA!

Nemrég kezdtük meg az újévet – a csupa nullás évet – és egy hetedét már elfogyasztotta az idő vas foga. Szeretnénk, ha Szövetségünk az Ön szakmai tevékenységének támogatója, segítője lenne és az idő múlásával ez a tevékenység tovább erősödne.

Ilyen gondolatok jegyében indult be elnökségünk munkája (kétszer üléseztünk: január 14-én és február 18-án), melynek súlypontja az első félévi programok előkészítése mellett, Szövetségünk helyének meghatározása hazánk csatornázásában és szennyvíztisztításában az új évezredben volt.

Mint köztudott, a vízellátással foglalkozó IWSA és a csatornázás – szennyvíztisztítást művelő IAWQ egyesült. Távlati célunk idehaza is egyesíteni erőinket e két szakterületen úgy, hogy azok ne forgácsolódjanak széjjel, hanem megsokszorozva szolgálják a vízellátás, csatornázás és szennyvíztisztítás fejlődését. E cél formázásának feladata vár ránk a közeljövőben.

A 2000 év első félévének rendezvényei közül, kérem jegyezzék elő a legfontosabbakat:

**Taggyűlésünket**, melyet május 10-ére, határozatképtelenség esetén **május 17-ére** szervezünk, valamint a **„Kis és közepes városok szennyvízgyaldálkodása”**, című – az ATV-val közös – előadást, melyre **május 29-én és 30-án kerül sor**.

A fentiekén túl április 12.-14. között a „Középnagy városaink szennyvízgyaldálkodása”, című rendezvényünk záróaktusaként Bajorországi tanulmányi kirándulást szervezünk, melynek befejezéséért 10 fővel kerekasztal megbeszélésen veszünk részt Münchenben.

Május 4.-6. között Budapesten rendezzi éves konferenciáját az **Európai Vízgyaldálkodási Szövetség (EWA)**, melynek szervezésében közreműködünk. Tagjainknak lehetősége nyílik részt venni e konferencia keretében a május 5-én sorra kerülő „Workshop”-on, találkozni és eszmét cserélni szakterületünk európai reprezentánsaival...


Rendezvényeinket Önöknek szervezzük, ezért kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy minél nagyobb számban vegyenek azokon részt.

Február 4-én a KHVM a Friedrich Ebert Alapítvány támogatásával, hazai és külföldi előadókkal, nagyszerű előadást szervezett a csatornázás, szennyvíztisztítás témakörében a Taverna szállóban. Rémai János, miniszteriumi főosztályvezető itt elhangzott, figyelemreméltó előadását jelen számunkban, teljes terjedelmében közzé tesszük.

Elnökünk, Somlyódy László, akadémikus vitaindító cikkére Dr. Fleit Ernőtől beérkezett reflexiót lapunk hasábjain közöljük.

Folytatjuk az IAWQ rendezésében, Budapesten, múlt év szeptember 6.-9.-én megtartott **„Nagy szennyvíztisztító telepek tervezése, üzemeltetése és gazdaságossága”** című nemzetközi konferencia anyagaiból Eckart Reicherter és Frank W. Günthert: „Költségbecslések levegőztető-, üleptető- és iszaptároló – sűrítő medencék különböző szerkezeti megoldásaira” című tanulmányát tesszük közzé.

Budapest, 2000. február 20.

  
 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, Hancz Gabriella okl. mérnökök  
 és Soproni Gyuláné okl. gépészmérnök készítették  
 Kiadó és terjesztő: DPH Kft.  
 Szerkesztő: Dr. Dulovics Dezső  
 Tördelés: Aranykezek Bt.  
 Nyomás: Ofset Bt.

## CSAK A CIANID?

Napjainkban a média és az emberek szinte egyébről sem beszélnek, mint a Magyarországot valaha is ért legsúlyosabb - nagybányai eredetű, gondatlanságból, a technológiai fegyelem és a környezeti előírások betartásának tökéletes hiányából származó - „havária” jellegű szennyezésről és annak egyelőre alig felmérhető következményeiről.

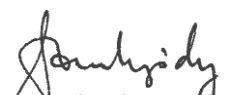
Ezzel egyidőben fenyeget a belvíz: sok-sok milliárd forint kárról, kárelhárítási költségről hallunk. Egy évvel korábban a nagy tiszai árvízzel és részben azzal egyidőben szintén a belvízzel kellett a szakembereknek és az érintetteknek egyaránt szembe nézniük. És ne feledjük, tervezhető teendőink is számosak és költségesek: az egészséges ivóvízellátás, valamint a csatornázás és szennyvíztisztítás fejlesztése ezermilliárd forint nagyságrendű beruházást igényel a következő 10-15 évben.

Úgy tűnik, a társadalom már nem Bős-Nagymaros átpolitizált ügyével azonosítja a vizet. Úgy tűnik, a korszerű és nehéz helyzetekben helytálló vízi mérnököknek kezd ismét elismertsége lenni. Az elmúlt évek további, szakmai felismerésekhez is vezettek. A belvíz egyik kiváltója a települések szennyvízelvezetésének a hiánya. Nemcsak kiszámíthatatlan természeti jelenség az ok tehát és ezért azonnal nem is tudjuk mentesíteni a veszélyeztetett településeket. A belvizek áttemelése sokszor nem volt lehetséges az árvíz okozta magasabb folyó vízszintek miatt. Esetenként komoly vízminőségi gondok jelentkeztek ilyen csatornáknál, ismét a szennyvíztisztítás megoldatlansága miatt. Róka fogta csuka.

A kulcsszó az integráció, amit világszerte szlogenyszerűen hangsúlyoznak. Sikerral egyelőre kevés helyen művelik. Integráció a vízgazdálkodás egyes területei között. Integráció a környezettel és a természettel. Integráció a gazdasággal és annak szektoraival. A prioritások kijelölése, mivel szűkös pénzügyi erőforrásokat kell hatékonyan elosztani. Integrált vízgazdálkodás a Kárpát medencében. Az emissziók közös feltárása és szabad információ cseréért, hogy megelőzhessük a jelenlegi cianid katasztrófához hasonló eseteket. A „szennyező fizet elven” alapuló határozott nemzetközi egyezmények és megállapodások.

És mindenekelőtt együttműködés a társadalommal. A víz élet, veszély, gyönyör, halál, pénz. Közös ügyünk. Világszerte szakemberek sokasága gondolja, hogy a víz a jövő fejlődésének meghatározó eleme. A fokozódó aggodalom vezetett a hágai „víz olimpia”, a Víz Világ Vízió konferenciához (a márciusi Víz Világnaphoz kapcsolódva), majd az azt követő miniszteri értekezlethez. Remélhetően kézzel fogható elhatározások is születnek majd, de látnunk kell, hogy hazai dolgainkat és az azokat befolyásoló tényezőket nekünk kell kézben tartani.

Budapest, 2000. február 17.

  
Somlyódy László  
a MaSzeSz elnöke  
akadémikus

# KÖLTSÉGBECSLÉSEK LEVEGŐZTETŐ-, ÜLEPÍTŐ- ÉS ISZAPTÁROLÓ –SŰRÍTŐ MEDENCÉK KÜLÖNBÖZŐ SZERKEZETI MEGOLDÁSAIRA

Eckart Reicherter és Frank W. Günthert

Szövetségi Fegyveres Erők Müncheneri Egyeteme, Víz-, Szennyvíz- és Hulladékgyűjtési Intézet  
Werner-Heisenberg-Weg 39, 85577 Neubiberg, Németország

## KIVONAT

*Bajorország (Német szövetségi Köztársaság) megbízásából a Szövetségi Fegyveres Erők Müncheneri Egyeteme kutatási programot készített szennyvízelvezető csatornák és szennyvíztisztító berendezések fajlagos beruházási költségeinek meghatározására. A meglévő létesítmények költségösszetevőinek azonosítása és a költség-értékek megadása során a helyi körülményeket is figyelembe vették. Az így származtatott adatok segítségével csatornarendszerek illetve szennyvíztisztító telepek költségeinek számítása elvégezhető, a helyi adottságok (pl. talajviszonyok, talajvíz) figyelembe vétele mellett. A tervezők - tekintettel a különböző szerkezetek eltérő beruházási költségeire - a különféle szerkezetek alkalmazásával a beruházás gazdaságosságát befolyásolhatják. A bemutatott szerkezeti típusok a jól ismert hagyományos változatok alternatívái. Jelen tanulmány a kutatási program néhány eredményét, a levegőztető-, utóülepítő- és iszap tároló -sűrítő medencék költségeit közli. A helyi körülmények költségekre gyakorolt hatását egy példán keresztül mutatjuk be. Egyedülálló medencék beruházási költségei a helyszíni betonozás, illetve az előregyártott szerkezet alkalmazásától függően változnak. Eltérő szerkezeti elrendezések esetében a hagyományos típusok alternatívái kedvezőbbnek mutathatók. A különböző szerkezeti típusok gazdaságosságának tanulmányozásakor a beruházási- és üzemelési költségek vehetők figyelembe. A beruházási költségeket Euro-ban (€) adtuk meg, mely a tanulmány készítésekor 1,95583 DEM-nek felelt meg.*

**KULCSSZAVAK:** levegőztető medencék, szerkezet, költségek, ülepítő medencék, szennyvíztisztító telepek

## BEVEZETÉS

A projekt kezdeti szakaszában a tervező mérnök jelentős mértékben befolyásolhatja a költségeket. A kedvező költségek elérését már az előzetes tervezés fázisában, biztosítani lehet (Abwassertechnische Vereinigung, -ATV-, ATV 1995, ATV 1998). A költségek struktúrája országonként eltérő lehet; például a jogi szabályozás, a külső (megváltoztathatatlan) körülmények döntő befolyással lehetnek a költségekre (Bode, 1998 a, b). A tervezés fázisában a tervező mérnök rendszerint saját ta-

pasztalataiból ismert fajlagos költségekkel, megvalósult létesítmények fajlagos költségeivel, vagy pedig a hozzáférhető költségadatokkal végez költségbecsléseket. Ezek általában nem elég részletesek, nem foglalják magukba a helyi viszonyok költségeket befolyásoló hatásait, ezért rendszerint nem kielégítő az alternatívák gazdaságossági megítéléséhez és így a gazdaságos megoldás kiválasztásához sem. A mérnök modellek segítségével becsülheti a helyi körülmények - talajállapotok, víztartás, kitermelési mélység, stb. - okozta költségek nagyságát. Jelen tanulmány a karakterisztikus költségértékek felhasználásának alkalmazására mutat példát a szennyvíztisztító telepek fajlagos költségeinek számításánál. Ezek az értékek elkészült szennyvíztisztító telep projektekből származnak. A fajlagos költség-értékek és költségszerkezetek hasznos eszközök lesznek a tervezők kezében a költségek megbízható- és kellő részletességű számításához a tervezés korai szakaszában (Bohn, 1993.). A kutatási program során feltárt eredmények egy része már egyéb publikációkban megjelent (Reicherter és Günthert, 1997, 1998).

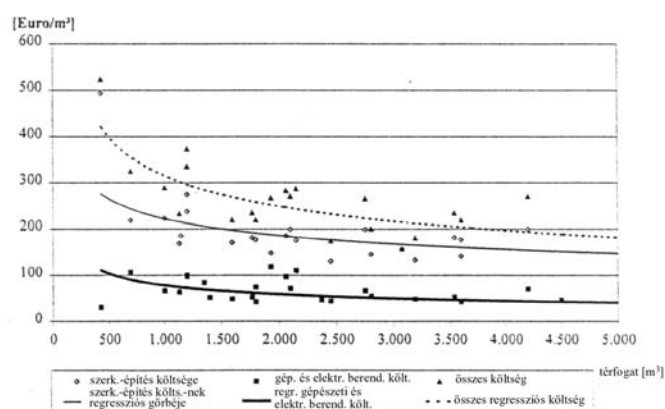
## MÓDSZEREK

A teljes projekt költségének számításánál a helyi körülmények költségekre gyakorolt hatását figyelembe kell venni. A bemutatott projektek építésére 1990 és 1997 között került sor Bajorországban. A beruházási költségek Németország Szövetségi Statisztikai Hivatalának árindexéből származó értékek az 1998-as bázisú vetítve (Statistisches Bundesamt, 1998). A következő példákban a beruházási költségeket részekre bontottuk; a szerkezet megvalósítási költségei, illetve a gépészeti- és elektromos berendezésekre jutó költségek vehetők figyelembe. Ezekre külön-külön regressziós görbéket szerkesztettünk a könnyebb követhetőség érdekében. A bemutatott költségértékek nem tartalmazzák az értéktöbblet adót. A további információkat a példához tartozó szöveges rész tartalmazza. Mindegyik bemutatott példához tartozó regressziós görbe matematikai képletét is közöljük, mely az egyedi költségkategoría-számítást segíti. Az eredmények elkészült beruházások költségcsatláiból származnak.

**HAGYOMÁNYOS, HELYSZÍNEN BETONOZOTT SZERKEZETEK**

**- Levegőztető medencék**

A vizsgált levegőztető medencék többsége négyszögletes alaprajzú, átlagos közepes mélységük 5-6 m. Az **1. ábra** a levegőztető medencék fajlagos beruházási költségeit mutatja be. A szerkezeti és gépészeti-elektromos rész-költségek is követhetők az ábrán feltüntetett görbékben. A levegőztető medencék méretének növekedése meglepő módon nem jelenti egyúttal a fajlagos beruházási költségek növekedését. Ezt részben azzal magyarázhatjuk, hogy az 1990-es évek elején, amikor a nagy térfogatú medencéket építették, a mélyépítés költségei Németországban a maiaknál lényegesen magasabbak voltak.



**1. ábra: Levegőztető medencék beruházási költségei. A szerkezet költsége és a gépészeti- illetve elektromos berendezések költsége (1998, értéktöbbletadó nélkül)**

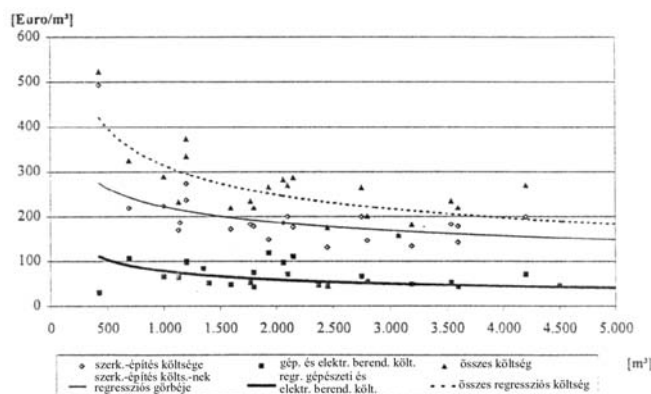
Hagyományos szerkezetű levegőztető medencék költségei ( $y$ : €/m<sup>3</sup>;  $x$ : m<sup>3</sup>):

teljes létesítmény:  $y = 317 \times x^{-0,0354}$  [€/m<sup>3</sup>]  
 szerkezet:  $y = 147 \times x^{-0,0162}$  [€/m<sup>3</sup>]  
 gépészeti- és elektr. berendezések:  $y = 372 \times x^{-0,2039}$  [€/m<sup>3</sup>]

**- Utóülepítő medencék**

Németországban az utóülepítő medencéket a Német ATV szabvány (ATV A-131) alapján méretezték (Günthert et al., 1995.). Az utóülepítő medencék építésével és üzemeltetésével kapcsolatos további információk például az IAWQ 6. számú tudományos-technikai közleményében (Ekama et al., 1997. és Deininger et al., 1996) található. Jelen tanulmányban csak kör-alaprajzú utóülepítő medencéket vizsgáltunk. Ezek szélénél az átlagos közepes vízmélység 2-3 m, középen pedig 4-5 m közeli. Az utóülepítők beruházási költségei az előülepítőkéihez hasonlóak. A **2. ábra** a kör-alaprajzú utóülepítők fajlagos beruházási költségeit mutatja. Az itt szerepeltetett költségek az iszap recirkulációt megvalósító szivattyúk költségét nem tartalmazza. 1000 m<sup>3</sup> térfogatig az

összes költség 300-500 €/m<sup>3</sup> közötti, míg az 1000 m<sup>3</sup> és 4000 m<sup>3</sup> közötti tartományban található medencetérfogatok esetében 350-től 200 €/m<sup>3</sup>-ig csökkennek a költségek.



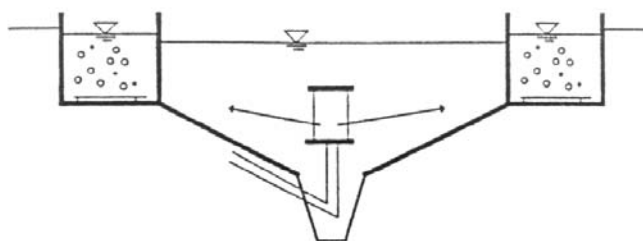
**2. ábra: Kör-alaprajzú utóülepítő medencék beruházási költségei. A szerkezet költségei és a gépészeti- illetve elektromos berendezések költségei (1998, értéktöbbletadó nélkül)**

Hagyományos szerkezetű típusú utóülepítő medence költségei ( $y$ : €/m<sup>3</sup>,  $x$ : m<sup>3</sup>):

teljes létesítmény:  $y = 3,246 \times x^{-0,3379}$  [€/m<sup>3</sup>]  
 szerkezet:  $y = 1,256 \times x^{-0,2509}$  [€/m<sup>3</sup>]  
 gépészeti és elektr. berendezés:  $y = 1,259 \times x^{-0,4023}$  [€/m<sup>3</sup>]

**- Egyesített levegőztető- és utóülepítő medence szerkezetek összehasonlítása a külön önállóként építettekkel**

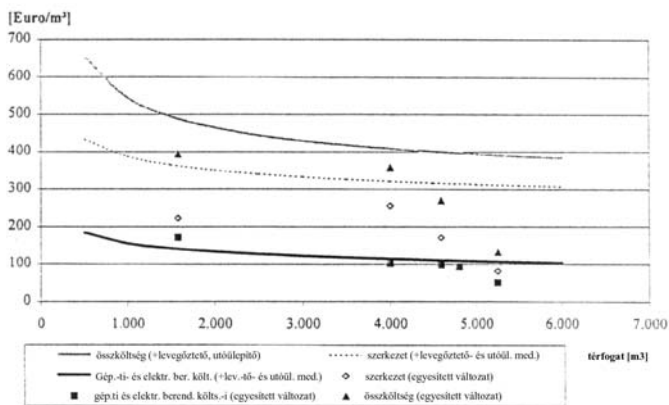
Az egyesített típusú műtárgy kör alaprajzú, a külső körben a levegőztető-, a belső körben az utóülepítő egységgel. A szerkezetet a **3. ábra** mutatja be.



**3. ábra: Egyesített levegőztető- és utóülepítő műtárgy**

A **4. ábra** az egyesített műtárgyak és a különállóként épített szerkezetek költségeit hasonlítja össze (a levegőztető és ülepítő költségeit is beleértve). Az ábrán jelölt pontok az elkészült műtárgyak költségét jelentik, míg a vonalak a levegőztető- és ülepítő berendezések gépészeti-és elektromos berendezéseinek költségeit és az összköltséget mutatják mindkét megvalósítási változatra. A vonalak a kétféle megvalósítási változatra vonatkozó összegzett számított értékekből származnak. Említésre

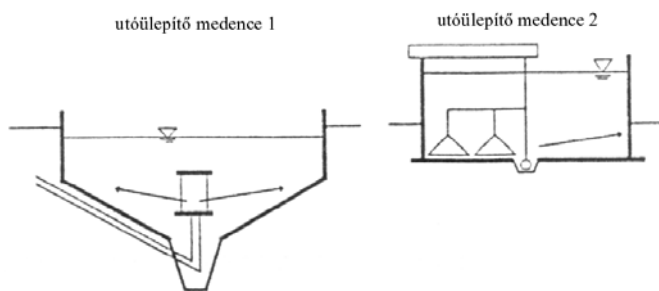
méltó, hogy a térfogat növekedésével a kész egyesített berendezés költségei egyértelműen alacsonyabbak az egyedi építmények összköltségéhez képest a levegőztetés és ülepítés költségét is figyelembe véve, vagyis egyesített műtárgyak alkalmazásával a betonfalak építési költségei csökkenthetők.



4. ábra: Levegőztető medencék és utóülepítők egyesített műtárgygal, valamint különálló műtárgyakkal történő megvalósításának összehasonlítása; a szerkezet-, valamint a gépészeti- és elektromos berendezések költségei (hozzáadott értékadó nélkül, 1998.)

- A helyi körülmények hatása az utóülepítők beruházási költségeire

A beruházási költségek összetevőinek különböző arányú megoszlását két kör alaprajzú utóülepítő medence (UÜ-1 és UÜ-2) példáján mutatjuk be. Mindkét medence térfogata közel 3000 m<sup>3</sup>. Az UÜ-1 típus lejtős fenék-kialakítással-, az UÜ-2 vízszintes fenék-kialakítással, és az iszap szívókotrók eltávolításával készült.



5. ábra: Utóülepítő medencék különböző szerkezeti típusai

Az 5. ábrán bemutatott két példa egyedileg létesített medencéket mutat. Az UÜ-1 építési költségei 175 €/m<sup>3</sup> körüli értéket mutatnak, míg az UÜ-2-é körülbelül 130 €/m<sup>3</sup>. A költségeket az 1. táblázat tartalmazza.

Az UÜ-1 típus gépészeti megoldása egyszerűbb, fajlagos beruházási költsége 65 €/m<sup>3</sup>. A vízszintes fenékű UÜ-2 típus gépészeti költsége 95 €/m<sup>3</sup>-t tesz ki m<sup>3</sup>-enként a szivattyúzási igény miatt. Az UÜ-1 típus mélyépítési munkálatainak költsége (kitermelés, víztartás és szádfalazás) 45 €/m<sup>3</sup>, míg az UÜ-2 típus esetében ez csak 13 €/m<sup>3</sup>-t jelent. A példa kedvéért, 3000 m<sup>3</sup> térfogatú medence esetében az árkülönbség (45-13)×3000 = 96 000 €, a mélységek közötti különbségnek következtében, a felépítmény költségeit illetően azonban éppen fordított a helyzet. Természetesen a gazdaságossági vizsgálat során az üzemeltetési költségeket is figyelembe kell venni.

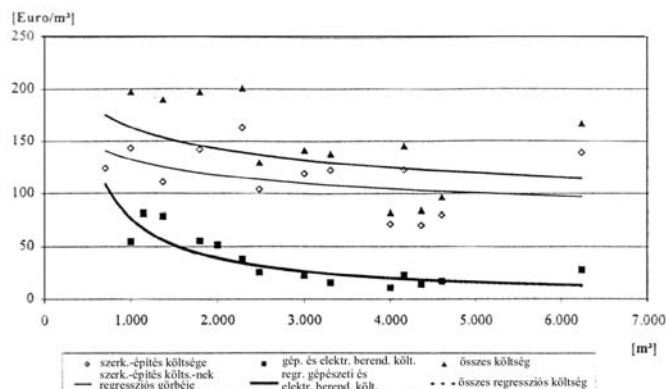
- Iszapmedencék (iszaptároló- és sűrítő medencék)

A vizsgált iszapmedencék átlagos közepes mélysége 4 m, kör alaprajzú kialakítással. A 6. ábrán tekinthetjük

1. táblázat: Különböző helyi körülmények hatása utóülepítő medencék esetében

	UÜ-1		UÜ-2	
Árkatagória	€/m <sup>3</sup>	az összes költség %-ában	€/m <sup>3</sup>	az összes költség %-ában
Anyag	Helyszini betonozás		Helyszini betonozás	
Földkitermelés mélysége	5-9,6 m		2 m	
Szerkezet	175	61	130	55
Gépészeti- és elektr. berendezések	65	23	95	40
Kitermelés	20	7	13	5
Víztartás	10	4	-	-
Szádfal	15	5	-	-
<b>Összesen</b>	<b>285</b>		<b>238</b>	

át az iszapmedencék fajlagos beruházási költségeit. A regressziós görbe alapján a szerkezet beruházási költségeinek tekintetében nagyobb eltérések fordulnak elő, mint az utóülepítő medencék esetében. Ez a héjszerkezet eltérő építési módjával magyarázható. A medencék vasbetonból, előregyártott vasbeton elemekből és acélból készültek. A szerkezet beruházási költségeivel ellentétben a gépészeti- és elektromos berendezések költségeiben (a regressziós görbék alapján) csak kis eltérések mutatkoznak. Az iszapmedencék összes fajlagos költsége 120-200 €/m<sup>3</sup> közötti.



6. ábra: Iszapmedencék beruházási költségei

Különböző típusú iszapmedencék költségei (y: €/m<sup>3</sup>, x: m<sup>3</sup>):

teljes megvalósítási költség:

$$y = 621 \times x^{-0,1935} \quad [€/m^3]$$

szerkezet költsége:  $y = 429 \times x^{-0,1703} \quad [€/m^3]$

gépészeti- és elektr. berend. költsége:  $y = 65,808 \times x^{-0,9778} \quad [€/m^3]$

Előregyártott szerkezetek

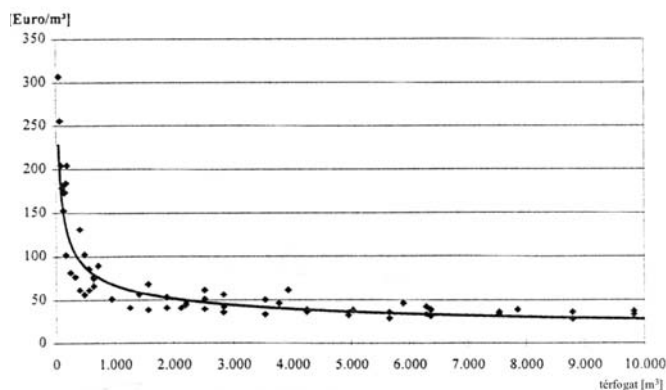
– előregyártott szerkezettel készült utóülepítő medencék

Gazdaságossági szempontból az előfeszítéses technológiával készített medence műtárgyak a hagyományos szerkezetek alternatívái lehetnek. Ezeket eleveniszapos-, vagy utóülepítő medencéknek, szakaszos üzemű biológiai szennyvíztisztító berendezéseknek, iszapmedencéknek, nitrifikációs-, illetve denitrifikációs medencéknek alkalmazhatják. Az előfeszített medencék fajlagos beruházási költségeit a 7. ábrán mutatjuk be.

Az előfeszített vasbeton medencék szerkezetének beruházási költségei (y: €/m<sup>3</sup>, x: m<sup>3</sup>):  
szerkezet:  $y = 911,84 \times x^{-0,3783} \quad [€/m^3]$

A 7. ábrán bemutatott költségek csak a szerkezetre vonatkoznak gépészeti- és elektromos berendezés nélkül. Az adatok befejezett létesítmények költség-adataiból

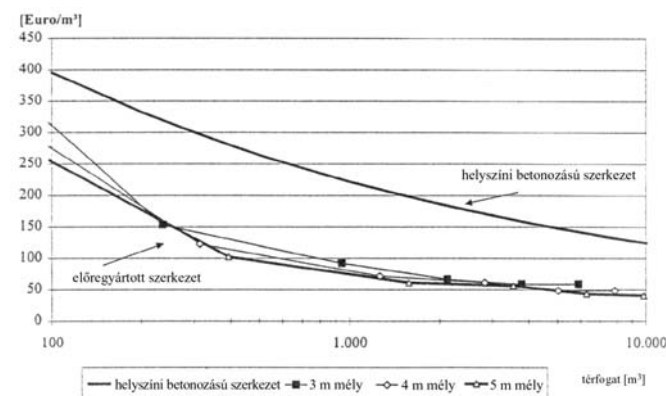
származnak. A 7. ábrából leolvasható költségekhez a földkitermelést körülbelül 15 €/m<sup>3</sup> értékkel vehetjük figyelembe; mely költség-egy jelenleg folyó építkezés tapasztalatán alapul.



7. ábra: Köralaprajzú előfeszített vasbetonmedencék szerkezetének beruházási költségei (1998, hozzáadott érték adó nélkül)

Utóülepítő medencék szerkezeti költségének összehasonlítása helyi betonozás, illetve előregyártott vasbetonszerkezet alkalmazása esetén

Az előregyártott köralaprajzú utóülepítő medence beruházási költségének számításához az alábbi helyi körülményeket vettük figyelembe: a vasbeton fenéklemez helyszini betonozással készül, az oldalfalakat előregyártott vasbetonelemekből építik, a középső vízbevezetés, és az iszap-zsomp kialakítása helyszini betonozással történik. A 8. ábra alsó görbéinek adatai jelenleg folyó építkezések tapasztalataiból származnak.



8. ábra: Helyszini betonozású- és előregyártott vasbetonból épített utóülepítő medencék költségeinek összehasonlítása (1998, hozzáadott érték adó nélkül)

Előregyártott szerkezetű utóülepítő medence szerkezetének költsége (y: €/m<sup>3</sup>, x: m<sup>3</sup>):

szerkezet:  $y = 1,8 \times x^{-0,4343} \quad [€/m^3]$

A felső görbe adatai a 2. ábrából származnak, melyeket tervező vállalatoktól gyűjtöttük össze. Az előregyár-

tott betonmedence szerkezetének megvalósítási költsége (80-150 €/m<sup>3</sup>) kisebb, mint a helyszíni betonozású medence-szerkezet építési költsége.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A tervezőnek - ismerve az árak jellemzőit és szerkezetét - a projekt korai szakaszában lehetősége van a helyi körülményeknek és azok költségbefolyásoló hatásának ismeretében gyorsan és biztosan befolyásolni a beruházás költségeit. A tanulmány ismerteti a különböző megoldású levegőztető medencék, utőülepítők- és iszapmedencék jellemző költségértékeit; jelen tanulmányban a különböző megoldásokat az előregyártott, illetve helyszíni betonozással történő szerkezetépítés jelentették. A héjszerkezet előregyártott módon történő építése - a költségek tekintetében - jelentősen kedvezőbb lehetőségnek bizonyult. Számszerűsítve a két szerkezeti megoldást, az előregyártott vasbetonból készített szerkezet körülbelül 80-150 €-val olcsóbb m<sup>3</sup>-enként. A térszint fölötti konstrukciók esetében egyéb költségmegtakarítás is lehetséges: a bemutatott példánkban ez 32 € volt m<sup>3</sup>-enként. A két költségmegtakarítási mód együttes alkalmazása legjobb esetben 172 € megtakarítást jelent a medencetérfogat minden m<sup>3</sup>-ére. Egy 2000 m<sup>3</sup>-es reaktorra vonatkoztatva a megtakarítás előregyártott vasbeton szerkezet és térszint fölötti építési megoldás választásá-

val 344 000 Euro költségcsökkentés érhető el a hagyományos változathoz képest. A költség-értékeléshez ismerni kell a telep tervezett élettartamát is. A leggazdaságosabb változat kiválasztásához a beruházási költség mellett az üzemeltetési költségek szerepét sem lehet figyelmen kívül hagyni. Mindemellett nem biztos, hogy a legkedvezőbb változat egyben a legolcsóbb is. A gazdaságos változat a folyamattervezés során kutatható fel. A tervezőnek a „költségek szempontjából is legkedvezőbb” változat megtalálására javasolt több különböző szerkezeti típus vizsgálata és összehasonlítása.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A közölt eredmények a „Szennyvízelvezető csatornák és szennyvíztisztító telepek fajlagos költségei” című kutatási programból származnak. A projekt támogatásáért a szerzők köszönetüket fejezik ki Bajor Szövetségi Államnak (a Bajor Állami Minisztérium Államfejlesztési- és Környezeti Ügyek Hivatalának és a Bajor Vízkészletgazdálkodási Hivatalnak).

Köszönetet mondunk a tervező vállalatoknak, a helyi kerületi csatornázási testületeknek és a lakóközösségeknek a támogatásért és együttműködésért, a kutató munkánkhoz biztosított adatokért.

*IRODALOMJEGYZÉK:* Megtalálható az eredeti konferencia kiadványban.

---

## REFLEXIÓK A KÜZDŐTÉRRŐL

Somlyódy akadémikus úr „Mégis kinek a pénze?” cikkében (MASZESZ Hírcsatorna 1999. nov.-dec.) felvetett valóban hűsbavágó kérdéseit illetően reflektálok néhány mozzanatra, amely talán megérdemli a szakmai fórum figyelmét és vitáját. Maradjunk rögtön a címkérdésben feltett, egyszerűnek tűnő, de a mai magyar finanszírozási rendszer karkai bonyolultságát tekintve és közelebről görcső alá véve, nem is olyan könnyű kérdés megválaszolásánál. Anélkül, hogy a jelenleg alkalmazott hazai pályázati rendszer beruházási takarékosagra valójában nem ösztönző szerepére itt kitérnék, szeretnék néhány olyan tényezőt röviden felvázolni, amelyek az okos, mérnöki megoldások (pl. szimulációs modellek) alkalmazása ellen hatnak, vagy esetenként „nem teszik szükségessé” azok alkalmazását.

A hazai potenciális klienskör (önkormányzatok, iparvállalatok) túl van az első „kulturális sokkon”, amelyet a demokratikus átalakulással szinte egy időben megjelent

csodaszerek jelentettek. A panaceák kora lejárt, és a beruházók óvatosabbak lettek a minden problémára jó, mindent megtisztító, kissé szélhámszagú technológiai ajánlatok korszakának lezárta követően. Megkérdendőt persze: hol voltak (és vannak) azok a szakmai szűrők és védőrendszerek, amelyek az ilyen „a NASA-nál már évek óta bevált csodaporok” elterjedése ellen hatnak? Tovább él azonban az önkormányzatok és az ipari beruházók egyes csoportjaiban a csodavárás az „uniós manát” (PHARE, ISPA, LSIF, stb.) illetően. Jogos ez, vagy sem? Akinek már volt szerencséje nagyobb EU projektek bonyolításában és pályázatokon részt vennie, tudja: alig megszerezhető, és erősen „csatornázott”, de mindenképpen nehézkes pénzmozgásokról lehet csak szó.

A „szabadpiacon” a nyugati cégek nagyon is tisztában vannak a hazánkban az elkövetkező évtizedre prognosztizált szennyvízkezelési „bonanzával”. Néhány cég jó ütemérzékkel lépett, évek óta jelen van termékeivel a



piacon, és sikerrel célozta meg a szám szerint legnagyobb (a kezelt szennyvízáram/mennyiség szerint azonban csak a hazai piac 10-30%-át kitevő) kis- és közepméretű kommunális szennyvíztisztító telepek piaci szegmensét. Megalapozott üzleti, hatósági kapcsolatrendszerrel, és ma már számos magyar referencia teleppel rendelkező cégekről van tehát szó. Ezeknek nyilvánvalóan nem érdeke a nyugat-európai hozzáadott értékkel (többek között az európai K+F hányaddal) megfejelt technológiákat további hazai szakmai szűrésnek (hatásfoknövelés, növényi tápanyag eltávolítás optimalizálása, stb.) alávetni. A technológia kipróbált, megalapozott, úgy jó, ahogy van. Mondhatják ők.

Kritikai észrevételeink ott és akkor kezdődnek – messzemenően csatlakozva Somlyódy professzor impliciten megfogalmazott véleményéhez – árak, költség-háson elemzését jelenti, bár ebben is találhatunk tanulságos adatokat, pl. hogy egy átlagos német háztartás (4 fő) éves szinten kb. 100 000 Ft-nyi összeget költ szennyvízelvezetésre és tisztításra, vagy azt a tényt, hogy egy átlagos méretű kommunális szennyvíztisztító telepet ( $\approx 5,000 \text{ m}^3/\text{d}$ ) Ausztriában műszakonként 2-3 ember üzemeltet, szemben az ismert hazai létszámmal, mely diszkrpanciát csak részben tulajdoníthatunk a bérköltségek (és egyéb bérhez kapcsolt közterhek) kérdésének, hanem itt már megjelennek olyan hiányok és feltételek, amelyeket Somlyódy professzor is feszeget: beruházás és műveleti sorrend optimalizálás, vegyszer és energia bevitel minimalizálása, műszerezettség, gépi rácsok, stb. Mind-mind olyan tényező, amelyekkel a beruházási és fenntartási költségeket alapvetően meg lehet változtatni. Mi kell ehhez? Először is motiváció és érzékenység a költségekre. Kinek a részéről: beruházó, tervező, üzemeltető, a végfelhasználó, a hatóságok? Sokszereplős, bonyolult folyamat, gyakran nem tisztázott, vagy nem tisztán látható érdekekkel és szerep/felelősség körökkel. Persze műszerek, számítógépes környezet és infrastruktúra, képzett szakemberek, egyszerűen a probléma hard- és szoftveres környezetének összhangja is kívánatos lenne. Melyek a főbb akadályai az összhang, a harmonikus fejlesztések létrejöttének?

A beruházások költségoptimalizálása, mit mondhatok – *de profundis* kiáltok –, bonyolult. Emberileg is, szakmailag is. Gyakoriatok az árukapcsolások. „Kiepipitem a csatornahálózatot és a szennyvíztisztító telep (saját technológiával) bónuszként szerepel az ajánlatban”. Vagy: „szerzek olcsó nyugati bankkölcsönt, de csak egy megadott technológiát lehet kiepipíteni”. A sort folytathatnánk. A pályázati és hatósági rendszerünk szempontjai – elté-

rően az Uniós országokban alkalmazottól – volumen központúak. Az első kérdés: hány köbméter, nem pedig a terhelésekben kifejezett tervadatok. Ez a messzire vezető kérdés kapcsolódik pl. az olyan fránya nehéz problémák intelligens kezeléséhez, mint az integrált, vízgyűjtő szinten megvalósítható vízminőség-szabályozás, ami szintén EU követelmény. Példaképpen említhető a holland gyakorlat, ahol szennyezési egységek után fizetik a csatornadíjat, amely konvertálható a szennyezés jellege szerint is (pl. nehézfém kibocsátásokra). A fogyasztó csak azt fizeti ki, amit kap (tehát a foszforeltávolítás díját csak akkor számolja fel a szolgáltató, ha a vízgyűjtőre kapcsolt szennyvíztisztító telep foszforeltávolításra is berendezkedett), azaz nincsenek regionális vagy pláne országos irányszámok.

A folyamatirányítás optimalizációja még bonyolultabb. A külföldön hozzáférhető eleveniszapos szoftverek magyar szemmel borzasztóan drágák (pl. a széles körben alkalmazott *GPS-X*), a magyar „átlagfogyasztó” számára nem, vagy alig ismert (pl. a Barleben-i IFAK-ban fejlesztés alatt álló *SIMBA* csomag). A csatornadíjban megjelenő fejlesztési hányad, és maga a csatornadíj megszabása, alakulása pedig egyenesen követhetetlen (de biztosan nem optimált) a politikai tényezők és a tulajdonlás bonyolult viszonyai miatt. Kinek lehetnek ebben a rendszerben karakteres, szakmai alapokon nyugvó „kvázi-önzetlen” érdekei és fejlesztési céljai?

Az újdonság technológiák (pl. az integrált membrán-bioreaktorok, az ökológiai módszerek, tervezett mocsarak, stb.) térnyerése lassú és nehézkes a hazai szennyvíztisztítási gyakorlatban. Ennek oka a szakma rezisztenciáján túl, a bizonytalan amortizációs idő (amely természetesen jelentős költségtényező), esetenként a referencia telepek hiánya és nem utolsósorban a hagyományos technológiákat képviselő cégek szó szoros értelemben (is) „bebetonozott” érdekhálója. Ez a kérdéscsoport – az innovatív technológiák sorsa és managementje – talán az egyik legfontosabb fókuszpontja lehet a hazai szakma fejlődésének.

Egyetértve a vitaindítónak szánt cikkben megfogalmazott kérdéssorozat feltevésének és mielőbbi megválaszolásának szükségével, innen a küzdőtérrel, a nyílt, szabadpiaci versenytérrel tisztelettel jelentem professzor úrnak: a helyzet fokozódik.

Üdvözlettel:

Dr. Fleit Ernő

VITUKI INNOVATION Kft.



## Korrespondenz Abwasser 2000/01

### Hidrológia/ Vízgazdálkodás

#### Az egységes vízgazdálkodás – a Ruhr példáján – Múlt és jövőbeli szükségesség

Harro Bode (Essen)

#### Összefoglalás

A történelmi helyzet bemutatása után, amelynek következtében a Ruhr-völgyi völgyzáró gátak egyesülete (Ruhrtalesperrenverein) és a Ruhr területén lévő szennyvíztisztító telepek üzemeltetője (Ruhrverband) létrejött, világítják meg a változó problémákat a jelenig bezárólag. Ezen túlmenően a jövőbeli kihívásokat mutatjuk be és azok megoldási módjait vázoljuk. A vízkészletek túlzott igénybevétele miatt, és mert nagy szükség volt rá, először a Ruhrtalesperrenverein, majd csatlakozva a Ruhrverband kifejlesztett egy olyan vízgyűjtő-menedzsment-rendszert, amely az eredeti és a később kialakult problémákat messzemenőleg megoldotta. Mindenesetre a vízgazdálkodási ágazat a Ruhr folyóból való vízkivétel időközbeni visszaesése után is tárgyilagosan szemlélve még mindig nagyon erős igénybevételnek van kitéve, tehát a folyó vízgyűjtő területének átfogó gazdálkodása továbbra is szükséges. A szövetkezet szerkezete községekből, vízművekből és iparból álló önszerveződési szervezetenként rendkívüli módon bevélt, a magánmonopóliumok kialakulásával szemben, sikeres ellenpéldát képez. A kedvező díjak, amelyek a vízgazdálkodási egyesületnél adódnak, (mint pl. a Ruhrverband) indokolják az integrált operatív vízgyűjtő-gazdálkodás lehetőségét, politikai határokon át, és azon tapasztalatok és hatékonyság alapján, amely a specializálódásból és az ismétlődő problémákkal való foglalkozásból erednek.

*Kulcsszavak:* vízgazdálkodás, vízgyűjtő-menedzsment, Ruhr, Ruhrverband, szennyvíztisztítás, költségek

### Vízvezető rendszerek

#### Az elöntési gyakoriság számításos bizonyítása csapadékmódel és nagycsapadék sorozatok alapján

Theo G. Schmitt és Martin Thomas (Kaiserslautern)

#### Összefoglalás

Az ATV-A 118-as munkalap új változata, amely 1999 novemberében jelent meg, bevezeti az elöntési gyakoriságot, mint az elöntések számításos bizonyításának célparaméterét. A csapadékterhelés különböző kiindulási feltételezéseit –modellcsapadék és nagycsapadék-sorozatok – elöntésszámítások elvégzéséhez vezették be. Leírják a teljes vizsgálat menetét és részletességét a két kiindulás összehasonlításához, és az összehasonlító számítások során a HAMO-KA nevű hidrodinamikai lefolyási-módel segítségével nyert eredményeket tárgyalják meg és értékelik. Különböző vízvezető hálózatok és különböző csapadékmérő-állomások esetére megállapítják az árvízi számítás egyenértékűségét az Euler-csapadékmódel és nagycsapadék-sorozattal a további alkalmazás számára. Az összetettebb rendszeradottságok és kiterjesztett tározási lehetőségek számára nagyobb csapadékspektrum alkalmazását javasoljuk.

*Kulcsszavak:* vízvezető rendszerek, csatornahálózat, számítás, elöntés, elárasztás, csapadékmódel, sorozat-szimuláció, európai szabvány, lefolyási-módel

## Kommunális szennyvíztisztítás

### Homokfogók gépi berendezéseinek optimalizálása

*Wolfgang Kühn (Kamp-Lintfort) és Andreas Diering (Aachen)*

#### Összefoglalás

Ezen cikkben bemutatják a hosszanti átfolyású homokfogók új kotrási rendszerét, amelynél nincs szükség járható kotróhidra. Emellett minden karbantartásra szoruló motor és szivattyú száraz térben elhelyezhető a homokfogón kívül. A homok szállítása a homokfogón belüli áramlási iránnyal ellentétesen történik, spirálkotró segítségével. Ez a szállítórendszer a legmesszebbmenőkig megfelel a levegőztetett homokfogók módszertechnikai követelményeinek, mivel a vízhengeren kívül található és üzemelő állapotban nem okoz turbulenciát a homokfogóban. E rendszert időközben nagyüzemileg állítják elő, és egy éve üzemel.

*Kulcsszavak:* szennyvíztisztítás, mechanikai tisztítás, homokfogó, kotrás

### Üzemi- és nagyüzemi próbatapasztalatok a DIC-SBR-rendszerrel a bruchmühleni szennyvíztisztító telepen

*Niels Christian Holm (Hille), Annika Schönfeld (Essen), Heinrich Lünenschloss (Braunschweig) és Artur Mennerich (Suderburg)*

#### Összefoglalás

A bruchmühleni, a DIC-SBR-rendszer (DIC-SBR: differential internal cyclestrategy – sequencing batch reactor) szerint létesített szennyvíztisztító telepen vizsgálatokat végeztek a nitrogén-, foszfor-,  $\text{BOI}_5$ -, valamint a KOI-lebontási mechanizmusok eltávolításának mérlegeire. Kiegészítésként szakaszos üzemű vizsgálatokat (batch-vizsgálatokat) végeztek a denitrifikáció és a biológiai foszforlebontás kinetikájának elemzéséhez.

A folyamatosan és szakaszosan üzemelő telepek eredményeit összehasonlították és megvitatták. Az eredmények bizonyítják, hogy a DIC-SBR-rendszerrel jobb tisztítási teljesítményeket lehet elérni, mint a folyamatos üzemű rendszereknél, és mint ahogy a hagyományos SBR-rendszerrel a szokványos méretezésnek megfelelően elvárható.

*Kulcsszavak:* szennyvíztisztítás, huzamos idejű tisztítás, SBR, nitrogénlebontás, foszforlebontás, hidrolízis, elősavanyítás

### Talajszűrő-medencék a hígított szennyvíz további tisztítása számára – Öt év üzemi tapasztalat a Fulda-Fellenweg-i kísérleti berendezésben

*Winfried Born (Kassel), Benedikt Lambert (Sinsheim), Erich Hohl (Fulda), Franz-Bernd Frechen és Reinhard Haslinger (Kassel)*

#### Összefoglalás

A növényzettel betelepített tározó-talajszűrők megfelelő módszert jelentenek a hígított szennyvíz-levezetés szigorú követelményeinek való megfelelés érdekében. Az itt ismertetett Fulda-Fellenweg-i talajszűrő-medence záporkiömlő után került elhelyezésre. Az elvezetett hígított szennyvizet szitaszűrő tisztítja meg a durva szennyzödéstől.

Az ötéves vizsgálati időtartam alatt kitűnt, hogy az elfolyó víz minősége összehasonlítható a modern szennyvíztisztítókéval. A KOI, szűrhető anyag,  $\text{NH}_4\text{-N}$  és  $\text{PO}_4\text{-P}$  paramétereket illetően részben 90% feletti hatásfokot állapítottak meg. A tisztítási teljesítmény függetlennek bizonyult a tározási időtartamtól. A nagyon magas szilárdanyag-terhelés ellenére az áteresztő-képességben nem volt megállapítható csökkenés. Ebben a szűrő náddal való betelepítése fontos szerepet játszik. Azonban a szakaszos terhelés, tehát a tározás és a szűrő folyamat végén történő kiszáradásának jelentősége is kimutatható.

*Kulcsszavak:* szennyvíztisztítás, talajszűrő, hígított szennyvíz, elvezetés, tisztítási teljesítmény, szilárd anyag, tározás, áteresztő-képesség, terhelés, növényzet

## Szennyvíziszap

### Szoláris szennyvíziszap-szárítás – A módszer áttekintése és az alkalmazás helyzete

*Wolfram Kassner (Waiblingen)*

#### Összefoglalás

A szoláris szennyvíziszap-szárítás a korábbi iszapszárító ágyak ötlete nyomán keletkezett, és a későbbi, a gépi módszerrel már víztelenített iszap esetére fóliafedésekkel kapcsolatos tapasztalatok alapján került továbbfejlesztésre.

Átlátszó könnyűvázcsarnokokban kizárólag szolárenergia segítségével  $\text{m}^2$ -enként 800-1200 kg vizet lehet elpárologtatni. Baden-Württembergben három módszert fejlesztettek ki, amelyek közül kettőt már 1994 óta alkalmaznak. Azóta már tíz darab, három különböző módszerrel működő berendezés került alkalmazásra.

*Kulcsszavak:* szennyvíziszap, szárítás, szolárenergia, módszertechnika

## Ipari szennyvizek

### Ipari szennyvíz tisztítása fixágóban és kombinált fixágyas-/szuszpenziós módszer esetén

*Ralf Schuch, Josef Winter (Karlsruhe), Ralf Gensicke és Klaus Merkel (Gaggenau)*

#### Összefoglalás

Az autógyártás különböző szennyvizeinek biológiai tisztítása nitrifikációval és elődenitrifikációval kombinált fixágyas-/szuszpenziós módszer esetén döntő előnyökkel járt a pusztán fixágyas módszerrel szemben. Egyrészt magasabb térfogat-specifikus forgalmat értek el, másrészt a denitrifikációs szakaszban magasabb DOC-arányt alkalmazhattak alacsonyabb  $\text{DOC}/\text{NO}_x\text{-N}$ -fogyasztás mellett. A nitrifikáció 300 mg/l-es bórkoncentrációk mellett zavartalanul történt meg a reaktorokban. A bór a hideg kenőanyag bomlásának permeátjaiból származott, amelyek a szennyvíz 20%-át tették ki, és szénforrásként szolgáltak az elektrokémiai fémsorjátlanítás szénben szegény szennyvizei nitrátjának denitrifikációja számára. Az üzem híg szennyvizének nehézfém-kicsapatás és pelyhesítés utáni együttes kezelésére volt szükség, hogy a permeát (pl. bórsavak, toliitriazol) nitrifikációra való mérgező hatása a megfelelő koncentrációcsökkentés által tovább csökkenjen. Az elektrokémiai fémsorjátlanítás szennyvizei és a hígítatlan permeátok tekintetében nem volt lehetséges a nitrifikáció. A harmadik szennyvíz-részáram kiegészítése lehetővé tette a nitrifikációt és ezen kívül a permeát DOC-lebontási határfokának javulását okozta.

A szennyvíztisztítás biológiájában fellépő zavarokat közvetlenül összefüggésbe lehetett hozni az üzem egyes berendezéseinek rendszeres tisztításával, és vissza lehetett vezetni pl. fertőtlenítőszer alkalmazására.

A denitrifikáció, valamint a nitrifikációs lépcső elszívott levegőjében dinitrogénoxid(kéjgáz) volt kimutatható. A nitrifikációban ezen kívül ammónia került elszívásra.

*Kulcsszavak:* ipari szennyvíz, nitrifikáció, denitrifikáció, fixágy, szuszpenzió, módszer

## Gazdaság

### Német-ország üzemeltetési modell a Dél-Butowo/Moszkva-i szennyvíztisztító telep számára

*Reinhard Schröder, Roland Ruscheweyh és Markus Spies (Essen)*

#### Összefoglalás

Az első Nyugat-Európából szállított szennyvíztechnikai projekt segítségével nyílt lehetőség kommunális szennyvíztisztító telep megvalósítására az Orosz Föderációban, egy BOOT-modell (Build-Own-Operate-Transfer) keretében Északrajna-Wesztfália-i irányítással. A szennyvíztisztító telepet Essenben tervezték a SymBio™-módszer alapján és kiegészült szennyvízszűréssel és -fertőtlenítéssel. A tervezéssel együtt felkínált finanszírozás lehetővé tette, hogy a 250 000 lakosegyenértéket kiszolgáló telepet 17 hónapos építési idő után 1998 decemberében üzembe helyezték. A biztos üzemvezetés érdekében a telepet jól bevált német szennyvíztechnikai alkatrészekkel szerelték fel.

*Kulcsszavak:* gazdaság, kormányzat, szennyvíztisztító telep, Moszkva, üzemeltetési modell, módszertechnika, építés, finanszírozás, üzem

## ATV/GFA-kutatási alapok

### Rácszemét-aprítás és -hasznosítás a szennyvíztisztító telepen – Lehetőség a szelektív hasznosításra?

*Horst Schüssler (Langenhagen)*

#### Összefoglalás

Kilenc, rácscsémét-aprítású és a szennyvíziszappal való együttes hasznosítású szennyvíztisztító telep adatairól és rácscsémét-aprítással kapcsolatos tapasztalatairól gyűjtöttek adatokat. A rácscsémét-aprítással és -hasznosítással foglalkozó szennyvíztisztító telepek mérete 1.800 és 250.000 LE közötti nagyságrendű volt. Az aprított rácscsémét minden telepen a primer- ill. fölösiszappal került elvételre a szennyvízből, és az iszappal együtt került tovább a szennyvíziszap-kezelés és -hasznosítás felé.

Egyik szennyvíztisztító telepen sem kétséges a rácsszemét-aprításnak a rácsszemét-elhelyezési költségek megtakarítása miatti gazdaságossága, a beruházási költségek megtérülése egy-két éven belül várható. Majdnem mindegyik szennyvíztisztító telepen azonban különböző mértékű problémák lépnek fel a levegőztetők befonódása, a szivattyúk és csővezetékek dugulása és/vagy a sűrítők, rothasztó tartályok és az utótisztításban keletkező felúszó iszap miatt is. Néhány szennyvíztisztító telepen járulékos előnyöket állapítottak meg, mint a megnövekedett gázhozam vagy a nagyobb mennyiségű könnyen bontható anyag a denitrifikáció és/vagy a biológiai foszforelimináció számára. A legtöbb szennyvíztisztító telepen alkalmazott szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítását negatívan nem befolyásolja.

*Kulcsszavak:* szennyvíziszap, rácsszemét, aprítás, hasznosítás, kezelés, módszertechnika, gazdaságosság



## Korrespondenz Abwasser 2000/02

### Csatornaüzem

#### Városi csatornarendszer általános üzemeltetése

*Stefan Gern és Bernhard Teiser/Braunschweig*

#### Összefoglalás

A városok a környezet megőrzéséhez jelentősen hozzájárulnak városi vízelvezető rendszereikkel. A nagy szennyvíztisztító telepek mellett mindenképp a csatornahálózatok azok, amelyek nagy állóeszköz-vagyonokkal különleges figyelmet érdemelnek. Ez a cikk meg akarja mutatni, hogy a csatornázási műveknek középponti feladatuk, azaz a csatornahálózatok üzemeltetése mellett nagyszámú mellék- és peremfeladatuk van, ami kvalifikált személyzetet, korszerű műszereket, szervezési jártasságot és a jövőbeli fejlesztési lehetőségekre vonatkozóan előrelátást igényel.

*Kulcsszavak:* vízelvezető rendszerek, csatornázás, üzemeltetés, szervezés, települések, Braunschweig

#### Előregedő csatornázási rendszerek felújításiigény-prognózisai

*Rolf Baur és Andrea Kerk/Drezda*

#### Összefoglalás

A csatornázási rendszerek jellegzetes élettartam összetételt mutatnak fel, amelyben háborúk vagy gazdaságnövekedési fázisok, ugyanúgy mint a népesség életkori megoszlásában, nyomokat hagytak hátra. A csatornák életkorának előrehaladásával rosszabbodik az állapotuk.

A csatornázási rendszer állapotromlásának leírásához az állomány évjáratok szerinti elavulását veszik figyelembe. Ezt a folyamatot matematikailag megfogalmazták és személyi számítógépre alkalmazott programja is elkészült. Jelen cikk a modell prognosztikai feltevéseit mutatja be és magyarázza alkalmazási példa segítségével.

*Kulcsszavak:* vízelvezető rendszerek, csatornázás, állapot, osztályozás, model, felújítás, prognózis

## Csatornahelyreállítás: béléscsővek stabilitása

*Volker Wagner/Neubrandenburg*

### Összefoglalás

A béléscső falvastagságát meghatározó statikai számítás biztosítéka a felújítás műszaki és gazdasági megvalósíthatóságának. A behorpadási probléma, amelynek a külső talajvíznyomás miatt a viszonylag vékony falú bélésszerkezet gyorsan meghibásodhat és ami a tojás vagy négyyszög keresztmetszetű szelvényeknél gyakran előfordulhat, kísérletekkel létrehozott modellek segítségével számíthatóvá vált. Nemzetközi szinten a gyakorlati számításokhoz lehetőségek egész sora áll rendelkezésre. Németországban az ATV csőstatika munkacsoportja Kittel úr vezetésével néhány év óta fáradozik a szabályozás megalkotásával. Ez, mint az ATV "Statikai számítás szennyvízcsatornák- és vezetékek helyreállításához bélelési és szerelési eljárással" c. 127-2 sz. tájékoztatója, röviddel ezelőtt megjelent.

*Kulcsszavak:* vízelvezetési rendszerek, helyreállítás, újrabélelés, statika, számítás, stabilitás

## Az egyes csőkötések tömörségi vizsgálatai

*Olaf Kaufmann/Bochum és Thomas Stevens/Speyer*

### Összefoglalás

1998 áprilisában a DIN 4033 [ 1 ] szabványt végérvényesen lecserélték a DIN EN 1610 [ 2 ] szabvánnyal és ezáltal Németországban első alkalommal lehetővé vált, hogy a tömörségi vizsgálatokat a hagyományos víznyomásos próba mellett atmoszférikusnál nagyobb nyomású levegővel, mint vizsgálati közeggel is végre lehessen hajtani. Ez érvényes mind az aknák közötti szakaszonkénti, ill. a kötések közötti tömörségi próbára, mind egyes csőkötések vizsgálatára. A DIN EN 1610 segítségével az 1000 mm-es vagy annál nagyobb névleges átmérőjű karmantyús kötések vizsgálata, mint helyettesítő vizsgálat kimondottan megengedett, az ennél megadott tömörségi kritériumok átalakítása azonban a gyakorlatban jelentős problémákat mutat.

A következő kiviteli megoldásoknál a gyakorlat által igazolt tömörségi kritériumok meghatározásához javaslatok kerülnek bemutatásra a DIN EN 1610 alapján.

*Kulcsszavak:* vízelvezető rendszerek, csőkötés, tömörségi vizsgálat, szabvány, karmantyús kötések vizsgálata, víznyomáspróba, atmoszférikusnál nagyobb nyomású levegővel való vizsgálat

## Térinformatikai rendszerek - a hivatalokon túlnyúló adatfelhasználás alapja

*Helmut Kuhn/Oldenburg*

### Összefoglalás

A térinformatikai rendszerek (GIS) térbeli információkat tartalmaznak és állítanak elő. Az információk az egyéni ügyektől, mint pl. egy építési engedély megadásától az emberiség jövőjére vonatkozó kérdésekig terjednek ki. A térinformatikai rendszerek óriási potenciállal rendelkeznek, mivel hatásos technológiát foglalnak magukba, amely megengedi, hogy olyan dolgokat is megtegyünk, amelyek korábban nem voltak lehetségesek.

Míg húsz évvel ezelőtt a GIS fogalma csak a beavatottak előtt volt ismert, ma a felhasználói közösség nagyon sok foglalkozási ágban kibővült. A hetvenes és nyolcvanas években előtérben állt az egyes ügyintézők támogatása, ma az irányzat az igazgatáson belül az átfogó előzmény-feldolgozás és a polgár közvetlen tájékoztatása. A felhasználói csoportok azáltal különböznek, hogy míg néhányan a GIS bevezetését tervezik, addig mások már kiépítik vagy éppen használják.

*Kulcsszavak:* vízelvezető rendszerek, csatornázás, információs rendszerek, földrajz, adatok, kihasználás

## A csatornahálózat-szabályozás gazdaságossága és hatékonysága

*Michael Weyand (Arnsberg), Wolfgang Schilling (Trondheim/Norvégia) és Jörg Broll-Bickhardt (Bréma)*

### Összefoglalás

A csatornarendszerek nagy többsége még ma is statikus rendszer, amelyet a csapadékvíz- és a szennyvízfolyás dinamikusan terhel. Ennek következtében a kevert szennyvíz esetében a csatornahálózat tároló térfogata potenciáljának bizonyos része gyakran kihasználatlan, ami a vízelvezető berendezések dinamikus üzemeltetése által jobban ki-

használható lenne. Ez a csatornahálózat-szabályozásnak nevezett üzemeltetési mód a lefolyási- és tárolási folyamatokba való célirányos beavatkozáson alapul, a távirányított mérések segítségével. A hatékonyság mellett minden csatornahálózat-üzemeltető számára a költségek, illetve a gazdaságosság kérdése is nagy jelentőségű. Ez a cikk az olvasó számára alapvető útmutatást tartalmaz, hogy hogyan kell értékelni a csatornahálózat-szabályozás hatékonyságát, költségeit és hasznát.

*Kulcsszavak:* vízelvezető rendszerek, csatornázás, csatornahálózat, szabályozás, költséghaszon-elemzés, gazdaságosság

## Szennyvízvezetékek nagynyomású tisztítási technikája különös tekintettel a hulladéklerakó helyek dréncsőveire

*Matthias Geib/Oldenburger és Jörg Ney/Buxtehude*

### Összefoglalás

A szennyvízcsatornák tisztításának oka az a tény, hogy az áramlás által magával sodort szilárd anyagok lerakódnak és így problémákhoz és üzemzavarokhoz vezethetnek. Ez a cikk röviden feltárja, hogyan keletkeznek és honnét származnak a lerakódások és hogy milyen technikai eszközök állnak rendelkezésre az eltávolításhoz. Emellett a cikk röviden kitér a járműtechnikára valamint áttekintést nyújt a rendelkezésre álló csatornatisztító fűvókák fajtáiról.

A cikk második része leírja a hulladéklerakó helyeken lévő dréncsővek tisztítására szolgáló öblítéstechnika problémáit. Itt a nagy koncentrációjú szivárgó víz miatt egészen különleges igények keletkezhetnek a tisztítási stratégiákkal szemben a hulladéklerakó helyek típusától függően.

*Kulcsszavak:* vízelvezető rendszerek, csatornázás, nagy nyomás, tisztítás, folyamattechnika, alagsövezés, depóniák, depóniák szivárgó vize

## Az ATV tanfolyami programja - új utak a továbbképzésben

*Robert Stein/Bochum*

### Összefoglalás

A szennyvízcsatornák- és vezetékek helyreállítása az elmúlt években egyre nagyobb jelentőséget nyert. Az ATV és a Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH (S & P) által közösen ajánlott tanfolyami program az építési helyreállításhoz azon szakemberekre irányul, akik helyreállítási eljárásra vonatkozó pályázatiírással és ellenőrzéssel valamint átvétellel foglalkoznak. A tanfolyam gyakorlat-közeli módon közvetíti a helyreállítási eljárások sokféleségét valamint alkalmazási határait és konform a DIN EN 752 "Települések vízelvezető rendszerei - 5. rész" európai szabvánnyal.

*Kulcsszavak:* vízelvezető rendszerek, csatornázás, helyreállítás, továbbképzés, tanúsítás, ATV

## KEDVES KOLLÉGÁK!

Ez évben immár hetedik alkalommal ünnepli meg hazánk a **VÍZ VILÁGNAPJÁT**.

A víz a létfontosságú természeti javak egyike volt mindig is, most is az és úgy tűnik, hogy a jövőben is az lesz. A víznek ősidők óta fontos szerepe volt a földi élet, a termelés, a társadalmi – gazdasági fejlődés alakulásában. Ma már a víz nem csupán a természet terméke – ajándéka, hanem egyre több és bonyolultabb munkával előállított termék, amelyhez a természetes vízkészlet csak a kiindulási állapotot jelenti. A világ vízkészlete a földön élők vízigényét még bőven fedezni tudná. A probléma azonban abban van, hogy nem ott és nem akkor áll a víz rendelkezésre ahol az szükséges.

Közismert, hogy hazánk vízkészletének 95 %-a külföldről származik, tehát mi is ki vagyunk téve a hozzánk érkező vizek szeszélyeinek.

Ez évben a VÍZ VILÁGNAPJÁNAK megünneplése során utalnunk kell az árvizekre, az állandósuló belvizekre és az ökológiai katasztrófát eredményező, határon túli vízszennyezésre, melyek az utóbbi időkben nagy erővel jelentkeztek.

Mi csatornázással és szennyvíztisztítással foglalkozók a víz körforgás mesterséges szakaszának a végén helyezkedünk el, mi vagyunk azok, akik az elszenyvezett víz tisztításáért felelünk a természetes körforgásba való visszajuttatás előtt. Tudjuk, hogy ez nagy feladat, még ha nem mindig látványos.

Hazánkban meg különösen, hiszen elmaradásunk a vízellátással szemben még mindig különösen nagy.

**Tehát az ünneplés mellett van tennivalónk is bőven!**

*Szerkesztő*

# MAGYARORSZÁG TELEPÜLÉSI SZENNYVIZEINEK ELVEZETÉSE ÉS TISZTÍTÁSA

*Szabó Lajos – Rémai János*

Magyarország felemelkedéséhez elengedhetetlenül szükséges az infrastruktúra, kiváltképp a víziközmű infrastruktúra gyorsított ütemű fejlesztése. Napjainkban a lakosság mintegy 98%-a él közműves ivóvízellátásba vont területen, így a vezetékes ivóvízellátás kiépítettsége mennyiségi szempontból optimálisnak tekinthető. (Az ivóvíz minőségében még mindig akad tennivaló, különösen akkor, ha az Európai Unió előírásait teljesíteni kívánjuk.) Ugyanakkor ma a lakosságnak csupán mintegy 58%-a él közműves szennyvízelvezetésbe vont területen, a ténylegesen bekötött lakások aránya csak közelíti az 50%-ot. A szakmailag optimális állapot – összhangban az “uniós” elvárásokkal is – 70% körüli lenne. A lemaradás differenciált megjelenésű, mert míg a közelmúltban szennyvízelvezetésbe vont kisebb-közepes települések körében a szennyvízelvezetés-tisztítás aránya megfelelő, sőt szennyvíztisztító kapacitás többletek is kimutathatók, addig a régebben csatornázott nagyobb városokban a szennyvízelvezető kapacitásuktól elmaradó tisztítóképességek a jellemzők.

Közismert, hogy a hiányosságok felszámolására hazánkban egy eddig sohasem tapasztalt intenzitású fejlesztési program indult el. A szennyvízelvezetési programot mind közegészségügyi, vízminőségvédelmi, mind az Európai Unió előírásai szükségessé teszik. Hazai sajtósságként figyelembe kell vennünk a felszín alatti ivóvízkészleteink védelmét is.

A Kormány a 2207/1996. (VII.24.) Korm. határozattal elfogadta Magyarország 2010-ig szóló települési szennyvízelvezetési és -tisztítási programjának irányelveit.

*Az irányelv legfőbb megállapításai:*

- közcsatornával kell ellátni minden 2000 lakosegyenértéknél nagyobb települést,
- a szennyvizeknek legalább biológiai tisztítást kell biztosítani,
- a tisztított szennyvizet lehetőség szerint újra fel kell használni,
- ki kell jelölni az érzékeny befogadókat s az érzékenységnak megfelelő tisztítást kell biztosítani,
- a szakaszos kiépítés lehetőségét ki kell használni,
- azokon a területeken, ahol a csatornázás nem jelent kimutatható előnyt, egyedi korszerű közműpótlókat kell alkalmazni,
- a központi költségvetés a fejlesztések finanszírozásában részt vállal.

A Korm. határozattal érintett program a hazai – lakásokra vonatkoztatott – csatornázottsági mutató 43%-ról 67-68%-ra való növelését rögzítette, a gazdaságosan nem csatornázható területeken mintegy 22-23%-ban egyedi szennyvízelhelyező közmű berendezések elterjesztését irányozta elő.

A szennyvízelvezetés-tisztítás területén mennyiségi és minőségi fejlesztés egyaránt szükséges. Ezen a szakterületen el kell érünk azokat a mutatókat, amelyek az EU csatlakozás szempontjából követelmények lesznek, azaz, lényegében az EU tagállamok 2000. évi célkitűzéseit. Itt Magyarország az EU-tól átmeneti mentességet kér a csatlakozási tárgyalások során. Az EU a 2000 lakosegyenértéket meghaladó települések csatornázását és megfelelő szennyvíztisztítását írja elő kötelező módon. Számunkra sajtósságos kihívást jelent az ország településszerkezete, nevezetesen az, hogy a települések 74%-a (2338 db) 2000 fő alatti, ám a megfelelő szennyvízelhelyezéséről (csatornázással, vagy egyedi módon) ezeknél is gondoskodni kell, ha a település ún. sérülékeny területen helyezkedik el. A kistelepülések nagy hányada gazdaságosan nem csatornázható, ilyenkor csak az egyedi, korszerű szennyvízelhelyező létesítmények alkalmazása javasolható.

A szennyvíztisztítás területén legalább a biológiai tisztítást meg kell oldani, az ún. érzékeny területeken pedig a nitrogén, illetve a foszforeltávolítást. (Ezek az előírások teljesíthetők, olyannyira, hogy hazánkban számos helyen ott is harmadik tisztítási fokozatot alkalmaznak, ahol azt az EU előírások ezt nem tennék kötelezővé. E területen újra kell gondolni a hazai szabályozást, mert a szennyvizek “túltisztítása” fölöslegesen növeli a ráfordításokat és végső soron a közüzemi díjakat.)

A tervezett program megvalósításához 2010-ig évente mintegy 1000 km közcsatorna törzsvezeték és 32 ezer m<sup>3</sup>/nap tisztító kapacitás létesítését, valamint a fővárosban és a megyei jogú városokban összesen 750 ezer új szennyvíztisztító kapacitás megépülését terveztük, összesen 648 MdFt beruházási összeggel (1996. évi áron) – ami 1998-as áron mintegy 950-1000 MdFt-ot tesz ki. Az önkormányzati törvény alapján a települési ivóvízellátás az önkormányzatok kötelező, míg a szennyvízelvezetés csupán önként vállalható feladata. Ebben a jogszabályi környezetben az állam a célkitűzések megvalósítását különféle támogatások révén igyekszik ösztönözni. A támogatások legnagyobb hányadát a céltámogatások teszik ki, az állam az önkormányzati csatornamű és szennyvíztisztító telep beruházásokat 40-50%-kal támogatja.



Ezt egészítik ki a különböző elkülönített állami alapok (célleírányzatok). A nagyvárosi szennyvíztisztító telepek építésének támogatása ennél szerényebb (25-35%-os).

Az elmúlt évek fejlesztési intenzitását jellemzik a következő adatok: 1996-98-ban átadtak több mint 4000 km közcsatornát, és folyamatban volt további 3800 km gyűjtővezeték építése. Három év alatt az újonnan kiépített szennyvíztisztító kapacitás mintegy 250 ezer m<sup>3</sup>/nap teljesítménnyel nőtt, végrehajtottak több mint 40 000 m<sup>3</sup>/nap kapacitásbővítést. 1998-ban további 130 ezer m<sup>3</sup>/nap új tisztító kapacitás építése volt folyamatban. Jelentős volt a kapacitásbővítés és a hatásfoknövelő korszerűsítés mértéke is.

A közüzemi szennyvízelvezető hálózattal rendelkező települések száma 566-ról 744-re, a szennyvíztisztító telepek száma 413-ról 477-re nőtt. A csatornaellátottsági mutató 1998 végére elérte a 48,6%-ot.

A beruházások eredményeként a biológiailag tisztított szennyvizek aránya 42%-ról 49%-ra nőtt.

A beruházások volumenére jellemző, hogy az 1996-98 években indított, céltámogatásban részesített önkormányzati beruházások beruházási összköltsége 229 MdFt-ot tett ki, nominál értékben évente növekvő tendenciával (1996 – 65,5 MdFt, 1997 – 73 MdFt, 1998 – 90,5 MdFt). E beruházásokra összesen 88 MdFt céltámogatást ítéltek meg.

Az elmúlt években az önkormányzatokat az erőteljes csatornázási szándék jellemezte. Ugyanakkor a nagyvárosi szennyvíztisztítási program előrehaladása nehézkes, mert a program keretében igénybe vehető támogatások nem elegendőek a beruházások hatékony megvalósításához, a városok saját forrásai szűkösek. Ennek ellenére 1999-ben átadták a dél-pesti és szolnoki szennyvíztisztító telepek beruházásait.

A fejlesztési program számos anomáliát is a felszínre hozott:

- A megépített művek kihasználtsága gyakran elmarad a kívánalmaktól,
- az önkormányzatok nem élnek a jobb kihasználást szolgáló, rákötést szorgalmazó hatósági kötelezésekkel,
- számos olyan kistélepülésen épült ki csatornahálózat, ahol a gazdaságosság vitatható, s inkább egyedi megoldást kellene alkalmazni,
- rendkívül alacsony a szakszerű egyedi szennyvízelhelyező berendezések száma,
- egyes településeken üzemeltetési hiányosságok (szervezetek szétaprózódása, szakértelem, gépek, eszközök hiánya) tapasztalhatók.

Az anomáliák orvosolására különféle intézkedéseket tettünk, amelyek részben az állami pénzeszközök gazdaságos felhasználását, részben a művek mind gazdaságosabb kiépítését szolgálják:

- megvalósíthatósági tanulmány készítésének kötelezettsége,
- önkormányzatok nyilatkozattételi kötelezettsége az új művek legalább 60%-os igénybevételére,
- meglévő szennyvíztisztító telepre való csatlakozás preferálása. (Itt hangsúlyozottan meg kell jegyezni, hogy a térségi rendszerek indokolatlan alkalmazása – a csekély vízmennyiségek – számos üzemeltetési gond forrásává válhatnak, ezért műszaki-gazdaságossági számításnak kell igazolni a választott megoldás létjogosultságát.)

Megítélésünk szerint a korábbi évekhez képest jelentősen javultak a beruházás-előkészítés feltételei: közbeszerzési előírások, a pályáztatások általánossá válása, a címzett- és céltámogatási rendszerben bevezetésre került műszaki-gazdasági megvalósíthatósági vizsgálatok stb.

Differenciáltabbak lettek és szakmailag megalapozottabb fejlesztési tevékenységet tesznek lehetővé a címzett- és céltámogatási rendszer időszakosan módosult előírásai.

Az önkormányzati beruházásokhoz korábban a különböző elkülönített és az újrafogalmazott állami alapokból – célleírányzatokból – általában pályázat útján, pótlólagos anyagi forrás nyerhető. Ugyanakkor jelezniük kell, hogy az odaítélt céltámogatás nem jelent, nem is jelenthet automatikus garanciát egyéb célirányzatok odaítélésének, már csak az utóbbiak kisebb nagyságrendje miatt sem.

1997-98-ban elkészültek a megyei szennyvízelvezetési koncepciók. Összegzésből adódóan, a megyei koncepciók 2010-re a szennyvízcsatorna-ellátottságot az előirányzott 68,5%-kal szemben, 74,4%-ra kívánják növelni. A megyei koncepciók az országos Kerettervhez képest a hálózatfejlesztésnél 7,5 ezer km-rel nagyobb hosszal, míg 200 ezer m<sup>3</sup>/nap értékkel kisebb tisztító kapacitással számolnak.

A megyei koncepciók készítése, illetve összegzése során kapott országos adatokból, továbbá a főváros fejlesztési igényének felméréséből és az egyedi szennyvízelhelyezési igényekből adódóan az 1996-2010 évek között előirányzott fejlesztések megvalósításának becsült beruházási költsége 1998. évi árszinten 950-1000 MdFt-ot tesz ki, amiből mintegy 250 milliárd valósult meg, illetve folyamatban van.

Ez azt jelenti, hogy 1999 és 2010 között – a már megkezdett beruházásokon túlmenően – még mintegy 700 milliárd összköltségű beruházást kell az országnak elvégeznie.

Az EU által – a tagországok részére – rögzített formában készítendő nemzeti szennyvízelvezetési és -tisztítási program mellett az EU szempontjai által megkövetelt műszaki tartalom mellett továbbra is figyelmet kell fordítani az eltérő sajátosságok kellő súlyú érvényesítésére. A sérülékeny ivóvízbázisok védelme kitüntetett

szerepet kell, hogy betöltsön. Ez azt jelenti, hogy a program előírja a 2000 lakosegyenérték alatti, de az ivóvízbázis-védelmi célprogramba bevont települések közműves szennyvízelvezetését is.

Legfontosabb feladataink a települési szennyvizek tisztításáról szóló 91/271/EGK irányelvnek megfelelő hazai jogrend kialakítása, valamint az irányelv és a hazai sajátosságokat figyelembe vevő nemzeti szennyvízelvezetési és -tisztítási program elkészítése. A jogharmonizációs feladatokról előterjesztéssel fordulunk a Kormányhoz, ami pedig a nemzeti szennyvízelvezetési programot illeti, tájékoztathatom Önöket, hogy a napokban elkészült az EU által meghatározott formában és tartalommal annak első változata. (Jelenleg az adatok ellenőrzése, pontosítása folyik.)

A fejlesztések keretében megoldást kell találni a kedvezőtlen településszerkezetű, alacsony intenzitású beépítéssel jellemezhető kistelepülések körében a korszerű közműpótlás megoldások szélesebb körű – és lényegében végleges jellegű – megoldásként történő alkalmazására, különös tekintettel e megoldások lakossági erőforrásból történő megvalósításának különböző támogatási formáira.

A nemzetközi tapasztalatok alapján támogatásban indokolt részesíteni a különböző – nem hagyományos – növényzetes szennyvízelhelyező, -ártalmatlanító megoldások megvalósítását is.

A szennyvíztisztítás melléktermékeként keletkező szennyvíziszap kezelése és hasznosítása illetve elhelyezése szervesen kapcsolódik a program végrehajtásához. A hasznosítás módjáról egyedileg kell dönteni, de figyelembe véve a várható EU szabályozási változásokat e területen elsősorban a mezőgazdasági hasznosítást lehet előírni.

A szennyvíziszap kezelés területén a térségi szemlélet, a regionális megoldások preferálása kívánatos.

A fejlesztés keretében – a megvalósítás nagyobb beruházás és üzemeltetés igényessége miatt – várhatóan az ivóvízellátáshoz viszonyítva kisebb arányú lesz a térségi kialakítású szennyvízelvezető-tisztító művek aránya.

Azt tapasztaljuk, hogy az előttünk álló feladatoknak mind a beruházási költségigénye, mind az üzembe helyezést követő működtetés ráfordításigénye rendkívül magas. E célok eléréséhez ma a fizetőképességgel alátámasztott társadalmi-lakossági igény hiányzik. A mai címzett- és céltámogatási rendszer változatlan megtartása esetén rendkívüli terhek hárulnának az állami költségvetésre, és ezért a mai finanszírozási rendszerek átgondolása és esetleges újrafogalmazása szükséges. Ennek kapcsán elkerülhetetlennek tartom az állami szerepvállalásnak az eddigi tapasztalatok figyelembevételével történő újragondolását és pontosítását.

Célul kell tűznünk a ma hatályos szabályozóink újragondolását és jelentős módosítását – különös tekintettel

az állam és az önkormányzatok közötti feladat- és felelősségelhatárolás időben változó újraformálására – ami a fejlesztés- és működtetés-finanszírozás teljesen új alapokra helyezését kell eredményezze.

Megítélésem szerint, és az EU elvárásoknak megfelelően is – törvényi szabályozással el kell érni, hogy az önkormányzatok kötelező feladata legyen a lakossági szennyvizek ártalmatlanításával kapcsolatos feladatok ellátása is. Indokolt, hogy az is megállapításra kerüljön, hogy melyek azok a jellemzők – területi megjelenés, műszaki kialakítás stb. –, ameddig a víziközművesítést önkormányzati kötelező feladatként kell értelmezni. Elképzeltettnék tartom, hogy a fejlesztési kötelezettség a települések belterületein önkormányzati feladat legyen. Az állandó lakosság tekintetében a víziközműhálózat épüljön ki oly módon, hogy ivóvízellátás tekintetében minden telek bekötő vezetékével bezárólag épüljön ki a hálózat, szennyvízelvezetés terén pedig ugyanez az elv azzal a kiegészítéssel érvényesüljön, hogy amennyiben megfelelően dokumentált helyi sajátosságok miatt a település egy részén mód van a lakossági szennyvizek ártalommentes telken belüli elhelyezésére – korszerű, egyedi megoldással – ott ennek mértékéig az önkormányzat mentesülhet a feladat ellátása alól.

Úgy vélem, hogy a különféle külföldi eredetű anyagi források fejlesztési célú bevonási lehetőségeit feltárni és hasznosítani kell. Ennek keretében vizsgálni kell a víziközmű-létesítmények tulajdonlására és működtetésére egyaránt kiterjedő, illetőleg csak a működtetésére korlátozó privatizációs lehetőségeket is, az ezzel kapcsolatos előnyök és hátrányok várható alakulását is beleértve.

Előadásom végén engedjék meg, hogy a térségi szennyvízelvezető rendszerek probléma körére még egyszer visszatérjek.

A térségi rendszerek alapfilozófiája az, hogy azokat ott kell létrehozni, ahol azok műszaki-gazdasági szempontok alapján, a beruházási és üzemeltetési költségekre figyelemmel, valóban kedvezőbb megoldást jelentenek, mint az egyedi rendszerek.

A megyei szennyvízelvezetési koncepciók összegzése során azt tapasztaltuk, hogy – a központi akarat ellenére – több esetben erőszakolt térségi megoldások is megfogalmazásra kerültek. Éppen ezért (is), a megyei koncepciók egyfajta orientációknak tekinthetők csupán, de semmiképpen sem kőbe vésett, kizárólagos megoldásnak és egy-egy konkrét terület csatornázása során nem nélkülözhetők az alapos gazdaságossági vizsgálatok. A térségi rendszerek létrehozása során minden szereplőnek – önkormányzatnak, tervezőnek, engedélyező hatóságnak, stb. – megvan a maga szerepe és felelőssége. Rövidtávú gondolkodásra vall az a szemlélet, ami “minden mindegy” alapon, lehetőleg minél nagyobb állami pénz elnyerése céljából, minél nagyobb kapacitáso-

kat akar létrehozni, nem vizsgálva a rendszer tényleges igénybevételét és a működtetés költségeit.

Itt kell szólnom némely önkormányzatnak kedvezőbb prioritási kategóriába való átsorolásra való törekvéséről. Tudnunk kell, hogy a jelenlegi, korlátozott alanyi jogon járó támogatást biztosító rendszerben a pénzügyi lehetőségek "húzzák meg a vonalat". Ez azt jelenti, hogy ha valamely önkormányzat az év elején megjelent kormányrendelet szerinti prioritási csoportban a vonal felé kerül, azaz bekerül a támogatottak közé, óhatatlanul mástól veszi el a beruházási lehetőséget, még a dolgok szabályos rendjében is. Amennyiben valamelyik önkormányzatot átsorolással kedvezőbb helyzetbe hoznánk, ezzel egy szűkebb csoportérdeket (sok esetben csak vélt

érdeket!) szolgálunk s így sérülne az országos érdek, végső soron az EU csatlakozási esélyünk is romlana, ami nyilvánvalóan nem lehet a célunk.

A kitűzött szennyvízelvezetési feladatok megoldása érdekében az önkormányzatok és az állami szervek közötti szoros, kifogástalan együttműködésre van szükség. Meggyőződésem, hogy az erőfeszítések eredményeként a következő évtizedben felszámoljuk, de legalábbis radikális mértékben csökkentjük a csatornázás és szennyvíztisztítás területén örökölt elmaradásunkat. Ehhez a munkához Önöknek sok sikert kívánok jómagam és a KHVM vezetése nevében.

Köszönöm a figyelmet!

## ÉRTESÍTÉS

A Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség az Építéstudományi Egyesület  
által szervezett

### CSATORNÁZÁS 2000

VI. Országos Közművesítési Konferencia és kiállítás társszervezőként vesz részt, melyre  
**2000. szeptember 4-5-én** kerül sor.

*A konferencia a következő témaköröket kívánja megtárgyalni:*

- Magyarország csatornázási, vízelvezetési és szennyvíztisztítási helyzete az EU elvárások, feladatok és a megoldás tükrében.
- Települések csatornázási, vízelvezetési és szennyvíztisztítási feladatainak önkormányzati végrehajtása és finanszírozása.
- Környezetvédelmi, környezetgazdálkodási elvárások települések csatornázási, vízelvezetési és szennyvíztisztítási feladatai során.
- Csatornázási, vízelvezetési szabványok és az EU harmonizáció.
- Tervezési szempontok a csatornázás és vízelvezetés területén.
- A csatornázás és vízelvezetés geotechnikai szempontjai.
- A csatornázás és vízelvezetés ipari háttere
- A csatornázás és vízelvezetés építési, felújítási valamint üzemeltetési feladatai
- Csatornaépítés és felújítás hagyományos és kitakarás nélküli technológiával
- Nyilvántartás, állapotfelvétel, informatika.

*Információk:* **ÉTE Titkárság – Somogyi Csabáné**  
**1027 Budapest, Fő u. 68**  
**Tel.: 201-8416, 201-2011**  
**Fax: 365-1215**

# SZOLÁRIS SZENNYVÍZISZAP-SZÁRÍTÁS A MÓDSZER ÁTTEKINTÉSE ÉS AZ ALKALMAZÁS HELYZETE

Wolfram Kassner (Waiblingen)

## Összefoglalás

A szoláris szennyvíziszap-szárítás a korábbi iszapszárító ágyak ötlete nyomán keletkezett, és a későbbi, a gépi módszerrel már víztelenített iszap esetére fólialefedésekkel kapcsolatos tapasztalatok alapján került továbbfejlesztésre. Átlátszó könnyűvázas csarnokokban kizárólag szolárenergia segítségével  $m^2$ -enként 800-1200 kg vizet lehet elpárologtatni. Baden-Württembergben három módszert fejlesztettek ki, amelyek közül kettőt már 1994 óta alkalmaznak. Azóta már tíz darab, három különböző módszerrel működő berendezés került alkalmazásra.

**Kulcsszavak:** szennyvíziszap, szárítás, szolárenergia, módszertechnika

## Bevezetés

A gépi víztelenítés maximális hatásfoka 30-35% szárazanyag-tartalom (TR). Jelentősen magasabb értékeket csak szárítással lehet elérni. Az óránként kb. 1 tonnás vízpárologtatás (t WV/h) minimális teljesítmény-kényszere miatt a vidéki térségekben a szennyvíztelep-üzemeltetőknek központi *termikus* szárító-berendezésre kellene csatlakozniuk. Ezt azonban legtöbbször már a helyszín kiválasztásának kérdése zátonyra futtatja.

A kicsi, nem központos berendezések szárítási rendszereként 12 kommunális és 6 egyéb iszapot termelő telep esetében alkalmazzák a „hideg levegős szárítást”. Noha a levegő természetes párologási teljesítményét használja, azonban még a „klasszikus” *termikus* szárítás céljai szerint került besorolásra:

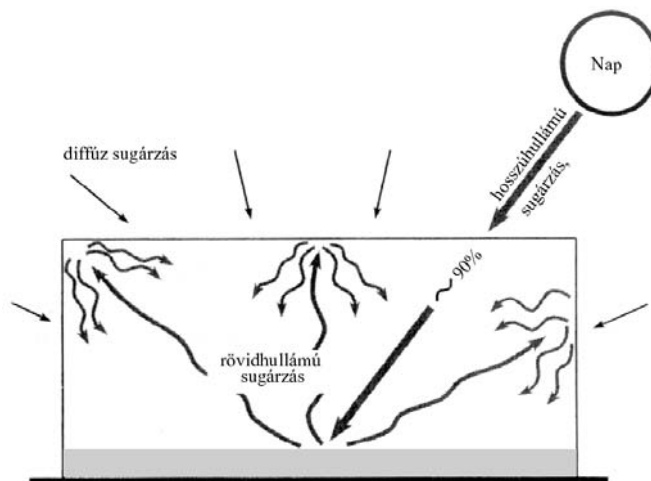
- gyors szárítás, a végleges szárazanyag tartalmat néhány óra alatt kell elérni,
- évszaktól független, egyenletes üzemi eredmény,
- kis felületigény.

Ezen célok elérése érdekében a levegő korlátozott párologási teljesítményét különlegesen magas légcserével egyenlítik ki, és a téli időszakban kiegészítő hőt alkalmaznak. Ezáltal jelentős energiavesztés keletkezik, amely nem engedi meg a „nullszaldós iszapszárítást” [2].

A „hideg levegős szárítással” ellentétben, a *szolárszárításnál* kizárólag a napenergia és a levegő nagy mennyiségben rendelkezésre álló természetes párologtatási potenciálját hasznosítjuk. Ennek velejárója a nagyobb idő- és területigény.

## Fedett szárítóágyak a *szolárszárítás* előfutárai

Kísérletező kedvű szennyvíztisztító-munkások a 80-as években a már régóta nem használt szárítóágyak fölé egyszerű fóliatetőket emeltek, hogy távol tartsák a csapadékvizet. Ezekben a fóliaházakban az „üvegházhatás” (1. ábra) jelentősen megemelte a párologási hatásfokot. A nyitott homlokzati oldalak intenzív légcserét idéznek elő, aminek segítségével az elpárologott víz elvezetésre került. Ez különösen fontos volt, mert a zárt üvegházban gyorsan kialakult volna a vízpárával telített légtér, ami megakadályozta volna a további párologást.



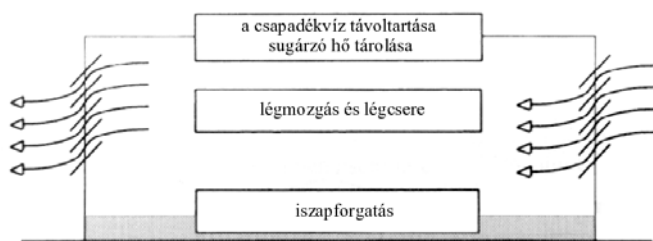
1. ábra: Üvegházhatás

Néhány munkás kis idő múlva megforgatta a felületén megszáradt iszapot, hogy javítson az alsó rétegek párologásán. Néhány fóliatető alatt vízáteresztő felületet készítettek ki, amelyek gépekkel járhatóak voltak. Ezzel lehetővé vált a szárított iszap kotrása kézi munka nélkül.

A *szolárszárítás* számára továbbfejlesztették a korábbi iszapszárító-ágyak ötletét, a későbbi fólialefedéssel együtt, *azonban csak a gépileg víztelenített iszap számára*. Csak kivételes esetekben szárítanak folyékony iszapot is. Legtöbbször a következő eszközöket alkalmazzák (2. ábra):

- a csapadékvíz távoltartása,
- a párologási teljesítmény növekszik az „üvegházhatás” segítségével. Ennek érdekében a levegő-bevezetést és -elszívást célirányosan szabályozzák,

- hogy a kapillárisan kötött vizet kapcsolatba leheszen hozni a szárítólevegővel, az iszapot rendszeresen forgatni kell,
- a nagy értékű rendszereknél az iszapszállítás is a forgató-berendezéssel van összekötve a szárítócsarnokon belül. Ezáltal lehetővé válik a külső adagolás és elvétel.



2. ábra: A szolárszáritás elemei

### Vízpárolgatás az iszából léghő körülmények között

A víz mindenfajta párolgása esetén hő formájú energiafogyasztás történik, hasonlóan mint, ahogy a gőz vízzé való kicsapódásakor energia szabadul fel. A párolgáskor a folyékony állapotból gázállapotba átalakuló vizet a levegő láthatatlan gáz formájában veszi fel.

Mint ismeretes, a levegő különböző gázok keverékéből áll. Ezen gázok mindegyike rendelkezik fajlagos, parciális gőznyomással. Ezeknek a rész-nyomásoknak az összege adja ki az uralkodó légnomást. Ezek egy része a levegő-keverékben lévő vízgőz parciális gőznyomása. Vízgőzzel telített levegőről beszélünk abban az esetben, amikor a parciális gőznyomás miatt külső energia-bevitel nélkül nem lehetséges további vízmolekulák felvétele a szárítandó anyagból. Amennyiben a levegő telített állapotában további vízmolekulák kerülnek energetikailag gerjesztett állapotba, ezek kikerülhetnek ugyan a levegőbe, ott azonban nem tudnak többé szabadon mozogni, hanem kötésekkel kell alkotniuk. Vízcseppecskékké alakulnak és köd keletkezik. Ez látható minden hűtőtorony felett, vízeséseknél ősszel vagy kora reggel.

A nedvességkicsapódást a levegő és az iszap nedvessége közti gőznyomáskülönbség határozza meg. Az iszapvíz levegőbe történő párolgása csak abban az esetben valósulhat meg, ha az iszap és a levegő határfelületéről elpárolgatatandó víz nyomása nagyobb, mint a levegő parciális ellennyomása. Ez elsősorban az iszap hőmérsékletétől és a levegő páratelítettségétől függ. A legmagasabb szárítási hatások melege iszap és száraz levegő esetén érhetők el. Minél gyorsabban cserélődik a szárítólevegő az iszapfelületen, annál nagyobb marad a folyadék és a levegő közötti gőznyomáskülönbség és ezzel a vízkinyerés.

Az üvegház-száritók számára különleges szerepe van a levegőben lévő vízgőz fizikai tulajdonságának a leve-

gőben: ugyanakkora hőmérséklet esetén a nedves levegő könnyebb, mint a száraz levegő. Emiatt emelkednek fel és képeznek felhőket pl. a nedves légrétegek az óceánok felett. Légmozgás nélkül azonban a tengerfelszínen először nedves légpárnák képződnek, amelyek aztán hőbuborékok formájában rendszertelenül emelkednek fel a konvekció következtében. Az iszapfelületen történő légáramlásnak éppen ezért lehetőleg turbulensnek kell lennie, hogy ne alakulhassanak ki szilárd határfelületek nedves légpárnák formájában. A különböző szárítótípusok ezt különböző módon valósítják meg: függőleges befúvatás ventilátorok segítségével az iszapra, a terítési felület mozgatása, az iszap és a levegő mozgatása vízszintes görgők segítségével.

A szárító gyakorlati üzeme számára különösen fontos, hogy a felületen már megszáradt részecskék a lehető leggyorsabban kicserélődjenek az alsó, nedves részecskékkal. A részecskék közti üregekben rövid idő múlva kialakul a telítettségi pára nyomás. Ez a vízgőzzel telített levegő csak nagyon lassan kerül a felszínre és cserélődik ki szárazabb levegőre. Ezért az anyag forgatása döntő jelentőségű a vízeltávolítás számára. Minél gyakrabban és intenzívebben kerül érintkezésbe a nedves részecskék felülete telítetlen levegővel, annál nagyobb lesz a vízpárolgás. Itt a fajlagos felület különösen nagy szerepet játszik: minél kisebb a szemcse, annál nagyobb a térfogategységre jutó érintkezési felület és annál kisebb a vízmolekula távolsága a levegőtől.

A szárítandó iszap mozgatásához az ismert módszerek közül különböző alapszereket alkalmaznak:

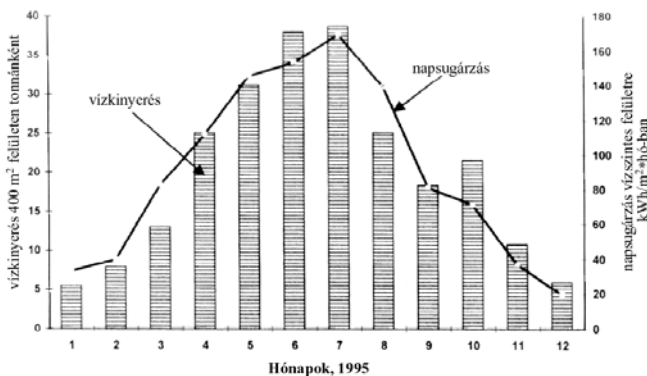
- az altalaj mozgatása; az iszap szállítószalagokon kerül a csarnokba és közben lekerül azokról (RATUS módszer),
- a talajon elhelyezkedő iszap automatikus kapával való forgatása (THERMO-SYSTEM módszer),
- az iszap felett elhelyezkedő toló-forgató segítségével történő átforgatás és szállítás az „indító”-nyílástól a „vég”-nyílásig (IST módszer).

A szoláris iszapszáritó legfontosabb energiaforrása a Nap rövidhullámú sugárzási energiája. Németország esetében az évente a Naptól a földfelszínre érkező sugárzás 1.100 kWh/m<sup>2</sup>-nek vagy kerekén 4.000 MJ/m<sup>2</sup>-nek felel meg. Ha ez az energia veszteségek nélkül csak a párolgatás rendelkezésére állna, kb. 1.750 kg vizet lehetne m<sup>2</sup>-enként és évente elpárolgatatni. Ehhez jön még a külső levegő párolgatási potenciálja, amelyet a telítettségi állapotig tartó lehetséges vízgőzfelvétel határoz meg (100% relatív páratartalom). Ez utóbbit éjszakanként és borús, de száraz napokon lehet megfigyelni. Ez esetben is bekövetkezik a párolgás, de csekélyebb, mint napsütéses napokon.

A 3. ábrán 400 m<sup>2</sup>-nyi aktív felületű szolárszáritás vízkinyerésének mért havi értékei és a beérkező sugárzá-

si energia kerül összehasonlításra. Ebből látható a különböző havi víztelenítési teljesítmény függése a sugárzási energiától. A hat nyári sugárzásban gazdag hónapban az éves szárítási teljesítménynek kb. 70%-át és a maradék hónapokban a 30%-át érték el. Ezt az évszaktól függő teljesítményt figyelembe kell venni a *szolárszáritók* tervezése során.

A párologtatási teljesítményt jelentősen lehet növelni kiegészítő hőbevezetéssel. Ehhez kínálkozik a rothasztási gázzal üzemelő fűtőerőművek hulladék hőjének hasznosítása, ahogy ez a hasznosítás már meg is történt egy berendezésnél (1. táblázat).



3. ábra: A 400 m<sup>2</sup> aktív felületű szolárszáritó vízkinyerésének havi átlagértékei [3] szerint

### Egyenletes minőségű végtermék vagy tömegcsökkentés a cél?

Az iszap szárazanyag-tartalmát a berendezés kialakítása és tartózkodási ideje által lehet befolyásolni. A naponta elpárologtatandó vízmennyiség évszaktól függ: nyáron 90% feletti szárazanyag-tartalom is elérhető, míg télen ezzel szemben csupán 45-50%. Ezért iszapok *szoláris* szárításánál elsősorban a módszer célját kell eldönteni: pusztán tömegcsökkentést vagy a végtermék állandó szárazanyag-tartalmát kell biztosítani? Ennek függvényében különbözik a méretezés és a szárító üzemeltetése is.

A *szolárszáritás* gazdasági hasznosítása adott, ha csak tömegcsökkentés a cél, az iszapot kezelni lehet a mindenkori évszaktól függő elérhető szárazanyag-tartalomig. Ekkor a kialakított szárítófelület egész évben maximálisan kihasználható, és nem szükségesek időszakosan használt területek.

Amennyiben azonban az iszapot egy meghatározott és egész évben állandó szárazanyag-tartalomra kell kezelni, a kritikus időszakokra kiegyenlítő térfogatok alkalmazása válik szükségessé. Ez a folyékony iszap számára tartályokban vagy a rothasztó térben, valamint a gépi víztelenítés után fedett tárolóterületen válik lehetővé. Ezen tárolás járulékos költségei elmaradnak abban az esetben, ha a szárító csarnok egyidejűleg biztosítani tudja ezt a kiegyenlítő teret is. Ez a szárító csarnokban

változó rakodási magasságokat eredményez. A helyi sajátosságok szerint kialakítható a különböző kiegyenlítősi lehetőségek kombinációja is. Ennek egy lehetősége a szakaszos-üzem a mobil víztelenítővel és folyékony vagy víztelenített iszappal való kiegyenlítéssel.

### 700-1200 l víz elpárologtatása évente és négyzetméterenként kizárólag napenergia segítségével

A *szolárszáritók* méretezése jelenleg csak tapasztalati úton történhet, ahogy azt a szennyvíz- és iszapkezelés számos fokozatában évtizedeken keresztül sikerrel alkalmazták. Az üzemeltetési gyakorlatban a *szoláris* szennyvíziszap-száritásnál csarnok m<sup>2</sup>-enként 700-1200 mm/a párologással lehet számolni [2, 4-6].

A párologási adatokat a rendszer szállítói és üzemeltetői bocsátják rendelkezésre. Ezen adatok nagyságrendje a hozzávetőleges megvalósíthatósági vizsgálatok során hihetőnek tűnt. Ezek a vizsgálatok szokatlanul nagy volumenűek, mert 12 hónap alatt az egész üzemi folyamat mérés technikailag jellemezni kell. Ezen túlmenően a különböző minőségű és rétegzettségű, nagy iszapmennyiségekből történő mintavétel, valamint a csak részben vagy időszakosan használt szárító felületek könnyen téves következtetésekhez vezethetnek.

### Három, gyakorlatra alkalmas, különböző hatékonyságú módszer

Baden-Württemberg tartományban kutatók egymástól függetlenül kifejlesztettek három *szoláris* iszapszáritási módszert, amelyek időközben megfelelővé váltak a professzionális alkalmazásra. 1994 óta két rendszer állandó üzemének tapasztalatait gyűjtik.

Minden rendszernél üvegház-szerkezeteket alkalmaznak átlátszó légbuborékos fólia- vagy üvegorrítással. A légbefúvás és -elszívás, valamint az iszapforgatás berendezéseit különbözőképpen alakították ki.

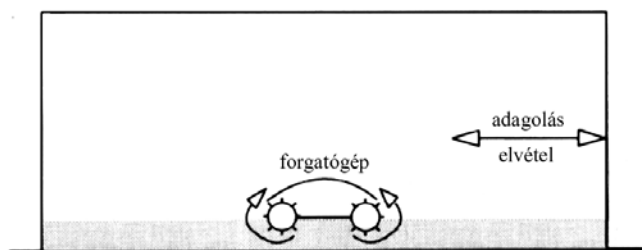
Az irányítási beavatkozások előkészítéséhez minden rendszer esetében állandóan mérik a folyamatok fontos paramétereit. Ehhez tartoznak:

- a belső levegő hőmérséklete és nedvességtartalma,
- a külső levegő hőmérséklete és nedvességtartalma,
- beérkező sugárzás,
- szélesség.

Ezen alapadatok alapján vezetnek le és alakítják át a levegő hőmérséklete és nedvességtartalma közötti összefüggések h-x diagrammjának figyelembe vételével automatikusan az irányítási beavatkozásokat. A módszerek szabályozási elméletei azon feltevésben különböznek, hogy a konvekciós- vagy a sugárzási szárítás áll előtérben. A döntő különbséget azonban a gépileg víztelenített iszap módszertechnikai kezelése jelenti.

### THERMO-SYSTEM-módszer

Az alfdorfi THERMO-SYSTEM cég módszere célzottan egyszerűen került kialakításra, ezzel viszonylag csekély befektetéssel teszi lehetővé a szolárszárítást (4. ábra). Ehhez némileg bonyolultabb és csak részben automatizált üzem tartozik.



4. ábra: Szolárszárítás forgató-berendezéssel, THERMO-SYSTEM rendszer

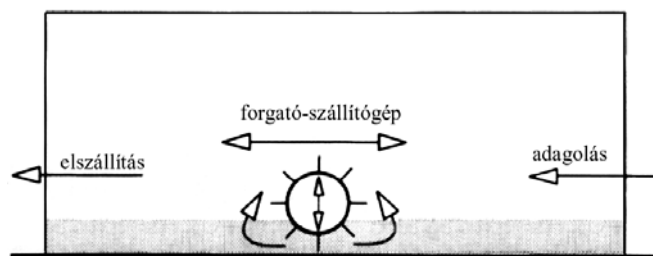
Az iszap a csarnok padlóján van, és automatikus forgatókapa („elektromos disznó”) forgatja [4]. A feltöltést és kiürítést töltőberendezés végzi, amelynek ehhez a csarnokban kell közlekednie. Csak szakaszos üzemben lehet dolgozni: a csarnokban lévő összes anyagnak meg kell száradnia és azt ki kell üríteni a csarnokból, mielőtt újra nedves iszapot szállítanának a csarnokba.

A csarnokokat légbuborékos fóliával fedik le. A zárt homlokzati oldalakon mozgatható lengőajtók és ventilá-

torok találhatók a kényszer-légbefúváshoz és -el-szíváshoz. A csarnokban is több ventilátor működik, hogy az iszap felett intenzív légmozgás jöjjön létre.

### IST-módszer

A kanderni IST cég módszerét a célszerűsége terveztek és az automatikus üzem minden szükséges elemét tartalmazza. Az iszap ennél a rendszernél is a csarnok padlóján helyezkedik el (5. ábra). A „toló-forgató” automatikusan forgatja és egyidejűleg igény szerint szállítja is a csarnokban [6]. Az egyik homlokzati oldalon (”indító-nyílás”) kerül be a nedves iszap, a másikon pedig (”végnyílás”) a szárított iszap eltávolítható. Így lehetővé válik a folyamatos üzem és a csarnokban nem kell szállítóeszközzel közlekedni.



5. ábra: Szolárszárítás forgató-szállítóval, IST-rendszer

1. táblázat: Szoláris szennyvíziszap-szárító berendezések az üzemeltetők és rendszerépítők adatai szerint, 1999. augusztusi állapot

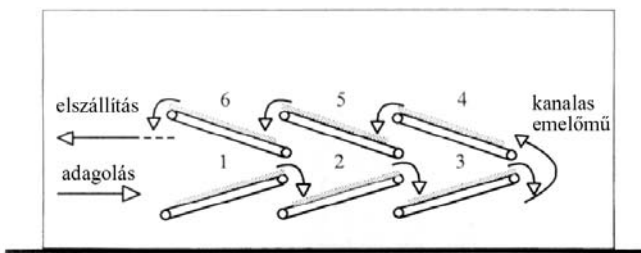
Helyszín	Módszer	Beüzemelés időpontja	Adagolt iszap		Víztelenített iszap	Aktív szárító-felület	Kombinálva
			LE t/a	vízt. % sza.-tart.-ra	sza.-tartalom %		
Eggenstein-L.	RATUS	94/9	15.000 600	Szalagszűrő 25	70	324	Fűrészpor-adagolás a szalagszűrő előtt
Kandern.-H.	IST	94/12	6.700 400	Szalagszűrő 20	70	416	
Au	THERMO	97/1	6.000 2.220	nincs (!) 4	75	1.080	Drénpadló, eddig semmilyen pelyhesítő adagolása
Iffezheim	IST	97/9	7.000 600	Szalagszűrő 20	70	580	
Günzburg	THERMO	97/12	110.000 4.300	Centrifuga 28	40	1.200	Közbenső tárolás és rész-szárítás
Waldenburg	THERMO	98/2	6.000 530	Szalagszűrő 23	75	460	
Balingen	RATUS	98/10	60.000 2.100	Kamrás szűrő 31	85	1.050	Fotovoltaik a szárítás energiaigényének fedezésére
Blaufelden	RATUS	98/10	8.000 3.000	nincs (!) 5	80	878	Pelyhesítő adagolása és szalagos tömörítés
Burgrieden	IST	98/11	10.200 1.100	Pressmaster 27	75	920	Fotovoltaik a szárítás energiaigényének fedezésére
Tiers (I)	THERMO	99/7	1.000/3.000 240	nincs (!) 3	70	280	Drénpadló, eddig semmilyen pelyhesítő adagolása
Glarus (CH)	IST	99/8	75.000 3.600	Szalagszűrő 25	45	1.350	Fűtőerőmű hulladékhőjének hasznosítása

A csarnokokat légbuborékos fóliával és üveggel is lefedik. A homlokzati oldalak nyitottak, hogy az állandó természetes légcseré biztosítható legyen. Ehhez még az esetek egy részében beépítésre kerül légheszívó kémény is a nedves levegő automatikus elszívására, az üvegház-as változat esetében pedig a hosszanti oldalak és a tetőgerinc mentén végig szellőzőnyílásokat építettek be.

### RATUS-módszer

Az eggenstein-leopoldshafeni RATUS cég módszerét a magas színvonalú szárításra fejlesztették ki. A leghatékonyabb módon és kiváló felszereléssel segíti a szoláris iszapszárítást [5].

Az iszapot szárítószalagokra helyezik, amely még különálló alkatrészekből áll, két egymás feletti szakasz alkotja, amelyek egy kanálművel kapcsolódnak egymáshoz (6. ábra). A szalagokat naponta többször mozgatják ami az iszap nagyon intenzív forgatását idézi elő és ezzel magas párolgási határfok idézhető elő.



6. ábra: Szoláris szalagszárító, RATUS rendszer

Állítóművek segítségével lehet az iszapot kívülről beadagolni a berendezésbe, és a szárítás után elszállítani. Ezzel lehetővé válik a folyamatos üzem, amelyet egyszer szakít meg az előszárítóból az utószárító csarnokba való iszapszállítás. A csarnokokat kizárólag üveggel fedik le, és minden hosszanti oldalon, valamint a tetőgerinc mentén levegőztető elemeket építettek be a gyors légcseré érdekében.

### Tíz üzemelő szoláris szennyvíziszap-szárító berendezés

Az 1. táblázat áttekintést nyújt az összes üzemelő, szabályozott iszapforgatással és légvezetéssel rendelkező szoláris iszapszárító berendezésről.

A fedett szárítóágyakat vagy az automatizált működés nélküli iszapároló területet nem tartalmazza a táblázat. Az adatok még pontatlanok lehetnek, és csak korlátozottan alkalmazhatók összehasonlító számítások elvégzésére, mivel az egyes berendezések működése nagyon különböző. Különösen, hogy a szárítófelület részben csak időszakosan használják.

Minden berendezés engedélyezési eljárását, a rendelkezésre álló információk szerint, a vízjog szerint folytatták le.

Minden telep esetében egyéni megoldásokról van szó, amelyek a mindenkori egyedi eset igényei szerint kerültek kialakításra. Azonban ösztönzőleg hathatnak más esetekre.

### Nagy mozgástér a kialakítás és a beruházás terén

Az iszapszárítás kezelésének módszerttechnikai rendszerbeli különbségeihez hasonlóan az építési és üzemi berendezések műszaki színvonalának kiépítési lehetőségei is nagyok. A költségekkel kapcsolatos tájékoztató pontként az IST-módszerrel történő átlagos kiépítési színvonalat rögzítettek [6], amely minden szükséges adatot tartalmaz a folyamatos üzem számára:

légbuborékos fólia-fedésű 1000-m<sup>2</sup>-es csarnok építési költségei, forgató- és szállítógépek, levegőztető-berendezések, automatikus szabályozó-berendezések, valamint sík terep esetén az építési költségek, azonban telekár és ÁFA nélkül 600.000 DEM,

üzemeltetési költségek a személyzet és a karbantartás számára, és 20-30 kWh elektromos energia a vízpárolgotatáshoz tonnánként 24.000 DEM/a.

Az ugyanekkora csarnokkal kialakított THERMO-SYSTEM-technika beruházási költségei a csekélyebb technikai felszerelésnek megfelelően kisebbek és a RATUS-technikával jelentősen nagyobbak, üveglefedés esetén legalább kétszeresek.

Az üvegház költségei fóliafedés esetén egyéb szennyvíztisztító-műtárgyakkal összehasonlítva nagyon alacsonyak. Ezért ésszerűnek tűnik, a szolárszárítással kapcsolatban egyidejűleg tárolótér kialakítása a szárított iszap számára is. Lehetőleg közvetlenül oda csatlakozzon, ahonnan a száraz iszapot elszállítják. Ezzel az üzemeltető nagyobb rugalmasságot teremthet az iszapkezelés számára. Ezen a módon olcsón kialakítható parkolóhely a szennyvíztisztító telep járművei számára is.

### A szolárszárítás hasznot húz a természetes módszerek trendjéből

Számos szennyvíztelep-üzemeltető tovább kutat a kezelendő iszapmennyiség csökkentésének és az iszap tulajdonságai javításának anyagilag kedvező lehetőségei után. Amennyiben a szolárszárítás beruházásait a ténylegesen szükséges elemekre korlátozzuk, kedvező ár/teljesítmény-hányadost kapunk. Ezáltal jó esélyeket kínál a tervezői versenyben az egyszerű, ugyanakkor hatékony megoldások segítségével.

A természetes módszerek felzárkózása általában emelkedik, mivel a fosszilis energiahordozók eddigi mér-



téktelen használatát egyre kritikusabban ítélik meg. Ezért a szolárszárítás, mint az értékesítés és az elhelyezés megelőző lépése, egyre nagyobb jelentőséget követel.

### Irodalom

- [1] *Witte, H.*: Solare Trocknung – Vergangenheit oder Zukunft?, *Korrespondenz Abwasser* 6/1998, S. 1139.
- [2] *Rölle, R.*: Solare Klärschlamm-trocknung vor dem Hintergrund des Klimaschutzes, *Korrespondenz Abwasser* 6/1999, S. 953.
- [3] *Luboschik, U.*: Solare Klärschlamm-trocknung, Grundlagen, 1. ATV- Klärschlamm-tage, 7-10. Juni 1999, Würzburg
- [4] *Bux, M.*: Solartrocknung nach dem THERMO-SYSTEM-Verfahren mit Schlammwülzung durch „elektrisches Schwein“, Lehrgang: Solare Klärschlamm-trocknung am 23. November 1998, Technische Akademie Esslingen
- [5] *Reinhardt, H.- D.*: Solare Band-trocknung nach dem RATUS-Verfahren, Lehrgang: Solare Klärschlamm-trocknung am 23. November 1998, Technische Akademie Esslingen
- [6] *Luboschik, U.*: Betriebserfahrungen mit der IST-Solattrocknung – u. a. am Beispiel Iffezheim, Seminar: Kommunal- und industrieller Klärschlamm am 25./26. März 1999, VDI-Bildungswerk, Bamberg

## FELHÍVÁS

**2000. május 29-én és 30-án**

**a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség (MaSzeSz)  
és a Német Szennyvíztechnikai Szövetség (ATV)**

**„Közép-nagy szennyvíztisztító telepek”** címmel

rendezi meg második közös rendezvényét

**Helyszín:** Bara Hotel és panzió konferencia terme, Budapest, XI. Hegyalja u. 8

### ELŐADÓK:

<i>Prof. N. Dichtl:</i>	A kiépítés különleges koncepciói iszaprohasztással ill. iszaprot-hasztás nélkül
<i>Dr. Firk:</i>	Üzemeltetési szempontok a szennyvíztisztító telep lépcsőzetes ki-építésénél
<i>Dr.-Ing W. Götz:</i>	A tisztított szennyvízbevezetés határértékei és a valóságos érték
<i>Dipl.-Ing. H. Schäfer:</i>	A lépcsőzetes kiépítés gépészeti és elektrotechnikai szempontjai
<i>Dipl.-Ing. Lohaus J.:</i>	Az EU irányelvek érvényesülése Németországban
<i>Dr. Dulovics D.:</i>	Közép-nagy szennyvíztisztító telepeink továbbfejlesztésének problémái
<i>Dr. Juhász E.:</i>	Iszapkezelés a közép-nagy szennyvíztisztító telepeken
<i>Kovács Károly okl. mérnök:</i>	Beruházások előkészítése
<i>Boda János okl. mérnök:</i>	Közép-nagy szennyvíztisztító telepeink

**Tagtársainknak részletesebb információt és jelentkezési lapokat, márciusban küldünk ki.  
Kiállítási lehetőség – korlátozott számban – áll rendelkezésre.**

Szóbeli információ: Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Titkársága, Vajda Katalin.

Telefon: 463 3711, fax: 463 3753.

# A CSATORNAHÁLÓZAT-SZABÁLYOZÁS GAZDASÁGOSSÁGA ÉS HATÉKONYSÁGA

*Michael Weyand (Arnsberg), Wolfgang Schilling (Trondheim/Norvégia) és Jörg Broll-Bickhardt (Bréma)*

## Összefoglalás

A csatornarendszerek nagy többsége még ma is statikus rendszer, amelyet a csapadékvíz- és a szennyvízlefolysis dinamikusan terhel. Ennek következtében a kevert szennyvíz esetében a csatornahálózat tároló térfogata potenciáljának bizonyos része gyakran kihasználatlan, ami a vízvezető berendezések dinamikus üzemeltetése által jobban kihasználható lenne. Ez a csatornahálózat-szabályozásnak nevezett üzemeltetési mód a lefolyási- és tárolási folyamatokba való célirányos beavatkozáson alapul, a távirányított mérések segítségével. A hatékonyság mellett minden csatornahálózat-üzemeltető számára a költségek, illetve a gazdaságosság kérdése is nagy jelentőségű. Ez a cikk az olvasó számára alapvető útmutatást tartalmaz, hogy hogyan kell értékelni a csatornahálózat-szabályozás hatékonyságát, költségeit és hasznát.

**Kulcsszavak:** vízvezető rendszerek, csatornázás, csatornahálózat szabályozás, költség-haszon elemzés, gazdaságosság

## 1. Bevezetés

A városi vízvezető rendszereknek az a feladatuk, hogy a szennyvíz mellett a csatornahálózatba kerülő csapadékvizet is károkozás nélkül elvezessék. Az egyesített rendszereknél ez azokból az ismert hidraulikai és folyamattechnikai okokból szükséges, hogy a kevert szennyvíz-lefolyást a gazdaságilag és folyamattechnikailag helytálló mértékűre korlátozza. Emellett a folyóvizeknek az egyesített rendszerű csatornahálózatból történő terhelését a lehető legkisebb szinten kell tartani.

A vízvezető rendszerek általában sok év alatt keletkeztek és fejlődtek ki. Települési területek kiterjedése, a területhasznosítás változása és a hálózatszerkezet átalakítása ezért gyakran vezetnek hidraulikai szűk keresztmetszethez a vízvezető hálózatok régebbi részein.

A vízvezetési célok megoldására leválasztó- és tároló műtárgyakat létesítenek, amelyek általában statikus működésűek. Továbbá keresztmetszet-növelésre és ezzel vezetékcsere is szükség lehet. Ezen beavatkozások méretezése általában az ATV A-110-es, ATV A-111-es, ATV A-118-as és az ATV A-128-as munkafüzetek adatai és útmutatásai szerint történnek. Az ilyen statikus rendszerek nincsenek abban a helyzetben, hogy a csapadéklefolyási-esemény természetes változatosságát rugalmas üzemi viselkedéssel kövessék. Ez azt jelenti, hogy ezáltal egy sokszorosan kedvezőtlen ökológiai (túl nagy mennyiségű kevert szennyvíz-bevezetés az élővízbe), és

közben ökonómiai (túl magas szivattyúzási költségek) hatás is párosul.

A csatornahálózat-szabályozás segítségével a vízvezető rendszer rugalmasabban és eddigi tapasztalatok alapján kedvező költségekkel is építhető ki és üzemeltethető. A csatornahálózat rendelkezésre álló kapacitásának jobb kihasználása a tehermentesítési tevékenység visszaeséséhez, vagy, amennyiben kiépítés szükséges, kisebb szükséges tárolótérfogathoz vezet. Kedvező esetben még a vezetékcsere is szükségtelenné válhat.

A cikk célja az olvasó bevezetése a csatornahálózat-szabályozásba, annak potenciális hatékonyságát, és példákön keresztül a gazdaságossági szemlélet egy lehetséges útját bemutatni. Befejezőképpen a meglévő szabályozási rendszerekre utalunk és kitekintést nyújtunk a jövőbeni tendenciák és követelmények felé.

## 2. A csatornahálózat-szabályozás előfeltételei és alkalmazási lehetőségei

A vízvezető rendszerekben végbemenő lefolyási- és tárolási folyamatokba való célirányos beavatkozásokat csatornahálózati- vagy lefolyás-szabályozásnak nevezjük. Rokonértelmű kifejezések a csatornahálózat-hasznosítás, jelen idejű szabályozás, online-üzem vagy operációs üzem. Emellett a távadóval érzékelt mérési eredmények (mindenekelőtt vízállás, azonban csapadékmennyiség, vízhozam, anyagjellemzők is) alapján úgy üzemeltetik az irányító berendezéseket (pl. gátak, szivattyúk, tolózárak), hogy az üzemi célokat a lehető legkevesebb kár érje [1].

A gazdasági rendszerek ésszerű tervezésének legfontosabb feltételeként először az üzemeltetési célokat kell meghatározni. Ehhez a vízvezetési üzem, a szennyvíztisztítás és az élővizek minőségének aktuális problémáit kell elemezni. A vízvezető rendszerek három alapvető feladatuk közül, amelyek az

- egészségvédelem,
- károkozás nélküli vízvezetés,
- messzemenő vízvédelem,

általában csak az elsőt elégítik ki megfelelően. A károkozás nélküli vízvezetés és a messzemenő vízvédelem konkurens üzemi célokat jelentenek, és ennek következtében a statikusan méretezett rendszerekben csak egyetlen esetben, a méretezésnél kerülnek optimálisan teljesítésre. Minden más valós üzemállapotban a rendszer szükségszerűen nem fog optimálisan működni.

Üzemi körülmények között a célok lehető legjobb teljesítésének első fontos lépése az úgynevezett helyi szabályozás megvalósítása. Itt irányító berendezések kerülnek üzemeltetésre helyi mérések alapján (példa: elektromos tolózár a vízhozam alapján). Ennek következtében a nem szabályozott rendszerekkel ellentétben (példa: csőfajtoszelep) a duzzasztást csatorna-tárolótérben vagy medencéből való kifolyás mérését a tárolóbeli vízállástól vagy a nyomástól függetlenül lehet szabályozni. Ezen túl a helyi szabályozás a tározó pontosan szabályozott kiürítését is lehetővé teszi.

A helyi szabályozással rendelkező csapadékvíz-tároló medencéknél azonban nem teljesül, hogy a kevert szennyvíz leengedése csak akkor következik be, amikor az egész tárolótér majdnem teljesen megtelt. Ezzel szemben ez a szabályozással üzemben tartott medencékkel vagy a csatorna-tárolótér célzott duzzasztásával érhető el (kapcsolt szabályozás). Így a kisebb csapadékvíz-kiegyenlítési eseményeket teljesen, a közepeseket jelentősen lehet csökkenteni.

Hatékony vízvédelmet csak a csatornahálózat és a szennyvíztisztító telep együttes szemlélete eredményez-

1. táblázat: Vízyűjtő terület peremfeltételeinek és rendszeradatainak felvétele és a csatornahálózat-szabályozás hatékonyságának becslése

	Alapadatok, ill. kritériumok		Értékelés (pontok)*	
<b>1.</b>	<b>Vízgyűjtő terület</b>			
1.1	Új általános vízelvezető rendszer tervének szükségessége	azonnal (2)	később (1)	nincs (0)
1.2	Topográfia (közepes lejtés)	sík (< 0,3%) (2)	közepes (< 1%) (1)	meredek (> 1%) (0)
1.3	Mélypontok	nincs (2)	néhány (1)	sok (0)
1.4	Területi kiterjedés (lefolyási irány a főgyűjtőben)	hosszú (> 5 km) (2)	közepes (1)	rövid (< 1 km) (0)
<b>2.</b>	<b>Szennyvízhozam</b>			
2.1	A felszíni lefolyás speciális szennyeződési területei	több (2)	1-2 (1)	nincs (0)
2.2	Helyileg és időben differenciált szennyvízhozam (erős szennyezők, elválasztott területek)	magas (2)	közepes (1)	nincs (0)
<b>3.</b>	<b>Élővizek</b>			
3.1	Helyi különbségek a hidraulikai teljesítőképességben	erős (4)	közepes (2)	nincs (0)
3.2	Helyi különbségek a terhelhetőségben (pl. fürdők, halászat, természetvédelmi területek)	erős (4)	közepes (2)	nincs (0)
3.3	Élővizek száma	több (4)	2 (2)	1 (0)
<b>4.</b>	<b>Csatornahálózat</b>			
4.1	Meglévő szabályozó-berendezések száma (pl. szivattyúk, tolózárak, gátak)	több (4)	1-2 (2)	nincs (0)
4.2	Főgyűjtő-lejtése	sík (< 0,5%) (4)	közepes (2)	meredek (> 5%) (0)
4.3	Meglévő tehermentesítő berendezések száma	> 8 (4)	(2)	< 2 (0)
4.4	Meglévő tároló berendezések száma	> 4 (4)	(2)	< 1 (0)
4.5	A főgyűjtő-hálózat elágazásai	több (4)	1-2 (2)	nincs (0)
4.6	Abszolút tárolótérfogat (medence és/vagy csatornatárolótér)	> 8000 m <sup>3</sup> (4)	(2)	< 2000 m <sup>3</sup> (0)
4.7	Fajlagos tárolótérfogat (fedett területekre vonatkoztatott összterület)	> 40 m <sup>3</sup> /ha (4)	(2)	< 20 m <sup>3</sup> /ha (0)
<b>5.</b>	<b>Üzemi hálózatjellemzők</b>			
5.1	Helyileg korlátozott árterületek	több (2)	1-2 (2)	nincs (0)
5.2	Egyetlen kihasználtságú medencék száma	> 1 (4)	1 (2)	nincs (0)
5.3	Egyetlen tehermentesítési jellemzők	erős (4)	közepes (2)	csekély (0)

\*) Értékelés: 0-20: valószínűleg nem érdemes szabályozni,  
21-30: valószínűleg érdemes szabályozni,  
> 30: kedvező a szabályozás szempontjából.

het. Itt egyrészt a csapadékesemény alatti maximális befolyásnak, valamint a szárazidei lefolyásnak, másrészt a kevert szennyvíz-terhelés időtartamának van jelentősége. Amennyiben különböző mértékben érzékeny befogadók találhatók a vízgyűjtő területen, a csatornahálózat-szabályozással elérhető, hogy a záporkiömlők az érzékenyebb befogadónál a lehető legkésőbb, vagy egyáltalán ne induljanak be. A kevert szennyvíz-bevezetések eloszthatók hosszabb időszakokra vagy oda helyezhetők, ahol a tapasztalat szerint a legalacsonyabbak az anyagkoncentrációk. Ily módon a befogadóban csökkenthetők a hidraulikai vagy ökológiai stresszhatások.

Különösen a sík vízgyűjtő területeken van szükség a szennyvíz többszöri emelésére. Itt legalábbis a csapadékvíz-tároló medencék szivattyúk segítségével kerülnek töltésre vagy ürítésre. Mivel a kevertvíz-szivattyúgépházainak energiaköltségei jelentős mértékben függenek a rendelkezésre álló teljesítménytől, a szivattyúteljesítmény kiegyenlítése költség-megtakarítást jelenthet. Esetenként teljesen elkerülhető a medencék töltése, ami az energiaköltségek csökkentését okozza.

A csatornahálózatokat rendszeresen karban kell tartani. Ezt a szabályozó- és ellenőrző berendezésekkel lehet elérni. Az üzem hatékonyabbá válik és a karbantartó személyzet üzemi biztonsága megnő. A feliszapolódásra hajlamos csatornák célzott, távirányított öblítése duzzasztott szárazidei lefolyással csökkentheti a tisztítási költségeket.

A kapcsolt szabályozásnak a szükséges táv-felügyelet által további pozitív „mellékhatásai” is vannak:

- A csatornadugulások időben észrevehetőek és ezzel a szárazidei „tehermentesítések” elkerülhetők.

- Káros anyagok bevezetésekor a szennyvizet csatornabeli tározásnak lehet alávetni és ezzel a szennyvíztisztító-telepen lejátszódó folyamatok stabilizálhatók.

A csatornahálózat-szabályozás abban az esetben különösen hatékony, ha a fent nevezett pontok egyike vagy mindegyike esetén a tervezés és az üzemeltetés közti különbség különösen nagy. A 1.2.4-es ATV-munkacsoport kidolgozott, „Csatornahálózatok lefolyás-szabályozása” nevű csekklista (lásd **1. táblázat**) lehetővé teszi a csatornahálózat-szabályozás hatásfokának becslését konkrét esetekre [5].

### 3. A csatornarendszer-szabályozás hatékonysága

A csatornahálózat-szabályozásnak abban a tényben rejlik a hatékonysága, hogy a hálózatok másként működnek, mint ahogy a tervezés szerint működniük kellene. Mindenesetre a csatornahálózat-szabályozásnak csak akkor van értelme, ha léteznek kihasználatlan kapacitás-tartalékok: a teljes mértékben túl- vagy alulméretezett rendszer érdektelen a csatornahálózat-szabályozás számára. Az előnyöket vagy

- a hálózat jobb üzemi jellemzői (pl. kevesebb tehermentesítés, kevesebb hidraulikai túlterhelés), vagy
- a hagyományos kiépítéssel szembeni költségcsökkentés segítségével lehet kifejezni, amennyiben a szükséges üzemi jellemzők meghatározásra kerültek.

A csatornahálózat-szabályozás lehetséges hatásfokát többéves vizsgálatok és esettanulmányok elemzésével lehet leírni, számos tömör ökölszabály alapján. Már létező rendszerek rendelkezésre álló tapasztalatai alapján azt a végkövetkeztetést lehet levonni, hogy szabályozatlan csatornahálózatokban a létező tárolótér átlagosan kb. egynegyede kihasználatlan [19].

1. sz. ökölszabály: A csatornahálózat-szabályozással a már meglévő tárolótérfogat kb. egynegyede utólag aktíválható.

Ezen érték azonban rendszerrel rendszerre erősen változik. A nagyobb fajlagos tárolótérfogattal rendelkező rendszerek (pl. hosszú szállítási idők) több hasznot eredményeznek a csatornahálózat-szabályozásból, mint a kisebb fajlagos térfogattal rendelkező rendszerek. Az 1. sz. szabályból ezzel az adódik, hogy a tehermentesítési gyakoriság erősen, és a tehermentesítési időtartam kb. a felére csökken.

2. sz. ökölszabály: A csatornahálózat-szabályozással a tehermentesítési gyakoriság és a tehermentesítési időtartam jelentősen csökken.

Ezzel szemben az éves tehermentesítési térfogat kevésbé erősen csökken, mivel ezt elsősorban néhány kisebb erős csapadékesemény határozza meg.

3. sz. ökölszabály: A csatornahálózat-szabályozással az éves tehermentesítési térfogat kevésbé jelentősen csökken.

Különösen a kevert szennyvíz-tisztítás esetén érdemes nem kizárólag az összköltséget, hanem a tipikus hagyományos intézkedések határköltségeit is figyelembe venni. Ha az „utolsó m<sup>3</sup>” medencetérfogatot csak évente néhány alkalommal használják, ebben az esetben könnyen a tárolt kevert szennyvíz m<sup>3</sup>-e 5 DEM-ba vagy többre is kerülhet. Ezen magas határköltségek csökkentésére a legnagyobb hatásfok titka abban rejlik, hogy a medence kihasználtsági gyakoriságát növeljük. Ezt azonban nem lehet holmi kiokoskodott hidraulikai szerkezet segítségével befolyásolni, hanem kizárólag a tárolótér garantáltan teljes megtöltésével, mielőtt az *első* tehermentesítésre sor kerül, valamint a célszerű ürítéssel, ahol garantálható, hogy közben *nem* kerül sor tehermentesítésre.

A szabályozórendszer fajlagos költségei általában ott alacsonyak, ahol nincs szükség átépítésre (pl. kézi toló-zár elektromos tolózárra való cseréjekor). Kimondottan alacsonyak az ilyen járulékos költségek ott, ahol a szabályozó-berendezések is rendelkezésre állnak. Nem alaptalanul található az elképzelések sorában nagyon modern automatikus kapcsoló-szabályozórendszer Hollandiában. Mivel ott általában minden szennyvízmenyiséget szivattyúzni kell, és manapság ezen szivattyúkat alapvetően központi irányítással látják el, a problémát ezek után ott kell eldönteni, hogy milyen módon – vagyis, hol és mennyit – kell szivattyúzni. A kapcsolat-szabályozás költségei ezért pusztán a központi irányítás, az állandó adattovábbítási kapcsolatok (“állandó vezeték”), valamint az irányítóstratégia fejlesztése számára jelentkeznek.

A költség/haszon-elemzés tekintetében a csatornahálózat-szabályozás különböző fixköltségei (vö. 4. fejezet) ahhoz a végkövetkeztetéshez vezetnek, hogy ez a technológia a kisebb vízvezető rendszerek számára gyakran nem költséghatékony.

4. sz. ökölszabály: A csatornahálózat-szabályozás ritkán költséghatékony a kevesebb, mint kb. 5.000 lakosegyenértéket kiszolgáló rendszerek számára.

## 4. A csatornahálózat-szabályozás költségei és haszna néhány példán keresztül

### 4.1 Általános szempontok

A települési vízgazdálkodásban a többi különleges használatos intézkedéshez hasonlóan, a csatornahálózat-szabályozás fajlagos költségeit is csak nehezen lehet általánosítani. Weyand [23] megpróbálta a szabályozáshoz szükséges hardver költségeit megbecsülni. Végeredményképpen kb. 50.000 DEM értéket kapott külső állomásonként (mérés- és szabályozástechnika, beállító elem, adatátviteli technika, átépítések), és 50.000 DEM-nyi értéket a központi állomás számára. Egyéb kutatások kb. 50.000 és 100.000 DEM körüli értékhez vezettek. Ezek a számok a hagyományos, kisebb csapadékvíz-tároló medencékkel rendelkező hagyományos egyesített rendszerekre vonatkoznak, amely számára a felszerelés mondhatni „kapásból” beszerezhető. Nagyvárosokban mindenesetre mértékre szabott megoldásokra van szükség, ami magasabb abszolút költségekhez vezethet.

Az intézkedés költségeinek megadását manapság mindig követi a választható változatok lehetséges ráfordításaival való összehasonlítás. Ezért a csatornahálózat-szabályozás számára is felmerül a kérdés, vajon a rendszer bevezetésének költségei mivel hasonlítandók össze. Alapvetően a csatornahálózat-szabályozás a vízvezető-

2. táblázat: Néhány Németországban megvalósított szabályozórendszer azok üzemeltetési és költségoldali jellemzőinek megadásával

	Az intézkedés célkitűzése	Beruházási költségek megtakarítása	Elért hatékonyság	Üzemi tapasztalatok
Bremen-Mitte [8, 12]	Kevert szennyvíz-tisztítás csatornatároló-tér-aktiválás segítségével	kb. 10.000.000,- DEM	Az előre megadott éves tehermentesítési érték biztos és gazdaságos betartása	Az alkalmazott MSR-módszer robusztus, nem igényel sok karbantartást és jól bevált a csapógáták esetében. A távirányítás biztonságos üzemeltetést biztosít. Szükséges az üzemeltető időben történő bevonása a tervezésbe. A berendezések jó megközelíthetősége fontos a karbantartó személyzettel való elfogadtatás miatt. A duzzasztási üzem következtében fellépő lerakódásokat nem észlelték.
Ense-Bremen [23, 24]	Kapcsolt szabályozás általi optimalizált tároló-tér-kihasználás és leeresztési minimalizálás	700.000,- DEM	Ürités csak akkor, ha minden tároló teljesen megtelt; a leeresztési vízhozam csökkentése	A rendszer állapotának központi ábrázolása a zavarok felismerését segíti. Az üzemeltető személyzet beavatása a szabályozási stratégiába szükséges.
Herrenberg [7, 10]	A tárolótérek üritésének optimalizálása kézi kapcsolt szabályozás által	11.500.000,- DEM	A szabályozott leürítés pozitívan hat a szennyvíztisztító telepek üzemére.; vannak még szabad kapacitások	A rendszer állapotának központi ábrázolása a zavarok gyors felismerését segíti
Worbis [25]	Tároló-tér-aktiválás automatizált lépcsős szabályozás által	3.000.000,- DEM	Ürités csak akkor, ha minden tároló teljesen megtelt	Néhány műtárgy konstrukciós kialakítása hátrányos; a rendszer állapotának központi ábrázolása pozitív
Obere Iller [11, 14]	Üritési minimalizálás kapcsolt szabályozás által; csapadékvíz-tároló térfogat megtakarítása	10.800.000,- DEM	Nincs adat; a rendszer még csak a próbaüzemi fázisban van	Nincs adat; a rendszer még csak a próbaüzemi fázisban van
Roetgen [20]	A szükséges tárolótérfogat minimalizálása megengedhető leeresztési fok megadása mellett heurisztikus és/vagy automatikus módszer segítségével	2.500.000,- DEM	Nincs adat; a rendszer még csak egy éve üzemel	A rendszert üzemeltető személyzet alapvetően pozitív fogadtatása. Részletes adatok a még csak egy éves üzem miatt még nem állnak rendelkezésre.
Nettetal [21]	Üritési minimalizálás kapcsolt szabályozás által	Hatékonyságnövelés	A tárolótérek nagyobb mértékű használata; a leeresztési vízhozamok jelentős csökkentése	A rendszer állapotának központi bemutatása a vízvezetési eseményre való érzékenység növelését és az egész rendszer ismeretét kívánja meg

si üzem hagyományos módjának egy lehetőségét mutatja be. Ennek következtében itt kevésbé jelentkeznek költségek az építési beruházások számára, sokkal inkább az üzemi körülmények által állított követelmények ráfordításai állnak előtérben. Itt azonban azon korlát nehézsége is fennáll, hogy a vízelvezető rendszernek mely elemei szükségesek a hagyományos üzem számára, és melyek azok, amelyek kizárólag a csatornahálózat-szabályozás számlájára írandók. Ezzel a csatornahálózat-szabályozás költségeinek becslése részben szubjektív becsléseken alapszik, és megnehezíti az objektív költség összehasonlítást. A következőkben mégis meg kell próbálni az ismert alkalmazási esetekre a költségek és haszn megadását. Két esetre bemutatjuk milyen módon és formában lehetséges a csatornahálózat-szabályozás költségeinek és hasznának megítélése.

E cikk keretében nem lehetséges a különböző alkalmazási lehetőségek átfogó leírása. Ezek tekintetében utalunk a további irodalomra. A **2. táblázat** ezért pusztán a szerzők által ismert adatokat foglalja össze az intézkedés célkitűzése, a költségek (lehetséges beruházási költség-megtakarítás vagy elméleti megtakarítási hányad), az intézkedés elért hatékonysága, valamint az üzemi tapasztalatok tekintetében. Ezért nem törekszik a teljességre.

## 4.2 A brémai vízelvezető rendszer

### 4.2.1 A csatornahálózat-szabályozás céljai

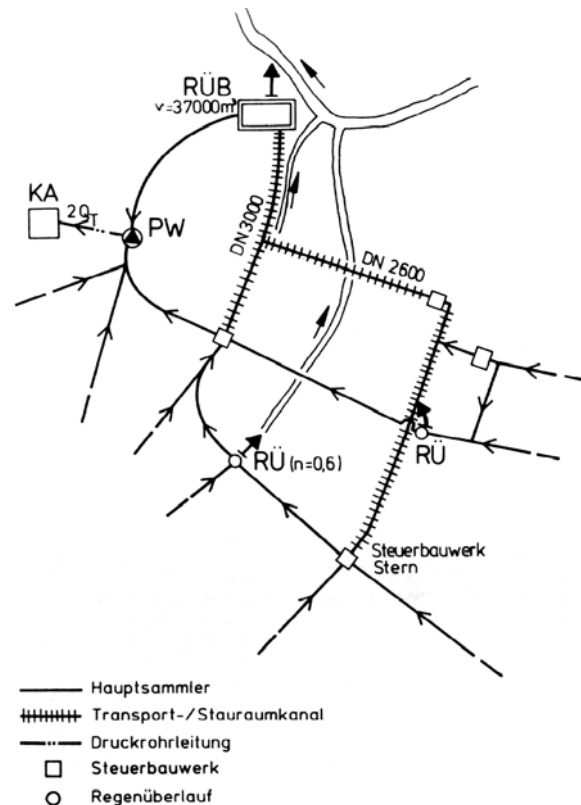
Az egyesített vízelvezető rendszer felújításával kapcsolatban a 90-es évek elején Brémában a következőkben ismertett peremfeltételek alapján megvalósult a csatornahálózat-szabályozás rendszere. A csekély felszíni lejtés következtében Brémában nagyok a csatorna-keresztmetszetek, csatornatérfogatok és számos szivattyómű létezik, amelyek a szennyvíz szállítását végzik (energia). Ugyanakkor többéves tapasztalat áll rendelkezésünkre a távirányítással rendelkező üzemrendszerekről (távrendszerekről). A rendszer tervezésénél a következő átfogó célokat követtük:

- nagy csatornatérfogatok alkalmazása a kevert szennyvíz kezelésére (élővíz-védelem),
- a hidraulikai teljesítmény növelése az „erős csapadék” terhelési módra (vízelvezetési komfort),
- a szennyvíztisztító telepre érkező vízhozam egyenletessé tétele (folyamatstabilizáció),
- az energiaköltségek csökkentése a csúcsterhelések és a szennyvíz többszöri szivattyúzásának elkerülésével (gazdaságosság).

### 4.2.2 A csatornahálózat-szabályozás koncepciója

Az **1. ábrán** a „Bremen-Mitte” (Bréma-közép) vízelvezető rendszerének helyzetét ábrázoltuk az egyesített víz-

elvezető rendszer felújítása után. A meglévő főgyűjtő-vezetékre csatlakozott egy mély fekvésű, szállító- ill. tárolótér-csatornából álló rendszer, és egy nagy csapadék-víz-tároló medence (térfogata: 50.000 m<sup>3</sup>). További szükséges tárolóteret a már meglévő magas fekvésű csatornahálózatban alakítottak ki, amelyben a mélyen fekvő hálózathoz való csatlakozási helyeken úgynevezett szabályozó műtárgyakat csatlakoztattak. Ezáltal további 25.000 m<sup>3</sup> csatornatérfogat kerülhetett aktiválásra.

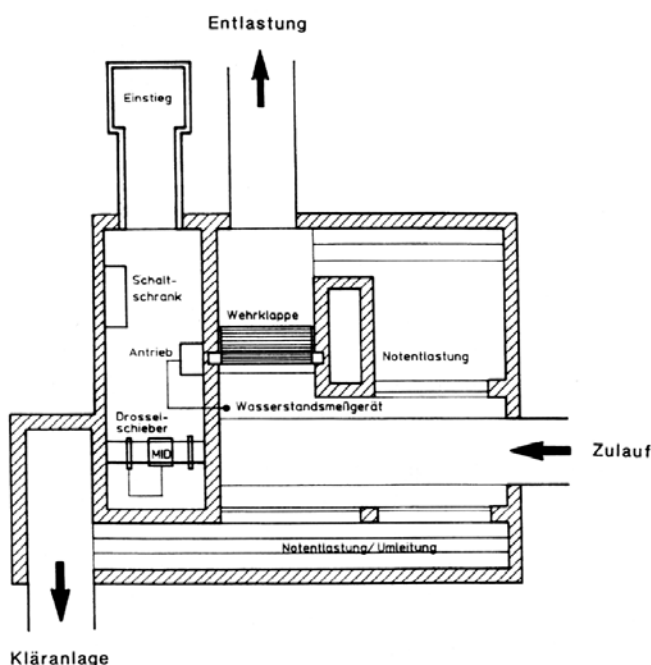


**1. ábra:** A „Bremen-Mitte” (Bréma-közép) részvízgyűjtő vízelvezető rendszerének helyzete az egyesített vízelvezető rendszer felújítása után

(KA = szennyvíztisztító telep, RÜB = csapadékvíz-tároló medence, PW = szivattyúgépház, RÜ (Regenüberlauf) = záporkiömlő, Steuerbauwerk Stern = „Stern” szabályozó műtárgy, Hauptsammler = főgyűjtő, Transport-/Stauraumkanal = szállító-/tárolótér-csatorna, Druckrohrleitung = nyomóvezeték)

A szabályozó műtárgy példaként a „Stern” szabályozó műtárgy működését írjuk le (**2. ábra**). A szárazidei lefolyás, ill. a gyenge csapadék esetén keletkező vízhozam a findorffi szivattyútelepen keresztül beavatkozás nélkül kerül továbbvezetésre a szennyvíztisztító telepre. A szállító- valamint a tárolótér-csatorna ürítését a mozgó gát akadályozza meg. Hevesebb kevert szennyvíz-hozamok esetében csökkentik a szennyvíztisztító telep irányába való lefolyást. Ezáltal működésbe lép a fenti csatornatárolótér. Amennyiben a csatornabeli vízszint túllépi az előre megadott duzzasztási szintet (előírt víz-állás), a csapógát automatikusan leereszkedik, az előírt

vízállás megtartása érdekében. Azért, hogy szélsőséges csapadékesemény esetén rendelkezésre álljon a maximális lefolyási teljesítőképesség, a felügyelőség a gátküszöböt közvetlenül az előírt vízállás elérése előtt teljesen leereszti.



2. ábra: A „Stern” szabályozó műtárgy Bremen-Mitte részvízgyűjtő területén

(Entlastung = leeresztés, Einstieg = belépés, Schaltschrank = kapcsolószekrény, Antrieb = motor, Drosselschieber = fojtószelep, Wehrklappe = csapógát, Notentlastung = vészkiömlő, Wasserstandsmessgerät = vízállásmérő műszer, Zulauf = érkező vízhozam, Notentlastung/Umleitung = vészkiömlő/elkerülő, Kläranlage = szennyvíztisztító telep)

### 4.2.3 Költségelemzés

A „Stern” szabályozó műtárgy alternatívájaként és ezzel a csatornatérfogot mozgatható gát általi aktiválásaként fennállt a lehetősége a mély fekvésű rendszer végpontján található csapadékvíz-tároló medence bővítésének és a „Stern” műtárgy pusztán lefolyáscsökkentéssel és szilárd gátküszöbvel rendelkező elválasztó műtárgyként való kiépítésének. Egy költségelemzés segítségével bizonyítható volt a választott megoldás gazdaságossága [13].

Mivel a költségelemzésben a változatok egyenlő hasznából indulunk ki, a választott megoldás bővített hasznát nem értékeltük. Ez a bővített haszon abból áll, hogy a szennyvízáramlás, pl. káros anyagok bevezetésekor célzottan átvezethető a csapadékvíz-tároló medencébe, és heves csapadék esetén idejekorán el lehet kezdeni az átvezetést a mélyen fekvő rendszerbe.

Mindkét változat összehasonlítható haszna 3.400 m<sup>3</sup> járulékos tárolótér fogat készenlétbe helyezésében rejlik. Különösen arra kell figyelmet fordítani, hogy a kevert szennyvizet, amelyet a csapadékvíz-tároló medencébe

vezetnek, a csapadékesemény végeztével újra vissza kell szivattyúzni a magasban fekvő hálózatba. Mérleg számítás kimutatta, hogy ezáltal 33.000,- DEM/a-vel magasabb üzemeltetési költségek keletkeznek.

A költségszámításhoz a következő megjegyzéseket kell fűzni:

- a kiegészítő csapadékvíz-tároló medence térfogatának fajlagos költsége csupán 890 DEM/m<sup>3</sup>-t tesz ki, mivel a már meglévő csapadékvíz-tároló medencét már előkészítették a bővítésre,
- a gát szerkezet költségeit becsülték a „Stern” szabályozó műtárgy össz-beruházási költségeinek százalékos arányában, mivel nem állt rendelkezésre részletes költségszámítás,
- az egyszerűség kedvéért feltételeztük, hogy az új beruházások ugyanilyen módon kerülnek intézésre, és emellett nem tapasztalható a normális inflációs ráta feletti áremelkedés,
- tőkekamatlábként 6,5%-ot tételeztünk fel.

Beruházási költségtényezők	Élettartam év	Éves költségek Megvalósított megoldás Szabályozó műtárgy DEM/a	Éves költségek tároló Változat Csapadékvíz-medence bővítése DEM/a
Tervezés és egyéb („Stern” műtárgy)	50	155.000,-	139.000,-
Építés („Stern” műtárgy)	50	251.000,-	210.000,-
Gépészet („Stern” műtárgy)	15	22.000,-	11.000,-
Elektrotechnika, MSR-technika („Stern” műtárgy)	15	11.000,-	5.000,-
Csapadékvíz-tároló medence bővítése	50		206.000,-
<b>Beruházási költségek összesen</b>		<b>439.000,-</b>	<b>562.000,-</b>

Üzemeltetési költség tényezők	Százalékos érték a beruházásban %	Éves költségek DEM/a Megvalósított megoldás Szabályozó műtárgy	Éves költségek Változat Csapadékvíz-tároló medence bővítése DEM/a
Építés („Stern” műtárgy)	1	37.000,-	30.000,-
Gépészet („Stern” műtárgy)	3,5	7.000,-	4.000,-
Elektrotechnika, MSR-technika („Stern” műtárgy)	2,5	3.000,-	1.000,-
Járulékos üzemeltetési költségek (lásd fent)			33.000,-
<b>Üzemeltetési költségek összesen</b>		<b>47.000,-</b>	<b>68.000,-</b>
<b>Összköltség</b>		<b>486.000,-</b>	<b>630.000,-</b>

3. táblázat: A „szabályozó műtárgy” megvalósult megoldás és a „csapadékvíz-tároló medence” változat éves költségeinek összehasonlítása

Az éves költségek összehasonlításából (3. táblázat) adódik, hogy a választott megoldás gazdaságosabb, mint az alternatív megoldás.

### 4.3 Az Ense-Bremen vízvezető rendszerének esettanulmánya

#### 4.3.1 Az egyesített vízvezetés hagyományos kialakítása

Ense-Bremen kb. 5.500 főt számláló település a Sauerland északi peremén, Arnsberg közelében. A hozzá tartozó szennyvíztisztító telep vízgyűjtőjének kb. 3,5x5 km-es területi kiterjedése van és öt különálló városrészre tagolódik. A vízvezetésre ebből kb. 299 ha-nyi terület csatlakozott. A kevert szennyvíz-lefolyásba beszámító  $A_{red}$  fedett felület kb. 101 ha-nyi.

A kevert szennyvíz tisztítására a csatornahálózaton belül hét telep áll rendelkezésre a keletkező kevert szennyvíz tárolásával. Ezek elsődlegesen az öt különálló városrész részvízgyűjtői csatornahálózatainak végén található (RÜB I-től RÜB V-ig). A szennyvíztisztító telep területén van még két további tárolótér (RÜB VIa és RÜB VIb) is, amelyek elhelyezkedésük alapján kapcsolódó medencékként tekintendők. Kevert szennyvíz érkezése esetén minden csapadékvíz-tároló medencéből származó vízhozam helyileg kerül szabályozásra.

Ebben a vízvezető rendszerben összesen 3.184 m<sup>3</sup>-nyi össz-tárolótérfogat áll rendelkezésre. Ez átlagosan 31,5 m<sup>3</sup>/ha-os fajlagos tárolótérfogatnak felel meg. Mindenesetre ez a térfogat 20 m<sup>3</sup>/ha és 65 m<sup>3</sup>/ha közötti intervallumban igazán egyenlőtlenül oszlik meg az egyes tárolók között. Ezért a település általános vízvezetési tervében benne foglaltatik, hogy a szennyvíztisztító telepen rendelkezésre álló kapcsolódó medencék a többi rész-vízgyűjtő számára is tárolnak. Emiatt ebbe a medencébe több kevert szennyvíz kerül a vízvezető rendszerből, mint amennyit a szennyvíztisztító telep fogadni tudna. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az öt részvízgyűjtő terület medencéi az ürítési szakaszban is a szennyvíztisztító telepen található csapadékvíz-tároló medencén keresztül kerülnek tehermentesítésre. A szabályozott módszernek hagyományos (szabályozatlan) megoldással való összehasonlítása tekintetében első lépésként a már meglévő csökkentett vízmennyiségeket látszólag úgy állították be, hogy a statikus üzem össz-ürítési térfogata minimális legyen. Ezt az „optimalizált statikus rendszert” hasonlítjuk össze a következőkben a szabályozott megoldással.

#### 4.3.2 Csatornahálózat-szabályozási koncepció és vízgazdálkodási hatás

A csatornahálózat-szabályozás hatását itt a medencékből való lefolyás mindenkor előírt értéke célszerű variációjának eredménye.

Ezen intézkedések vízgazdálkodási hatását a rendelkezésre álló tárolótér használatának és a vízvezetési esemény változásán lehet szemléletesen dokumentálni. Egy évre vonatkoztatva az Ense-Bremen-i vízvezető rendszerben kb. 235.000 m<sup>3</sup> kevertvíz keletkezik. Ezen mennyiségből a csatornahálózat optimális statikus

üzem módjában kb. 56.000 m<sup>3</sup>/a mennyiség kerül az élővizekbe a hat záporkiömlőn keresztül (kb. 24%). A csatornahálózat-szabályozás segítségével ez a tehermentesített térfogat kerekén 49.000 m<sup>3</sup>/a-re csökken (kb. 21%). A tehermentesítési események száma ugyanúgy lecsökken, évi 12%-kal, 16-ról 14-re.

A tároló kihasználtsági foka a ténylegesen használt és a rendelkezésre álló tárolótérfogat aránya az összes duzzasztási eseményre és csapadékvíz-tároló medencére vonatkoztatva. A szabályozás által ez a hatásfok ugyan csak 70%-ról 71%-ra emelkedik az össz-vízgyűjtő területre vonatkoztatva. Az egyes csapadékvíz-tároló medencék korábban egymástól részben jelentősen eltérő kihasználtsága ezzel szemben kiegyenlítődt. Ezzel az irányítási stratégia az Ense-Bremen vízvezető rendszer számára kitűzött célhoz (minden tárolótér egyenletes kihasználtsága) közelebb került.

Ez az eredmény azt mutatja, hogy a csatornahálózat-szabályozás alkalmazása által több kevert szennyvizet lehet visszatartani a rendszerben és a biológiai szennyvíztisztításra vezetni. A meglévő rendszer számára ez 32%-kal több, az optimalizált statikus rendszer számára pedig 12%. Ugyanez a műszaki tartalom másképp is megfogalmazható: mivel a szabályozás által a kapacitást jobban kihasználjuk, az optimalizált statikus rendszer hatékonyságát kisebb tárolótérfogattal rendelkező szabályozott rendszerrel is el lehet érni. Ebben az esetben a megtakarítási ráta a meglévő térfogat 20%-a.

#### 4.3.3 Költségelemzés

Az Ense-Bremen vízvezető rendszer esetében a csapadékvíz-tisztítás tekintetében kész rendszerről van szó, amelynél a csatornahálózat-szabályozás alkalmazása által nem volt szükség építési változtatásokra. Ezért ennél a példánál a csatornahálózat-szabályozás lehetséges költség-megtakarításait csak elméletileg lehetne elemezni. Az Ense-Bremen vízvezető rendszerben 1985-ben végezték el a csapadékvíz-tisztítás szükséges intézkedéseit és építették ki a csatornahálózat-szabályozás számára szükséges berendezéseket. Ezért az itt tárgyalt beruházások adatai a nyolcvanas évek közepéről származó gazdasági állapotot tükrözik. Ezen összeg egyes beruházási részösszegekre való felosztását a **4. táblázat** mutatja.

A szabályozás beruházási költségeinek fő része kiesik az adatátvitel beépítésével, valamint a folyamatszabályozási technika (PLS) és a szabályozási stratégia programozásának fejlesztésével bezárólag. Ez tartalmazza az egész vízgyűjtő terület áttekintésének megvalósítását, a legfontosabb folyamat-adatok, valamint a hiba- és figyelmeztető jelzéseket is.

A beruházási költségek összehasonlítása azon a feltételezésen alapul, hogy az önellenőrzési rendeletnek való megfelelés számára a hagyományos kialakításban is be van építve adattovábbítással és központi kiértékeléssel



rendelkező adatfeldolgozó rendszer. Ezen kívül abból indulunk ki, hogy a 4.3.2 fejezet állításaihoz hasonlóan a csatornahálózat-szabályozás változatánál az építési beruházás költsége 20%-kal kevesebb lehet. A 4. táblázatban található számadatokból az következik, hogy a csatornahálózat-szabályozás koncepciója a beruházási költségek tekintetében kedvezőbb, mint a hagyományos változat.

Költségcím	Helyi szabályozás DEM	Kapcsolt szabályozás DEM
Tervezési költségek (= az építési beruházás 12%-a)	405.750,-	324.250,-
Műtárgyak beruházási költsége (640 m <sup>3</sup> tárolóterefogat megtakarítása)	3.246.000,-	3.246.000,- - 652.000,-
A gépészet beruházási költsége	326.000,-	326.000,-
Az elektrotechnika beruházási költsége (+három csapadékmérő műszer és átalakítási munkálatok költségei)	109.000,-	109.000,- - 57.000,-
Egyéb költségek (= az építési beruházás 4%-a)	129.840,-	103.760,-
Az adatátvitel beruházási költsége	96.000,-	96.000,-
A PLS (folyamatszabályozás) hardver beruházási költsége	30.000,-	30.000,-
A PLS (folyamatszabályozás) szoftver beruházási költsége	20.000,-	20.000,-
A szabályozó stratégia beruházási költsége		30.000,-
<b>Beruházási költségek összesen:</b>	<b>4.362.590,-</b>	<b>3.690.010,-</b>

**4. táblázat:** Az Ense-Bremen vízelvezető rendszer kevert szennyvíztisztítása beruházási költségeinek összehasonlítása helyi, ill. kapcsolt szabályozás esetén

A költségek figyelembe vételekor azonban a tőkésített beruházási költségek mellett az üzemi és az egyéb folyamatos költségeket, mint pl. a személyzet költségei, is figyelembe kell venni. Ezeket Ense-Bremen vízelvezető rendszere esetére a következő, **5. táblázatban** foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a vízgyűjtő terület kis mérete miatt a rendszer üzemeltetésének személyi költségei csak részben veendő figyelembe. Egy szennyvíztisztító telepen dolgozó munkásra 100.000 DEM/a, egy MSR-technikusra 130.000 DEM/a jut. Az adatátvitel rendszeres költségeire a hagyományos változat szerint 450,- DEM-t és a csatornahálózat-szabályozás esetén 2.500,- DEM-t becsülnék a szakemberek csapadékvíz-tároló medencénként. A részarányos energiaköltségeket a csapadékvíz-tároló medence esetében 0,02 DEM/m<sup>3</sup>-re, a szennyvíztisztító telepnél 0,04 DEM/m<sup>3</sup>-re teszik. Az üzemeltetési költségeket a beruházási költségek százalékos arányában számították (vö. 4.2.3 fejezet). A költségelemzés eredményeképpen kitűnt, hogy az éves összköltség vonatkozásában mindkét megoldás közel egyenértékűnek tekinthető.

## 5. Összegzés és kitekintés

A csatornahálózat-szabályozás napjainkban kiforrott és hatékony technológia és alapvetően alkalmas arra, hogy

a városi vízelvezetés üzemi céljait gazdaságosan elérjük. Csekklista segítségével lehetővé válik a tervező számára, hogy már a tervezés korai szakaszában megbecsülje a csatornahálózat-szabályozáshatásfokát és hatékonyságát a konkrét esetre. Két esettanulmány segítségével bemutattuk, hogyan lehet összehasonlítani és értékelni a csatornahálózat-szabályozás gazdaságosságát és a hagyományos megoldást. Végső megítélést azonban, hogy a csatornahálózat-szabályozás által elérni kívánt haszon igazolja-e a műszaki, anyagi és szervezési ráfordítást, minden egyes esetben csak egy minden lényeges szempontot figyelembe vevő végső elemzés adhat.

Költségcím	Helyi szabályozás DEM/a	Kapcsolt szabályozás DEM/a
Telepi munkás személyi költségei (az éves költségek 25%-a)	25.000,-	25.000,-
MSR-technikus személyi költségei (az éves költségek 10, ill. 20%-a)	13.000,-	26.000,-
Csapadékvíz-tároló medence energia-költségei (235.000 m <sup>3</sup> /a, 56.000 m <sup>3</sup> /a)	3.580,-	3.580,-
Adat távtovábbítás (választott vezeték, 450 DEM/medence)	2.700,-	
Adat távtovábbítás (állandó vezeték, 2500 DEM/medence)		15.000,-
A szennyvíztisztító telep energia-költségei (235.000 m <sup>3</sup> /a, 56.000 m <sup>3</sup> /a)	7.160,-	7.160,-
Egyéb üzemi költségek összege	51.440,-	76.740,-
Üzemi költségek összege	55.990,-	55.320,-
Tőkésített beruházási költségek	325.657,-	283.203,-
<b>Éves költségek összege</b>	<b>433.087,-</b>	<b>415.203,-</b>

**5. táblázat:** Az Ense-Bremen vízelvezető rendszer egyéb rendszeres költségeinek és összes -éves költségeinek összehasonlítása

A csatornahálózat-szabályozás jövője a szennyezőanyag-hányad hasznosításában rejlik, a szennyvízmenyiség helyett [15]. Itt még mindenestre a szennyezőanyag-koncentrációk mérésekor keletkező mérés technikai hiányosságokat is ki kell küszöbölni. Az első sikerrel kecsegtető kísérletek – pl. [9] szerint – azonban pozitív fejlődést ígérnek. További, ma is felismerhető fejlődési lépések történnek a csatornahálózat-szennyvíztisztító telep kapcsolt szabályozása (pl. a pillanatnyi teljesítőképesség függvényében változtatható érkező vízhozam), és a csatornahálózat, a szennyvíztisztító telep és a befogadó integrált szabályozása (pl. a hálózat és a szennyvíztisztító telep együttes szabályozása, hogy az élővizekben kielégítő oxigénkoncentrációt kapjunk) felé.

Ezen jövőbeni fejlődési irányoknak azonban nem szabad már ma elzárniuk a csatornahálózat-szabályozás gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit. Hatékony hasznot akkor érhetünk el, ha az üzemeltető tisztában van az általa kezelt vízelvezető rendszer műszaki és adminisztratív peremfeltételeivel és azonosul a „csatornahálózat-szabályozás” új üzemével. Ahogy sok más területen is, a csatornahálózat-szabályozás esetében is célszerű kis, át-

tekinthető mértékben és világos, követhető célkitűzésekkel kezdeni és a szabályozási rendszert lépésről lépésre továbbfejlesztani. Így üzemileg hasznosíthatók a bemutatott gazdasági előnyök.

## Irodalomjegyzék

- [1] ATV: Abflusssteuerung in Kanalnetzen, 1. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4. „Abflusssteuerung in Kanalnetzen”, Korrespondenz Abwasser, Bd. 32, Nr. 5, S. 429-436, 1985
- [2] ATV: Planungsmethoden bei der Entwicklung von Steuerungssystemen in Mischwassernetzen, 2. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4. „Abflusssteuerung in Kanalnetzen”, Korrespondenz Abwasser, Bd. 34, Nr. 6, S. 678-682, 1987
- [3] ATV: Sicherheitsaspekte und Haftungsfragen bei gesteuerten Kanalnetzen, 3. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4. „Abflusssteuerung in Kanalnetzen”, Korrespondenz Abwasser, Bd. 36, Nr. 1, S. 77-78, 1989
- [4] ATV: Betriebspläne für gesteuerte Kanalnetze – Anleitung zur Aufstellung und Fortschreibung, 4. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4. „Abflusssteuerung in Kanalnetzen”, Korrespondenz Abwasser, Bd. 39, Nr. 9, S. 1391-1395, 1992
- [5] ATV: Untersuchung zum Steuerungspotential von Kanalnetzen, 5. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4. „Abflusssteuerung in Kanalnetzen”, Korrespondenz Abwasser, Bd. 48, Nr. 1, S. 103-108, 1995
- [6] ATV: Wirtschaftlichkeit der Abflusssteuerung, 6. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.2.4. „Abflusssteuerung in Kanalnetzen”, Korrespondenz Abwasser, Bd. 42, Nr. 8, S. 1373-1381, 1995
- [7] *Baltinger, A., Fahmer, N.*: Einsparung von Regenbecken-Neubauten durch Nutzung vorhandenen Sammlervolumens. Korrespondenz Abwasser, Heft 7, 1986
- [8] *Broll-Bickhardt, J.*: Das Kanalnetz in Bremen – Probleme und Lösungen. Schriftenreihe SUG Stadtentwässerung und Gewässerschutz, Heft 4, 1991
- [9] Emschergerenossenschaft/Lippeverband: Abflusssteuerung unter Verwendung radargemessener Niederschläge. Abschlussbericht zum F&L Projekt-Essen, Essen, 1998
- [10] *Fahmer, H.*: Fernwirkanlage und Fernwirkrechner für das Entwässerungsnetz der Stadt 7021 Herrenberg. Vollmar Anwendungsbericht AWB 102-05.92, 1992
- [11] *Khelli, A., Ashatz, S., Anton H.-J., Eberl, H., Wilderer, R., Schaad, P.*: On-line Vorhersage der Zuflussbelastung eines Entwässerungssystems – Modellierung, Kalibrierung, Verifizierung. Korrespondenz Abwasser, Heft 8/1998. S. 1471-1482
- [12] *Khelli, A., Broll-Bickhardt, J., Albrecht, M.*: Steuerung eines Entwässerungskanals mit Hilfe eines regelbasierten Systems. Korrespondenz Abwasser, Heft 5/1994, S. 744-748
- [13] *Man, G.*: Wirtschaftlichkeit der Abflusssteuerung, Wasser Abwasser Praxis, Heft 2/1995, S. 30-34
- [14] *Schaad, P.*: Praktische Erfahrungen mit der Regenabflusssteuerung an der Oberen, Schriftenreihe Gewässerschutz – Wasser – Abwasser (ISBN 3-936590-34-1), Band 163, S. 6/1-6/9, Aachen, 1998
- [15] *Scheer, M.*: Kanalnetzmanagement mit schmutzfrachtbezogener Abflusssteuerung, wwt Wasserwirtschaft Wassertechnik, Heft 1/1999, S. 29-33
- [16] *Schilling, W.*: Berechnung optimaler Steuerungsstrategien für ein Stadtentwässerungssystem, gwf-wasser-abwasser, Bd. 128, H. 6, S. 331-340, 1987
- [17] *Schilling, W.*: Operationelle Siedlungsentwässerung, R. Oldenbourg Variag GmbH, München, ISBN 3-484-26177-0, 1990
- [18] *Schilling, W.*: Leitfaden Abflusssteuerung – Planung, Entwurf und Betrieb. ATV Dokumentation und Schriftenreihe aus Wissenschaft und Praxis, Nr. 28, GFA, St. Augustin, ISBN 3-927729-14-0, 1991
- [19] *Schilling, W. (Hrsg.)*: Praktische Aspekte der Abflusssteuerung in Kanalnetzen, 188 S., R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, ISBN 3-486-26208-4, 1996
- [20] *Siewert, H., Gethke, H.-G.*: Kanalnetzbewirtschaftung – auch im ländlichen Raum eine wirtschaftliche Alternative. Korrespondenz Abwasser, Heft 6/1996, S. 1023-1031
- [21] *Verworn, W.*: Entwicklung und Realisierung einer Verbundsteuerung am Beispiel eines Verbandsnetzes. Vortrag auf dem ATV-Seminar „Abflusssteuerung in Kanalisationen – Eine kostensparende Technologie” am 09. 11. 1999 in Essen
- [22] *Wagner, H., Kampfmann, W.*: Kanalnetzbewirtschaftung für optimierte Nutzung von Mischwasserkanalisationen. Abwasserberatung NRW, abwasser Report, Heft 2/1999, S. 3-5
- [23] *Weyand, M.*: Kanalnetzbewirtschaftung – Ein Mittel zur Optimierung der Abwasserentsorgung. Schriftenreihe Gewässerschutz – Wasser – Abwasser, Band 132, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik, RWTH Aachen, 1992
- [24] *Weyand, M.*: Kostenreduzierung durch Kanalnetzbewirtschaftung? Korrespondenz Abwasser, Heft 4/1999, S. 478-491
- [25] *Weyand, M.*: Betriebserfahrungen an realisierten Systemen, Vortrag auf dem ATV-Seminar „Abflusssteuerung in Kanalisationen – Eine kostensparende Technologie” am 09. 11. 1999 in Essen





## „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

## **MÉLYÉPTERV KOMPLEX MÉRNÖKI Rt.**

**1012. Budapest, Várfok u. 14.**

**Tel.: 214-0380\*, 355-4176, 355-5299, 355-5683, Fax: 375-4616**

**E-mail: [melyepterv@mail.matav.hu](mailto:melyepterv@mail.matav.hu)**

A MÉLYÉPTERV Komplex Mérnöki Rt. az 1948-ban alapított Mélyépítési Tervező Vállalat (MÉLYÉPTERV) II. Komplex Irodából 1992-ben alakult Mélyépterv Komplex Mérnöki Kft. 1995. februári átalakulásával létrejött - 100%-ban magántulajdonú - részvénytársaság.

A tulajdonosok kizárólag a cég alkalmazottai. A cég tulajdonát képezi a több mint 700 m<sup>2</sup> alapterületű kétszintes tetőtéri iroda. Az állandó alkalmazottak száma 70 fő.

A társaság elsősorban a mélyépítési ágazat területén végez komplex tervezést a víziközművek hálózati rendszereinek, s azon belül pontszerű, telepszerű létesítmények megvalósításában, illetve a meglévők bővítésében, átalakításában és rekonstrukciójában.

#### ***Tevékenységi területek, szakágazatok címszavakban:***

- ☞ **Vízellátás, vízgazdálkodás,**
- ☞ **Csatornázás, vízvezetés,**
- ☞ **Vízisztítás, szennyvíztisztítás,**
- ☞ **Vízszállítás-technológia, speciális szivattyútelepek,**
- ☞ **Mélyépítés, magasépítés, szerkezetépítés,**
- ☞ **Különleges mérnöki műtárgyak,**
- ☞ **Villamosenergia-ellátás, műszer-, automatika,**
- ☞ **Épületgépészet, gázellátás,**
- ☞ **Környezetvédelem.**

A társaság évről évre fejlődik, melyet kifejez az árbevétel és a vagyon növekedése, valamint a tervezési módszerek korszerűsítése terén elért eredmények. Tevékenysége elsősorban hazai nagyobb beruházásokhoz kötődik, és sok esetben dolgozik külföldi cégekkel.

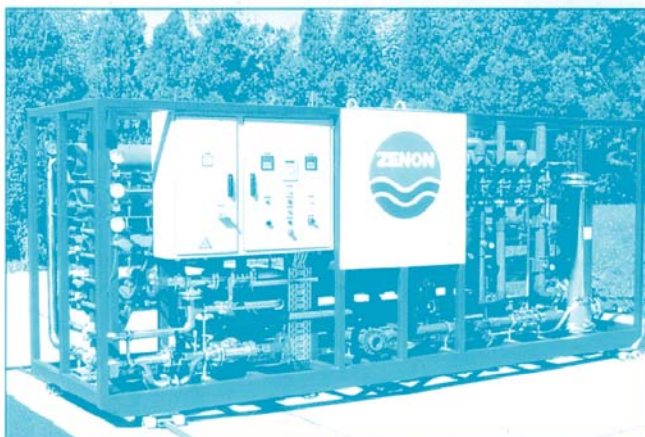


Water for the World

## ZENON SYSTEMS KFT.

5 ÉVE a MAGYAR és KÖZÉP- és KELET-EURÓPAI PIAC SZOLGÁLATÁBAN

### Membrán szeparációs víz- és szennyvízkezelési technológiák, berendezések



30 m<sup>3</sup>/h teljesítményű kazántápvíz előkészítő rendszer

#### Vízelőkészítés, vízkezelés:

- Fordított ozmózis (RO) kazán póttápvíz, technológiai vízelőkészítés, nagytisztaságú vizek előállítása erőművi rendszerekhez
- Ultraszűrés gyógyszeripari, élelmiszeripari vízelőkészítéshez
- Mikroszűrés ivóvízkezeléshez
- Mobil ivóvíztisztító berendezések katonai és katasztrófa elhárítási célokra

#### Szennyvízkezelés:

- Mikroszűrő alapú kombinált membrán bioreaktoros (MBR) eljárások – ZenoGem®, ZeeWeed®
- Nagyterhelésű ipari szennyvizek tisztítása (vegyipar, gyógyszeripar, élelmiszeripar, gépgyártás)
- Ipari és kommunális szennyvízkezelés
- Mobil, kompakt vagy telepített beton műtárgyas kivitel



1000 m<sup>3</sup>/nap teljesítményű ZenoGem® kommunális szennyvíztisztító

Néhány referenciánk: MOL Rt.; MVM Rt.; Magyar Honvédség; GE Lighting Tungstram; Vértesi Erőmű Rt.; Orosházi Öblösüveggyár; Hungard Rt.; Lagisza Erőmű Rt. Lengyelország; Kassai és Michalovcei Tejgyár Szlovákia; EXXON Chemicals; Volkswagen; VIS és Archimica Gyógyszergyárak, Olaszország

## ZENON SYSTEMS KFT.

A Zenon Environmental Inc. Canada Közép-Európai Központja

2800 Tatabánya, Fatelepi út 3-4.

2803 Tatabánya, Pf. 353

Tel: +36-34/316-197 Fax: +36-34/316-198

e-mail: zenosys@mail.mata.vu http://www.zenonenv.com

