

FENNTARTHATÓ SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS KÖZÉP- ÉS KELET-EURÓPÁBAN – a kis és közepes méretű települések igényei szerint

Szerkesztette: Igor Bodík és Peter Ridderstolpe

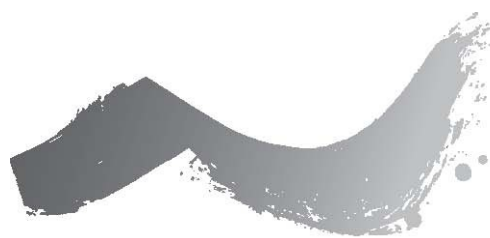


Global Water
Partnership
Central and Eastern Europe

FENNTARTHATÓ SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS KÖZÉP- ÉS KELET-EURÓPÁBAN – a kis és közepes méretű települések igényei szerint

Szerkesztette:

Igor Bodík és Peter Ridderstolpe



**Global Water
Partnership**
Central and Eastern Europe

Kiadta:

Első kiadás – 2007.

Borítóterv és fénykép:

Nyomtatás:

Magyar fordítás:

© Global Water Partnership Central and Eastern Europe, 2007.

Bogdan Macarol (Szlovénia)

UVTIP Nitra (Szlovákia)

Mészáros Csaba, Dr. Zotter Katalin, Jani Ildikó Elvira és Fehér János
(VITUKI CONSULT Zrt., Budapest – a GWP konzultáns partnere)

ISBN 978-80-969745-4-2

Tartalom

Köszönetnyilvánítás	i
Szerzők	ii
Előszó	1
1. fejezet –A fenntartható szennyvízgyógyítás időszereje.....	3
2. fejezet – A vízellátás és a szennyvízgyógyítás jelenlegi helyzete a GWP kelet- és közép-európai országaiban.....	7
3. fejezet – Mi a fenntartható szennyvízgyógyítás? Hogyan kell tervezni?.....	19
4. fejezet – Fenntartható szennyvízgyógyítási rendszerek. Esettanulmányok	45
Épített víznyelvényes rendszer, Sveti Tomaž, Szlovénia	46
Nyárfaultvényes öntözés szennyvízzel - egy fenntartható megoldás a szennyvíztisztító rendszer nélküli kistelepülések számára Magyarországon.....	50
Száras, vizelet-eltávolító rendszerű toalettek az ukrán falusi iskolákban.....	56
Fenntartható szennyvízgyógyítás és szennyvízelhelyezés Svédországban. Áttekintő tanulmány	61
Ökológiai szennyvízgyógyítás Németországban - Forrásnál történő szétválasztáson alapuló rendszerek	67
5. fejezet - A fenntartható szennyvízgyógyítás jogi szabályozása az Európai Unióban	72
6. fejezet – Következtetések és Javaslatok.....	79
Hivatkozások	84

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetünket kifejezni Milan Matuška úrnak, a Víz Világ Partnerség (GWP) nemzetközi szervezet Közép- és Kelet-Európai Régió regionális koordinátorának, aki Björn Guterstam úrral együtt a könyv kiadását kezdeményezte, és annak elkészítése során jelentős támogatást és segítséget nyújtott nemcsak szervezési kérdésekben, hanem szakmai közreműködése révén is, ezáltal is emelve a tanulmány színvonalát.

A GWP szervezetéhez kötődő számos kötelezettsége és feladata ellenére Björn Guterstam mindig tudott időt szentelni a könyv elkészítése során felmerülő problémákra. Főleg az ő érdeme, hogy sikerült úrrá lenni a pénzügyi válsághelyzeteken, és a határidők mindig sikeres befejezéssel párosultak. Nagyon köszönjük, Björn !

A 2. és 5. fejezet elkészítésébe a GWP közép- és kelet-európai országok számos szakértőjét bevontunk. Mindegyiküknek külön köszönet a kérdőívek kitöltéséhez szükséges háttér adatok és információk összegyűjtésében nyújtott hatékony, nagyon fontos és türelmes munkáért. Kiemelt köszönet illeti Galia Bardarska-t (Bulgária), Karel Plotěný-t (Cseh Köztársaság), Maris Ozolins-t (Lettország), Rasa Sceponaviciute-t (Litvánia), Helve Laos-t (Észtország), Száraz Ildikót (Magyarország), Pawel Blaszczyk-ot (Lengyelország), Constantinoiu Catalin-t és Sevastita Vraciu-t (Románia), Elena Rajczykova-t és Peter Belica-t (Szlovákia).

A svéd csapatból köszönet illeti Erik Kärman-t, az Ecoloop and Urban Water kutatási program munkatársát a 3. fejezet kialakításában nyújtott tanácsaiért, továbbá Gunnar Noren-t, a Coalition Clean Baltic munkatársát, aki sokéves szakmai tapasztalaton alapuló értékes ötletei révén segítette az ökológiai szennyvízgyártás ügyét a keleti Balti országokban.

Nagyra értékeljük Richard Müller-nek, a GWP Közép- és Kelet-Európai Régió (Pozsony) titkársága munkatársának a tanulmány elkészítése során nyújtott segítségét.

Hálásan köszönjük James Lenahan-nak, a kézirat angol nyelvű szövegének nyelvi stilizálását és lektorálását.

Szerzők

Szerkesztők és szerzők



Dr. Igor Bodík a környezeti kémia és technológia területén szerzett oklevelet, jelenleg a pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem docense Pozsonyban. Elsődleges munkaterülete a tápanyag-eltávolítást célzó biológiai szennyvízkezelés minden formája, mely területet Aachenben, az RWTH-nál tanulmányozta 1990-1991 között. Igor nevéhez fűződik a Szlovák Köztársaságban az elmúlt években megépült nagyméretű szennyvíztisztító telepek technológiai tervezése (Trnava, Martin-Vrútky, Myjava, PCA Peugeot Trnava stb.), ezen kívül szerzője számos, nemzetközi szaklapokban és konferencia kiadványban megjelenő tudományos publikációnak is. Projektvezetőként vett részt a kisméretű anaerob-aerob szennyvíztisztító telepekkel kapcsolatos kutatásokban és alkalmazásokban (közel 1000 ilyen rendszer valósult meg az EU országaiban). Igor a szlovák Szennyvízkezelési Szakértők Egyesületének egyik alapítója és jelenleg bizottsági tagja.

Elérhetőség:

Kémiai és Környezetmérnöki Intézet,
Kémiai és Élelmiszer Technológiai Kar, SUT Pozsony
E-mail: igor.bodik@stuba.sk Weboldal: www.uchei.sk



Peter Ridderstolpe a bio-geológiai tudományok és az alkalmazott ökológia területén szerzett oklevelet. A WRS Uppsala AB konzultációs vállalat alapítója, ahol jelenleg is szennyvíz-rendszerek és csapadékvíz-elvezető rendszerek tervezésén és kivitelezésén dolgozik. Peter úttörő munkát végzett a vizelet-eltávolító toaettek, kompakt biológiai szűrők, a külső szennyvíztisztítási rendszerek fejlesztésében és a fenntartható szennyvízgazdálkodás tervezési eljárásainak kidolgozásában. Számos, elismerten magas színvonalú, nagyméretű vízínóvényes szennyvízkezelő rendszert hozott létre, amiért 2005-ben megkapta a Svéd Vízügyi Akadémia tervezői díját. Több évet dolgozott a fenntartható szennyvízgazdálkodás nemzetközi elfogadottságának előmozdításán. 1991-ben megszervezte az első Ökológiai Mérnöki Tudományok Nemzetközi Konferenciáját Stensund-ban. Ez indított el egy hosszú és szoros együttműködést a Tiszta Baltikum Koalícióval és sok más korábbi szovjet tagállammal a keleti Balti régióban. Peter közreműködött a Svéd Nemzetközi Fejlesztési Ügynökség (SIDA) új víz- és szennyvíz-gazdálkodási stratégiájának kialakításában, ezen kívül tagja az EcoSanRes Kutató és Fejlesztő Program szakértői csapatának, amelyet a SIDA finanszíroz. Az EcoSanRes Programon belül Kínában és Dél-Afrikában megvalósított száraz vizelet-eltávolító rendszer és helyi szürkevíz tisztító mintaprojekten dolgozott. Peter számos népszerűsítő cikke és tudományos publikációja jelent meg a fenntartható szennyvízgazdálkodás témában.

Elérhetőség: WRS Uppsala AB, Uppsala, Svédország.

E-mail: peter.ridderstolpe@wrs.se Weboldal: www.wrs.se

Társszerzők



Marika Palmér Rivera, a svédországi WRS Uppsala AB konzultációs vállalat okleveles környezetmérnöke, ahol kisméretű fenntartható szennyvízkezelő rendszerekkel foglalkozik. Marika részt vett az ilyen rendszereket népszerűsítő első svéd weboldal fejlesztésében, továbbá a Fenntartható Városi Vízgazdálkodás svéd kutató program weboldalának szerkesztője volt. Szennyvízkezelő telepek, úgy mint homokszűrős és elválasztó rendszerek tervezésével, kivitelezésével és építésével is foglalkozik.

Elérhetőség:

WRS Uppsala AB, Uppsala, Svédország.

E-mail: marika@wrs.se

Weboldal: www.wrs.se



Bogdan Macarol környezetvédelemmel foglalkozó kutató. A Ljubljana-i Egyetemen tanult biológiát, ökológia szakirányon. 1995 óta a Limnos csoport tagja, ahol a vízgazdálkodással, környezetvédelemmel, fenntartható fejlődéssel, ökoremediációval, környezeti hatástanulmányokkal és természetvédelemmel kapcsolatos projekteket vezet. Tapasztalata van a készségfejlesztésben és a fényképezésben.

Elérhetőség: Limnos, Alkalmazott Ökológia Vállalat, Ljubljana, Szlovénia

E-mail: bogdan@limnos.si

Weboldal: www.limnos.si



Dr. Jonas Christensen széleskörű ismeretekkel rendelkezik a környezeti és közigazgatási jog területén. Környezeti jogból doktori fokozata van (Uppsalai Egyetem, 1998). Gyakorlatra a helyi környezeti felügyelőbizottságok révén, illetve a Nemzetközi Élelmiszer Ügynökségnél tett szert. Sokáig tevékenykedett az Uppsalai Egyetem jogi fakultásának tanáraként. Dr. Christensen jelenleg környezeti jogi tanácsadóként és oktatóként dolgozik az Ekolagen Miljöjuridik AB-nál. Ügyfelei közt vannak helyi felügyelőbizottságok, civil szervezetek, köztisztviselők, környezeti jog, a környezeti felügyelethez kapcsolódó közjog és egyéb jog területén tevékenykedő politikusok és döntéshozók.

Elérhetőség: Ekolagen Miljöjuridik AB, Uppsala, Svédország

E-mail: juristen@ekolagen.se

Weboldal: www.ekolagen.se



Prof. Dr. Ralf Otterpohl egyetemi tanár. Építőmérnök, 1998 óta a németországi Hamburgi Műszaki Egyetem (TUHH) Szennyvízgazdálkodási és Vízvédelmi Intézetének vezetője. Építőmérnöki doktori címét az Aachen-i RWTH-nél szerezte szennyvíztisztító telepek működésének számítógépes szimulációja témakörben. Ralf Otterpohl az Otterwasser GmbH konzultáns cég tulajdonostársa, amely nagyméretű szennyvízkezelő telepek folyamat-szimulációjára és innovatív decentralizált szennyvízkezelő eljárásokra specializálódott. Az IWA (Nemzetközi Víz Szövetség) „készlet-orientált szennyvízgazdálkodás” szakmai csoportjának elnöke.

Elérhetőség:

IWMWP Hamburgi Műszaki Egyetem, Hamburg, Németország

E-mail: ro@tuhh.de

Weboldal: www.tuhh.de



Marczisák Viktória a Pollák Mihály Műszaki Főiskolán végzett víz-és szennyvíz-gazdálkodási szakon. Később az IHE-ben (Delft, Hollandia) szerzett környezetmérnöki másoddiplomát. Az oklevél megszerzése után elsőként az Észak-magyarországi Regionális Vízműnél dolgozott 8 évig, majd a VITUKI CONSULT Zrt-hez csatlakozott. Jelenleg a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium alkalmazottjaként van szülősi szabadságon. Több mint 15 éves kutatási és konzultánsi tapasztalata van vízszennyezéssel, szennyvíz újrafelhasználással és épített vízínövényes rendszerekkel kapcsolatosan. Kulcsszakértőként vett részt több nemzetközi és magyar vízminőségi, szennyvízes és vízínövényes rendszer-helyreállítási projektben.

Elérhetőség:

VITUKI CONSULT Zrt., Budapest, Magyarország

E-mail: [vitukiconsult@vituki-consult.hu](mailto:vitikiconsult@vituki-consult.hu)

Weboldal: www.vituki-consult.hu



Anna Tsvietkova az ukrán környezetvédelmi civil szervezet, a „MAMA-86” „Víz és Szennyvízgazdálkodás” Programjának és a WSSCC nemzeti koordinátora Ukrajnában, a GWP Ukrajna főmunkatársa. 1984 és 1993 között a NASU Hidrobiológiai Intézetében a víz- és üledékszennyezés és azok toxicitásának tanulmányozásával foglalkozott. 1997 óta a „MAMA-86” elnevezésű civil szervezetnek dolgozik. Kampány koordinátorként részt vett a Víz és Szennyvízgazdálkodás, az ökológiai szennyvíz-gazdálkodási szemlélet és a száraz toalett Ukrajnában való elterjesztését célzó 5 projekt és 17 mintaprojekt előkészítésében és kivitelezésében. Számos nemzetközi folyóiratban és konferencia kiadványban megjelent publikáció szerzője.

Elérhetőség: „MAMA-86”, Kyiv, Ukrajna

E-mail: atsvet@mama-86.org.ua Weboldal: www.mama-86.org.ua



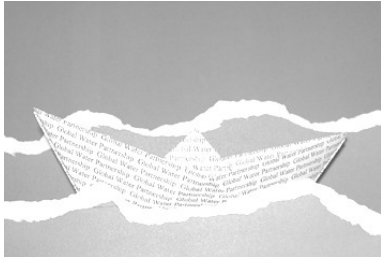
Prof. Dr. Danijel Vrhovšek, okl. biológus, a Limnos cég tulajdonosa és vezetője, több mint 30 éves tapasztalattal rendelkezik a vízi ökológia, a környezet- és természetvédelem területén. 1976 óta a vízi környezet területén több mint 100 különböző projekt kivitelezésében működött közre és több mint 40 tudományos cikke született. Több mint 60, épített vízínövényes rendszer létrehozását célzó projekt és több mint 25 hulladéklerakó természet-közeli helyreállításának tervezésében vett részt. Szlovéniában két, Horvátországban egy szennyvíztisztítással kapcsolatos szabadalmat jegyzett be és elnyerte a Sprint pályadíjat 1995-ben. Tagja a japán Nemzetközi Tavak Környezeti Bizottságának, a dán Ökológiai Modellezés Nemzetközi Szövetségének, ezen kívül a genfi Természetvédelmi Világszövetségnek (IUCN), továbbá konzultánsa az amerikai Vízínövényes Információs Szolgáltató Rendszernek és a Világbanknak.

Elérhetőség:

Limnos, Alkalmazott Ökológia Vállalata, Ljubljana, Szlovénia

E-mail: dani@limnos.si

Weboldal: www.limnos.si



Előszó

Roberto Lenton



A Fenntartható Fejlődés jegyében megrendezett 2002. évi Világtalálkozón az ENSZ felkérte a tagországokat, hogy 2005-ig készítsenek Integrált Vízkészlet-gazdálkodási (IWRM) és Vízhatékonysági Tervet. Ekkor a Víz Világ Partnerség (GWP) szervezete felajánlotta támogatását azon országok részére, amelyek eleget kívánnak tenni a felkérésnek. Azzal, hogy a 2008. évet a szennyvízgazdálkodás nemzetközi évének nyilvánították ki, a GWP-nek kiváló lehetősége adódik, hogy támogassa a nemzeti erőfeszítéseket a Világtalálkozó által megfogalmazott másik cél elérésében is, azaz, hogy 2015-ig a felére kell csökkenteni a népesség azon részét, amelynek nincs hozzáférése az alapvető vízellátáshoz és szennyvízelhelyezéshez.

A magam részéről őszinte megtiszteltetésnek veszem a felkérést a GWP Közép- és Kelet-európai Régió gondozásában megjelenő, „FENNTARTHATÓ SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS KÖZÉP- ÉS KELET-EURÓPÁBAN – a kis és közepes méretű települések igényei szerint” című új kiadvány előszavának megírására. A kiadvány rávilágít arra, hogy a szennyvízgazdálkodás az emberi egészség, méltóság és a fejlődés alapja. Felhívja továbbá a figyelmet egy komoly kihívásra, miszerint radikálisan növelni kell a lakosság alapvető szennyvízelhelyezéshez való hozzáféréseinek mértékét méghozzá olyan módon, hogy az visszatükrözze a gazdasági hatékonyság, a társadalmi egyenlőség és a környezeti fenntarthatóság alapelveit, azt a 3 alapelvet, amelyekre az Integrált Vízkészlet-gazdálkodás szemlélet épül.

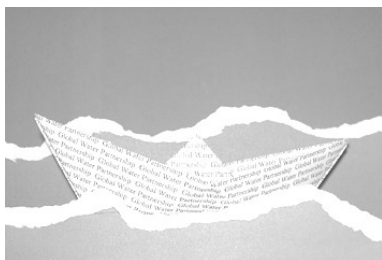
A könyvből levonható egyik legfontosabb következtetés az, hogy erős az igény arra, hogy a szennyvízgazdálkodás megfelelő helyet kapjon az Integrált Vízkészlet-gazdálkodás és a hatékony vízfelhasználás tervezése során – a johannesburgi Végrehajtási Tervnek megfelelően. Számos ország integrált vízkészlet-gazdálkodási tervének előkészítésében nyújtott segítség során szerzett tapasztalatai révén a GWP igen alkalmas arra, hogy partnereit segítve rávilágítson a szennyvízgazdálkodás és a vízkészlet-gazdálkodás között fennálló szoros összefüggésekre. Amennyiben sikerül a szennyvíz-gazdálkodási célokat a készülőben lévő tervekbe integrálni, az meggyorsíthatja a Millenniumi Fejlesztési Célkitűzések elérését, és közelebb vihet minket a hatékonysági, méltányossági és környezeti fenntarthatósági szempontok közötti helyes egyensúly eléréséhez.

A „FENNTARTHATÓ SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS KÖZÉP- ÉS KELET-EURÓPÁBAN – a kis és közepes méretű települések igényei szerint” kiváló áttekintést ad a közép-kelet-európai országok szennyvízgazdálkodásának helyzetéről és fenntartható szennyvíz-elhelyezési

megoldásokat ajánl, valamint egy sor esettanulmány segítségével olyan működő rendszereket mutat be, amelyek jól alkalmazhatóak a régióban. A GWP Közép- és Kelet-európai Régió szervezete általi „fenntartható szennyvízgyártás” kezdeményezés jól mutatja a Szervezet hatékonyságát és küldetésének – az országok fenntartható vízkészlet-gazdálkodásának támogatása – megvalósulását. Az átmeneti időszakban szerzett egy évtizednyi együttműködési tapasztalattal az Európai Unióhoz csatlakozó térség számára a megfelelő szennyvízgyártás hiánya az egyenlőség, a jólét, a vízminőség és a gazdasági fejlődés gátjának bizonyul. A GWP Közép- és Kelet-európai Régiójának szervezete által készített felmérés szerint a vidéki népesség 20-40%-a számára nem megoldott a szennyvízelhelyezés problémája, mivel az Európai Bizottság által elfogadott prioritásokkal összhangban sok kormányzat szennyvízgyártási programja elkészítése során figyelmen kívül hagyta a 2000 LE alatti településeket.

A GWP e kiadvány elkészítésére vonatkozó kezdeményezése kiváló példája a nemzetközi együttműködésnek, amelynek keretében a GWP közép-kelet-európai tagországainak szakértői svéd és német kollégáikkal együtt a szennyvízgyártás problémáját az integrált vízkészlet-gazdálkodás szemszögéből vizsgálták. A kezdeményezés elősegítette a GWP-n belül a szennyvízgyártás vízkészlet-gazdálkodásba való integrálásának szükségességéről szóló párbeszédet. Fontos megjegyezni, hogy a kiadvány – lévén a 2008. év a Szennyvízgyártás Nemzetközi Éve - jól időzített, hiszen egyedülálló lehetőség nyílik a tudatosság növelésére és a politikai akarat felélénkítésére, különösen nemzeti szinten. Ez döntő jelentőségű lépés, hiszen a nemzetek kormányainak - közösségekkel, önkormányzatokkal és nemzetközi szereplőkkel karöltve - mindenképpen fejleszteniük kell szennyvízelhelyezéssel kapcsolatos szolgáltatásukat. És ahogy ezt a kiadvány is kiválóan alátámasztja, ebben a GWP-nek is fontos szerepet kell játszania.

Roberto Lenton
2007. július



1. fejezet

A fenntartható szennyvízgyártás időszerűsége

Danijel Vrhovšek

2004-ben világszerte körülbelül 3,5 milliárd ember részesült vezetékes ivóvízellátásban lakásokba történő bekötésen keresztül. További 1,3 milliárd ember egyéb úton, így közfolyók, védett források, kutak révén jutott tiszta vízhez. Ugyanakkor 1 milliárdnál is több embernek nem volt hozzáférése tiszta vízhez, ami azt jelenti, hogy vízszükségletüket kénytelenek védelem nélküli kutak, források, csatornák, tavak vagy folyók vizéből kielégíteni.

2000-ben az ENSZ tagállamok aláírták az Egyesült Nemzetek Millenniumi Nyilatkozatát (UNMD), amely nyolc Millennium Fejlesztési Célkitűzést tartalmazott. A 7-es számú célkitűzés fenntartható környezet biztosítására kötelezi az államokat azáltal, hogy 2015-ig felére kell csökkenteniük a biztonságos ivóvízhez nem jutó emberek hányadát. Ezt a kötelezettséget ismételtén megerősítette a 2002. évi johannesburgi Fenntartható Fejlődés Világtalálkozó, ahol az alapszintű közegészségügyi feltételeket biztosító szennyvízgyártás is bekerült a fent említett Millenniumi Fejlesztési Célkitűzések közé azon okból, hogy 3 milliárd embert érint a vízi közműves szolgáltatások hiánya.

Valójában 2007-ben a fejlődő országok helyzete ivóvíz vonatkozásában még rosszabb, mint néhány évvel ezelőtt volt, többnyire a szennyezés, az öntözés, a pénzhiány, a háborúk és az erőteljes klímaváltozás miatt. Az Egészségügyi Világszervezet mintegy 20 literben határozta meg az egy főre eső minimálisan szükséges napi vízmennyiséget – bár ez a mennyiség még nagy egészségi kockázatot hordoz magában -, és napi 100 liter per főben az alacsony egészségi kockázattal járó, optimális hozzáférési mennyiséget. Mindazonáltal a megfelelő minőségű és mennyiségű víz alapvetően fontos a közegészség és higiénia szempontjából. Az emberi vízszükséglet mellett a nem domesztikált növények, állatok és egyéb organizmusok is igényelnek vizet.

A kérdés az, mit kell tenni abban a helyzetben, amikor egyre kevesebb a megfelelő minőségű és mennyiségű víz mindezen szükségletek kielégítéséhez, nem is említve a növekvő népességet, amely évről évre több és több vizet igényel.

Lehetséges válasz lehet a szennyvíztisztítással kapcsolatos szigorítások megtétele ott, ahol tisztított vizet használnak visszaforgatási célokra. Az elmúlt néhány évtizedben, a "hagyományos vízi közművesítés" megközelítést komoly bírálat érte, aminek következtében számos alternatív "fenntartható szennyvízgyártás" irányába mutató ajánlás, koncepció született. Lényegében a fenntartható szennyvízgyártás a környezetbarát és gazdasági szempontból is elfogadható szennyvízgyártásnak egy egységesebb megközelítése. Magába foglalja a szennyvíz elhelyezést és -kezelést, a betegségterjesztő élőlények ellenőrzését és egyéb más betegségmegelőző tevékenységet. A fenntartható szennyvízgyártás a fenntarthatóság három pillérére nyugszik, ezek a környezeti, a gazdasági és a szociális pillérek. A környezeti pillért, ebben az esetben a helyi környezet védelmét szolgáló visszaforgatási elvek alkalmazása képezi. A megközelítés lényege az az új fenntartható filozófia, amely a hulladékot erőforrásnak tekinti. Anyagáram-orientált visszaforgatási folyamat alkalmazásán alapuló megközelítés a hagyományos megoldásokhoz képest átfogóbb alternatíva. Ideális körülmények között a fenntartható szennyvízgyártási rendszer lehetővé teszi az összes tápanyag teljes visszanyerését a fekáliából, a vizeletről és a szürkevízből, ami hasznos a mezőgazdaságnak, minimalizálja a vízszennyezést; miközben biztosítja a víz gazdaságos és a lehető legnagyobb mértékű újrafelhasználását, különösen fenntartható öntözési célokra.

A GWP fenntartható szennyvízgyártásról szóló kiadványa - melyet Ön most a kezében tart - egy fontos lépés az emberiség fenntarthatóbb jövője érdekében. Adatokat szolgáltat a GWP közép- és kelet-európai tagországok jelenlegi vízellátási és szennyvíz-elhelyezési helyzetéről, információt nyújt a kis és közepes méretű települések fenntartható szennyvízgyártásáról, esettanulmányokat tartalmaz néhány európai országból, mint Magyarország, Ukrajna, Szlovénia; általános képet ad a németországi és svédországi fenntartható szennyvízgyártási helyzetéről, továbbá áttekinti az EU és a néhány közép- és kelet-európai ország fenntartható szennyvízgyártásának fejlődésével kapcsolatos jogi szabályozást.

A tanulmány középpontjában a GWP közép- és kelet-európai régiójának 11 országa áll, amelyek hozzávetőlegesen a kontinens területének 16%-át foglalják el, ahol az európai népesség 20%-a él. A Balti-tengertől az Adriáig és a Fekete-tengerig terjedő területeken különböző természeti, szociális és gazdasági körülmények vannak, és a vízgyártási megközelítések is különbözőek. Ezen országokban a lakosság populációs és demográfiai szerkezetének fontos jellemzője a vidéken élő lakosság viszonylag magas aránya a nyugat-európai országokéhoz képest. Az országok összes településének 91,4%-ában a lakosság száma 2000-nél kevesebb, ami a GWP-hez tartozó kelet- és közép-európai országok lakosságának a 20%-a. Az Európai Unió jogi szabályozóival a 2000 LE-nél nagyobb agglomerációk szennyvíz problémáinak 2015-ig történő megoldására fókuszál, és úgy tűnik, hogy a 2000 LE-nél kisebb falvakkal nem foglalkoznak a döntéshozók és a vízügyi szakemberek sem. Kétségtelen, hogy a vidéki területek ezen közösségei gazdaságilag gyakran gyengék, ezáltal infrastrukturálisan kevésbé fejlettek. Ezzel magyarázható, hogy a tanulmány elsősorban éppen ezekre a településekre fókuszál, ahol a fenntartható szennyvízgyártással kapcsolatos megközelítések megvalósítása kisebb pénzügyi befektetést igényel a hagyományos, "high-tech", drága alternatívákkal szemben. A legtöbb ilyen településen a fenntartható szennyvízgyártás a leginkább alkalmas elképzelés a Millenniumi Célkitűzésekben megfogalmazott megfelelő vízellátás és szennyvízelhelyezés 2015-ig történő biztosítására.

A kelet- és közép-európai GWP országok lakosságának központi vízellátó rendszerekhez való csatlakozásának aránya – az adott országtól függően – 53,5%-tól 98,8%-ig terjed, míg a szennyvíztisztító telepekre csatlakoztatott lakosság aránya 30% és 80% között mozog. Az egyes országok adatai azt mutatják, hogy az összes ország esetében a kiüzött cél a lakosság 75-90%-ának csatlakoztatása szennyvízelvezető és -tisztító rendszerekhez. Mint már korábban említésre

került, az EU irányelvek értelmében a 2000 LE-nél kisebb települések esetén a szennyvíztisztító telepek kiépítésének megvalósítása nem kötelező érvényű. Ugyanakkor az EU Víz Keretirányelv (VKI) kötelezi az országokat a területükön lévő összes víz "jó állapotának" elérésére. Az így keletkező különbség a lakosság 10-15%-át (hosszvetőleg 20 millió vidéki lakost) érinti, ők megfelelő szennyvízelhelyezést biztosító rendszerek nélkül maradnak 2015 után is. A kis településeken a leginkább elterjedt szennyvíz-elhelyezési eljárás az emésztőgödör alkalmazása, ami egy nagyon tökéletes eljárás, mivel ezzel csak szennyvíz "gyűjtés" vagy „előkezelés” történik, s nem megy végbe a teljes tisztítási folyamat. A másik általánosan alkalmazott szennyvízkezelési eljárás a biológiai tisztítás, ami egy aktiválási eljárás. A régió országai szennyvíztisztító telepeinek szembe kell nézniük a szennyvíz-iszap kezelésével járó problémákkal, ezért ökológiailag biztonságos iszap feldolgozási módszereket kell keresniük azzal a céllal, hogy minimalizálják a keletkező iszap mennyiségét és maximalizálják az iszap hasznosítását anélkül, hogy veszélyeztetnék az emberi egészség biztonságát. A régióban bizonyos mértékben már alkalmaznak természet-közeli szennyvíztisztító rendszereket. A legelterjedtebb természetes eljárások az épített vizes élőhelyek, a homok-talaj-nád szűrőmezők, a makrofita szűrők, a szikkasztó árkok és a szennyvízes öntözőrendszerek.

Néhány európai államban az úgynevezett „fenntartható szennyvíz-gazdálkodási rendszerek” már kifejlesztésre és bevezetésre kerültek. Ezek a rendszerek magukban foglalják a házi szennyvíz forrás szerinti, külön frakciókba történő szétválasztását, - úgy mint szürkevíz, vizelet és fekália - a természetes erőforrások (tápanyagok, víz, hő) újrafelhasználása céljából. A szennyvíz-gazdálkodás definíciója szerint a szennyvíz higiénikus elhelyezése vagy újrafelhasználása, valamint az egészségvédelem higiéniai intézkedéseken keresztül megvalósuló politikája és gyakorlata. A "Fenntartható Szennyvíz-gazdálkodás" új koncepciója magába foglalja a környezeti, szociális és gazdasági szempontokat, továbbá a közegészségügy és szennyvíztisztítás mindhárom lényegi funkcióját, így a közegészség védelmét, a tápanyagok visszaforgatását és a környezet leromlása elleni védelmet. A szennyvíz közismerten fő közvetítője a betegségek terjedésének a világban, ezért akadályokat kell állítani a fekáliás kitétség megelőzésére. A fenntartható szennyvíz-elhelyezési rendszereknek léteznek ilyen megoldásai. A mesterségesen előállított ásványi műtrágyák érdektelenné tették a gazdákat a toalett hulladékból származó tápanyagok alkalmazásában, mely hulladék, ha nincs megfelelően kezelve, környezeti problémává válhat. Ahhoz, hogy mind a szennyvizek elhelyezése, mind a mezőgazdaság hosszútávon is jól működjön, a toalett hulladék tápanyagait, valamint a visszanyert vizet leginkább a mezőgazdaságban kell újrafelhasználni. Az is közismert, hogy a tisztítatlan vagy nem megfelelően tisztított szennyvíz a környezet leromlását okozhatja eutrofizálódás, talajszikesedés stb. révén, ami nem megengedhető a fenntartható szennyvíz-gazdálkodás területén. A rendszer-kiválasztás alkalmával fontos szempont, hogy a rendszer egész év során, változó szennyvízterhelések mellett is teljesítse a tisztítási célokat és a hagyományos rendszerekhez képest többnyire alacsonyabb beruházási és üzemelési költségei legyenek. A hagyományos szennyvíztisztító telepeken zajló szennyvízkezelés látszólag nagyon különbözik a természetes kezelési módszerektől (stabilizációs tavak, üleptető tavak, épített vízinövényes telepek stb.), azonban mindegyik működése ugyanazon fizikai, kémiai, biológiai folyamatokon alapul. Egy jól működő szennyvíz-elhelyezési rendszer kialakítása érdekében a választott környezeti rendszert módosítani kell a helyi lehetőségek és igények szerint.

A gyakorlati tapasztalatok megismerését szolgálja a 4. fejezetben részletesebben bemutatott néhány esettanulmány, így a „Száras vizelet-eltávolító rendszerű toalették az ukrán falusi iskolákban”, „Nyárfailtetvényes öntözés szennyvízzel”, mint fenntartható megoldás a magyarországi csatornázatlan településekre, és az „Épített vízinövényes rendszer a szlovéniai Sveti Tomaž-ban”. Ugyanebben a fejezetben két nyugat-európai ország is leírja tapasztalatait a „Fenntartható szennyvíz-gazdálkodás és szennyvízelhelyezés Svédországban” áttekintő

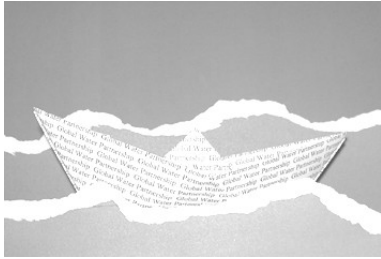
tanulmányban, illetve az „Ökológiai Szennyvízgyártás Németországban” cím alatt a csúcs, közép- és alacsony szintű technológiát alkalmazó fejlesztési projekteknél.

A jogi szabályozás szempontjából az a lényegi következtetés, hogy az EU jog a tagállamok számára nem teszi kötelezővé olyan szennyvízelvezető rendszerek kiépítését, amelyek külön választják a vizeletet és/vagy a fekáliát. Jogi akadályai vannak a szennyvíziszap felhasználásának, de a fő kérdés az, hogy az elkülönített vizelet és/vagy fekália frakciók részét képezik-e az „iszapnak” vagy nem. Mivel az EU tagállamainak az EU irányelveket harmonizálniuk kell a saját nemzeti joggal, az EU vízjog vonatkozásában mind a 11 ország végrehajtotta a folyamatokat.

A fenntartható szennyvíz-gyártási rendszereknek számos fenntartható perspektívája van. A jelenlegi „hagyományos” megoldások többségében a szervesanyag-áramok nincsenek figyelembe véve, ugyanakkor egy teljes mértékben fenntartható világban az összes szervesanyag-áramnak körforgásban kell lennie. A fenntartható szennyvízgyártási rendszerek nagyon hatékonyak, mivel alacsony az energiafelhasználásuk, sőt mi több, néhányuk még új energiaforrásokat is termel (fa, biomassa, biogáz), míg mások elnyelik a széndioxidot, az egyik legfontosabb üvegházhatású gázt. A jelenleg kiszámíthatatlan klímaváltozási folyamatok miatt nagyon fontos, hogy a fenntartható szennyvízgyártási rendszerek víz-visszatartó tározóként is működhetnek, továbbá új biotópként menedéket nyújthatnak élő szervezetek számára.

Néhány becslés szerint a szennyvízgyártás világméretű megvalósításának költsége mintegy 68 milliárd dollárra tehető. Ez az összeg a teljes lefedést talán biztosítja anélkül azonban, hogy a pénzkihelyezés módját - az adott problémák megoldása során ugyanis újak keletkezhetnek - is körültekintően figyelembe venni.

A fenntartható szennyvízgyártási rendszerek kulturálisan megfelelőek, helyileg megbízhatóak és funkcionálisan fenntarthatóak. Ezen törekvések szélesebb skálán műszaki és pénzügyi változásokat igényelnek a szennyvízgyártási infrastruktúrában. A jelenlegi infrastruktúrát egy olyanra szükséges lecserélni, amely a szennyvíztisztítás ökológiai innovációját támogatja. Mind az emberi egészséget vagy a környezetet károsító megoldások felszámolása, mind pedig a fenntarthatóság-orientált szennyvízgyártási infrastruktúra újjáépítése komoly kihívást jelent. Ez a mi közös feladatunk.



2. fejezet

A vízellátás és a szennyvízgyógyítás jelenlegi helyzete a GWP kelet- és közép-európai országokban

Igor Bodík

BEVEZETÉS

A poszt-kommunista közép- és kelet-európai országokban a gazdaság több mint 50 éven át zajló nem megfelelő irányítását és a környezetvédelem elhanyagolását követően kezdtek el a korábbi hatalmi politika hatásainak korrigálását e területen. Ami a környezet- és vízszennyezést illeti, a múltbeli rezsim súlyos örökséget hagyott hátra, amit a vizek látványos elszennyeződése - pontszerű és nem pontszerű szennyező-forrásokból származó hagyományos szennyezők okozta problémák egy időben való fellépése révén - jelez. További nehézségeket okoz a múltbeli talaj, üledék- és talajvízszennyezés, a rehabilitáció pedig költséges és lassú. Európai összefüggésben az elégtelen szennyvíz-elhelyezési rendszerek humán vonatkozásai egyre inkább sürgetőbbé teszik a helyzet megoldását a GWP kelet- és közép-európai országokban, Kelet-Európában és a Kaukázus és Közép-Ázsia (EECCA) országokban. A nem megfelelő szennyvízelhelyezés, vagy annak hiánya leginkább a népesség legszegényebb és leginkább kiszolgáltatott részét érinti.

A fent említett sajátságok ellenére a GWP-hez tartozó kelet- és közép-európai országok vízszennyezés problémáját szakmai szempontból nem szabad kivételesnek tekinteni. Hasonló helyzetek a nyugati iparosodott régiókban is előfordultak körülbelül 30 évvel ezelőtt (pl. Ruhr és Rajna folyók esetében, Németországban), következésképpen kézenfekvő, hogy a vizek megtisztításhoz szükséges eszközök és technológiák rendelkezésre állnak. Az egyediség a fent említett komoly problémák kezelésének szükségessége és a régióban uralkodó nagyon specifikus politikai-, gazdasági és szociális feltételek időbeli egybeesésében rejlik.

A fejezet fő célkitűzése a GWP-hez tartozó kelet- és közép-európai országok jelenlegi szennyvízgyógyítási helyzetének feltárása, különös tekintettel a szennyvízelvezetésre és a települési szennyvizek kezelésére.

SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS A GWP KÖZÉP- ÉS KELET-EURÓPAI ORSZÁGAIBAN

Földrajzi és demográfiai jellemzők

Összesen tizenegy¹ európai ország található a GWP közép- és kelet-európai régiójában (2.1. ábra). Ezen országok fontosabb földrajzi adatait és gazdasági mutatóit a 2.1. táblázat foglalja össze.

A 2.1. ábra és a 2.1. táblázat adatai alapján egyértelmű, hogy ezek az országok Európa területének viszonylag jelentős részét képezik. Az európai kontinens összterületének (10,5 millió négyzetkilométer) a GWP kelet- és közép-európai országai körülbelül 16%-át alkotják, és az európai népesség közel 20%-a él itt. A GWP kelet- és közép-európai országok családjában vannak kis (Szlovénia, Balti-országok) és nagy országok (a terület és népesség függvényében), mint Ukrajna, Lengyelország és Románia. E családban Ukrajna a legnagyobb ország a területi kiterjedés (603 000 km²) és a lakosok száma alapján (47,7 millió). A legkisebb ország Szlovénia (20 300 km²), míg a legkevesebb lakos Észtországban él (1,3 millió). Vízügyi szempontból ezen országok által felölelt terület 5 tenger vízgyűjtőjéhez tartozik:

- Fekete-tenger – A GWP közép- és kelet-európai régió területének túlnyomó része a Fekete-tenger vízgyűjtő területéhez tartozik (Magyarország teljes területe, Románia és Ukrajna, Szlovákia és Szlovénia túlnyomó része, Csehország és Bulgária kisebb része, és Lengyelország egy elhanyagolhatóan kis része);
- Balti-tenger – Litvánia egész területe, Lettország és Észtország, Lengyelország túlnyomó része, Csehország és Ukrajna kisebb része, és Szlovákia egy elhanyagolható része;
- Északi-tenger – Csehország jelentős része;
- Égei-tenger – Bulgária jelentős része;
- Adriai-tenger – Szlovénia kis része.

Az említett GWP tagországok nem csak Közép- és Kelet-Európára terjednek ki (mint ahogy a „hivatalos” nevükben áll), hanem jelentős részét képezik Észak- és Dél-Európának is. Tengerparti és szárazföldi, sík- és hegyvidéki országok, többé vagy kevésbé gazdag, ipari és mezőgazdasági, mérsékelt, illetve északi éghajlatú országok tartoznak ehhez a csoporthoz. Ennek megfelelően az éghajlati, földrajzi, időjárási, hőmérsékleti, hidrológiai, szociális, gazdasági és egyéb jellemzők ezen országokban viszonylag különbözőek, és ezáltal a vízgazdálkodási követelmények is különbözőek lesznek.

A GWP közép- és kelet-európai tagországok népességi és demográfiai struktúrájában fontos elem a vidéki területeken élők viszonylag magas aránya a nyugat-európai országokhoz képest. A vidéki településeken élők aránya 25%-tól (Csehország) 50,5%-ig (Szlovénia) változik, a vidéki településeken lakók becsült összlétszáma körülbelül 56 millió fő (37,3%). A régió összes településéből (142.645) 130.347 településen (91,4%) 2000-nél kevesebb lakos él. Ebből a szempontból viszonylag nagy különbségeket lehet felfedezni az országok között; például a 2000 vagy kevesebb lakosú települések aránya Magyarországon 74,7%, míg Lengyelországban, Szlovéniában, Lettországon és Litvániában ez az arány 95% felett van. Meglepő, hogy Ukrajnában csak az ország népességének csupán mintegy 5%-a él 2000 lakosnál kisebb településen. Ennek következtében Ukrajnában „kistelepülésnek” a 20.000 vagy kevesebb lakosú településeket tekintik, ez az össznépesség 30%-át jelenti.¹

¹ Moldova a 12. GWP közép-és kelet-európai tagország, 2006 októberében csatlakozott.



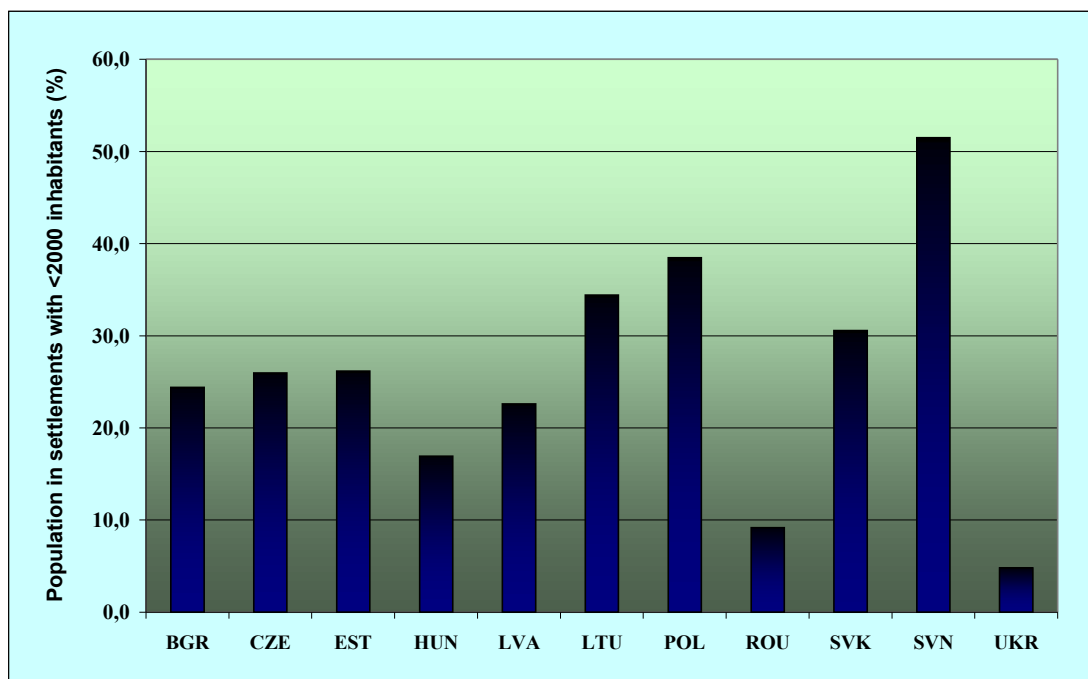
2.1. ábra A GWP közép- és kelet-európai országainak földrajzi elhelyezkedése

A 2000 lakosnál kisebb települések fontos részét képezik a közép- és kelet-európai GWP országok népességének; az összlakosság számának 20,0%-át jelentik. Szlovéniában a népesség 51,5%-a él ilyen településekben (a legmagasabb a GWP közép- és kelet-európai tagországok közül), míg a legalacsonyabb arány Romániában (9,2%) és Ukrajnában (4,8%) található a 2.2. ábra szerint.

A 2000-nél kevesebb lakosú települések fontos szerepet játszanak a vízgazdálkodásban. A települési szennyvizek kezeléséről szóló 271/91/EGK európai irányelv kötelezi a tagállamokat a szennyvíztisztítás biológiai fokozatának 2015-ig történő kiépítésére és működtetésére a 2000 lakosnál nagyobb agglomerációk esetében. Mivel e kötelezettség kivitelezése európai alapokból támogatott az összes GWP kelet- és közép-európai EU-s tagországában, az országok mindegyike jelentős erőfeszítéseket tesz az irányelv teljesítésére.

2.1. táblázat A GWP kelet- és közép-európai tagországok főbb földrajzi és demográfiai paraméterei (2005. év)

Ország		Ország területe	Jelenlegi népesség	Települések száma	2000 lakosnál kevesebb lélekszámú települések száma	2000 lakosnál kevesebb lélekszámú települések népességének száma	
						1000 km ²	Millió
Bulgária	BGR	111,0	7,7	5 332	4 941	1,88	24,4
Csehország	CZE	78,9	10,2	6 249	5 619	2,65	26,0
Észtország	EST	45,0	1,3	4 700	4 000	0,34	26,2
Magyarország	HUN	93,0	10,1	3 145	2 348	1,71	16,9
Lettország	LVA	65,0	2,3	6 300	6 200	0,52	22,6
Litvánia	LTU	65,0	3,4	22 153	21 800	1,17	34,4
Lengyelország	POL	312,7	38,2	40 000	39 000	14,70	38,5
Románia	ROU	237,5	21,7	16 043	13 092	1,99	9,2
Szlovákia	SVK	49,0	5,4	2 891	2 512	1,65	30,6
Szlovénia	SVN	20,3	2,0	5 928	5 835	1,03	51,5
Ukrajna	UKR	603,7	47,7	29 904	4 300	2,3	4,8
Összesen	CEE	1 681,1	150,0	142 645	109 647	29,94	20,0

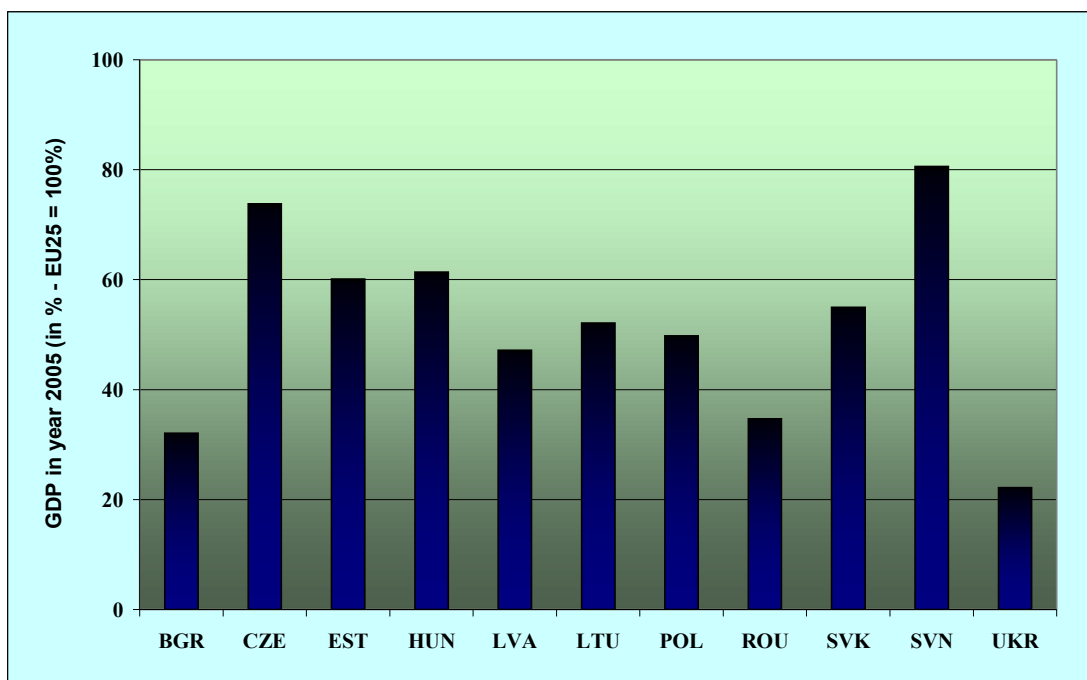


2.2. ábra A 2000-nél kisebb lélekszámú településeken élő népesség százalékos aránya az egyes GWP kelet- és közép-európai tagországokban.

A 2000-nél kevesebb lakosú kistelepülésekben élő lakosok hányada, úgy tűnik, kívül esik a döntéshozók és vízügyi menedzserek érdekkörén, mivel a prioritásokat az adott ország állapítja és oldja meg. A bemutatott adatok szerint a 2000-nél kevesebb lakosú települések fontos részét teszik ki a vonatkozó GWP régió népességének. A vidéki területeken lévő népesség gazdaságilag gyakran gyenge, ezek a régiók kevésbé fejlettek, s jellemző a lehetőség hiánya a vízi és közegészségügyi infrastruktúrák fejlesztéséhez szükséges gazdasági támogatások megszerzéséhez. Tekintettel, hogy mindez potenciális hatással lehet az európai vizek minőségére és az emberi jólétre, alapvető, hogy a vidéki vízellátási és szennyvízelhelyezési rendszerek fejlesztését sürgősségi feladatként kezeljék.

A GWP közép- és kelet-európai tagországok fő gazdasági jellemzői

A 2.3. ábra adatainak megfelelően a GWP közép- és kelet-európai tagországok három csoportra oszthatók gazdasági helyzetük alapján: „gazdag országok” (Csehország, Szlovénia), ahol az egy főre eső GDP az EU-25-ös átlag 70%-a fölötti; „közepesen gazdag országok” (Észtország, Magyarország, Lettország, Litvánia, Lengyelország és Szlovákia) 45-70% között van, és a „szegényebb országok” (Bulgária, Románia és Ukrajna), ahol az egy főre eső GDP az EU-25 átlag 45%-ánál alacsonyabb. A GWP közép- és kelet-európai tagországokban a GDP 1 főre számított átlagértéke az EU-25 átlag 41,0%-a.



2.3. ábra Az 1 főre eső GDP a GWP közép- és kelet-európai tagországokban. (2005. évi adat – EU-25 = 100%)

Az 1 főre eső GDP (mint egyenértékű vásárlóerő) a 11 GWP közép- és kelet-európai tagországban 4 480 euró (Ukrajna) és 16 300 euró (Szlovénia) értékek között változott, ami körülbelül 3,6-os szorzótényezőt jelent. A gazdasági helyzetet jellemző 1 főre eső éves GDP az összes GWP közép- és kelet-európai tagországra együttesen 8300 euróra tehető. A lakosság gazdasági ereje szempontjából a GWP közép- és kelet-európai tagországok a legszegényebb részét képezik Európának, ugyanakkor gazdasági fejlődés szempontjából nézve Európa

leginkább dinamikus és fejlődő része. A jelenlegi alacsony munkabérek, költségek, a növekvő számú befektetések és fejlődő infrastruktúrák a régiót vonzó gazdasági perspektívájává teszik.

Az összes fent bemutatott földrajzi, demográfiai és gazdasági paraméter ismerete szükséges a régió közös és az egyes GWP tagországok vízgazdálkodási problémáinak megértéséhez és meghatározásához. A jobb minőségű ivóvíz iránti igény, a szennyvízelvezető rendszerek állapota, a szennyvíztisztító telepek típusa, minősége és mennyisége a közép- és kelet-európai régióhoz tartozó országok vízgazdálkodásának kulcskérdései az EU vízjogi szabályozásnak való megfelelés irányába tett lépések során.

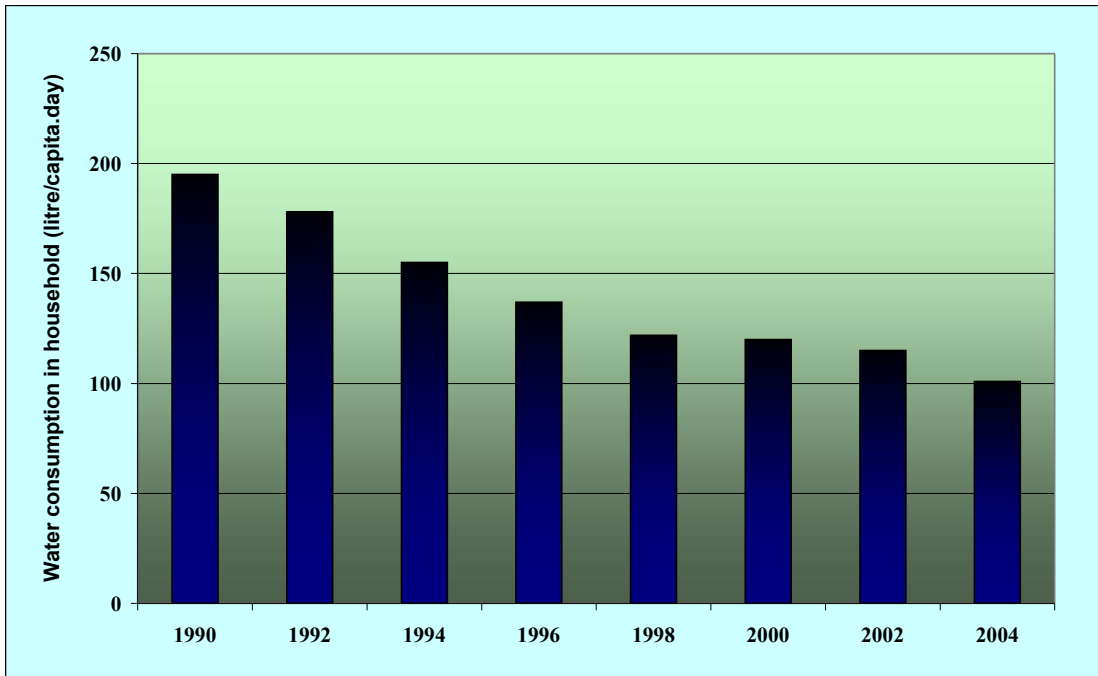
Ivóvízellátás

Számos jellemző ad képet a szóban forgó GWP régió ivóvízellátásának jelenlegi helyzetéről. A 2.2. táblázat a közép- és kelet-európai GWP tagországok néhány fontos ivóvíz-ellátási paraméterét tünteti fel. Az egyik leggyakrabban használt paraméter, mely az adott ország vízgazdálkodásának fejlettségi fokát mutatja, az ivóvízhálózatra csatlakoztatott lakosok száma. Ez az érték mutatja egy ország azon lakosainak arányát, akik minőségi (közüzemi vízműben kezelt) közműves ivóvízellátást kapnak. A lakosság másik része rendszerint helyi vízellátásban (saját kutak) részesül. Ugyanakkor a kormányzati szervek a víz minőségét nem ellenőrzik, és a vízminőségi paraméterek értékei gyakran meghaladják az engedélyezett értékeket.

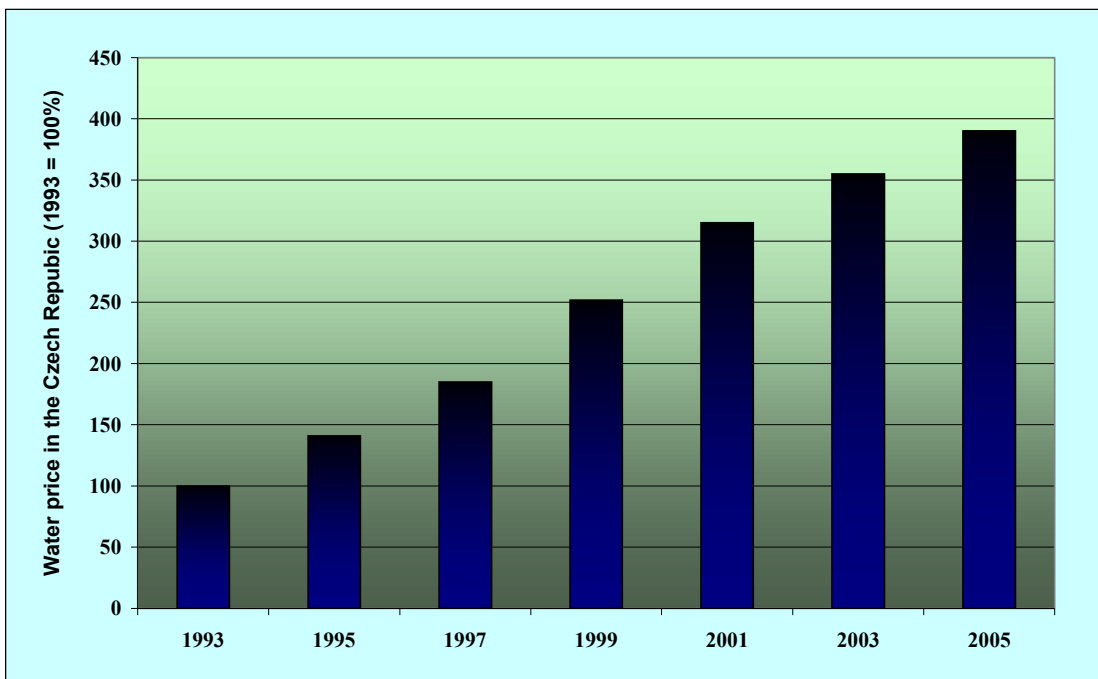
A GWP közép- és kelet-európai tagországaiban a közműves ivóvízhálózatra csatlakoztatott lakosság száma viszonylag magas, elérheti a 75%-ot. Kivétel Litvánia és Románia, ahol ez a százalékos érték alacsonyabb. A közműves ivóvízhálózatra kötött népesség aránya 53,5% (Románia) és 98,8% (Bulgária) között mozog (a Bulgáriát jellemző meglepően magas szám hasonló az olyan fejlett nyugat-európai országokéhoz, mint Dánia, Németország és mások). A 60% feletti rákötési arányok azt mutatják, hogy többnyire a városokban élő lakosság részesül közműves ivóvízellátásban. A 80% feletti értékek arra utalnak arra, hogy a vidéki lakosság egy jelentős része is közműves ivóvízellátást kap, és a lakosságnak csupán egy kis része él ivóvízhálózattal nem rendelkező, decentralizált területeken. A háztartási vízfogyasztás szűkebb értelemben az a magán háztartások által aktuálisan felhasznált vízmennyiség, amit mérnek, és ami után fizetni kell. A háztartási vízfogyasztás aránya a Litvániát jellemző 74 liter/fő/nap érték, - amely egyébként rendkívül alacsony fogyasztás -, Romániában és Ukrajnában mért 250-300 liter/fő/nap érték között változik. Ez utóbbiak rendkívül magas fogyasztási értékek, ami valószínűleg a háztartási mezőgazdasági tevékenységekkel, az irracionális vízfogyasztással, a nagymértékű vízvesztéssel, a vízfogyasztás mérésének hiányával stb. magyarázható. A többi ország vízfogyasztása 90-150 liter/fő/nap között változik. Figyelemre méltó különbség van a városi és vidéki területek vízfogyasztása között. Az egyes lakások technikai felszereltsége általában jobb a város területeken, mint vidéken, ami nagyobb vízhálózatról történő vízfogyasztást eredményez. Ugyanakkor a vidéki lakosok gyakran egyéb vízforrásokat (saját kutak) is használnak, ez esetben a vízhasználatért nem kell fizetni és a vízhasználat nem szabályozott.

Általánosságban az ivóvíz kereslet és a háztartási vízfelhasználás drámai csökkenése volt megfigyelhető az összes közép- és kelet-európai poszt-kommunista országban az utóbbi 10 évben (legfőképp a vízmű vállalatok, -társaságok privatizációja és a megnövekvő vízárak miatt). Ezt a tényt szemlélteti a Szlovákiában lévő háztartások vízfogyasztása a 2.4. ábrán és Csehországban az 1993 és 2005 közötti vízárak növekedése (2.5. ábra). A víz ára az egyes kelet- és közép-európai országokban 0,15 euró/m³ (Ukrajna) és 2,00 euró/m³ (Románia) között változik. A víz ára várhatóan tovább fog nőni az elkövetkező években ezen országokban, és valószínűleg eléri Európa gazdagabb részein lévő árakat (3-4 euró/m³). Habár a vízfogyasztás szignifikáns csökkenést mutat az utóbbi periódusban (2.4. ábra), hosszútávon a víz árának

növekedése várható a közép- és kelet-európai GWP országokban. A vízfogyasztás csökkenése leginkább a vidéki területeken várható.



2.4. ábra A lakossági vízfogyasztás alakulása Szlovákiában. (liter/fő/nap)



2.5. ábra A víz árának alakulása a Cseh Köztársaságban 1993 és 2005 között. (1993 = 100%)

2.2. táblázat A vízellátás fő jellemzői a CEE országokban.

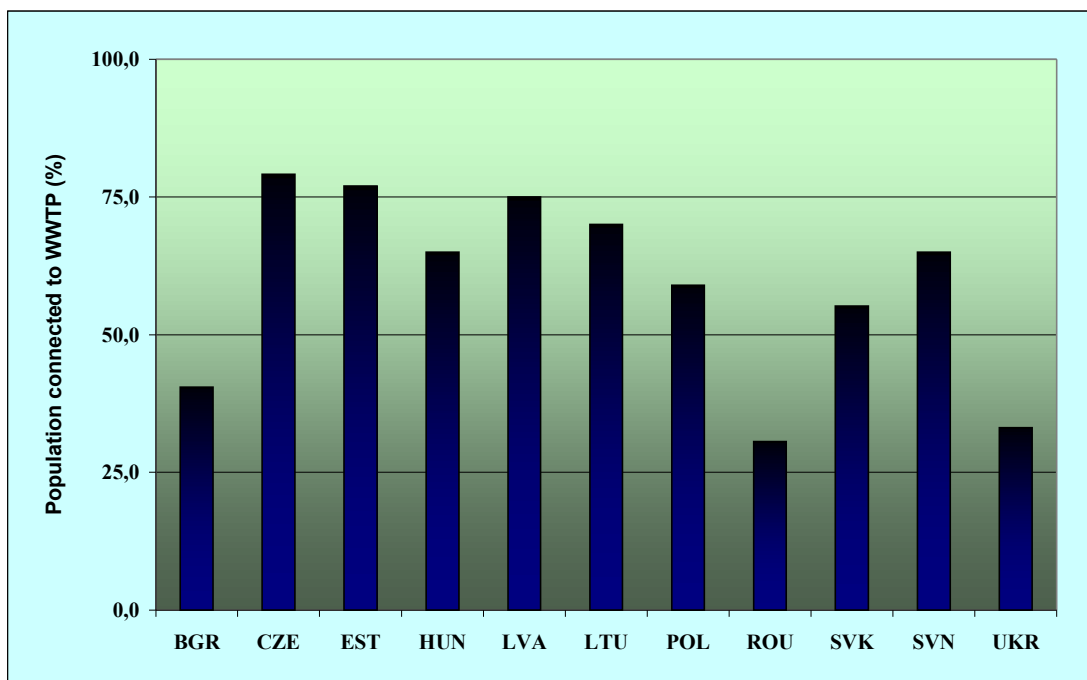
	Bulgária	Cseh Köztársaság	Észtország	Magyarország	Lettország	Litvánia	Lengyelország	Románia	Köztársaság/Szlovák	Szlovénia	Ukrajna
Közműves ivóvíz-hálózatra csatlakozott népesség (%)	98,8	91,6	77,0	93,0	75,0	66,0	85,4	53,5	85,3	92,0	70,0
Háztartási vízfogyasztás (l/fő/nap)	94	103	100	151	50-150	74	103	80-250	95	146	60-320
Vízdíj - szolgáltatás + kezelés (euró/m ³)	0,62	1,40	1,50	2,46	1,05	1,08	1,15	2,00	1,35	1,72	0,15

Szennyvízelvezető és szennyvízkezelő rendszerek a kistelepüléseken

A szennyvízelvezető rendszerekhez és a szennyvíztisztító telepekhez történő lakossági rácsatlakozás egy ország vízgazdálkodási helyzetének indikátora. Összehasonlítva a nyugat-európai országokkal, a rákötési arányszám viszonylag alacsony a GWP közép- és kelet-európai országaiban. Ez az összes vonatkozó országban a kommunista időkben hosszú ideig elhanyagolt infrastruktúra-fejlesztésre vezethető vissza. A szennyvíztisztító teleppel rendelkező közüzemi szennyvízelvezető rendszerekre csatlakoztatott népesség aránya 30% (Románia) és 80% (Cseh Köztársaság között) változik. Az adatok nem mindig mutatnak valós képet a szennyvíztisztító telep ellátottságról, például Szlovéniában a szennyvizek viszonylag magas hányada (kb. 40%) csupán mechanikai tisztítást kap és ennek megfelelő minőségű a tisztított szennyvíz is.

A kommunista rezsim bukását követő gazdasági problémák következményeként a szennyvízelvezető infrastruktúra lassan fejlődött. Az új gazdasági struktúrába történő átmeneti időszakban tapasztalt pénzügyi nehézségek, a szennyvízelvezető rendszerek privatizációjával kapcsolatos bizonytalan helyzetek, stb. okozták a cselekvés elmaradását. Mindezek ellenére, elsősorban az európai csatlakozási alapokból (PHARE, ISPA, Kohéziós Alap stb.) származó támogatásoknak köszönhetően az összes kelet- és közép-európai GWP tagország (Ukrajna kivételével) jelentősen fejlesztette és jelenleg is fejleszti szennyvízelvezető és -tisztító rendszereit.

A 2.6. ábra adataiból világosan látszik, hogy a legtöbb közép- és kelet-európai GWP tagországban (kivéve Bulgáriát, Romániát és Ukrajnát) szinte a teljes városi lakosság, és a vidéki lakosság egy része is, szennyvízelvezető rendszerekhez csatlakozik. A vízgazdálkodási rendszerek jövőbeli fejlesztésének szemszögéből nézve az egyes országok adatai azt mutatják, hogy minden ország célja a körülbelül 75-90%-os a szennyvízelvezetési és – tisztítási rendszerekhez történő rákötési arány elérése. A települési agglomerációk kialakulása mellett – amelyek a kistelepüléseket nagyobb városok szennyvíztisztítóira, vagy a kistelepüléseket egy közös szennyvíztisztító telepre csatlakoztatják - e fejlesztésnek a vidéki területeken fontos ráhatása lesz az adott célok elérésére.



2.6. ábra A szennyvíztisztítóval ellátott szennyvízelvezető rendszerekre csatlakozott lakosok hányada a GWP közép- és kelet-európai tagországaiban.
Population connected to WWTP (%) – Szennyvíztisztító telepre bekötött lakosok aránya (%)

A vidéki területeken élő népesség aránya viszonylag magas a GWP közép- és kelet-európai tagországaiban (2.2. ábra). Ez elegendő indok ahhoz, hogy megfelelő szennyvízkezelési technológiákat keressenek a vidéki lakosság számára. A vidéki népesség szennyvízelvezető és szennyvíztisztító rendszerekhez való csatlakozásával kapcsolatosan alapvetően 3 alternatíva vehető figyelembe:

1. *Kistelepülések csatlakoztatása nagy városok szennyvíztisztító rendszereihez.* Abban az esetben, ha a legközelebbi nagy szennyvíztisztító telep nincs nagyon messze (vagy megfelelő földrajzi adottságok vannak), követelmény, hogy megtörténjen a kistelepülések csatlakoztatása az adott agglomerációhoz. Manapság ezt az alternatívát alkalmazzák a régió több országában a központi szennyvíztisztító telepek rekonstrukciójával és feljavításával párhuzamosan, ami által további vidéki település számára is elérhetővé válnak. A vízmű vállalatok a központosított, sok kis különálló település szennyvizét befogadó szennyvíztisztító telep üzemeltetését preferálják a kistelepülések kisméretű, független szennyvíztisztító telepeinek üzemeltetésével szemben. Beruházási költségek tekintetében e létesítmények nagyon drágák (1 km csatornavezeték körülbelül 250.000 euróba kerül), amit ma „szerencsére” Európai Unió alapokból fedeznek.
2. *Számos kistelepülés egyetlen közös szennyvízelvezető és szennyvíztisztító rendszerre van ráköthető.* Ismételten hangsúlyozandó, hogy fontos szerepe van az összes gazdasági aspektus vizsgálatának. Kis- és vidéki településekre ezt a létesítési alternatívát kevésbé alkalmazzák a közép- és kelet-európai GWP országokban, mint az előző változatot.

3. *Egyedi szennyvíztisztító telepek létesítése minden kistelepülésen* elég gyakori a közép-és kelet-európai országokban. Mindazonáltal a 2000-nél kevesebb lakosú települések számára a szennyvíztisztító telep létesítése nem kötelező egyik EU irányelv szerint sem. Ez rendszerint a polgármester vagy a helyi önkormányzati testület kezdeményezése. Erre vezethető vissza, hogy a közép- és kelet-európai országok gyakran kezdeményezik és támogatják kis szennyvíztisztító telepek létesítését anélkül, hogy figyelembe vennék azt a tényt, hogy az amortizációt (évtizedekre kiterjedően), az üzemeltetési és karbantartási költségeket a „szegény” vízhasználók fogják megfizetni.

Azonosított hiányosságok a vidéki szennyvíz közműszolgáltatásban

E tanulmány céljaira kibocsátott kérdőívek eredményei szerint hozzávetőlegesen 150 millió lakos él a GWP közép- és kelet-európai országaiban, amelyből 30 millió, vagyis 20%-uk él kevesebb, mint 2000-es lélekszámú vidéki településeken. A vidéki népességből körülbelül 3,5 millió ember nagyvárosi szennyvíztisztító rendszerekre van rákötve, és körülbelül 1,5 millióan vannak kistelepülési szennyvíztisztítókhöz csatlakoztatva. A fennmaradó 25 millió vidéki ember nincs központi szennyvíztisztító rendszerekhez csatlakoztatva. A távlati cél az, hogy 2015-ig a teljes népesség 75-90%-a legyen rákötve központosított szennyvízelvezető és szennyvíztisztító rendszerekre. A hiányzó 10-15% körülbelül 20 millió olyan vidéki lakost jelent, akik 2015 után megfelelő, bármilyen környezeti vagy szociálisan elfogadható előírást kielégítő szennyvíz-elhelyezési rendszer nélkül fognak maradni.

Emésztőgödrök

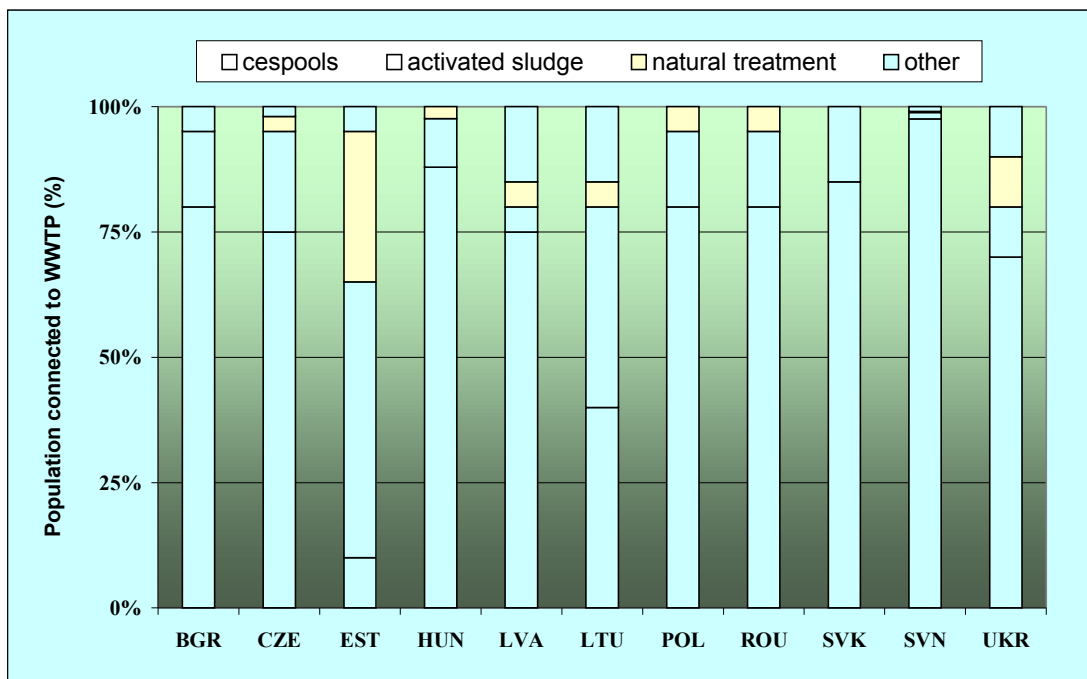
A létező szennyvízkezelő rendszerek tekintetében az emésztőgödrök használata a domináns eljárás a közép- és kelet-európai országok kistelepüléseinél. Ez egy nagyon tökéletlen szennyvízkezelési eljárás (csupán összegyűjtése vagy előkezelése a szennyvíznek, nem teljes értékű tisztítási eljárás). Érdemes megjegyezni, hogy ma a GWP közép- és kelet-európai országok vidéki népességének 75%-a használja a kezelésnek ezt az alsóbbrendű formáját (2.7. ábra). Közép-Európa néhány területén az emésztőgödrök a szennyvízkezelés előzetes lépését jelentik a befogadó rendszerbe való végleges bevezetés előtt. Ezek az emésztőgödrök gyakran túlsordulnak és nem teljesítik a szennyvízkezelés alapvető jogszabályi követelményeit sem. Leginkább régi házaknál (20 éves vagy annál idősebb) lelhetők fel, és nagyon nehézkes (jogi és műszaki eszközökkel) e területen előrehaladást elérni.

Biológiai tisztítás

A kis és közepes településeken a második leggyakrabban használatos szennyvízkezelési eljárás a biológiai tisztítás – ami egy aktiválási eljárás. Az eleveniszapos eljárás alkalmazása során a szennyvízben található szén alapú szerves anyagok által biztosított energiát felhasználva különböző mikroorganizmusok alakulnak ki az aerob vízi környezetben. A mikrobák a szemet sejtszövevé és más oxidált végtermékké (szén-dioxid, víz) alakítják. Az aktiválás leginkább Észtország és Litvánia vidéki területein használatos. Az eljárás műszaki igénye nagyobb, de ha jól működtetik, rendszerint teljesít minden tisztítási követelményt. Vidéki feltételek között az eleveniszapos eljárás rendszerint a kis szennyvíztisztító telepek (50 rákötött lakos felett) vagy egyedi szennyvíztisztítók esetében (5–50 csatlakozott lakos) használják. Az egyedi szennyvíztisztítók népszerűsége növekedett a közép- és kelet-európai országokban ezen időszak alatt. Például Csehországban az elmúlt 10 évben körülbelül 20.000 egyedi szennyvíztisztítót létesítettek, amelyekhez 100.000 lakos csatlakozott (a Cseh Köztársaság lakosságának 1,0%-a).

Természetközeli szennyvíztisztító rendszerek

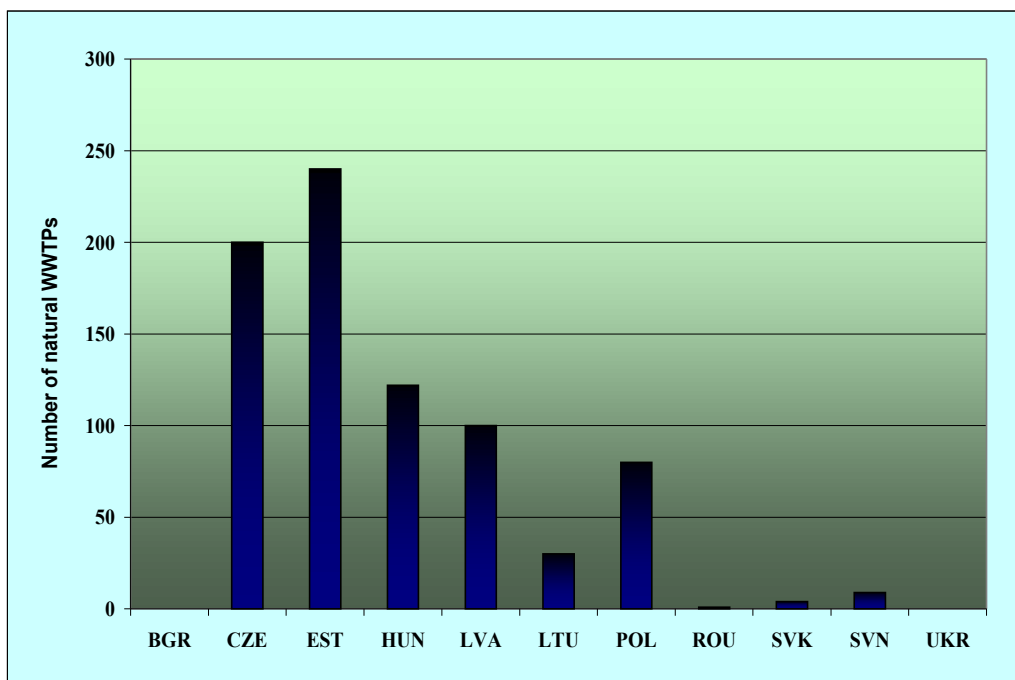
A GWP közép- és kelet-európai régiójában szennyvízkezelés céljára részben természetközeli rendszereket használnak. Egyrészt vannak olyan országok, amelyek hosszantartó jó tapasztalatot szereztek az ilyen típusú eljárásokkal kapcsolatban, így Észtország, a Cseh Köztársaság, Magyarország, Lengyelország és Szlovénia (2.8. ábra). Másrészt vannak olyan országok, amelyeknek egyáltalán nincs tapasztalata a természetközeli szennyvízkezelő rendszerek használatával kapcsolatban, mint például Szlovákiának és Bulgáriának. A közép- és kelet-európai országokban a leggyakoribb természetközeli eljárások az épített vízínövényes rendszerek, a homok-talaj-nád szűrőmezők, a makrofita szűrők, az árkos (lagunás) és a szennyvizes öntözőrendszerek.



2.7. ábra Vidéki területeken található szennyvízkezelési típusok megoszlása.

cespools = emésztőgödörök; activated sludge = eleveniszap; natural treatment = természetközeli tisztítás; other = egyéb; population connected to WWTP (%) = szennyvíztisztító telepre csatlakoztatott lakosság

Észtországban és Litvániaiában pozitív tapasztalatokat szereztek a természetközeli szennyvízkezelő rendszerekkel kapcsolatban. Leginkább a vertikális homok-nád szűrők bizonyultak nagyon hatékonyak. A Baltikumot jellemző hideg klimatikus feltételek mellett is a rendszereket magas szerves anyag tisztítási hatásfokkal tudták üzemeltetni. Ezen rendszerek sikeres alkalmazásának feltétele a hatékony előkezelés. Másrészt Szlovákiában csak körülbelül 10, többnyire vízínövényes típusú szennyvízkezelő telepet alakítottak ki az elmúlt 10 év alatt. Ma már csak három működik, mindegyiküket a szennyvíztisztítás harmadik fokozataként használják. Szlovákiában az ilyen típusú eljárások működését inkább negatívan ítélik meg; az ellenzők a nagy területigénnyel, a nem megfelelő klimatikus és természeti feltételekkel, az alacsony tisztítási hatásfokkal stb. érvelnek.

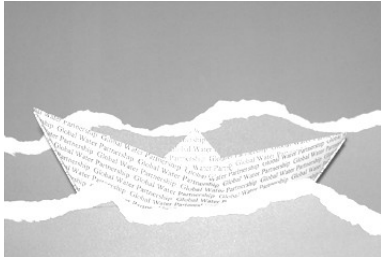


2.8. ábra A GWP közép- és kelet-európai országokban található természetközeli szennyvízkezelő telepek száma.

Általánosságban megállapítható, hogy a természetközeli szennyvízkezelő rendszereket csupán marginálisan használják a kelet- és közép-európai országokban. A meglévő rendszerek vagy rosszul méretezettek, elavultak, vagy üzemeltetésük és karbantartásuk nem megfelelő. Mindez a természetközeli rendszerekkel és az azokban rejlő környezeti, társadalmi és gazdasági célokat összefogó potenciállal kapcsolatos alacsony szintű szakértelemre és társadalmi ismeretekre vezethető vissza. Ugyanakkor a közép- és kelet-európai régióban még mindig uralkodó a hagyományos „beton és acél” kezelő rendszereket támogató nemzeti és nemzetközi lobbis. A természetes szennyvízkezelő rendszerek kezdeményezői ökológus mérnökök, környezetvédő civil szervezetek és „zöld mozgalmak”, akik/amelyek nehézségekbe ütköznek ezen új koncepció elfogadtatása során azon döntéshozók és hagyományos szennyvízes szakértők körében, akik „a létesítéshez fűződő üzleti érdekeket” tartják szem előtt.

Az elmúlt 10 év folyamán néhány európai államban, - mint Svédország, Németország és Norvégia - úgynevezett fenntartható szennyvízkezelési rendszerek kerültek kifejlesztésre és bevezetésre. Az új szennyvíz-kezelési koncepciók tervezése úgy történt, hogy azok megfeleljenek a fenntartható fejlődési céloknak, azaz olyan rendszerek, amelyek költség-hatékonyan elégítik ki a gazdasági, társadalmi és a haladó környezetvédelmi célokat.

Ezek a rendszerek a háztartási szennyvizet különböző frakciókra - szennyvíz, vizelet és fekália - választják szét a természeti erőforrások (tápanyagok, víz és hő) újrahasznosítása céljából. Az új szennyvíz-kezelési koncepciók még nem kerültek bevezetésre a GWP közép- és kelet-európai régiójában.



3. fejezet

Mi a fenntartható szennyvízgyártás? Hogyan kell tervezni?

Peter Ridderstolpe és Marika Palmér Rivera

BEVEZETŐ

A vízellátás és a szennyvízelhelyezés egyike a társadalom legalapvetőbb funkcióinak. Ennünk és innunk kell, aminek következtében rendszeresen salakanyagokat ürítünk. Hogy egészségesek maradjunk, mosakodnunk kell, kimosni ruháinkat és tisztán tartani közvetlen környezetünket. Eközben elkerülhetetlen bizonyos mennyiségű víz elszennyezése. A megfelelő vízellátás, szennyvízelvezetés és -elhelyezés elengedhetetlen az alapvető emberi igények kielégítéséhez, valamint olyan közös értékek megőrzéséhez, mint a vízi környezet, az ivóvízkészletek és az élelmiszer-termeléshez szükséges tápanyagok. Ezért szükséges, hogy a tervezők és döntéshozók lényegileg megértsék a fenntartható szennyvízgyártás szerepét és módszereit egy jó és fenntartható társadalom kialakításában.

Eredetileg az ember által ürített anyagok visszakerültek a természetbe, ahol lebomlottak és újra beépültek az elemek körforgásába. Az emberek letelepedésének kezdetétől a fiziológiai eredetű hulladékok (ürülékek) negatív hatásokat fejtettek ki az egyénre, a társadalomra és a természetre egyaránt. Az emberi társadalom fejlődése során ezért e hulladékok kezelésére szabályozókat vezettek be és kezelő rendszereket alakítottak ki.

A történelem azt igazolja, hogy a Föld összes társadalma hasonló alapszükségletekből és célokból fejlesztette ki az emberi eredetű ürülékek (és később szennyvíz) kezelő rendszereit. E célok egyéni és közös célokra oszthatók. Az egyéni célok közé a biztonság, a kényelem és a felhasználók számára megfizethető, bűz és hulladék okozta kellemetlenségektől mentes szennyvízelvezetés és -elhelyezés tartozik. Ahol az emberek mezőgazdasági gazdálkodóként élnek, az emberi ürülékek trágyaként való biztonságos újrafelhasználása is az egyéni célok közé tartozik. A közös célok közé a hulladék és az egészségi kockázatok megszüntetése a közterületeken, a környezet védelme és az élelmiszerbiztonság tápanyag visszavezetésén keresztül történő javítása tartozik.

Európában a humán eredetű salakanyagokban lévő tápanyagok újrafelhasználása volt az egyik fő hajtóerő a középkortól kezdve egészen a XIX. század végéig, amikor a városokban

bevezették a vizes rendszereket és megkezdődött a száraz kezelés kiszorítása. Az 1900-as évek elején a szemlélet megváltozott, a hangsúly az újrafelhasználásról az ártalmatlanításra¹ tevődött át. Különböző okok magyarázzák ezt a változást. Az egyik ok a műtrágyák megjelenése révén a mezőgazdaságban bekövetkezett szerkezetváltás volt, de az is, hogy a humán eredetű salakanyagok és szennyvizek okozta szennyezés – főleg ivóvíz szennyezés - összefüggésbe volt hozható például a kolera járványokkal. Ily módon az egészség megőrzése lett a másik fontos hajtóerő a szennyvízelvezetés- és -elhelyezés fejlesztésében.

A XX. század második felében a városokon kívül elhelyezkedő víztestek erőteljes és gyakran látványos tönkremenetele hozta létre a harmadik fontos hajtóerőt, a környezetvédelmet. A történelem megtanított rá minket, hogy a jól működő és hosszú távon fenntartható szennyvíz-gazdálkodási rendszereknek tartalmaznia kell mind az alapvető egyéni célokat, mind a hosszú távú közös célokat. Mindezen célok teljesítése közös, jövőbeli feladatunk.

XXI. századi kontextusban a fenntartható szennyvíz-gazdálkodás logikus következménye a 2002. évi Johannesburgi Fenntartható Fejlődés Világtalálkozó kifejezett globális elkötelezettségnek, amikor is a Millenniumi Fejlesztési Célokhoz hozzárendelték a közegészségügyi szempontból is megfelelő, fenntartható szennyvíz-gazdálkodást is. Az első lépés mind a vízzel, mind pedig a szennyvízzel kapcsolatos célok elérése érdekében a nemzeti integrált vízkészlet-gazdálkodás (IWRM) koncepció létrehozása és a Vízhasználati Hatékonysági Tervek 2005-re történő elkészítése volt. A Víz Világ Partnerség (GWP) nemzetközi szervezet 2005-ben 100 országban végzett felmérése azt mutatta, hogy az országoknak körülbelül csak 30%-a rendelkezik ilyen tervekkel, és hogy a szennyvízelhelyezés egyike a prioritásoknak.

E fejezetben a fenntartható szennyvíz-gazdálkodás alapelvei kerülnek bemutatásra. A fejezet két részből áll. Az első rész a fenntartható szennyvíz-gazdálkodás koncepcióját ismerteti, a második rész pedig egy tervezési módszert mutat be a megfelelő szennyvíz-elhelyezési megoldás kiválasztásához.

A FENNTARTHATÓ SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS KONCEPCIÓI

A történeti áttekintésből az szűrhető le, hogy az emberi egészség védelme, a tápanyagok visszaforgatása és a környezet tönkretétele elleni védekezés a szennyvíz-gazdálkodás és a szennyvíztisztítás közös célja. E célokat a továbbiakban elsődleges funkcióknak nevezzük. Ahhoz, hogy a rendszer fenntartható legyen, az elsődleges funkcióknak egyensúlyban kell lennie a gazdasági, szocio-kulturális (köztük az egyéni célokkal) és a műszaki szempontokkal. Ezt az egyensúlyt mutatja be a 3.1. ábra.

A következőkben kifejtésre és meghatározásra kerülnek a fenntartható szennyvíz-gazdálkodás és a szennyvíz-gazdálkodási rendszer koncepciói. Az elsődleges funkciók, a gyakorlati szempontok és a műszaki változatok szintén bemutatásra kerülnek. E koncepciók illusztrálására a hagyományos szennyvízkezelő rendszer (központi szennyvíztisztító telepek) teljesítmény szerinti értékelésére az elsődleges funkciók és a gyakorlati szempontok oldaláról nézve kerül sor.

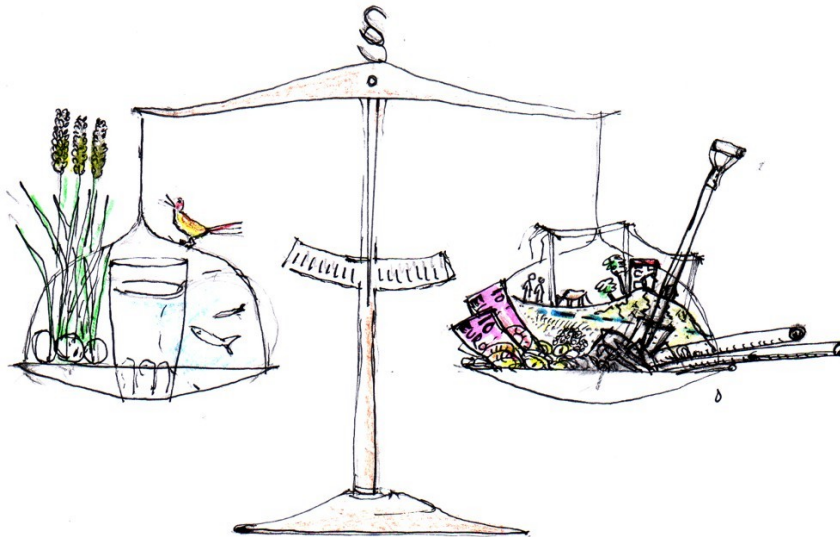
Mit jelent a fenntartható szennyvíz-gazdálkodás?

A fenntartható szennyvíz-gazdálkodás kifejezés utal arra az erőfeszítésre, aminek révén a szennyvíz-gazdálkodást igyekeznek beilleszteni abba a fenntartható fejlődés koncepcióba, amely

¹ Drangert és Hallström, 2002.

mögött az ENSZ 1992. évi Rio de Janeiro-i „Környezet és Fejlődés” címmel tartott konferenciáján létrejött, országok közötti megegyezés áll. Ez azt jelenti, hogy a szennyvíz-elhelyezési megoldásoknak értékelhetőnek és megvalósíthatóknak kell lennie mind gazdasági, mind méltányossági, mind környezeti kritériumok szempontjából.

Valójában a biztonságos szennyvízelhelyezést nélkülöző 3 milliárd ember kiszolgálására tervezett új infrastrukturális beruházásoknak és technológiáknak még a döntések meghozatala előtt fenntarthatósági felülvizsgálaton kellene keresztülmenniük. Ez az érintettekkel való egyeztetést igényel, annak érdekében, hogy megtalálják a meglévő gazdasági és természeti források optimális felhasználásának módját, valamint, hogy az emberek igényeit a lehető legjobban szolgálják ki. A szennyvízgyártó gyakran részét képezi a nemzeti Integrált Vízkészletgazdálkodási Terveknek. Sok esetben a GWP nyújt segítséget a kormányoknak azon törekvéseikben, hogy az érintettekkel folytatott párbeszéd során² megtalálják e tervek optimális alkalmazásának irányait.



3.1. ábra A szennyvízgyártó elsődleges funkcióinak (közegészség védelme, tápanyagok visszaforgatása és a környezet leromlása elleni védelem) egyensúlyban kell lenniük a gyakorlati szempontokkal. Az elővigyázatosság szintjét és a műszaki megoldást a helyi adottságok határozzák meg.

A fenntartható szennyvízgyártó olyan szennyvízgyártóként határozható meg, amely védi és támogatja az emberi egészséget, nem járul hozzá a környezet leromlásához és a természeti erőforrások kimerüléséhez, műszakilag és intézményileg megfelelő, gazdaságilag életképes és a társadalom szempontjából elfogadható³. Az ökológiai szennyvízgyártóra ezt a definíciót használják például Svédországban és Németországban⁴. Hasonló definíciót használnak a svéd települési szennyvizek kutatási programjában, amelyben a fenntarthatóság öt

² GWP, 2003.

³ Kvarnström és af Petersens, 2004.

⁴ E definícióval egyetértett a német Nemzetközi Fejlesztési Együttműködés Ügynökség (GTZ) és az ökológiai szennyvízgyártással foglalkozó EcoSanRes nevű svéd kutatási program (finanszírozó a svéd Nemzetközi Fejlesztési Ügynökség, a SIDA)(Kvarnström és af Petersens, 2004.)

szempontját vették figyelembe: az egészséget, a környezetet, a gazdaságot, a szocio-kultúrát és a műszaki funkciót⁵.

Számos nemzetközi szervezet a fenntartható szennyvízgyártást olyan alapvető fontosságú témaként kezeli, amelyet figyelembe kell venni az emberi egészséggel, valamint a környezetvédelemmel kapcsolatos feladatok megfogalmazása során. Egy példa erre az ENSZ Millenniumi Deklaráció elnevezésű nemzetközi együttműködése, amely mögé 2000-ben a világ számos vezetője felsorakozott. Az ENSZ Millenniumi Fejlesztési Célkitűzések dokumentuma fogalmazza meg a kapcsolódó teendőket, amelyeket olyan szervezetek támogatnak és hajtanak végre, mint az Egészségügyi Világszervezet és az UNICEF. A nyilatkozat célja a nyomor és az éhezés csökkentése fenntartható módszertanok alkalmazásával. A hetes számú célkitűzésben megfogalmazottak kiemelten az ivóvízre és a szennyvízgyártásra fókuszálnak. *„2015-re felére csökkenteni azoknak az embereknek a számát, akik nem jutnak fenntartható módon biztonságos ivóvízhez és az alapvető higiéniai feltételeket biztosító szennyvízelhelyezés sem megoldott számukra”*⁶.

Az ENSZ víz- és szennyvízgyártással foglalkozó projektjének munkacsoportja a hosszú távú szempontokat hangsúlyozza, és emellett érvel, hogy a környezeti és egészségi szempontok mellett más szempontokat, így intézményi, pénzügyi és műszaki jellemzőket is számításba kell venni a fenntartható szennyvízgyártás koncepciójának kidolgozása során⁷. A fenntartható szennyvízgyártás elfogadására szolgál például az ENSZ Fenntartható Fejlődés Bizottság által megfogalmazott szennyvízgyártási politika, amely hangsúlyozza a költség-hatékony, társadalmi-kulturális szempontból megfelelő szennyvízkezelés fontosságát és magában foglalja az ember által ürített anyagok és a víz újrafelhasználásának lehetőségét⁸.

A fenntartható fejlődés „olyan fejlődés, amely biztosítani tudja a jelen szükségleteinek kielégítését anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek lehetőségeit saját szükségleteik kielégítésére”⁹. Ennél fogva, egy fenntartható szennyvízgyártási

rendszerben a problémák megoldása alapvetően hosszú távra szól, és nemcsak a problémák térbeli áthelyezésére (például a kezeletlen szennyvíz településen kívül eső víztestbe történő bevezetése) vagy időbeli áthelyezésére (pl. szennyvíztisztításból származó iszap kihelyezése, amely a tápanyagok lassú kimosódása révén a jövőben a környezet leromlását okozza).

3.1. doboz: Kapcsolat az ivóvíz- és a szennyvízgyártás között

- A nem megfelelően tisztított szennyvíz ivóvíz céljára használt vízbázisokat szennyezhet, például patogénekkel (betegség közvetítő organizmusok) vagy nitráttal (lásd 3.1.3. pont: Közegészség védelme).
- A megfelelő közegészség biztosításához megfelelő mennyiségű ivóvíznek kell rendelkezésre állnia. A szennyvízgyártási rendszernek éppen ezért nem szabad a szükségesnél több vizet használnia (lásd 3.1.3. pont: Közegészség védelme).
- A mezőgazdaság sok vizet használ. A mezőgazdaság számára történő szennyvíz-visszaforgatás azt jelenti, hogy a vízkészletek terhelése kisebb lesz. A tiszta és megfelelően kezelt szennyvizet fel lehet használni talajvízdúsításra is (lásd a 3.1.3. pont: Újrahasznosítás).
- A szennyvízkezelő rendszer költsége nagyban függ a felhasznált víz mennyiségétől, mivel a hidraulikus terhelés határozza meg a rendszer méretét, továbbá hatással van az üzemeltetéshez szükséges energia és vegyszer (ahol alkalmazható) mennyiségére (lásd 3.1.4. pont: Gazdaság).

⁵ Malmqvist és mts., 2006.

⁶ UNDP, 2006.

⁷ ENSZ Millenniumi Projekt munkacsoport a Vízzel és a Szennyvízgyártásról, 2005.

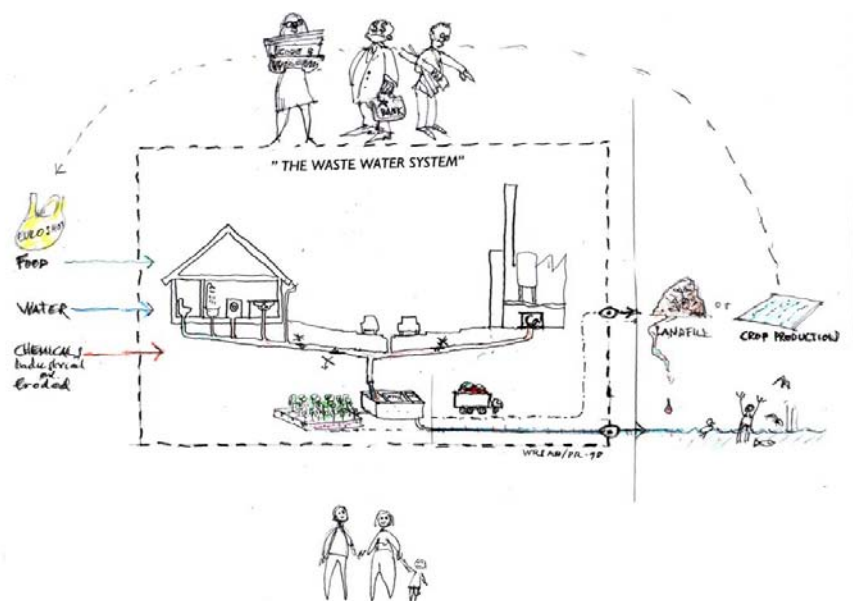
⁸ ENSZ Fenntartható Fejlődés Bizottsága, 2005.

⁹ Közös Jövők, 1987.

A szennyvízgyógykodási rendszer

Tervezéskor és a különböző szennyvízgyógykodási rendszerek összehasonlításakor a rendszer határait meg kell határozni. A kutatásban és a hosszú távú stratégiai tervezésben a szennyvízgyógykodási rendszernek kiterjednie kell lennie és magába kell foglalnia a mezőgazdaságot, esetenként a felhasználókat is. A mezőgazdasági rendszerek szorosan összefüggnek a szennyvízgyógykodással, mivel a mezőgazdaság által megtermelt élelmiszert - annak elfogyasztása után - végül a szennyvízrendszer kezeli. Egy jól illeszkedő szocio-agrár rendszerben a szennyvízgyógykodási rendszer termékei visszakerülnek a mezőgazdaságba, és ezáltal bezárul a tápanyagkör.

A gyakorlati tervezésben kézenfekvőbb a szennyvízgyógykodási rendszert csupán műszaki rendszerként meghatározni. A szennyvízgyógykodás pragmatikusabb definíciója szerint az magába foglal minden komponenszt a forrástól (pl. toalett, konyhai mosogató stb.) kezdve a folyamat végéig, azaz a szennyvíz befogadóba történő bevezetéséig. A gyakorlati tervezés során ugyancsak kiemelten figyelembe kell venni a szennyvízkezelő rendszer, a környező rendszerek és az érdekelték közötti kölcsönhatásokat. Tervezéskor fel kell mérni az alkalmazandó technológia hatását a használókra, a közelben élőkre, a még meg nem születetteknek, a gazdaságra, az intézményi kapacitásra, valamint a mezőgazdaságra és a befogadókra is. A szennyvízelhelyezési rendszer elvi vázlatát a 3.2. ábra mutatja be.



3.2. ábra ...A „szennyvízgyógykodási rendszer” elvi vázlata. A rendszer határvonalain (szaggatott vonal) belül minden technikai elem megtalálható, a forrásoktól a befogadókig. A környezet és emberi egészség védelmére irányuló beavatkozásokat, továbbá a víz és tápanyag visszaforgatás lehetőségét megteremtő beavatkozásokat bele lehet és bele is kell venni a rendszerbe. Tekintettel kell lenni a környező rendszerekre és az érintettekre (pl. vízellátó rendszer, agrárrendszer, szabályozó rendszer, finanszírozási rendszer, rendszerhasználók, közvetlen szomszédok, alvízi területen élők), képviselőiket pedig be kell vonni a tervezési folyamatba (P. Ridderstolpe vázlata, 1998).

A műszaki rendszer nem jelent szükségszerűen „fém-ből és betonból” épült berendezést. A természetközeli rendszerek (épületen kívüli rendszerek) ugyancsak használhatóak tisztításra.

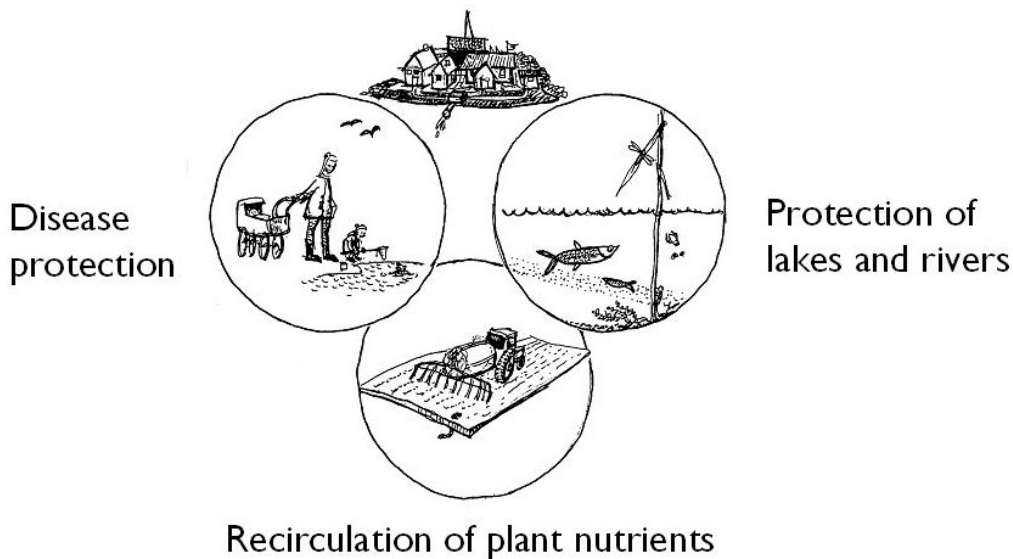
Különösen a vidéki területeken az öntöző rendszerek, a talaj- és homokszűrők, vagy az épített vízinövényes rendszerek megfelelőek szennyvíztisztítási célokra. A szennyvízelhelyezési rendszerre felállított követelmények a kiinduló ponttól a befogadóig terjedő szakaszon végzett mérésekkel teljesíthetőek. Éppen ezért fontos tisztában lenni a rendszer bemenő és kimenő pontjaival egyaránt. A tervezési szakaszban például érdemes eldönteni, hogy a rendszer a lakóház belsejéből induljon-e, vagy a kert széléről, hány lakóház csatlakozna majd a rendszerhez, hogy a rendszer vége azon a ponton legyen-e, ahol az összes tisztított vizet mérni lehet, továbbá hogy a rendszer kiterjeszhető legyen-e úgy, hogy például magába foglaljon valamilyen terméket termelő mezőgazdasági területrészt. Az utóbbi esetben a rendszer teljesítménye nem mérhető hagyományos vízmintavétellel. Világosan definiált rendszerhatárok szükségesek a különböző szennyvízelhelyezési megoldások összevetéséhez és a rendszer fenntarthatóságának megállapításához. A különböző rendszerek tervezéséről és lényegéről több tudható meg a Fenntartható Szennyvízgyártás Tervezése fejezetében (alább).

Fontos a teljes rendszerrel tisztában lenni és figyelembe venni, mi „lép be és mi lép ki”. Így a tisztított szennyvíz és a visszamaradt termékek (mint fekália, vizelet vagy iszap) minősége nagymértékben a bemenő anyagoktól (input) függ. Például, ha az ivóvízben vagy a háztartási vegyi anyagokban mérgező vegyületek vagy nehézfémek vannak jelen, ezek a vegyületek meg fognak jelenni az elfolyó vízben vagy a visszamaradt termékekben. A szennyvízgyártás „rendszer szemlélete” tehát azt jelenti, hogy az elővigyázatossági intézkedések (forrás szabályozás) meghozatalára mindig gondolni kell (például a toalett hulladékok és a szürkevíz szétválasztása, vagy a háztartási mosószer foszfortartalmának csökkentése). A tisztítás és újrafelhasználás elősegítéséhez a csapadékvizet és az ipari vizet mindig el kell különíteni a háztartási szennyvízrendszertől.

A szennyvízgyártási rendszerek elsődleges funkciói

Mint már előzetesen tárgyalásra került, a szennyvízgyártási rendszerek elsődleges funkciói az egészségvédelem, a visszaforgatás és a környezet leromlása elleni védekezés (3.3. ábra).

A szennyvízgyártási rendszereknek foglalkoznia kell a vizelet, a fekália (toalett hulladék) és a szürkevíz (fürdésre, mosásra stb. használt víz) kezelésével, külön-külön és keverten is. E különböző frakcióknak mind szennyezőanyag-tartalom, mind mennyiségük tekintetében eltérő jellemzőik vannak. A 3.1. táblázat tartalmazza a vizelet, a fekália és a szürkevíz legfőbb jellemzőit, a különböző szennyezőanyagok hatásait, és a lehetséges helyreállító intézkedéseket.



3.3. ábra A szennyvízgyártó rendszerek elsődleges funkciói: az egészség védelme, a környezet védelme és a növényi tápanyagok visszaforgatása¹⁰. A fenntartható szennyvízgyártó megoldásnak mindezen funkciókat integrálnia kell.

Disease protection = egészségvédelem; Protection of lakes and rivers = tavak és folyók védelme; Recirculation of plant nutrients = növényi tápanyagok recirkulációja

3.1. táblázat Különböző háztartási szennyvíz frakciók összetétele, környezeti hatásuk és a szennyezés/hatás szabályozásának lehetőségei¹¹. A számok svéd tapasztalatokon alapulnak¹².

Anyagok	A különböző frakciók összetétele			Hatás	Szabályozási lehetőségek
	Fekália	Vizelet	Szürkevíz		
Víz, l/fő/nap (öblítő vízzel együtt)	4-10	20-40	80-200	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Néhány helyen vízhiány ▪ Elvezetéskor hővesztés ▪ Befektetés a kezelésbe ▪ Terület és épületek felosztása 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Viselkedés ▪ Díjfizető rendszer ▪ Víztakarékos berendezés
	Együttvéve átlagosan: Új házak: 150 Régi házak: 180				
Patogének	Magas	Nagyon alacsony	Alacsony	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fertőzések 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne keverjük a fekáliát a vízbe. ▪ Fekália higiénikus kezelése, pl. komposztálással történő fertőtlenítés ▪ Vízkezelés aerob biológiai szűrőkkel, pl. csepegtetőtestek vagy vertikális homokszűrők ▪ A kitérés kockázatának minimalizálása

¹⁰ From Ridderstolpe, 1999.

¹¹ A táblázatot P. Ridderstolpe készítette a Tiszta Baltikum Koalícióval (Coalition Clean Baltic) együttműködésben

¹² Svéd Környezetvédelmi Ügynökség, NFS 2006:7

Anyagok	A különböző frakciók összetétele			Hatás	Szabályozási lehetőségek
	Fekália	Vizelet	Szürkevíz		
Víz, l/fő/nap (öblítő vizzel együtt)	4-10	20-40	80-200	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Néhány helyen vízhiány ▪ Elvezetéskor hővesztés ▪ Befektetés a kezelésbe ▪ Terület és épületek felosztása 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Viselkedés ▪ Díjfizető rendszer ▪ Víztakarékos berendezés
	Együttvéve átlagosan: Új házak: 150 Régi házak: 180				
Szerves anyag (BOI) kg/fő/év	5,5	2	10	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Az oxigénhiány hatására ▪ Bűz és toxikus víz keletkezhet ▪ A zsír, olaj és a baktériumok szaporulata a vezetékben dugulást okozhat, a talaj pórusokat eltömi stb. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eltávolítás flotációval és üleptéssel ▪ Aerob mineralizáció, pl. függőleges átfolyású homokszűrő ▪ Anaerob mineralizáció, pl. Imhoff tartály vagy épített vízinövényes rendszer
	Fekália + vizelet = 7,5				
Foszfor kg/fő/év	0,2	0,4	0,05-0,3*	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eutrofizáció ▪ Limitált forrás 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mosószeres foszfortartalmának csökkentése ▪ Vizelet vagy feketevíz különálló kezelése ▪ Kémiai kicsapítás ▪ Talaj szorpció vagy reaktív szűrő ▪ Baktériumok, vagy zöld növények általi felvétel
	Együttvéve átlagosan: 0,8				
Nitrogén kg/fő/év	0,5	4	0,5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eutrofizáció (tengerben) ▪ Vízben oxigénfogyasztó ▪ Képződéskor energiafogyasztó 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vizelet vagy a feketevíz elkülönített kezelése ▪ Kezelés aerob/anaerob biológiai szűrőkkel ▪ Baktériumok, vagy zöld növények általi felvétel
	Együttvéve átlagosan: 5,0				
Nehézfémek	jelen vannak	elhanyagolható	jelen vannak	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mérgező az emberre, a tisztító rendszerre és az ökoszisztémára 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Megelőzés a forrásnál, pl. információk vagy tiltás révén
Szerves mérgező vegyületek	elhanyagolható	elhanyagolható	jelen vannak	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mérgező az emberre, a tisztítórendszerre és az ökoszisztémára 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Megelőzés a forrásnál, pl. információkkal vagy tiltás révén ▪ Aerob biológiai szűrőkkel történő tisztítás
Gyógyszer maradványok/ hormonok	jelen vannak	elhanyagolható	elhanyagolható	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vízi szervezetekre mérgező 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mikrobiális lebomlás a felszíni talajrétegben

*A szürkevíz foszfortartalma a háztartási mosószeres foszfortartalmától függ, az 1 főre jutó összes foszfortartalom 10-50 %-át teszi ki.

Ahogy a 3.1. táblázat mutatja, az elsődleges funkciók teljesítésére több út létezik, figyelembe véve az egész technológiai rendszert a forrástól a befogadóba történő bevezetésig. A táblázatban szereplő adatok felhasználhatóak a kezdeti tervezési fázisban a tápanyag- és vízterhelések közelítő számításaihoz (a tervezéshez és méretezéshez jóval precízebb számításokat kell végezni).

A közegészség védelme

A szennyvíz a betegségek terjesztésének legfőbb útja a világon. Az Egészségügyi Világszervezet becslése szerint minden évben 13.500 14 éven aluli gyermek hal meg Európában hasmenéses megbetegedésben a rossz minőségű víz, az emberi ürülékek nem megfelelő kezelése és a rossz higiéniai feltételek következtében. E halálesetek többsége Kelet-Európában fordul elő¹³.

Az egészségi kockázat legfőképpen a patogén tartalomtól (betegség-átvivő organizmusok) függ és a fekáliás szennyezés függvénye¹⁴. A vizelet és a szűrkevíz rendszerint nem tartalmaz nagy koncentrációkban patogéneket, de fekáliás átszennyeződések révén kis mennyiségben előfordulhatnak.

A betegségek terjedésének megelőzésére az emberek fekáliás kitétséget meg kell akadályozni. Minden lehetséges útvonalat figyelembe kell venni, a rendszer használótól a visszamaradt termékek kezeléséig és a kezelt szennyvíz elvezetéséig. A lehetséges expozíciós útvonalakat a 3.2. táblázat mutatja be.

3.2. táblázat A fekáliás kitétség lehetőségei a szennyvíz-elhelyezési rendszer különböző részeiben és a végtermékek mezőgazdasági felhasználása során.

A rendszer része	Lehetséges kitétség
WC	<ul style="list-style-type: none">▪ használat alatt és után▪ tisztításkor
Kezelő rendszer	<ul style="list-style-type: none">▪ karbantartáskor▪ meghibásodáskor▪ kezelő eljárás során közvetlen érintkezés
Kibocsátás	<ul style="list-style-type: none">▪ kezelt vízzel való érintkezés▪ szennyezett felszín alatti víz▪ ivóvízforrásként való használata▪ érintkezés fertőzött rovarokkal vagy vadon élő állatokkal
A visszamaradt anyagok kezelése	<ul style="list-style-type: none">▪ a visszamaradt anyagok kiürítése
Végtermékek felhasználása	<ul style="list-style-type: none">▪ szántóföldön történő alkalmazás▪ pl. szennyvízzel fertőzött zöldségek fogyasztása

A fekáliás kitétség megakadályozására korlátozásokat alkalmaznak. A korlátok fogalmába beletartozik az expozíciós kockázat csökkentésének minden módja (például nyitott kezelési eljárások korlátozott hozzáférése; olyan szennyvízkezelés, amely csökkenti a patogének mennyiségét; továbbá a visszamaradt anyagok tárolása a patogének kipusztulásáig). Amennyiben a kezelt szennyvíz higiéniai minősége felvet bizonyos egészségi kockázatot, a szennyvíz oly módon kerülhet elvezetésre - például korlátozott hozzáférésű vízinövényes rendszerre -, ami a patogénszám biztonságos szintre csökkentéséig megakadályozza a kitétséget. A végtermékek szántóföldi felhasználására vonatkozó korlátozások magukba foglalják az alkalmazási technológiákat és a terményre vonatkozó korlátozásokat¹⁵.

¹³ 11.000 haláleset az EUR-B alrégióban (a WHO meghatározása szerint): Albánia, Örményország, Azerbajdzsán, Bosznia és Hercegovina, Bulgária, Grúzia, Kirgizisztán, Lengyelország, Románia, Szerbia, Szlovákia, Tadzsisztán, Macedónia Volt Jugoszláv Köztársaság, Törökország, Türkmenisztán és Üzbegisztán. Forrás: Valent és mts., 2004.

¹⁴ Egészségügyi Világszervezet

¹⁵ Egészségügyi Világszervezet, 2006.

Habár szennyvízelhelyezés vonatkozásában a fertőzőes betegségek képviselik a legfőbb egészségi kockázatot, a szennyvíz más összetevői is veszélyesek lehetnek az egészségre nézve. Például a nitrátok, ha ivóvíz céljára használt talajvízbe kerülnek, kis gyerekeknél egészségügyi problémákat okozhatnak (gyakran kék betegséggként említett szindróma).

A szennyvíz olyan mérgező vegyületeket - például nehézfémeket, antibiotikumokat (gyógyszereket), ftalátokat és fenolokat - is tartalmazhat, amelyek egészségi kockázatot jelentenek. A szennyvíztisztítási eljárások rendszerint nem úgy vannak tervezve, hogy ezeket a vegyületeket eltávolítsák. Szennyvízben található koncentrációjuk csökkentésének legjobb módja, ha magánál a forrásnál történik a szennyezőanyag-tartalom csökkentése, például a háztartásokban használt vegyi anyagok mennyiségének csökkentése révén. Ezen vegyületek egészségi kockázatának csökkentésére expozíciós korlátok (lásd fentebb) használhatók.

A megfelelő higiénia, és ezáltal a jó egészség biztosításához megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvíznek kell rendelkezésre állnia. Olyan területeken, ahol kevés a víz, a szennyvíz-gazdálkodási rendszer tervezésekor ezt figyelembe kell venni.

Újrahasznosítás

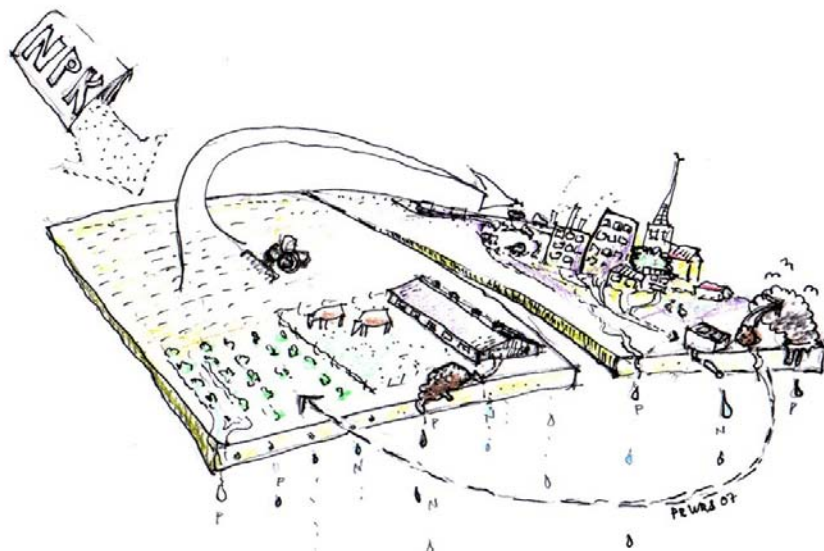
Lényegében az összes elfogyasztott tápanyag kiválasztásra kerül. A makro-tápanyagok, így a foszfor, nitrogén, kálium és kén mellett mintegy 20, a növények fejlődése szempontjából életfontosságú mikro-tápanyag is jelen van a toalett hulladékban. Nitrogén hozzáadásával a terméshozam rendszerint növelhető, ugyanakkor más elemek korlátozó hatással lehetnek a terméshozamra, különösen a már hosszú ideje művelt földeken. A vizenövények fejlődését rendszerint a foszfor és néha a nitrogén szabályozza. Ha ezeket a növényi tápanyagokat a víztestekbe vezetik, azok eutrofizációt okoznak. Ezért a hagyományos szennyvíz-stratégiának a vizet trágyázó növényi tápanyagok eltávolítására kell törekednie. A fenntartható megoldást mégis az eltávolított növényi tápanyagok újrafelhasználása jelenti. Az eltávolított növényi tápanyagokat tartalmazó iszap egyszerű lerakása az eutrofizációs probléma áthelyezésének drága módját jelenti a jövő, illetve más területek tekintetében.

A műtrágyák elterjedése a II. világháború után sok gazdát – legalábbis a világ nyugati részén – tett érdektelenné a toalett hulladékok tápanyagainak újrafelhasználását illetően. A műtrágyák használata azonban különböző problémákat vet fel. A műtrágyákban lévő foszfor foszfát ásványokból származik, amelyek készlete korlátozott, továbbá néhány foszfát ásvány nagy mennyiségben tartalmaz nehézfémeket. Nitrogén előállítható a levegő korlátlan mennyiségben rendelkezésre álló nitrogéntartalmából, de az eljárás nagyon energia-igényes. A különböző talajok a makro- és mikro-tápanyagokat különböző összetételben igénylik. Ennek beállítása műtrágyázással nehéz. Következésképpen a szennyvízkezelés és a mezőgazdaság hosszú távú fenntarthatóvá tételéhez a toalett hulladékban lévő összes növényi tápanyagot fel kellene használni a mezőgazdaságban. Sajnálatos módon a modern agro-társadalmi rendszer többnyire a fosszilis készletektől a befogadókba történő elhelyezésig terjedő, lineáris tápanyag-áramlási rendszer (3.4. ábra).

Vízhiányos területeken a víz visszaforgatása a szennyvíz-gazdálkodás egyik fontos funkciója lehet. A mezőgazdaság nagyon nagy mennyiségben használ fel édesvizet, és a víz szennyvíz-öntözés révén történő újrafelhasználása csökkenti az ivóvízkészletek terhelését. A vízmegtakarítás további kifejtésre kerül a Gazdaság és Forrásgazdálkodás fejezetében (alább).

Egy probléma megoldása nem lehet forrása újabb problémáknak, ebből következően a tápanyag újrafelhasználását megfelelő módon kellene megvalósítani. Vannak bizonyos társult kockázata a toalett hulladékok és a szennyvíz újrahasznosításának – ideértve a fekális szennyezést (fertőző betegségek terjesztése), a talajok megnövekvő sótartalmát (szennyvízes öntözés esetén, fél-

száraz vagy száraz klímán) és a nehézfémek, vagy más mérgező vegyületek megnövekvő mennyiségét a talajokban és a terményekben.



3.4. ábra A műtrágyák megjelenése modern mezőgazdaságot hozott létre, amelynek nem része a toalett hulladékokból származó tápanyagok újrafelhasználása. Az „olló bezárására” irányuló ösztönzés hiánya a mezőgazdaságot olyan rendszerre alakította, amely a növényi tápanyagokat a felszín alatti és a felszíni vizekbe juttatja. A műtrágyával kihelyezett tápanyagoknak csak egy nagyon kis hányada kerül be a társadalom számára átadott élelmiszerekbe. Elfogyasztás után a növényi tápanyagok kiválasztásra, majd a szennyvízbe kerülnek. Modern társadalmunkban (akkor is, ha hagyományos szennyvízkezelő rendszert használ) e tápanyagokból igen kevés kerül vissza a mezőgazdaságba. Az eredmény egy szennyező és nem fenntartható mezőgazdasági-társadalmi rendszer (Rajz: P. Ridderstolpe, 2007.).

Ennek ellenére a kockázatok nagyon jól kezelhetők. Már kifejlesztésre kerültek a toalett hulladék szántóföldi területen történő felhasználásának higiénikusan biztonságos és hatékony eljárásai. Az Egészségügyi Világszervezet útmutatót adott ki a szennyvíz, a humán eredetű ürülékek és a szürkevíz biztonságos felhasználásához (Egészségügyi Világszervezet, 2006). Az Egészségügyi Világszervezet szerint “a kiválasztott ürülékek és a szürkevíz szántóföldön történő közvetlen használata a környezeti hatások minimalizálásának irányába hat mind helyi, mind pedig globális összefüggésben.”¹⁶.

A forrásgazdálkodás szintén gazdasági és gyakorlati kérdés, a Gazdasági és Forrásgazdálkodás fejezetrézben kerül további tárgyalásra (alább).

Védelem a környezet leromlása ellen

A nem megfelelően tisztított szennyvíz okozta eutrofizáció súlyos környezeti probléma, ami túlzott mértékű növényi burjánzáshoz és pusztuláshoz vezet, miközben egyes gyomnövény

¹⁶ Egészségügyi Világszervezet, 2006.

fajok győzedelmeskednek más fajok felett, súlyos vízminőség romlást okozva ezzel. Az elmúlt években a Balti-tengerben nyaranta fellépő, túlzott mértékű algavirágzás az eutrofizáció egyik hatása.

A tisztítatlan szennyvíz nagy szerves anyag tartalma oxigénhiányhoz vezethet, amennyiben víztestekbe vezetik. A felszíni vizek oldott oxigéntartalma az egészséges élethez szükséges szint alá süllyed, ami a halak és más vízi faunához tartozó élőlények pusztulásához vezethet. A szennyvízben lévő növényi tápanyagok a vízi ökoszisztémát egyre inkább károsítják. Az algák és más szervezetek növekedését elősegítik és a vízi ökoszisztémát érő terhelés nő.

Oxigénhiányos vizekben az anaerob üledékekből foszfor szabadulhat fel, ami további eutrofizációt okoz. Az eutrofizáció „ördögi kör”-ét nehéz megtörni. Az eutrofizációs hatások gyakrabban válnak láthatóvá kis befogadókban, míg a nagy és mély befogadók érzékenyek és nagyon lassan épülnek fel a bekövetkezett károsodásokból. A Balti-tenger és Fekete-tenger is érzékeny víz, az évtizedeken át tartó szennyezés után most mindkettő az eutrofizáció „ördögi körétől” szenved (3.5 ábra).



3.5. ábra A nem megfelelő szennyvízgyártás környezeti hatásai – növekvő algavirágzás a Balti-tengerben. *Fotó: P. Ridderstolpe, 1998.*

A szennyvízben jelen lévő mérgező vegyületek, mint a nehézfémek, a szerves vegyi anyagok és gyógyszerek, lévén toxikusak a vízi és szárazföldi szervezetekre, környezeti problémákat és egészségügyi kockázatokat vethetnek fel. A szennyvíztisztítási folyamatok során e vegyületeket nehéz eltávolítani, legjobb azok mennyiségét a forrásnál csökkenteni (lásd fent, közegészség védelme).

A talajt és a talajvizet néha befogadóként hasznosítják. A talajban végbemenő folyamatok, így a mikrobiális tevékenység során a szennyvíz szerves anyag és tápanyag tartalma fokozatosan lecsökken, mielőtt a szennyvíz elérné a talajvizet. Ebből következően a talaj kevésbé érzékeny befogadó, mint a víz. Ennek ellenére a biológiailag nem lebontható mérgező vegyületek akumulálódhatnak a talajban a talajrészecskéken történő adszorpció

révén. A talajvíz befogadóként történő használata problémás lehet, mivel a talajban lejátszódó folyamatok szennyvízre gyakorolt hatása nagymértékben függ a helyi talaj és talajvíz viszonyoktól, amit részletes felmérések nélkül nehéz előre megállapítani. A talajvíz minőségének változásait nehéz érzékelni, és nem lehet észlelni csak akkor, amikor a szennyeződés már beavatkozást igénylő mértékű.

A szennyvízgyártó célok felállítása során nagyon fontos különbséget tenni a helyi és a regionális környezetvédelem között. A regionális felszíni víztestekre csekély hatást gyakorló szennyvízbevezetések nagy hatást gyakorolhatnak a kis, helyi patakokra vagy tavakra.

A szennyvíztisztításhoz használt energia- és erőforrás-megtakarítás pénzmegtakarításhoz vezet és gazdaságossági szempontból gyakran ésszerű. Például a nagy áram- vagy vegyszerigényű tisztítás magas működési költségeket eredményez, ami hosszú távon nehezen megfizethető. Ugyanakkor a szennyvízkivezetés környezeti hatásai jóval nagyobb energia- és készlet-fogyasztást jelentenek a hő-, édesvíz- növényi tápanyag veszteségeknek köszönhetően¹⁷. Ezzel a költséggel ritkán számolnak a magángazdaságban. Mindezt a jövő generációinak kell majd megfizetnie.

A szennyvízgyártó rendszerrel kapcsolatos gyakorlati megfontolások

Egy fenntartható gyártó rendszer megvalósításához az elsődleges funkciókat össze kell vetni a gyakorlati szempontokkal, beleértve a költségeket, szocio-kulturális szempontokat (felhasználók, intézményi kapacitás, jogi környezet, stb.) és a technikai funkciókat. A gyakorlati szempontok az alábbiakban kerülnek tárgyalásra és szemléltetésre.

Finanszírozás

A szennyvízelhelyezés költségeinek ésszerűnek kell lenniük, ami kézenfekvően a helyi adottságoktól függ, azaz mit képes és hajlandó a felhasználó fizetni a rendszerért, illetve attól, hogyan történik a rendszer finanszírozása (kölcsonők, támogatások, stb.). A felhasználók által finanszírozott közszolgálati rendszer esetében fontos az intézményi kapacitás megléte a felhasználói díjak összegyűjtésére. A különböző megoldások összehasonlítására az éves költségeket használják. Az éves költségek magukban foglalják a tőkeköltséget (a beruházási költség osztva a beruházás élettartamával plusz a kamatok), valamint az üzemelés és a fenntartás éves költségeit.

A költségek számos tényezőtől függenek, beleértve a célokat és a terület természeti körülményeit (topográfia, talaj, stb.). A vízterhelés gyakran meghatározza a szennyvízkezelési berendezések méretét, így a vízfogyasztás csökkenése (pl. egy víztakarékos berendezés beállításával) alacsonyabb költségekhez vezethet. Az üzemelési költségek tartalmazzák az elektromos áram (vagy másfajta energia) költségét, a munkaerő, a vegyszer, az iszap, vagy más visszamaradt anyag kezelésének költségét és a monitoring költségeket. A vízmegtakarítás általában elektromos áram, vegyszer és iszap-kezelési megtakarításokhoz vezet. A minimális elektromos áram- és vegyszerbevitellel működő természetközeli szennyvízkezelő rendszer - ahol a működtetést és a karbantartást a felhasználók végzik - az üzemeltetési költségek nagyon alacsonyak.

Figyelembe veendő társadalmi-gazdasági tényező a szennyvízgyártó rendszerrel összefüggésben bekövetkező helyi fejlődés, azaz a helyi kivitelezési, működtetési és karbantartási szakértelem alkalmazásának lehetősége, ami helyi munkahelyeket teremthet.

Szocio-kultúra

A szennyvízgyártó rendszer fejlesztésének irányába mutató hajtóerők különbözőek a felhasználók és a közösség esetében. A felhasználók biztonságos, kényelmes és elérhető megoldást akarnak, amely nem igényel több munkát, mint ami szükséges. A rendszernek figyelembe kell vennie a kulturális környezettől függő kényelmi és biztonsági elvárásokat, valamint a különböző korra, nemre és jövedelmi csoportokra jellemző igényeket. Ha az egyén

¹⁷ Kärman és Jönsson, 2001.

szükségeit egy meglévő rendszer már kielégíti, akkor az egyén egy fejlettebb vízgazdálkodási rendszer kiépítéséért (közösségi célok megvalósításáért) kevesebb pénzt hajlandó áldozni, mint amennyit tudna. A fizetési hajlandóságot megnövelhetik a tisztességes fogyasztási díjak, egy hatékony szervezet kiépítése és a szolgáltatás megbízhatósága¹⁸. A fogyasztói tudatosság és képzettség növelése elengedhetetlen feltétele a rendszer helyes használatának.

A gazdálkodás, az üzemeltetés és a karbantartás felelősségi köreinek világos megosztása fontos a fenntarthatóság szempontjából¹⁹. Különböző tulajdonosi formák és felelősségi körök lehetségesek. A rendszer tulajdonosai és vezetői lehetnek az egyes háztartások (decentralizált helyi rendszereknél), az önkormányzatok (köztulajdon), vagy a háztartások társulásai. Ezek kombinációja is előfordulhat, például a szennyvízgyűjtő-rendszer magántulajdonban van, de a kezelőtelepet az önkormányzat birtokolja és tartja karban.

Egy fenntartható szennyvízgazdálkodási rendszer olyan közösségi intézményeket igényel, amelyek képesek ellátni a különböző feladatokat – üzemeltetés és fenntartás, frakciók gyűjtése újrahasznosítás céljából, oktatás, monitoring és a fogyasztói díjak beszedése. A különböző típusú szennyvízgazdálkodási rendszerek intézményi követelményei eltérőek és mindig az adott helyzettől függenek. A szennyvízgazdálkodási rendszernek eleget kell tennie a jogszabályi előírásoknak. A szennyvízgazdálkodási rendszerek európai szintű szabályozásáról bővebben az 5. fejezetben lesz szó.

Műszaki funkció

A rendszer megbízhatósága a hosszú távú fenntarthatóság talán legfontosabb műszaki szempontja, beleértve a meghibásodás kockázatát és a meghibásodások hatását. A rendszernek üzemeltetési szempontból megbízhatónak kell lenni az egész év folyamán és változó terhelések mellett is teljesítenie kell a tisztítási célokat. Ez különösen fontos kisméretű rendszereknél, ahol a terhelések nagymértékben változnak.

A helyi körülmények függvényében az extrém feltételekkel (árvizek, stb.) szembeni megbízhatóság ugyancsak fontos szempont lehet. További figyelembe veendő műszaki szempont a rugalmasság (azaz, milyen könnyen tud a rendszer alkalmazkodni a változó körülményekhez), a tartósság és a meglévő rendszerekkel való kompatibilitás.

A monitoring fontos annak megállapítására, hogy a szennyvízrendszer megfelelően működik-e. A monitoring három fő típusa: a validáció, amelynek során megvizsgálják, hogy a kialakított új rendszer kielégíti-e a meghatározott célokat; a műveleti monitoring, amit rutinszerűen végeznek a folyamatok elvárásoknak megfelelő működésének jelzésére; és a verifikáció, amely a végtermék (pl. tisztított szennyvíz, emberi ürülékek, vizelet, ürülékkel trágyázott növények) vizsgálatára irányul a tisztítási célkitűzések megvalósulásának igazolása érdekében.²⁰

A verifikáció, amennyiben azt megfelelően végzik el, gyakran költséges, mivel nagy számú mintát kell venni a korrekt eredmény eléréséhez. Ezért a kisméretű rendszerek esetében a műveleti monitoring rendszerint sokkal inkább járható út. A validáció azt jelenti, hogy az alkalmazott kezelési eljárást/technológiát korábban már kiértékelték, aminek minden, kutatási célokra felhasználni nem kívánt kisméretű alkalmazás esetében meg kellene történnie.

¹⁸ Malmqvist és mts., 2006.

¹⁹ Söderberg és Johansson, 2006.

²⁰ Egészségügyi Világszervezet, 2006.

A technológiai változatok szűrése

A szennyvízelhelyezési rendszer kiválasztásakor a figyelem központjába a rendszer funkcióját kell helyezni, azaz annak teljesítőképességét az elsődleges funkciók és a gyakorlati szempontok vonatkozásában. A technológia eszköz e célok eléréséhez, nem pedig cél önmagában. Fontos, hogy a felhasználói és intézményi kapacitás (szoftver) kompatibilis legyen a műszaki rendszerrel (hardver).

A szennyvízrendszerre vonatkozó műszaki megoldást az elérni kívánt teljesítmény és a helyi feltételek figyelembevételével választják ki. Következésképpen az alkalmazott technológia a különböző helyzetekben eltérő lesz. Mind a hagyományos, mind az új „ökológiai” technológiák relevánsak lehetnek, a tervezés során figyelembe kell venni, és értékelni kell azokat. A 3.3. táblázat áttekintést nyújt a különböző szennyvízelhelyezési/szennyvízkezelési technológiákról. A szennyvízrendszerek részletes műszaki leírása a tanulmánynak nem feladata.

3.3. táblázat Műszaki megoldások a szennyvízkezelés különböző funkcióira²¹

	“Hagyományos” kezelési technológia (intenzív / épületen belüli)	Természetközeli kezelési technológia (extenzív /épületen kívüli)
Előtisztítás – lebegőanyag eltávolítás	Szűrők Rácsok Sziták Előüleptető medencék	Üleptető medencék Oldómedencék Talajszűrő (élő talaj)
BOI eltávolítás (Másodlagos tisztítás)	Csepegtetőtestek Biorotorok Eleveniszap	Stabilizációs tavak (Száras) vízi növényes rendszerek Vertikális talaj-szűrők (infiltráció, homokszűrők) Öntözés
Foszfor eltávolítás (Harmadlagos tisztítás)	Kémiai kicsapátás szennyvíztisztító telepeken. Bio-P Ozmotikus szűrők	Derítő medencék Infiltráció Reaktív szűrők (horizontális szűrők) Öntözés
Nitrogén eltávolítása (magas fokozatú tisztítás)	Nitrifikáció + denitrifikáció a szennyvíztisztító telepen, Struvit kicsapátás, ammónia kilevegőztetés	Nitrifikáció + denitrifikáció a száraz és nedves vízi növényes rendszerekben, vagy homokszűrő + nedves vízi növényes rendszer Öntözés
Iszap gazdálkodás (víz eltávolítása, stabilizáció)	Iszapsűrítők Iszapszítók Centrifugák Fermentáció (komposztálás, meszes-stabilizáció)	Szűrőágyak Biológiai szűrő ágyak (nád-ágyak) Hosszú idejű tárolás Komposztálás Meszes stabilizálás

A 3.3. táblázat szerint számos különböző szennyvízkezelési technológia létezik. Habár a szennyvíztisztító telepeken történő kezelés nagyon különbözőnek látszik a természetközeli módszerektől, ugyanazon általános elveken alapulnak. Egy jól működő szennyvízrendszer létesítésének érdekében a technológiai rendszert a helyi feltételekhez és törekvésekhez kell igazítani. Kis és közepes méretű szennyvízelhelyezési rendszerként gyakran megfelelő a természetközeli rendszer. Ha a tervezés megfelelő, azok megbízhatóak és hatékonyak.

²¹ A táblázatot P. Riddelstolpe készítette a Tiszta Baltikum Koalícióval együttműködésben

Lehetőséget adnak energia- és költségmegtakarításra, üzemeltetésük és a karbantartásuk általában egyszerű.

3.2. doboz: A hagyományos szennyvízkezelő rendszerek értékelése

A hagyományos szennyvízgyártórendszerénél, - ahol a háztartási szennyvizet gyűjtőcsatornába, majd központosított modern szennyvíztisztító telepre vezetik, rendszerint figyelembe veszik azon fajlagosokat, amelyek révén az összes szennyvízelhelyezési megoldás összehasonlítható. Az elsődleges funkciók és gyakorlati szempontok alapján az előbbieken bemutatott hagyományos rendszernek számos hátránya és előnye van (az alábbiakban összefoglalva)

Elsődleges funkciók

- *Egészségvédelem*
 - A higiéniai kockázatok átvitele a befogadó tavakba és vízfolyásokba.
 - Meghibásodás idején a betegség terjedés kockázata nagy.
- *Tápanyagok visszaforgatása*
 - Nem része a rendszernek. A tápanyagokban gazdag iszap gyakran lerakásra kerül. A tápanyagok toxikus vegyületekkel keverednek az iszapban. Az iszaptól történő tápanyagkivonási módszerek jelenleg még fejlesztés alatt állnak, ráadásul drágák és megbízhatatlanok.
- *Környezetvédelem*
 - Hatékony a tavak és tengerek eutrofizáció elleni védelmének tekintetében.

Gyakorlati megfontolások

- *Gazdaság*
 - Költséges befektetések, ennél fogva a tervezés és finanszírozás jól kiépített intézményi kapacitást igényel.
 - A költségeket a gazdaságilag gyenge (és részben szegény) fogyasztókkal fizetetik meg.
- *Szocio-kultúra*
 - Hatékony a hulladék nagy volumenű mennyiségeinek lerakásában és megvédi a fogyasztókat a közvetlen kellemetlenségektől és fertőzésektől.
 - A vízőblítéssel a fogyasztók széles körében elfogadott. A világ számos részén magas státussal rendelkezik.
 - Bonyolult, igényes technika, sajátos tervezési kapacitást, kivitelezést, üzemeltetést és karbantartást igényel.
- *Technikai funkció*
 - A gyenge és egyenetlen vízellátás a toalett rendszert megbízhatatlanná teszi.
 - A leállás és az üzemviteli hibalehetőségek magas kockázata miatt folytonos monitoringot és karbantartást igényel.

A zárt telepekkal rendelkező "klasszikus" szennyvíztisztító rendszer hatékony arra nézve, amire tervezték, azaz a közvetlen környezetben csökkenti a kellemetlenségeket és a fertőzéseket, és megvédi a befogadó vizeket az eutrofizációtól. Viszont egyéb olyan célokat, mint az újrahasznosítás és a technikai megbízhatóság, nem teljesíti.

A rendszer jó teljesítményéhez a gazdasági és intézményi kapacitást is megfelelően ki kell fejleszteni. Ez általában ritkán fordul elő, éppen ezért a hagyományos szennyvízkezelő rendszerekkel a világ legtöbb részén nem végeznek megfelelő tisztítást. Az 1.1 milliárd embernek csupán 30%-át szolgálják ki olyan szennyvíztisztító rendszerek, amelyek másodlagos tisztítást (biológiailag lebontható szerves anyag eltávolítás), vagy még ennél is jobb tisztítást (foszfor és a nitrogén eltávolítás) biztosítanak. Az EU 540 nagyvárosának mintegy fele rendelkezik elsődleges, vagy másodlagos szennyvíztisztító rendszerrel, vagy még azzal sem (EU, 2001).

Svédországban a hagyományos szennyvízkezelő rendszerek nagyon fejlettek, a népesség körülbelül 95%-a kapcsolódik központosított szennyvíztisztító telepekre. A finanszírozás főleg állami alapokból történik, nem pedig a fogyasztók által. Tehát a társadalom gazdasági kapacitásának és a fogyasztók fizetési hajlandóságának magasnak kell lennie ahhoz, hogy a magas tisztítási hatásfokot biztosító hagyományos szennyvízrendszerek beruházási költséget fizetni tudják (az EU jognak megfelelően).

A FENNTARTHATÓ SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS TERVEZÉSE

A szennyvízgazdálkodási rendszerre vonatkozó döntéshozatalkor az előző részben felvázolt fogalmakat kell a gyakorlatba áttenni. Egy strukturált tervezői módszer megkönnyítheti ezt a folyamatot. Erre a célra számos, összetettség és kidolgozottság szempontjából különböző szintű módszer került kifejlesztésre, például:

- *A Logikai Keret Szemlélet (LFA)*. Tervezői eszköz, ahol a problémák és a választási lehetőségek általános összefüggésekben kerülnek meghatározásra, de nem nyújt specifikus útmutatást a szennyvízrendszer kiválasztásához. Ezt a megközelítést számos nemzetközi fejlesztő szervezet alkalmazza²².
- *Az UNDP és a Világbank Víz és Szennyvízgazdálkodási Programja* egy igények által meghatározott tervezési eljárást javasol, ahol a fő célcsoportot a települési szennyvízprogramok megalkotói és alkalmazói képezik, például kormányzatok és donor szervezetek²³.
- *Környezeti Hatástanulmány (KHT)*. Szisztematikus módszertan a javasolt projekt környezeti hatásának felmérésére, a tervezett projekt környezeti következményeinek becslésére, de nem ad útmutatást a különböző opciók közötti választáshoz.
- *Települési Víz Program*. A fenntartható víz- és szennyvízrendszerekkel foglalkozó svéd kutatási program tervezést segítő elvi keretet állított fel, amely nagy projektek esetében hasznos, illetve olyan helyzetekben, ahol nagy beruházásokról kell stratégiai döntést hozni.
- *Stratégiai Választás Szemlélet (SCA)*. Tervezői módszertan azzal a céllal, hogy képessé tegyék az érintettek közötti döntéshozást és kommunikációt. Használatos például a települési tervezésben, amibe beletartoznak a szennyvízgazdálkodási rendszerek és a fenntartható fejlődés a fejlődő világban²⁴.
- *Nyílt Szennyvízes Tervezés*. Tervezői eszköz az érintettek (felhasználók, tulajdonosok, szabályozók) célkitűzésekkel és változatokkal kapcsolatos, építő jellegű kommunikációjának segítésére. Svédországban került kifejlesztésre elsősorban a szennyvízelhelyezés tervezésére. A továbbiakban e módszer tárgyalására kerül sor.

Ez esetben a Nyílt Szennyvízes Tervezői módszert használjuk. Egyszerű és rugalmas módszer, amely a tervezésben mind makro-szinten (a szennyvízgazdálkodás átfogó tervezése, például nemzeti szinten), mind mikro-szinten (egy adott szennyvízgazdálkodási projekt) alkalmazható. A tervezői döntéshozás, - mint választási elv, tervezés és elhelyezés stb., - a területi tényezőkön és a környezeti hatások felmérésén alapul. Így, a Nyílt Szennyvízes Tervezés követi az EU jogban (lásd 5. fejezet) lefektetett elveket. A fenntarthatóság kritériumait e fejezet írja le.

A Nyílt Szennyvízes Tervezés inkább a kívánt szennyvízgazdálkodási/szennyvízelhelyezési rendszer kívánt teljesítményére fókuszál, mintsem egy adott technológiára. A tervezői eljárás keretét az „Elérhető Legjobb Technológia” (BAT) és a „Szennyező fizet elv” (PPP) adja²⁵. A BAT elv kimondja, hogy az elérhető legjobb technológia az, amely gazdaságilag és a gyakorlatban is megvalósítható. A szennyező fizet elve azt jelenti, hogy annak kell fizetnie a szükséges helyreállító beavatkozásokat, aki a szennyezést okozta.

²² SIDA, 2004.

²³ UNDP-Világbank Víz és szennyvíz programja, 1997.

²⁴ Friend és Hickling, 1997.

²⁵ A Peter Riddelstolpe által kifejlesztett és leírt nyílt szennyvízes tervezés, Riddelstolpe (2000.,2004.)

Az Nyílt Szennyvízes Tervezői módszer megváltoztatja a prekonceptiós gondolkodásmódot, megvalósítja a tisztítási célok mélyebb megértését és kényszeríti a döntéshozókat/egyéb érintetteket, hogy vegyék figyelembe az egész rendszert. Az eljárás megteremti a rendszer szoftver részének megértését is (felhasználói szempontok, intézményi szempontok, gazdasági szempontok, stb.). Elősegíti a rendszerek logikus adaptációját és új technológiák kifejlesztését. A kezdeti tervezői fázis sok erőfeszítést igényel. A korai tervezési fázisba fektetett plusz idő és pénz általában jobb adaptációhoz, ezáltal pedig jobb költség-hatékonyságú szennyvíz-elhelyezési megoldáshoz vezet. Megfelelő jogszabály ismerettel és szennyvízkezelésben jártassággal rendelkező, független szakértőnek kell a tervezői eljárást segíteni. A részvételi szemlélet elősegíti a társadalmi részvételt és a tervezési eljárást demokratikusabbá teszi.

A tervezői folyamat: Nyílt Szennyvízes Tervezés

A Nyílt Szennyvízes Tervezési folyamat 5 lépésre osztható fel²⁶. A folyamat minden egyes lépésének példákon keresztül történő illusztrálására a svédországi Vadsbro elavult szennyvíztisztító telep feljavításának tervezési esete²⁷ szolgál.

1. lépés: A probléma azonosítása és kezdeti megoldási elképzelések.

Mindenek előtt az aktuális helyzetet kell felmérni és a problémát azonosítani. Egy előzetes tárgyalás keretében megvitatásra kerülnek a jövőbeni új vagy felújítandó szennyvíz-rendszerrel kapcsolatos lehetséges célok, továbbá a stratégiák és a különböző műszaki elvek. Felülvizsgálják a kivitelezéshez fontos gyakorlati, jogi és gazdasági alapkövetelményeket.

A tervezői eljárásba az összes releváns érintettet be kell vonni. Következésképpen, meg kell határozni az érintettek körét és szerepüket. Az érintettek közé tartozhatnak:

- Helybeliek: felhasználók, esetenként a tervezett szennyvíz-rendszer tulajdonosa.
- Tervezők, hatóságok és politikai döntéshozók (pl., település-tervezési és környezetvédelmi hatóságok).
- Földtulajdonosok (a szennyvízelhelyező rendszer letelepítése által érintett földtulajdonosok).
- Vállalkozók (részét vehetnek a rendszer építésében és/vagy üzemeltetésében és karbantartásában).
- Gazdák (a kezelt hulladékok és, ha lehetőség van rá, a tisztított szennyvíz felhasználói).
- Helyi társadalmi szervezetek.
- Egyéb érintettek például, saját kutakkal rendelkező szomszédok, alvízi területen élő emberek.
- Mérnökök, akár közszolgálati alkalmazottak, akár egyéni vállalkozók.
- Befektető ügynökségek.

A gyakorlatban, különösen a kisebb projektekben nem lehet az összes érintettet összehozni a találkozókra. Ehelyett a szennyvízes szakértőnek (fentebb említett „levezető”) kell összegyűjteni a különböző érintettek véleményét.

²⁶ Kvarnström és af Petersens szerint, 2004.

²⁷ Riddelstolpe, 1999.

3.3. doboz: A probléma és az érintettek azonosítása Vadsbro-ban

Vadsbro egy kis vidéki közösség. A csatornarendszer negyven háztartást csatlakoztat az elhasznált tisztítótelephez. A szennyvíz gravitáció útján egy szivattyútelepre kerül, majd onnan a tisztítótelepre átszivattyúzzák. A telep a közeli kis kiásott vízfolyásnál/csatormánál helyezkedik el, amely levezeti a falu, az erdő és a felvízi farmok területeiről származó vizeket. A tisztítótelepet síkvidéki farmok veszik körül. A tisztítóteleptől nyugatra fekvő terület tulajdonosa beleegyezett abba, hogy területe a szennyvízkezelés részeként felhasználásra kerüljön.

A gyengén működő tisztítótelep feljavítást igényelt ahhoz, hogy teljesíteni tudja a helyi hatóság által elfolyó tisztított szennyvízre előírt határértékeket. A projekt kezdeményezésére azután került sor, hogy egy közeli iskola tanulóinak beszámolója kimutatta, hogy léteznek alternatívák egy új szennyvíztisztító telep létesítésére Vadsbro-ban.

Az érintettek köre magába foglalta a lakosságot, az önkormányzatot, a földtulajdonost/gazdálkodót és az iskolát. Ők már az eljárás kezdetén bevonásra kerültek, és bár a projekt legfőképp az önkormányzaton belül folyó hatósági eljárás volt, a ott lakók nagy érdeklődést mutattak a tervezői folyamat iránt. A községi találkozó megrendezésre került, ahol részt is vett a helybéliek többsége. Az eljárás részeként több találkozó is volt a lakossággal, amelyeken a gazdálkodók/földtulajdonosok is fontos és érdekelt résztvevők voltak.

2. lépés: A tervezői előfeltételek azonosítása és a rendszer határvonalainak meghatározása

A tervezés a szennyvízgazdálkodási célokon (elérendő funkciók) és a területtel kapcsolatos gyakorlati, jogi és gazdasági szempontokon alapul. A rendszer határvonala képezi a Követelményrendszer (3. lépés) és a rendszer tervezés alapját. Az azonosítani szükséges tervezői feltételek közé tartozik:

- A jelenleg csatlakoztatott és a közeljövőben várhatóan rákötni kívánó lakosok száma.
- Víz és szennyezőanyag terhelések.
- Természeti viszonyok, beleértve a talajvíz feltételeket, a közeli tavak és patakok elhelyezkedését, a csapadékmennyiséget, a domborzatot, a talaj jellemzőket stb.
- Meglévő rendszer. Mi használható fel?
- A tápanyagok újrafelhasználásának lehetőségei.
- A területen belüli hulladék áramok.
- Fogyasztók: a díjfizetésre való hajlandóság és kapacitás, társadalmi-gazdasági minták, kulturális összefüggés.
- Jogszabályi háttér.
- Finanszírozás (a fogyasztók fizetési képessége).

Ahogy korábban már tárgyalásra került, a szennyvízrendszer műszaki határvonalait azonosítani kell. A rendszer határvonalának definiálása fontos a költség-számításhoz, a felelőségek meghatározásához és az elfolyó szennyvíz mintavételi helyének kiválasztásához.

3.4. doboz: Vadsbro-i tervezői feltételek és rendszer határok

A tisztítótelep egy kis vízfolyás mentén helyezkedik el, amely egyben a befogadó is. A patak a Vadsbro tóba ömlik. Egy üdülési célokra használt, gyönyörű hely közel fekszik a tavi beömlési ponthoz. A Vadsbro tó érzékeny az eutrofizációra, és higiéniai problémák fordulhatnak elő a tó fürdőzésre kijelölt partján.

A tervezés idején 125 fő volt csatlakoztatva a tisztítótelephez. Mivel nem várható nagy növekedés a jövőben, a terv 140 fővel számolt, ami azonos csatorna terhelés mellett átlagosan napi 45 m³ szennyvízarámot jelentene. A növényi tápanyagok mennyiségeit a svéd fajlagos értékek alapján számították.

A rendszer határait úgy állapították meg, hogy azok magukba foglalták a meglévő rendszert csatornavezetékekkel, szivattyú állomásokkal és építményekkel, továbbá kiterjedtek egy épületen kívüli kezelésre is.

3. lépés: A Követelményrendszer egyértelmű megfogalmazása és a lehetséges elvi műszaki megoldások

A Követelményrendszer az elsődleges funkciók olyan minimális szintjét fejezi ki, amely gyakorlatilag és gazdaságilag ésszerűen elérhető. Következésképpen a Követelményrendszer egyensúlyt teremt a célkitűzések, illetve a gyakorlati és gazdasági szempontok között. Ez a tervezési folyamat legfontosabb lépése, mivel minden rendszerrel kapcsolatos döntés a Követelményrendszeren alapul. A folyamat során különböző műszaki változatokat kell megvizsgálni annak megállapítására, hogy a Követelményrendszer reális-e. A Követelményrendszer céljainak és gyakorlati/gazdasági következményeinek megerősítéséhez az érintetteknek (az 1. lépésben azonosításra kerültek) részt kell venniük ennek megtárgyalásában. A Követelményrendszerben felállításra kerülnek egyrészt az elsődleges célkitűzések, másrészt a gyakorlati szempontok, úgy, hogy ezek egymással egyensúlyba kerüljenek.

3.4. táblázat Vadsbro-i Követelményrendszer. A Vadsbro-i szennyvíz-elhelyezési rendszerre meghatározott Követelményrendszer a svéd környezeti jogra, a befogadó érzékenysége, illetve a lakosság és a helyi önkormányzat helyileg adaptált rendszert igénylő kívánságára alapult.

Elsődleges funkciók	Gyakorlati tényezők
<p><i>Közegészség védelme</i></p> <ul style="list-style-type: none">Higiéniai kellemetlenségek elkerülése, pl. rossz szag.Az elfolyó víznek fürdővíz minőségűnek kell lenni, vagy kizárni a közvetlen emberi kitettséget mindaddig, míg az el nem éri fürdővíz minőséget. <p><i>Újrahasznosítás</i></p> <ul style="list-style-type: none">Foszfor: >75% visszaforgatásra kerül.A mezőgazdaság számára értékes egyéb források. <p><i>Környezet leromlása elleni védelem</i></p>	<p><i>Gazdaság</i></p> <ul style="list-style-type: none">A befektetés nem haladhatja meg háztartásonként a 4000 USD-tAz üzemeltetés és karbantartás nem haladhatja meg az évi 250 USD-t háztartásonként. <p><i>Szocio-kultúra</i></p> <ul style="list-style-type: none">Az új rendszerek új felelősségi elosztást igényeltek az önkormányzatok és gazdálkodók között.A növényi tápanyag visszaforgatást illeszteni kell a területi lehetőségekhez.A rendszert a jelenlegi és jövőbeli

Elsődleges funkciók	Gyakorlati tényezők
<ul style="list-style-type: none"> Foszfor: >90% P csökkenés. Legfeljebb évi 0,1 kg/LE éves kibocsátás <0,1 mg/l koncentráció mellett. Nitrogén: >50% N csökkenés. Legfeljebb évi 2,5 kg/leé évi kibocsátás, nitrát formában. BOI: >95% csökkenés. 	<p>területhasználatokhoz is adaptálni kell.</p> <p><i>Műszaki funkció</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Kipróbált, kevés meglepetést tartogató, megbízható rendszer. Ahol lehetséges, a meglévő infrastruktúra használata. Az új rendszereknél az elfolyó víz monitorozása nagyobb kihívást jelenthet, ami új módszereket igényelhet.

4. lépés: Lehetséges megoldások analízise

Ebben a lépésben különböző elvi megoldások (ezek már a 3. lépésben tárgyalásra kerültek) vizsgálatára és leírására kerül sor. Az alternatív megoldások kiválasztásakor a célok teljesítéséhez szükséges összes lehetséges beavatkozást, a forrástól a befogadóig, tekintetbe kell venni. Legalább 3 változatot – ami kielégíti a Követelményrendszert – kell kidolgozni és előzetes tervezői szinten leírni. Ez azt jelenti, hogy az összes új rendszer komponens méretezését/terveit, helyét/létesítését műszakilag le kell írni. A létesítési és karbantartási költségeket ki kell számítani.

Az összes változatot oly módon kell leírni, hogy az érthető legyen a laikusok számára is. Esetenként - amennyiben nincsenek olyan megvalósítható megoldások, amelyek kielégítenék mind az elsődleges célokat, mind a gyakorlati szempontokat - vissza kell térni a 3. lépéshez, és újra definiálni a Követelményrendszer elemeit.

3.5. doboz: Lehetséges megoldások analízise Vadsbro esetében

Vadsbro számára több különböző megoldást javasoltak és vitattak meg. Köztük volt négy különböző decentralizált megoldást tartalmazó szennyvíz-rendszer, melyeket az érintettek nem fogadtak el. Ennek oka az volt, hogy adott volt már a centralizált rendszer, a csatornákat pedig nemrégén állították helyre.

Vadsbro számára azonosított lehetséges szennyvíz-elhelyezési megoldások a következők voltak:

1. Elsődleges kezelés, téli tározás és a nyár folyamán faültetvényes öntözés.
2. Stabilizációs tavak kémiai kicsapatással.
3. Elsődleges kezelés, biológiai csepegtetőtest és oxidációs árok (bioszűrő).
4. Elsődleges kezelés, biológiai csepegtetőtest és termőföld/vizes élőhely váltakozó alkalmazása
5. Elsődleges kezelés, homokszűrő és oxidációs árok (bioszűrő)/vizes élőhely
6. Zsebtelep (szakaszos biológiai reaktor, SBR) beleértve a nitrifikációt, amit oxidációs árok (bioszűrő) vagy vízínövényes rendszer követ.

A megoldások egyszerű felvázolásban kerültek megjelenítésre annak bemutatására, hogy az egyes alternatívák technikailag hogyan működnek, valamint a Követelményrendszernek hogyan felelnek meg. Egyenként mind a hat megoldás esetében durva számítást adtak a beruházási, üzemeltetési és karbantartási költségekre vonatkozóan.

5. lépés: A legmegfelelőbb megoldás kiválasztása

A végleges választás a jövőbeli felhasználókkal és az egyéb érintettekkel való megegyezés alapján történik. A választás elősegítésére, a Követelményrendszernek megfelelően, a 4. lépésben bemutatott alternatívák kerülnek kiértékelésre, például pontozásos rendszer használatával.

3.6. doboz: A végleges megoldás kiválasztása Vadsbro számára

A Vadsbro számára javasolt hat alternatíva összehasonlítására pontozásos táblázat készült.

	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6
Egészségvédelem	-	++	++	-	++	-
Újrahasznosítás	++?	++	++	+++	++	++
Környezet- védelem	+++	++	++	++	++	+
Gazdaság	+++	+++	++	++	-	--
Szocio-kultúra	-	+(+)	++	++?	+	++
Technikai funkció	-	++	++	-	+++	+++
Következtetés	Nagyon hatékony és olcsó higiéniai kockázatokkal.	Hatékony, megbízható, karbantartás - igényes	Hatékony, olcsó, rugalmas, megbízható	Nincs elég tapasztalat, de nagyon érdekes.	Hatékony, de viszonylag drága	Könnyen tervezhető, de nem költség-hatékony.

Kezdetben a 6. (zsebtelep) alternatívát részesítették előnyben. Azonban miután a szennyvízes szakértővel megtárgyalták az egyes alternatívák következményeit a Követelményrendszer tükrében, az érintettek végül a 3. (elsődleges kezelés, csepegtetőtestes biológiai tisztítás és oxidációs árookban, azaz bioszűrőn való kezelés) alternatíva mellett döntöttek. A döntéshozatal során az alternatívák költségei és kockázatai voltak a meghatározóak. A többi alternatívához képest a 3. alternatíva látszott a legkevésbé drágának és a leginkább hatékonynak a szennyezés csökkentésében és a növényi tápanyagok visszaforgatásában. A 3. változatban az előkicsapás is megemelt a téli üzemelés alatt.

Nyílt Szennyvízes Tervezés a közép- és kelet-európai országokban található, tipikus helyzetekre

A fenti Vadsbro-i példa egy olyan helyzetet mutatott be, ami jellemző a keleti Balti-tengeri régió és a Szovjetunió korábbi köztársaságainak számos kis településére. Átalakítandó rendszerek tervezésekor, hasonlóan ehhez, vagy új rendszerek tervezésekor hasznos a Nyílt Szennyvízes (OWP) tervezési módszer alkalmazása. Az alábbiakban a közép- és kelet-európai régióban jellegzetesen előforduló szennyvízelhelyezések három esete kerül bemutatásra.

1. példa: Kis település elavult kezelőtelepének feljavítása

Ennek az esetnek a háttérben Észtország Saarima nevű szigetén lévő kis faluval kapcsolatos tervezési helyzet áll. A helybeliek keresete alacsony, a munkanélküliség magas. A szennyvíztisztítást egy régi szovjet-építésű szennyvízrendszer biztosítja, amire ráferne a felújítás. A meglévő szennyvízes rendszerben kevert szennyvíz kerül összegyűjtésre és tisztításra a bioreaktorral és bio-medencékkel ellátott telepen. A rendszer túlméretezett és nagyon energia-igényes. A tisztítási hatások nagyon gyenge, és a kilépő víz szennyezi a közeli kis vízfolyást. Kevés a talajvíz, és érzékeny a szennyezésre.

A tervezési folyamat helyzet-megbeszéléssel kezdődik a felelős személyekkel a problémák és lehetséges megoldások azonosítása céljából. A megbeszélések keretében először körvonalazzák a jelenlegi rendszert, vázolják a (hiányzó) környezeti előnyöket, higiéniai

kockázatokat és költségeket. Az első megbeszélésen a helyi polgármester, a területi környezetvédelmi felügyelőségek és a jelenlegi szennyvíztisztító telep üzemeltetéséért és karbantartásáért felelős személyek vesznek részt. A fő tervezési feltételek azonosítása után a Követelményrendszert és a feljavítás lehetséges megoldásait vázolják fel. A vízáramok számításához a BOI terhelést, a növényi tápanyagokat, a fajlagos értékeket (lásd 3.1 táblázat) és a rendszerhez csatlakoztatott emberek számát használják. A rendszert úgy definiálják, hogy beleértik a meglévő szennyvízkezelő rendszerhez és befogadóhoz csatlakoztatott összes lakóházat. A kezelés és befogadó közötti határvonal minden egyes alternatíva esetében meghatározásra kerül.

A vizsgálat azt mutatta, hogy a meglévő gyűjtő-, kivezető- és kezelő-rendszer (bioreaktor és biomedencék) elég jó állapotban van és helyreállítható. Így előnyös lenne, ha az új szennyvíz-rendszer részben hasznosítani tudná a meglévő rendszer infrastruktúráját. A Követelményrendszerben megkötés, hogy a jövőbeli rendszernek védenie kell a tavat (a vízminőség feljavítása a rákok és sügérek számára a felállított célok közé tartozik) és az ivóvíz kutakat a szennyezéstől. Az emberek számára az a legfontosabb, hogy a rendszer energiatakarékos és ezáltal költségtakarékos legyen (az elektromos áram számlákon megjelenő összeg megduplázódott pár év alatt), és lehetőség szerint új álláslehetőségek révén tudjon hasznot hajtani.

A kialakított Követelményrendszer és a tervezési feltételek (méretezési kritériumok) alapján három szennyvíztisztítási alternatívát választottak ki további tanulmányozásra. Ezek a következők:

- a) Faültetvényes öntözés szennyvízzel (kifejtve a 4. fejezetben Svédország és Magyarország esetében)
- b) Tavakban történő kicsapás (a 4. fejezetben leírva, Svédországi példa)
- c) Zsebtelep

A különböző lehetőségek értékelése azt mutatja, hogy a zsebtelep (c alternatíva) a legkevésbé vonzó, mivel drága és a többi alternatívához viszonyítva kevésbé hatékony az elsődleges célok teljesítésének (különösen egészségvédelem) vonatkozásában. A másik két alternatíva mindegyikének megvannak az előnyei. Az érintettek közötti tárgyalás után a medencékben történő kicsapás (b alternatíva) került kiválasztásra, mivel az az egész év során megbízható rendszer, és létesítése megvalósítható a helyi szakértelem és a meglévő infrastruktúra révén.

2. példa: Új település kiépítése nagyváros környéki területen

Ebben a szituációban – amely egy litvániai eseten alapszik – új települést terveztek (kb. 30 lakóház) „közepes vagy magas keresetűeknek” a városon kívül eső szép helyen, messze a meglévő központi szennyvízelvezető rendszertől. A terület tulajdonosa egy helyi vállalkozó, aki felépíti a házakat, majd eladja azokat a majdani lakóknak. A lakónegyed egyik előnyös tulajdonsága a közeli kis tó, és annak fürdőzésre alkalmas partja.

A területen felépítésre kerülő házak pontos számát ebben a fázisban még nem lehet tudni, a területfejlesztő lépésről lépésre akarja hasznosítani a területet, ami 3-10 évet vehet igénybe. A jövedelmet nem hozó infrastruktúra befektetések elkerülésére kívánatos, hogy egyéni megoldások szülessenek minden egyes ház esetében. A területfejlesztő felismerte a víztakarékos berendezések létesítésének és a modern szennyvíz-elhelyezési megoldások értékét, mivel ezek már a kezdetektől tervezhetőek.

Az önkormányzattal történt kapcsolatfelvétel során világossá vált, hogy a helyi megoldás problémás lehet. Az önkormányzat „környezeti irodájának” rossz tapasztalatai vannak a korábbi

helyi rendszerekkel (árnyékszékek és emésztőgödörök), ezért ők a központi rendszerhez való csatlakozást javasolják, vagy egy szigeteléssel ellátott tartály építését, amelyből a feketevizet a városi szennyvíztisztító telepre szállítatják.

Egy szennyvízes szakértővel, egy helyi gazdálkodóval és egy NGO szervezettel történő néhány megbeszélés után a területfejlesztő elhatározta, hogy megvizsgálja az „ökológiai elveken” alapuló megoldásokat. A Követelményrendszer világosan megmondja, hol kap hangsúlyt az egészségvédelem és a környezetvédelem. Mivel a területfejlesztő üzleti elképzelése az, hogy az embereknek egy kellemes és szép helyet ajánljon lakóhelyül, tisztában van annak fontosságával, hogy a lehető legkisebb negatív hatást gyakoroljon a környezetre (pl. a tervek szerint a közeli tó a jövőbeli lakók üdülési helyül fog szolgálni). A tápanyag (és a víz) visszaforgatás szintén a célok között van, mivel a gazdálkodó érdekelt a legjobb termékek alkalmazásában földjein. A területfejlesztő kényelmes, könnyen üzemeltethető és karbantartható rendszert akar, továbbá olyat, amely az eladás szempontjából nem teszi a házakat kevésbé vonzóvá a magas jövedelmű családok számára.

A tervezési feltételek és a Követelményrendszer alapján az alábbi alternatívákat vizsgálták:

- a) Városi, meglévő központosított szennyvíztisztító telepre történő átvezetés.
- b) Feketevízes rendszer (a feketevíz és szürke víz elkülönített kezelésével) (a 4. fejezetben leírt németországi rendszer egyszerűsített változata).
- c) Vizelet elválasztó rendszer kettős öblítésű toalettakkal.
- d) Tározás és faültetvényes öntözés (a 4. fejezetben mutatja be a magyarországi és svédországi példát).

Az (a) alternatívát az összehasonlítások során úgy vizsgálták, hogy a hatóságok eredetileg ezt a rendszert részesítették előnyben. A négy alternatíva Követelményrendszernek megfelelő összevetése és értékelése után a (b) alternatívát választották, mivel ez tűnik a leginkább higiénikus megoldásnak, és a visszamaradt anyagok is jobban illeszthetők a farmer igényeihez. A területfejlesztő szkeptikus a faültetvényes öntözéses megoldást illetően (d), mivel attól tart, hogy a lakott területhez közeli faültetvényes szennyvízes öntözést a megcélzott vevőkör nem tudja elfogadni. A (c) alternatívát elég érdekesnek találták, de aggodalmat okozott a kevert fekália vízbe vezetése, mivel a kezelt szennyvíz befogadja a talajvizet.

3. példa: Feljavított szennyvízelhelyezés vidéken élő szegény emberek számára

Ez az eset Bulgária egyik vidéki területéről származik, ahol a családok kis jövedelemmel rendelkeznek és magas a munkanélküliség. Gyakori a háztáji gazdálkodás. A terület karsztos alapkőzettel, vékony talajréteggel és érzékeny talajvizekkel rendelkezik. A meglévő szennyvízelhelyező rendszer egyszerű árnyékszékekből áll, melyek nem működnek megfelelően, mivel szennyezik a talajvizet és a használó számára kellemetlen jelenségek (legyek, bűz) forrásai. Az ivóvízellátás saját kutakból történik.

A tervezési folyamat tárgyalásokkal kezdődik, ahol a használók lehetőséget kapnak az új szennyvízelhelyezési rendszerre vonatkozó igényeik és kívánásaik kinyilvánítására. A helyi önkormányzati hatóságok a meglévő rendszert elfogadhatatlannak tartják, mivel különösen a gyerekek szenvednek a sekély mélységű kutakból származó víz patogén szennyezettségétől. Bizakodásra ad okot a település meglévő fejlesztési terve, de a fennálló szennyvízelhelyezési mód hátráltatja a fejlesztéseket. Éppen ezért a Követelményrendszer felállításakor az egyik hangsúly a felszín alatti vizek és az ivóvíz kutak védelmének van. A növényi tápanyagok visszaforgatása figyelemreméltónak tűnik, mivel a háztartásoknak nincs módjában műtrágyát alkalmazni. Nyilvánvaló, hogy a rendszernek nagyon megbízhatónak, könnyen üzemeltethetőnek és a felhasználók által karbantarthatónak kell lennie. A beruházási

költségeknek is alacsonynak kell lennie, mivel vidékfejlesztésre pénzbeli támogatásokat és segélyeket nehéz szerezni. A villamos energia-ellátás néha akadózó, ezért a rendszernek elektromosság nélkül kellene működnie. Lehetővé kellene tenni a rendszer különböző méretű háztartásokhoz történő adaptálását. A használók számára a legfontosabb cél egy tiszta, kényelmes és biztonságos szennyvízrendszer kialakítása.

A központosított megoldások az önkormányzati és felhasználói gazdasági kapacitási lehetőségeken kívül esnek. Ezért egyedül a decentralizált helyi megoldások jöhetnek szóba. A Követelményrendszer és a tervezői feltételek alapján további vizsgálatra kiválasztott megoldási alternatívák az alábbiak:

- a) A meglévő árnyékszékek feljavítása ventilációval és szürkevíz „kezeléssel” (vödrözéssel öntik ki az udvaron).
- b) Vizelet leválasztás és helyi szürkevíz kezelés épített talajszűrőkben.
- c) Helyi vizes rendszer és decentralizált talajszűrőkben történő kezelés.

A tárgyalások kezdetén a vizes rendszer (c alternatíva) volt a felhasználók kedvelt alternatívája, mivel a vízőblítéses rendszer státusa magas. Azonban a vizes rendszer Követelményrendszerrel való összevetése után a felhasználók felismerték, hogy a száraz szennyvízelhelyezési rendszer jobban megfelel a szükségleteiknek és sokkal költséghatékonyabb. Az (a) alternatíva egyszerű, de a gyakorlat azt mutatta, hogy a vizelet és fekália keveredése kellemetlenségeket okoz (pl. legyek) és az újrahasznosítási eljárást bonyolultabbá teszi. Különösen a nők akarták elkerülni a „vödrös rendszert”. A (b) alternatíva felel meg leginkább a Követelményrendszernek, ezért elhatározták, hogy projektet indítanak e rendszer kifejlesztésre a községben. A teszt berendezés azt mutatja, hogy a vizelet és fekália elválasztása a visszamaradt termékeket viszonylag könnyen kezelhetővé teszi. A vizelet jó trágyának mutatkozik a ribizlifélék, a kukorica, a spenót és egyéb helyi termények esetében. A félüzemi kísérleti projekt tapasztalatai alapján a száraz szennyvízrendszer került kifejlesztésre a faluban. Mint egy “varázsütésre” a helyi piacon toalett gyártó cégek és vállalkozások jöttek létre.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ

Az alábbiakban feltüntetett referencialista alapján még több információ szerezhető a fenntartható szennyvízgazdálkodásról. Az összes információforrás letölthető az Internetről (legalábbis az volt a könyv kidolgozásának idején).

Általános:

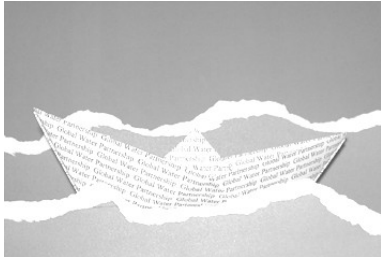
- Települési Vízgazdálkodási Kutatási Program: www.urbanwater.org
- EcoSanRes Program: www.ecosanres.org
- Winblad, U, Simpson-Héberg, M. (2004) *Ökológiai szennyvízgazdálkodás*. Átdolgozott és bővített kiadás. Stockholmi Környezeti Intézet. http://www.ecosanres.org/pdf_files/Ecological_Sanitation_2004.pdf
- Ridderstolpe, P. (2004) *Bevezetés a szürkevíz gazdálkodásba*. EcoSanRes Publikációs Sorozatának 2004-4. számú beszámolója: Stockholm. Stockholmi Környezeti Intézet. http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR4web.pdf

Tervezés:

- Kvarnström, E., af Petersens, E. (2004) *Szennyvízgazdálkodási rendszerek nyílt tervezése*. EcoSanRes Publikációs Sorozat 2004-3. szám jelentés. Stockholm: Stockholmi Környezeti Intézet.
http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR3web.pdf
- Ridderstolpe, P. (1999) *Szennyvízkezelés Kis Településekben – módszerek a feljavításra*. Uppsala: Coalition Clean Baltic (Tiszta Baltikum Koalíció) és WRS Uppsala AB. <http://www.ccb.se/documents/WastewaterTreatmentinaSmallVillage-OptionsforUpgrading.pdf>
- Ridderstolpe, P. (2000) *Összehasonlító következmény analízis*. *EcoEng Newsletter* 1/2000. http://www.iees.ch/EcoEng001/EcoEng001_R4.html
- Ridderstolpe, P. (2004) *Fenntartható szennyvízkezelés egy új lakótelepen. Hogy lehet megtalálni a megfelelő megoldást*. Uppsala: Coalition Clean Baltic (Tiszta Baltikum Koalíció) és WRS Uppsala AB.
<http://www.ccb.se/documents/SustainableWWTforaNewHousingArea.HowtoFindtheRightSolution.pdf>

Újrahasznosítás:

- Jönsson, H., Richert Stintzing, A., Vinnerås, B., Salomon, E. (2004) *Útmutatók a vizelet és fekália hasznosítására a növénytermesztésben*. EcoSanRes Publikációk, 2004-2. számú jelentés. Stockholm: Stockholmi Környezeti Intézet.
http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR2web.pdf
- Egészségügyi Világszervezet (2006) WHO *Útmutató a szennyvíz, az emberi ürülékek és a szürke víz biztonságos felhasználásához*. Letölthető a következő címről:
http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html



4. fejezet

Fenntartható szennyvízgyógyászati rendszerek Esettanulmányok

Szerkesztők: Bogdan Macarol és Peter Ridderstolpe

BEVEZETÉS

A fenntartható szennyvízgyógyászati alatt olyan szennyvízgyógyászati értünk, amely védi és segíti megőrizni az emberi egészséget, nem károsítja a környezetet, nem meríti ki a természeti erőforrásokat, megfelelő műszaki és intézményi háttérrel rendelkezik, gazdaságilag életképes és társadalmilag elfogadott (a 3. fejezetben tárgyaltak szerint). Ezért a fenntartható szennyvízgyógyászati kifejezés elsősorban a szennyvízgyógyászati rendszer által ellátandó feladatokat jelöli, nem pedig valamilyen sajátos szennyvízkezelési technológiát.

A fenntartható szennyvízgyógyászati megvalósítására számos különböző műszaki megoldás létezik, amelyek közül a megfelelő kiválasztása a helyi adottságok függvényében lehetséges. A lehetőségek változatosságának szemléltetésére jelen fejezetben a fenntartható öt szennyvízgyógyászati rendszerekkel kapcsolatos esettanulmány kerül bemutatásra. Az esettanulmányok között vannak egyszerű és csúcstechnológiát képviselő megoldások, továbbá forrásnál történő szeparáción alapuló elválasztó rendszerű és csővégi technológiák is.

A GWP minden közép és kelet európai tagországát felkérték közreműködésre, közülük három, Magyarország, Szlovénia és Ukrajna nyújtott be esettanulmányt. Mivel a fenntartható szennyvízgyógyászati rendszereknek a többi európai országban már nagy hagyománya van, a Víz Világ Partnerség Közép- és Kelet-Európai Régió (GWP CEE) szervezete felkérte Németországot és Svédországot annak bemutatására, hogyan fejlesztették ki fenntartható szennyvízgyógyászati rendszerüket saját feltételeik között.

ÉPÍTETT VÍZINÖVÉNYES RENDSZER SVETI TOMAŽ, SZLOVÉNIA

Bogdan Macarol

Bevezetés

Az EU követelményeit kielégítő új környezetvédelmi irányelvek komoly kérdéseket vetettek fel a szennyvízkezelés területén Szlovéniában. A tisztítás gyakran nem megfelelő, különösen nem a 2000-nél kisebb lakos számú településeken. A szennyvízkibocsátás sok helyen okoz környezeti károkat és embereket veszélyeztető fertőzéseket.

A vízínövényes ökoszisztéma jelentőségét a szennyvízkezelésben csak a közelmúltban ismerték fel Szlovéniában. Az épített vízínövényes rendszerekhez hasonló környezeti technológiák fejlesztése 20 éve kezdődött meg. Figyelemre méltó fejlesztés volt a váltakozó átfolyású vertikális szűrőágyas mechanikus rendszer, és az egy szűrőágyon belüli vertikális és horizontális átfolyású rendszer. Továbbá tisztítást végző szűrőmezők is bevezetésre kerültek. Napjainkban e rendszerek – a folyamatos fejlesztéseknek és hatékonyságuknak köszönhetően – „zöldülő” irányvonalat képviselnek az országban a környezetvédelmi tervezés területén, amit több mint 63 megtervezett és megépített vízínövényes rendszer fémjelez.

Szlovéniában 143 olyan önkormányzati szennyvíztisztító telep működik, amelyet kevesebb, mint 2000 lakos ellátására létesítettek. Ebből kilenc természetközeli tisztítást alkalmaz. Az egyik ilyen rendszert Sveti Tomaž-ban alakították ki.

A tervezés és kivitelezés folyamata

Sveti Tomaž település északkelet Szlovéniában, Prlekija régióban, a Sveti Tomaž-i önkormányzat területén helyezkedik el. A legközelebbi város Ormož, 12 km-re fekszik. 2001 előtt a települési szennyvíz elhelyezésének egyetlen módja az egyéni emésztőgödrök használata volt. Abban az időben nem volt szennyvízelvezető rendszer.

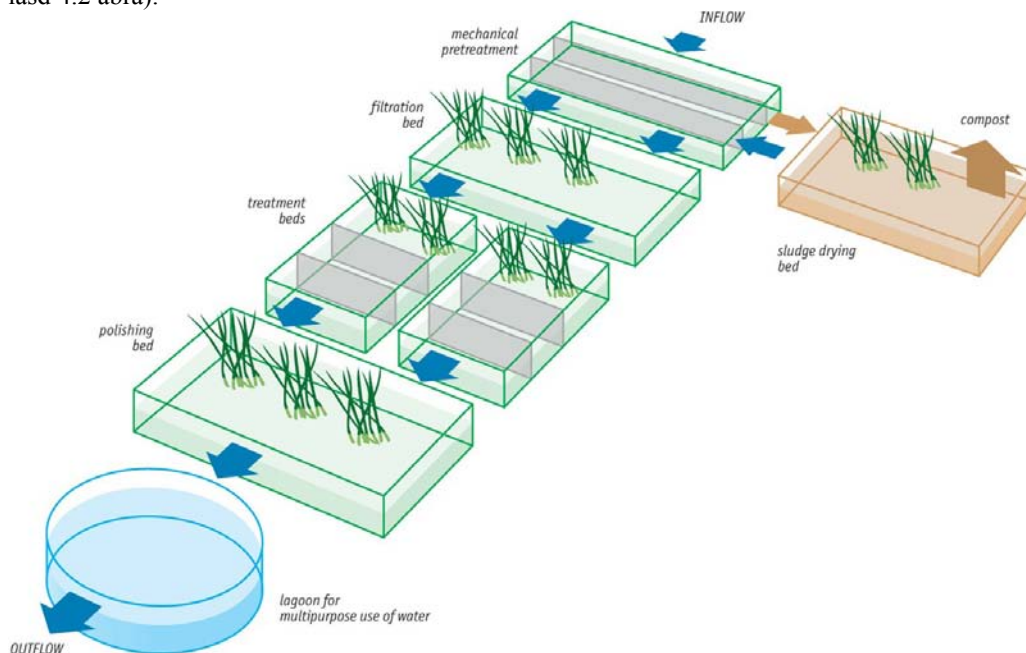
A Sveti Tomaž-i szennyvíztisztító telep projekt megvalósítása 1999 októberében kezdődött. A rendszer kiválasztása a Communal Company Ormož, környezetvédelemért felelős közösségi szervezet által kezdeményezett pályázati felhívás útján történt. A győztes pályázat a Limnos vállalat által kidolgozott épített vízínövényes rendszer koncepció volt, melyet 2001 áprilisától szeptemberéig valósítottak meg. Üzembe helyezésre 2001 októberében került sor (4.1. ábra). A Sveti Tomaž-i épített vízínövényes rendszert 250 helyi lakos számára hozták létre.



4.1. ábra A Sveti Tomaž-i épített vízínövényes rendszer

A rendszer tervezése

A szennyvíztisztító telepet 38 m³/nap átlagos szennyvízhozamra tervezték, felszínének területe 700 m² (39 m hosszú x 18 m széles). A rendszer előkezelőként funkcionáló szennyvíz rothasztó térből és négy, egymást követő medencéből áll (szűrőágy, két tisztító-ágy és egy utótisztító-ágy, lásd 4.2 ábra).



4.2. ábra A épített vízínövényes rendszer vázlatja. A rendszer előkezelőként funkcionáló szennyvíz rothasztó térből és négy, egymást követő medencéből áll.

Inflow = befolyás; mechanical pretreatment = mechanikai előtisztítás; sludge drying bed = iszapszáritó ágy; compost = komposzt; filtration bed = szűrőágy; treatment bed = kezelőágy; polishing bed = tisztító-ágy, outflow = elfolyás; lagoon for multipurpose use of water = medence a víz többcélú felhasználására.

Az épített vízínövényes rendszer mélysége 0,5 és 0,8 m között mozog, míg a fenék lejtése 0-1,5 % között változik. Az egész rendszer vízzáró, 2 mm vastag nagysűrűségű polietilén (HDPE) fóliával van szigetelve és szubsztrátummal feltöltve. A középső réteget különböző anyagok (finom homok, homok, kavics és a növényekkel együtt bekerülő kis mennyiségű termőföld) gondosan megválasztott arányú és szemcse nagyságú keveréke alkotja. A kevert közeg szivárgási tényezője 10⁻³m/s, hidraulikus terhelése 5,3 cm/nap.

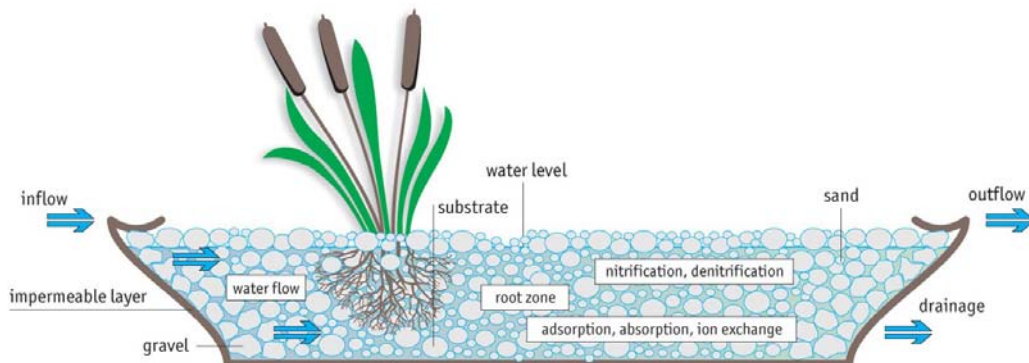
Miután a medencék kiásása, a szigetelőfólia elhelyezése, az alagsövek lefektetése és a keverék közeg betöltése megtörtént, kezdetben a medencékbe m²-enként 7 *Phragmites australis* (közönséges nád) és *Carex gracilli* (sás) rizómát, illetve csomót ültettek be ősszel.

A Sveti Tomaž-i épített vízínövényes rendszerben a vízáramlás a talajfelszín alatt történik. A rendszer gravitációs, tehát bármilyen kiegészítő gépi és elektromos berendezés nélkül üzemel. Az épített vízínövényes rendszer keresztmetszeti képe a 4.3. ábrán látható.

Fontos, hogy a vízínövényes rendszerbe vezetett szennyvíz alapos előkezelésen menjen keresztül, máskülönben a talaj pórusai hamar eltömődnek. Maga a tisztítás a talajszemcsék és a növények gyökérzete körül kialakult mikro-ökoszisztémákban megy végbe. A talaj növényi növekedést elősegítő szubsztrátum, de egyben felületet is képez a mikroorganizmusok számára.

A baktériumok a szerves anyagokat szén-dioxidra és vízre bontják le (mineralizálják). A vízben az oxigén utánpótlódás lassú, ami a mineralizáció szempontjából erős korlátozó tényező, és emiatt a folyamat viszonylag lassú. Habár a növények gyökere bocsát némi oxigént a vízbe, ez a mennyiség nagyon kevésnek bizonyul¹. A növények inkább azáltal vesznek részt a tisztítási folyamatban, hogy tápanyagokat és más elemeket építenek be biomasszájukba. Párolgattatás útján vizet is eltávolítanak. A víz felszívása révén a mikropórusokban áramlik a víz, a hajszálgökök közelében lejátszódó baktériumok és víz közötti kölcsönhatás pedig tovább segíti a tisztítást.

Az oxigén hiánya miatt a nitrifikáció sebessége lassú, de a képződő nitrát könnyen denitrifikálódik és nitrogéngázként a légkörbe kerül. A foszfor különböző mechanizmusok – például ioncsere, flokkuláció és kicsapódás – útján válik ki a közegben. A foszfor eltávolítás mértéke idővel csökken és nagyban függ a közeg vas-, alumínium- és kalciumtartalmától. A települési szennyvíz vastartalma általában alacsony, ezért nem okoz nagyobb problémákat a tisztítási folyamat során. A növényi szövetekben felhalmozódó nehézfémek nem befolyásolják hátrányosan a növények növekedését. A mikroorganizmusok és a természetes fizikai és kémiai folyamatok révén hozzávetőlegesen 80–90%-os szennyezőanyag eltávolítás érhető el. A növények levágásával a tápanyagok 10-20%-át távolítják el. Az épített vízínövényes rendszerek 95–99%-kal csökkentik a fekális indikátorok számát.



4.3. ábra A épített vízínövényes rendszer keresztmetszete

inflow = befolyás; outflow = elfolyás; drainage = drénezett víz; impermeable layer = vízzáró réteg; gravel = kavics; sand = homok; water level = vízszint; water flow = vízhozam; root zone = gyökérszóna; ion exchange = ioncsere.

Eredmények és tapasztalatok

A Szlovéniában hatályos, kistelepülési szennyvíztisztító telepek elfolyó vizének szennyezőanyag tartalmára vonatkozó rendelet (OG RS, 103/02, 41/04) értelmében a 200 és 1000 lakos-egyenérték közötti rendszereket 2 évente kötelező ellenőrizni. Ezért egy-egy kutat is létesítettek a befolyó és elfolyó vizek mintázása céljából. Az épített vízínövényes rendszer hatékonyságát a kémiai oxigén igény (KOI) és biológiai oxigén igény (BOI₅) mérésével ellenőrzik. A 2004 áprilisában és 2006 júliusában a Közegészségügyi Intézet (Maribor) felügyelete alá tartozó Környezetvédelmi Intézet által végzett vizsgálatok eredményeit a 4.1. táblázat mutatja be. Mivel a háziszennyvíz könnyen bontható, magas szennyezőanyag-eltávolítási hatékonyságot vártak. A vizsgálatok is ezt igazolták (KOI 77–93%, BOI₅ 94–95%). A Sveti Tomaž-i épített vízínövényes rendszernek számos előnye van, így például az alacsony létesítési költség (50.000 euró) és üzemeltetési költség (200 euró/hó), a telepítés és karbantartás egyszerűsége, a kisebb higiéniai és környezetszennyezési kockázat. Mivel a rendszer a

¹ Brix, H., 1993.

természetbe illeszkedik, továbbá nem jár sem zaj-, sem pedig szaghatással, a helyi lakosság is hamar elfogadta.

4.1. táblázat A Sveti Tomaž-i épített vízínövényes rendszer 2004 április és 2006 július közötti szennyezőanyag-eltávolítási hatékonysága a választott paraméterek tekintetében

paraméter		2004 április	2006 július	Kibocsátási határérték Szlovéniában
KOI (mg/l)	Befolyó	130	400	
	Elfolyó	<30	<30	150
	Hatékonyság (%)	77	93	
BOI ₅ (mg/l)	Befolyó	50	150	
	Elfolyó	<3	<3	30
	Hatékonyság (%)	94	98	
Lebegőanyag (mg/l)	Befolyó	25	120	
	Elfolyó	<10	<10	
pH	Befolyó	7,5	7,3	
	Elfolyó	7,3	7,3	

Szlovéniában az épített vízínövényes rendszerek kialakítása a következő esetekben nyújthat nagyon ésszerűnek látszó megoldást:

- A 2000 főnél kisebb lakos számú településeken.
- Ritkán lakott területeken, ahol a közösségeknek nincs szennyvízelvezető és -tisztító rendszere.
- Olyan területeken, ahol csak mechanikai tisztítást végeznek.
- Olyan helyeken, ahol nincs vagy elégtelen a harmadfokú szennyvíztisztítás. (különösen ivóvízbázisok, pld. felszín alatti ivóvízbázisok környezetében)
- Karsztos területeken (Szlovénia felszínének 44%-a ilyen), ahol a felszín alatti vizek elszennyeződése nagy kockázatot jelent a lakosságra nézve. Ugyanakkor a vízhiány miatt a víz újrafelhasználása és minőségének ellenőrzése nagyon fontos.
- Turisztikailag jelentős területeken (például kemping, szálloda és látnivalók), ahol a csúc szezonban megjelenő nagy terhelés jelentősen meghaladja a víz természetes öntisztulási képességét.
- Különleges természeti értékeket hordozó területeken (az állam területének 36%-a Natura 2000-es besorolású). Mivel az épített vízínövényes rendszerek szinte beleolvadnak a természeti környezetbe és növelik annak sokféleségét, használatuk nemzeti parkokban különösen ajánlott.

Az épített vízínövényes rendszerek további fejlesztése a tisztítás és a különböző tervezési módok, szubsztrátumok, növények és mikrobák megfelelő kombinációjá révén elérhető felszíni terület csökkentés optimalizálására irányul.

Kapcsolat

Projekttervező:

Limnos, Company for Applied Ecology
Podlimbarskega 31, SL - 1000 Ljubljana;
Szlovénia
Telefon: +386 1 5057 472
Fax: +386 1 5057 386
Weblap: www.limnos.si

A projekt üzemeltetője és felhasználója:

Communal Company Ormož / Komunalno
podjetje Ormož d.o.o.
Hardek 21c, SL – 2270 Ormož, Szlovénia,
Menedzser: Pavla Majcen
Telefon: +386 2 741 06 40
Fax: +386 2 741 06 50
E-mail: kpo.tajnistvo@siol.net

NYÁRFAÜLTETVÉNYES ÖNTÖZÉS SZENNYVÍZZEL

EGY FENNTARTHATÓ MEGOLDÁS A SZENNYVÍZTISZTÍTÓ RENDSZER NÉLKÜLI KISTELEPÜLÉSEK SZÁMÁRA MAGYARORSZÁGON

Marczisák Viktória

Bevezetés

A kiépült ivóvízhálózattal rendelkező nagyobb magyar városokban a XIX. századra, higiéniai okok miatt, sürgőssé vált a csatornarendszer kiépítése. Bár az első „Pesti Szennyvíztörvény” 1847-ben látott napvilágot, de a tervezett csatornaépítés majd 50 évet várattott magára Budapesten.

Az első szennyvíztisztító telepek a XX. század elején kezdtek üzemelni a nagyobb városokban, és ezzel egy időben a legtöbb városban a szennyvízelvezető rendszer is kiépült. A kisvárosokban és egyéb településeken továbbra is emésztőgödörket használtak, ahonnan a szennyvíz a talajba szivárgott. A II. Világháború után a csatornarendszer és a tisztítótelepek fejlesztése tovább folytatódott. Az új szennyvízelvezető rendszerek már képesek voltak elválasztani a csapadékvizet a szennyvíztől. Napjainkban a háztartások körülbelül 70 %-a kapcsolódik csatornarendszerhez és a tervek szerint 2015-re ez az arány eléri a 90%-ot.

Az összegyűjtött szennyvíz tisztítása nagyon alacsony szinten állt az 1990-es években. A szennyvíz nagy része csak mechanikus, vagy semmiféle tisztításon nem esett át. A keletkezett iszapot a közeli szeméttelpekre helyezték ki, és csak egy nagyon kis része került mezőgazdasági újrahasznosításra. Napjainkban az összegyűjtött szennyvíz jelentős részét már másodlagos tisztításnak (mechanikai és biológiai) is alávetik. Ennek ellenére a szennyvíziszap-kezelés még mindig nagy probléma.

Nyárfaultetvényes öntözés (faultetvényes öntözés) és más természetközeli szennyvíztisztítási eljárások

Az elmúlt négy évtized során különböző természetközeli szennyvíztisztítási technológiák kerültek bevezetésre. Jelenleg kb. 125 ilyen rendszer működik¹. Leggyakoribb a nyárfaultetvényes öntözés, de a tavas és az épített vízínövényes rendszerek (közülük leginkább a gyökérszárny rendszer) is igen elterjedtek. Ezek közül sok az élelmiszeriparban keletkező szennyvizek tisztítását is végzi.

A „faultetvényes öntözést” Magyarországon „nyárfaultetvényes öntözésnek” nevezik. Azért ez a kifejezés terjedt el, mert évtizedekig a nyár volt az a fafajta, amelyet a szennyvízzel való öntözéshez használtak. Napjainkban már másfajta fákat is alkalmaznak, mint például a fűzfát (*Salix viminalis*). Az első szennyvízzel öntözött faultetvényt Gyulán létesítették 1969-ben. A területre lakossági és élelmiszeripari szennyvizet vezettek. A rendszert egy már meglévő mechanikai előkezelőből (ülepitő) és egy biológiai tisztításból (csepegtetőtestes) álló folyamat végére kapcsolták be. A biológiai kezelés után a szennyvizet egy tárolómedencébe vezették, ahonnan aztán egy felszín alatti vezetéken keresztül az erdő árokrendszerébe juttatták. Vízbetáplálás rotációs alapon történt, egész év során folyamatosan.

¹ Környezetvédelmi Főfelügyelőség a területi környezetvédelmi felügyelőséggel együttműködve, 2002, Budapesti Műszaki Egyetem, 2004.

A Gyulán szerzett tapasztalatok felhasználásával számos további nyárfaültetvényt alakítottak ki szerte Magyarországon, jellegzetesen az ország szárazabb területein. Habár felmerültek különböző problémák (pl. talaj- és talajvízszennyezés), főként a korábban épített telepek esetében, ezek a tapasztalat hiányából adódó tervezési, építési és/vagy üzemeltetési hibák miatt következhetnek be. Ennek ellenére az elmúlt néhány évtized alatt a nyárfaerdők rendkívül hatékonyak és megbízhatónak bizonyultak a szennyező anyagok eltávolításában, továbbá a víz és a növényi tápanyagok újrahasznosításában. A szennyvíz szennyező anyagai átalakulnak a talajban, tápanyagokat és vizet használnak fel a biomassza képződés során. A szennyvízes öntözés hatására a fák jól növekednek még gyenge talajokon is, ugyanakkor a fák minősége nem romlik.

A nyárfaültetvényes szennyvízöntözés jellegzetes kialakítása (Magyarországon)

Az erdőket általában csatornahálózatból származó települési szennyvízzel (WC-ből származó szennyvíz, szürke víz, időnként élelmiszeripari eredetű szennyvíz) öntözik, de előfordul, hogy szippantott szennyvizet is kezelnek. A rendszer első eleme jellemzően egy ülepítő medence vagy tó, amely eltávolítja a durvább szennyeződések és tárolja a vizet. Az előkezelés fontos, főleg ha szippantott szennyvizet kezelnek. A szerves anyagokat a talajban lévő mikroorganizmusok bontják le.

A szennyvizet általában árasztásos módszerrel vezetik rá a területre (gravitáció hatására folyik be a fasorok közötti árkokba). Néhány rendszer permetező öntözést használ. A permetező öntözés egyenletesen oszlatja el a szennyvizet, de fennáll a fertőzés és a szaghatás kialakulásának veszélye. Az elárasztást alkalmazó rendszerekben az öntözés egész évben folyamatos, még télen is, amikor a hőmérséklet -10°C alá süllyed. Az árkokat nem folyamatosan, csak 2-3 hetente árasztják el. Mivel a nagy hidegek csak egy-két hétig tartanak, a következő árasztásig a fagyott szennyvíz megolvad és a talajba szivárog. Az árkokat és az elosztórendszer elemeit úgy kell tervezni és kialakítani, hogy a jégtakaróval borított árkokat is el lehessen árasztani. (Megjegyzés: más országokban a feltételek ettől eltérőek lehetnek, ezért mindig figyelembe kell venni a helyi adottságokat, és ajánlott kísérleteket végezni.)

A szennyvíz a növények növekedésének értékes forrása, megfelelő összetételben tartalmaz vizet, tápanyagot és szerves anyagokat. Ezért a fák gyorsan nőnek és tápanyag-hasznosító képességük igen jó. A laza talaj kedvez a nyárfának. Kötétt talajban a fűz nő jobban. A magyarországi (európai) klimatikus körülmények között a következő fatípusok használhatók még öntözésre: fehér nyár (*Populus alba*), fekete nyár (*Populus nigra*), rezgő nyár (*Populus tremula*), közönséges nyír (*Betula pendula*), fehér fűz (*Salix alba*), kosárfűz (*Salix viminalis*) és kocsányos tölgy (*Quercus robur*).

A leggyorsabban növő fafajta Magyarországon a kosárfűz (*Salix viminalis*). A jelenlegi hazai kutatások azt mutatják, hogy a gyorsan növő *Salix viminalis* képes akár évente 800-1000 kg/ha nitrogént is felvenni és eltávolítani, kétszer annyit, mint a nyárfák. Ilyen magas terhelés mellett a növények a nitrogénnek csak egy részét használják fel, annak nagy része a levegőbe távozik (N_2 , NH_3), egy kevés pedig a talajvízbe kerül (NO_3). A vízfelvétel jelentős, eléri a napi 150 m^3/ha –t is.

A biomassza produkció nagy. Az első év után 8–10 t/ha szárazanyagot lehet betakarítani, de 3-4 év után ez az érték elérheti az évi 20–40 t/ha-t is. A fa 3-4 métert nő az első évben és 3-4 év után az éves növekedés a 8 métert is elérheti (ha nem vágják rendszeresen)². A fák a szennyvíz egészét általában nem használják fel, annak egy része a talajvízbe szivárog. Ha az öntözést

² Stehlik, 2003.

megfelelő helyen, jól megtervezve és működtetve végzik, az átszivárgó víz tiszta lesz és a talajvízkészlet táplálására szolgálhat. A rendszer előnye a BOI és tápanyag eltávolításban jelentkező nagy tisztítási hatékonyság, és a letermelt fák gazdasági értéke is számottevő. Az öntözéssel rendszer használatával a természetes erdők egy része is megmenthető. A rendszer hátránya ugyanakkor az, hogy az öntözés növelheti a pH érték szinteket és az összes N, P₂O₅, K₂O, Na, Mg és a nehézfémek koncentrációját a talajban.

Nyárfá telepítés a magyarországi Aparhant községben

Aparhant egy kis település (1200 fő) Magyarország dombvidéki és szórványosan lakott délnyugati részén. Majd minden háztartás be van kapcsolva a helyi önkormányzat által működtetett ivóvízrendszerbe. A lakosság egyszerű szennyvíz-elhelyezési megoldásokat használ (vízöblítéses toalettet emésztőgödörrel vagy árnyékszékeket). Korábban a szippantott szennyvizet a közeli (15 km-re lévő) szennyvíztisztító telepre, a szemételepre szállították, vagy közvetlenül a patakokba öntötték. Ez az illegális gyakorlat komoly környezeti károkat okozott. Az ivóvízellátásra használt rétegvíz (200 m) nitrogéntartalma megnőtt. A közeli halastavak halállománya is kipusztult. Ezért a falu lakossága elhatározta, hogy javít a helyzeten. Az önkormányzat olyan olcsó megoldást szeretett volna találni, amely mind a közegészség szempontjából, mind a környezet számára előnyös lehet. Új munkahelyek teremtése és a lakosság környezettudatosságának növelése is a célok között szerepelt. A csatornarendszer kiépítésének lehetőségét már kezdetben elvetették a magas költségek miatt.

A magyarországi környezetvédelmi szabályozás értelmében minimum három különböző szennyvíztisztítási megoldási tervet kell kidolgozni a problémára, amelyből legalább egynek az ún. „természetközeli szennyvíztisztítási technológiát” kell képviselnie. Az 1997-ben az illetékes hatóság felé benyújtott megvalósíthatósági tanulmány az alábbi négy megoldási változatot vizsgálta:

- a) Tavas rendszer növényzettel, mesterséges levegőztetés nélkül (előkezelés után a szennyvíz a tóba ömlik, amelynek növényzete természetes vagy telepített; a tó elfolyó vizének befogadója felszíni víz);
- b) Tavas rendszer, melynek elfolyó vize homokszűrőn szivárogná át (a talaj a befogadó közeg);
- c) Anaerob tó nyárfás öntözéssel és elhelyezéssel (a nyárfaultetvényről a tisztított szennyvizet nem gyűjtik össze drénhálózaton, hanem az a talajban elszivárog);
- d) Hagyományos (mesterséges) biológiai tisztítás (SBR) kiegészítve nyárfás öntözéssel és elhelyezéssel (a nyárfaultetvényről a tisztított szennyvizet nem gyűjtik össze drénhálózaton, hanem az a talajban elszivárog);

A szennyvizet minden esetben oldómedencébe gyűjtik, majd a javasolt szennyvíztisztítási rendszerbe történő bekerülés előtt a szennyvizet előkezelik. Felmerült az is, hogy a keletkezett szennyvíziszapot komposztálni kellene és felhasználni a mezőgazdaságban. A tervezők elvégezték a négy lehetőség összehasonlítását (lásd 4.2. táblázat).

A négy lehetséges változat összehasonlítva a C variáns (anaerob tó nyárfaultetvényel) látszott a leggazdaságosabbnak a beruházási és fenntartási költségeket tekintve. Környezetvédelmi kritériumok szempontjából is tökéletesnek tűnt. További szempont volt a rendszer megbízhatósága és kis munkaerőigénye.

A megvalósíthatósági tanulmány és az összehasonlító kiértékelés alapján a (c) változatot javasolták a Környezetvédelmi Felügyelőségnek, amely a javaslatot további kiegészítésekkel

fogadta el. Kiviteli terv készült a módosított (c) változat kifejlesztése és részletes leírása érdekében. A kivitelezési munkák megkezdődtek és a rendszer 2001-ben megkezdte működését. Jelenleg 80 m³ szippantott szennyvizet tisztítanak naponta a nyárfaerdős-és gyökérszénázás rendszerben. Az alkalmazott műszaki megoldást a 4.4. ábra mutatja be. Az elárasztás előtti öntözőárkok a 4.5. ábrán láthatók.

4.2.Táblázat: Értékelő táblázat³.

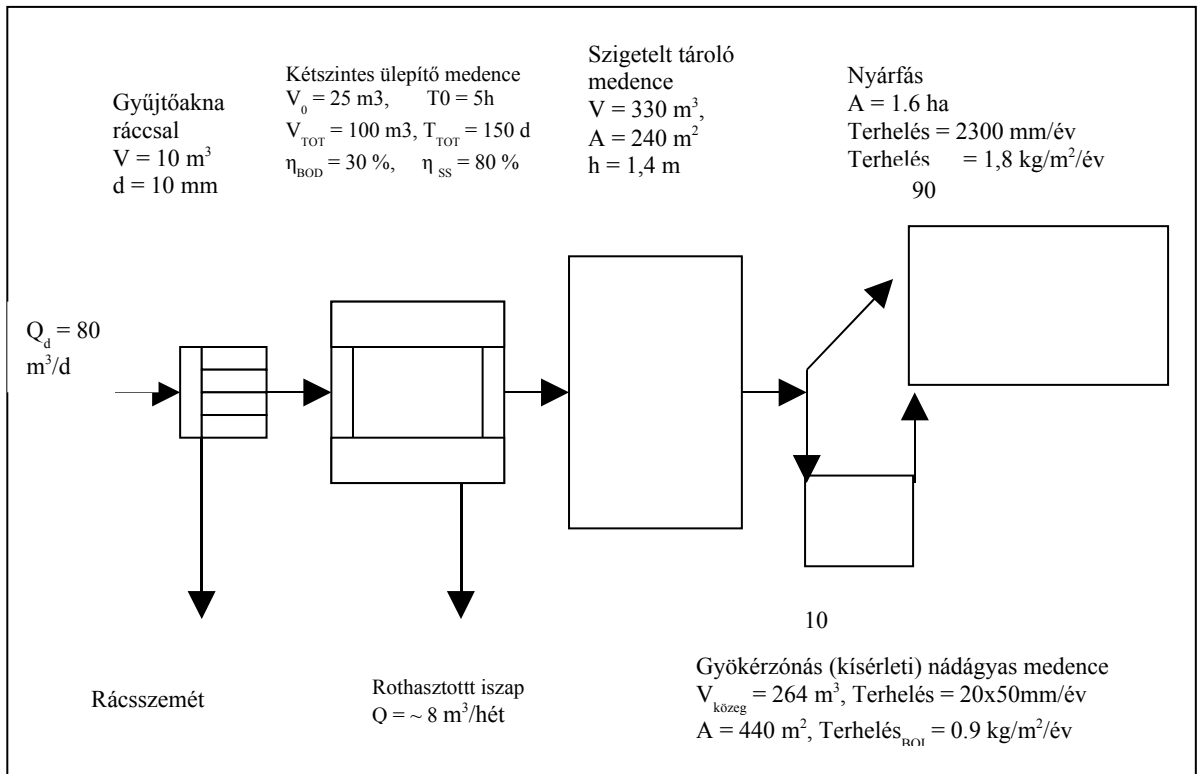
Értékelési szempont	Maximális pontszám	Változatok			
		A	B	C	D
Beruházási költség	80	60	40	80	10
Működési költség	100	60	40	100	80
Környezetvédelem (víz, talaj, levegő)	100	80	90	100	80
Technológiai szint (a választott technológia korszerűsége az egyes rendszereken belül)	20	20	15	20	20
Tervezett változtatások kivitelezhetősége (kapacitás igény szerinti növelése / csökkentése)	20	15	20	20	10
A technológia megbízhatósága (a berendezések meghibásodásának vagy a kezelés során felmerülő probléma valószínűsége (például a tavak befagyása télen)	20	20	15	20	10
Terület igény	20	10	10	10	20
Tisztítási igény (munkaerőigény)	20	20	20	20	10
A szennyvíziszap-kezelés kiegyensúlyozott üzemvitelének biztonsága (az iszappal való mindennapos munka elkerülése végett)	20	15	15	20	15
Összpontszám	400	300	265	390	205
	%	77	68	100	59
Sorszám		2	3	1	4

Tapasztalatok

A folyamatot egy monitoring rendszerrel kísérik figyelemmel. Rendszeresen mintát vesznek a szűrő után, az ülepítő medence elfolyó vizéből, a tárolómedencéből és a gyökérszénázás rendszert elhagyó vízből. A próbaüzem során (2000.) minden hónapban, az üzembe-helyezést követően minden harmadik hónapban talajmintázás történik. A talajvíz minőségének ellenőrzésére monitoring kutak is működnek, habár a talajvízszint itt túl alacsony a mintavételezéshez. A monitoring bebizonyította, hogy a közeli mezők, a talajvíz és a halastó szennyezése megszűnt.

Az összes nitrogén terhelés körülbelül 1200–1400 kg/ha évente. (Az erdőt 1,6 ha-ra tervezték, de ma kb. 3–3,5 ha területű). A nitrogén 20–30%-át valószínűleg a termés betakarításával és a birkák legeltetésével távolítják el (4.6. ábra).

³ Stehlik József után, 1997.



4.4. ábra Az épített rendszer elvi vázlatja. A háztartásokból összegyűjtött szippantott szennyvizet egy gyűjtőaknába továbbítják mechanikai szűrés céljából. Az előkezelés kétszintes ülepitő medencében történik, ahonnan a vizet egy szigetelt tároló medencébe juttatják. A tárolt víz innen gravitációs úton kerül kivezetésre a természetes biológiai tisztító egységekbe: az erdőbe és a gyökérszónás mezőre. Az öntözés egész évben folyik, az iszapot hetente távolítják el az ülepitő medencéből.



4.5. ábra Öntözőárkok elárasztás előtt



4.6. ábra Birkatartás

Az építési költség 53 euró lakosonként, a működési költség 0,05 euró/m³. Ezek az értékek nagyon alacsonyak a hagyományos rendszerekhez képest. A helyi lakosoknak nem kellett hozzájárulniuk a beruházás költségeihez. Ehelyett az önkormányzat fejlesztési segélyekből, önkormányzati költségvetésből és különböző támogatóktól gyűjtött pénzügyi alapot. A facsemetéket egy erdészeti vállalat adta ajándékba (reklám céllal) és a lakosság maga ültette el. Az önkormányzat szippantó-kocsikat is vásárolt, melyeket olyan személyek vezetnek, akik korábban munkanélküliek voltak. Az ő munkabérüket központi támogatásból és önkormányzati költségvetésből fizetik, tehát a lakosság számára ez a szolgáltatás is ingyenes. Hasonlóképpen az önkormányzat finanszírozta (különböző állami támogatások felhasználásával) a megfelelő oldómedencék kiépítést az egyes házak számára, a lakosoknak csak egy jelképes összeggel (20 euró) kellett hozzájárulniuk a költségekhez.

A kivágott nyárfákat az ott élők ingyen felhasználhatják (fűtésre). Az épített vízínövényes rendszerben növekvő nádat évente levágják, ezt szintén a lakosság használja fel különböző célokra. A stabilizált iszapot 4-6 hetente egy komposztáló helyre szállítják. A komposztált iszapot a mezőgazdaság hasznosítja. A fák között növekvő fűvet nem kell nyírni, mert a faluban tartott birkanyáj ezt megteszi, megspórolva ezzel néhány munkás éves bérét. A helyi általános iskola diákjai is részt vettek a faültetésben és biológia óra keretében méréseket végeznek, hogy a szennyvíztisztítás során végbemenő természetes folyamatokkal megismerkedjenek.

A lakosság rendkívül elégedett a szennyvíztisztító teleppel. Az őket körülvevő környezet állapota javult, egészségük nincs többé a szennyezés okozta veszélyeknek kitéve és néhány munkanélküli is álláshoz juthatott. A faanyag, az iszap és a nád felhasználása további hasznot jelent. Az aparthanti nyárfaultetvényes rendszer bemutatása révén egy olyan praktikus és az alacsony jövedelműek számára is megfizethető megoldással ismerkedhettünk meg, amely hozzájárul a környezettudatosság növeléséhez, valamint környezeti, gazdasági, és foglalkoztatási előnyökkel is jár.

Kapcsolat:

Tervező: dr. STEHLIK József, 1016 Budapest, Czákó u. 7. Magyarország, Tel: + 36 1 375 6603

Üzemeltető: SZŰCS György, 7186, Aparhant, Községi Önkormányzat, Kossuth u. 34.

Magyarország, Tel: + 36 74 483 792, E-mail: polgarmester@aparahant.hu

SZÁRAZ, VIZELET-ELVÁLASZTÓ RENDSZERŰ TOALETTEK AZ UKRÁN FALUSI ISKOLÁKBAN

Anna Tsvietkova

Bevezetés

Ukrajnában a városok 95%-ában, a falvak 35%-ában, összesen a települések 56%-ában van szennyvízelvezető rendszer. Mindössze 1,4 millió ember (a vidéki népesség 8,8%-a) csatlakozik központi szennyvízelvezető rendszerre. A vidéki lakosság nagy része (14,3 millió fő) árnyékszékeket és emésztőgödöröket használ, amelyek – ellenőrzés híján – a felszín alatti vizek nitrát és biológiai szennyeződését okozó szennyezőforrásokká válnak.

A vidéki iskolákban a megfelelő vízellátás és szennyvíz-elhelyezés hiánya általános probléma. Ha az iskola rendelkezik is vízellátással és szennyvízelvezető rendszerrel, a vízszolgáltatás fennakadása azonnali problémát okoz a szennyvízrendszer működésében is. Hosszan tartó (1-2 hét vagy hónap) vízhiány gyakran fordul elő a vidéki területeken. Ez idő alatt a szennyvízelvezető rendszerre kötött, benti toaletteket lezárják, a diákoknak a latrinát kell használniuk. Ukrajnában 2 millió gyermek tanul 14.000 vidéki iskolában. Példának okáért a Poltava kerületben működő 30 iskola közül 12 használ hagyományos toalettet, öt iskolában van toalett és árnyékszék is, 13-ban pedig csak árnyékszéket használnak. Az árnyékszékek általában 50-100 méterre vannak az iskola épületétől és nincs bennük fűtés. A hideg, koszos és régi árnyékszékek használata gondot okoz a gyerekeknek, de ezt a felnőttek figyelmen kívül hagyják.

E gyermekek helyzetének javítására két civil szervezet - a „MAMA-86” és az Európa Asszonyai a Közös Jövőért (Women in Europe for a Common Future (WECF)) – projektet kezdeményezett, amely az “Együttműködés a fenntartható vidékfejlesztésért: vízellátás, ökológiai szennyvízgazdálkodás és szerves mezőgazdaság” elnevezést kapta.

Iskolai toalettek Gozhuly és Bobryk falvakban

A projekt célja működőképes megoldások kidolgozása az ukrainai vidéki iskolák és szegény emberek számára. A munkát civil szervezetek egy csoportja végezte a helyi közösségekkel szoros együttműködésben. A forrást a holland MFA MATRA Programja biztosította. A szakértői támogatást a Hamburgi Műszaki Egyetem (TUHH) adott, amely a kiépített rendszer tervezését és a kivitelezés műszaki ellenőrzését végezte.

A meglévő víz- és szennyvíz infrastruktúra rossz állapotára és előforduló üzemzavaraira való tekintettel úgy döntöttek, hogy nem támaszkodnak a központi vízi közműrendszerre. Helyette a száraz, vizelet-elválasztó rendszerű toalettek (DUDT) mellett döntöttek. A DUDT egy helyszíni megoldás, amely nem függ a központi vízi közműszolgáltatástól; öblítéshez egyáltalán nem, működéséhez pedig csak minimális vizet igényel (a helyiség takarításához és kézmosáshoz). A DUDT már a keletkezés helyén szétválasztja a vizeletet az ürüléktől, majd a két frakciót elkülönítetten gyűjti. A szaghatás csökken és a viszonylag kis mennyiséget kitevő fekália sokkal könnyebben kezelhető. A fekália komposztálása csökkenti az egészségügyi kockázatot, a tápanyagok és szerves anyagok pedig felhasználhatók talajjavítására. A vizeletet a rendszer egy külön tartályba gyűjti. Néhány hónapos tárolás alatt a vizelet mentesül a kórokozóktól és trágyázásra alkalmassá válik. Ily módon a humán fiziológiás hulladékokhoz kapcsolódó higiéniai és környezetvédelmi problémák szabályozhatók, továbbá az ember által ürített anyagok értékes tápanyagforrássá válhatnak.

Gozhuly falu 2 km-re fekszik a Poltava tartományban lévő Poltava várostól. Népessége 1000 háztartásban élő 3 600 fő. A falu lakosságának központi vízellátását néhány nagyon mély artézi kút (200 m) biztosítja, de számos sekély kutat is használnak. A régi rendszer és a rossz csatornázás miatt olyan elégtelenségek lépnek fel a szolgáltatásban, mint például a gyakori vízhiány, a hálózati vízveszteség és a szennyvízszivárgás.

Mintegy 500 gyermek él a faluban, de közülük csak 180 diák. Az iskola csatlakoztatva van az ivóvíz- és szennyvízhálózatához. A rendszeres vízhiány miatt azonban a vízöblítéses WC-ket csak a tanárok és a 7 év alatti gyermekek használhatták, mindenki más a kinti árnyékszéket volt kénytelen igénybe venni (lásd 4.7. ábra).

A 400 lelket számláló Bobryk falucska a Chernigiv tartományban lévő Nizhyn városa mellett található. A lakosság nagy része nyugdíjas. Mindössze 41 gyermek él itt. A településen nincs központi vízellátás és szennyvízelvezetés. Az emberek kutakat és árnyékszékeket használnak.



4.7. ábra Az iskola régi toalettje Gozhuly-ban: kívülről (balra) és belülről (jobbra)

Tervezés és kivitelezés

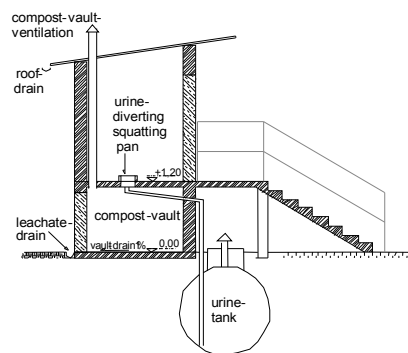
A projekt keretében elsőként közös beszélgetést kezdeményeztek a falu hatóságainak képviselőivel, az iskola vezetőségével és a lakossággal. A megbeszélések során a WECF szakértői bemutatták ökológiai szennyvíz-gazdálkodási elképzelésüket. A polgármester és az iskolavezetők – miután megismerték a DUDT rendszert - támogatták a szükséges létesítmények felállítását.

Gozhuly-ban 2004 júliusában indították el a mintaprojektet. Az öko- vagy komposzt toaettek 2004. augusztus – szeptember között épültek meg, működésüket 2004 októberében kezdték meg. Bobryk-ban 2006. júliustól augusztusig tartott az építkezés, a toaletteket 2006 szeptemberében helyezték üzembe. Működésük megkezdése óta a létesítmények kezelői a Gozhuly-i és Bobryk-i iskolák.

Mind Gozhuly, mind Bobryk esetében egy ún. „száraz, vizelet-elválasztó rendszerű toalettet” hoztak létre, amely külön gyűjti és tárolja a vizeletet és a fekáliát. Ez a technológia lehetővé teszi a fekália száraz komposztálását, valamint a komposzt és a vizelet szerves trágyaként való felhasználását. Az iskola toalettjeit műanyag guggoló-csészékkel és hagyományos kerámia piszoárokkal szerelték fel (lásd 4.9. ábra) A guggoló-csészéket higiéniai okokból választották az

ülökés kagyló helyett. A guggoló-csészéket a WECF vásárolta és szállította le. Az iskolai toalették műszaki dokumentációját (üzleti tervét) egy helyi tervezőiroda készítette el. A DUDT-okat a MAMA-86 Poaltava-i és Nizhyn-i egységei építették fel helyi építési vállalkozók bevonásával.

A Gozhuly-i mellékhelyiség 3 duplafülkés vizeletválasztó toalettől és egy másik helyiségből áll, ahol 3 víz nélkül működő piszoár és két darab, egyenként 2 m³-es vizelettartály kapott helyet (4.8. és 4.9. ábra). A létesítmény az iskolaépület közelében áll, onnan közvetlenül elérhető. Jelenleg 165 tanuló (7–17 év közötti) használja. Kézmosásra csapvíz szolgál, a szürkevíz a falu szennyvízelvezető-rendszerébe folyik.



4.8. ábra A Gozhuly-i mellékhelyiség 3 duplafülkés vizeletválasztó toalettal, 3 víz nélkül működő piszoárral és két darab, egyenként 2 m³-es vizelettartállyal. 165 tanuló (7–17 év közötti) használja (tervezte: TUHH).

compost-vault ventilation = komposztálókamra szellőzés; roofdrain = tetőeresz; urine diverting squatting pan = vizeletválasztó guggoló-csésze; compost vault = komposztáló kamra; leachate drain = csurgalékvíz elvezető cső; vault drain = kamra lefolyócső; urine tank = vizelettartály

Bobryk-ban az új mellékhelyiség az iskolán belül épült meg, szintén vizelet-elválasztó toalettekkel és piszoárokkal. A fekáliát egy föld alatti kamrában gyűjtik. A vizeletet két darab, egyenként 1 m³-es műanyag tartályba gyűjtik. A kézmosót egyszerű szürkevíz-tisztító egységgel szerelték fel, elvezető csővel és szűrőkkel (4.10. és 4.11. ábrák). Összesen 36 diák és 16 tanár használja.

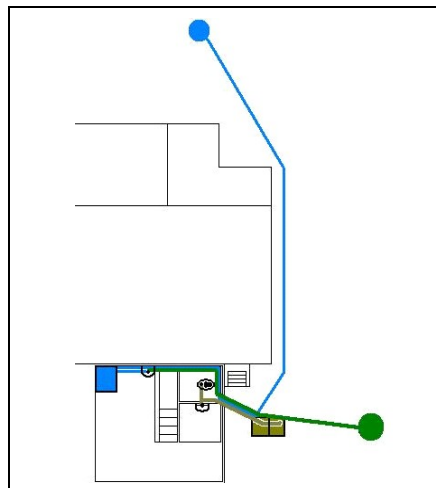
Mindkét bemutatott mellékhelyiségnek két tartálya van (Gozhuly-ban két darab, egyenként 2 m³ térfogatú; Bobryk-ban két darab 1 m³-es). Az egyik mindig használatban van, a másik pedig üres, vagy a vizeletet tárolja. A tárolás időtartama legalább 6 hónap, ez idő alatt a kórokozók nagy része elpusztul, de legalábbis számuk lecsökken. A vizelettartályok ürítését szivattyúk végzik. A Gozhuly-i tartályokból származó vizeletet először egy helyi gazda használta kertjében nitrogén trágyaként, 2006 őszén.

A fekáliát a mellékhelyiség alatti kamrában gyűjtik. Székletürítés után a fekáliát száraz fűréssporral, földdel vagy ezek keverékével fedik le, hogy minimalizálják víztartalmát, a szaghatást és a legyek előfordulásának esélyét. A gondnokok könnyen hozzáférhetnek ezekhez a kamrákhoz. A komposztáló veremnek betonból készült, szigetelt alja van. A tárolót és a

komposztálót 2-2,5 éves periódusokban váltogatják. Mindkét rész mérete 1-1 m³. A kamrafenék lejtése 1%-os, hogy elvezesse a csurgalékvizeket.



4.9. ábra Az új iskola toalett Gozhuly faluban: kívülről (balra), piszoárok (középen) és belülről (jobbra).



4.10. ábra A vízellátó és a szürkevíz kezelő rendszer a Bobryk –i iskolában. 36 tanuló és 16 tanár használja. (ivóvízellátás- kék, kézmosó víz – zöld, szürkevíz kivezetés – oliva zöld), tervezte: MAMA86-Nizhyn.



4.11. ábra Az új iskola toalett Bobryk faluban: kívülről (balra), piszoárok (középen) és belülről (jobbra).

Eredmények és tapasztalatok

A Gozhuly-i iskolában két éves DUDT üzemelés után a kamrák hasznos térfogatának mindössze 1/3–1/2 része telt meg. Bobryk-ban tároló könnyíti a gondnokok munkáját. A 8 hónapos működés során az 50 literes tárolót kétszer ürítették, amikor az 2/3 részig megtelt. A tároló tartalmát egy 2 évig tartó komposztálásra kialakított szabadtéri helyre szállították. A gondnokokat alaposan felkészítették az öko-toilettek üzemeltetésére. Ők naponta ellenőrzik és tisztítják (szódával és/vagy forró vízzel) a toalettet. A komposztban lévő ürületet időről-időre megkeverik és faforgáccsal lefedik, továbbá figyelik a komposztáló tartályokat és a vizelettartályt. Az új rendszer pozitív környezetvédelmi hatásai az alábbiakban foglalhatók össze:

- Nagyon kevés szennyvíz keletkezik (nincs eldugulás és szaghatás).
- Kisebb vízigény (nincs szükség öblítésre).
- Nincs tisztítatlan szennyvíz-kibocsátás. A felszín alatti vizek szennyeződésének kockázata minimális (nitrogén és kórokozók).
- A fertőtlenítéshez nincs szükség mérgező vegyi anyagokra.
- A tápanyagok újrahasznosítása (a vizelet és a komposzt trágyaként használható).

Ukrajnában az iskolai és a nyilvános mellékhelyiségeket hagyományosan klórtartalmú anyagokkal tisztítják és fertőtlenítik. Az ökológiai szennyvízelhelyezés esetében ez máshogy zajlik, a piszoárokat például forró vízzel vagy ecettel mossák. Az új toalett megoldás további előnye, hogy jelentősen megkönnyíti és leegyszerűsíti a szaniter létesítmények fenntartását. Azelőtt az iskolák régi árnyékszékjei és a szennyvízcsatorna dugulásai sok problémát okoztak. A vizeletet már sikeresen használják trágyázásra, de a komposzt felhasználásában még nincsenek megfelelő tapasztalatok.

A diákok kényelmes, tiszta és higiénikus mellékhelyiségeket használhatnak a hideg és koszos árnyékszék helyett. Gozhuly-ban végzett felmérés szerint a gyermekek 75%-a könnyen megszokta és kedveli az új rendszert. A nevelésnek kulcsszerepe van, a tanulók pedig továbbadják tapasztalataikat szüleiknek. Így a tanulók szülei is megismerkednek az új technológiával, tehát a tudás elterjed a felnőttek körében is, remélhetőleg minél szélesebb körben. A Gozhuly-i toalett megépítése közel 10.000 euróba került. A fenntartási költség alacsony (takarító és fertőtlenítő szerek és eszközök). A Bobryk-i létesítmény 2900 euró volt, az egyes DUDT-ok felszerelése pedig átlag 350 euróba került.

A technológia elterjedéséhez azonban további fejlesztésekre van szükség Ukrajnában. A terveket mindig a helyi adottságokhoz kell igazítani (klíma, piac, építési és higiéniai szabványok, stb.). Fontos a helyi vállalkozók megfelelő műszaki felkészítése, képzése és utasításokkal való ellátása ahhoz, hogy a technológiát bevezethessék az adott helyen. A szaghatás kiküszöbölése különös figyelmet igényel. A tapasztalatok szerint további problémát jelent a vizelet és a víz befagyása a csövekben és a tartályokban. Ezen gondok megoldásához további tesztelésre és kutatásra van szükség, hogy a létesítmény kialakításához megfelelő útmutatással lehessen szolgálni.

A nemzeti szabályozásnak támogatnia kell a DUDT rendszert. Az iskolai toalett létesítésének üzleti tervét a szennyvízkezelésért felelős hatóságoknak kell jóváhagyniuk. Az engedélyezési folyamatban számos hatóság vesz részt, így a helyi Egészségügyi és Járványügyi Allomás, a tűzoltóság, az építésügyi és oktatási hatóságok, az önkormányzatok és mások. Ukrajnában az iskolák szennyvíz-rendszereinek általánosan elfogadott formája a hagyományos központosított (rákötés a helyi csatornahálózatra és a szennyvíztisztító telepre) és a decentralizált (emésztőgödör vagy árnyékszék) jellegű megoldások. A középületekben (iskolák, kórházak, nyári táborok, stb.) keletkező humán fiziológiai hulladékok biztonságos kezeléséhez és az ökológiai szennyvízkezelő rendszerek bevezetéséhez a szennyvízgazdálkodás és a járványügyi jogi kereteinek kiszélesítésére van szükség.

FENNTARTHATÓ SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS ÉS SZENNYVÍZELHELYEZÉS SVÉDORSZÁGBAN ÁTTEKINTŐ TANULMÁNY

Peter Ridderstolpe

A szennyvízgyártás és szennyvízkezelés fejlődése Svédországban

Az urbanizáció korai szakaszában az emberi ürülékek összegyűjtése és mezőgazdasági felhasználása felett és jól szervezett volt a vidéki területeken. A XIX. és XX. század fordulóján a hangsúly az újrahasznosítás felől az ártalmatlanítás irányába tolódott el, sok városban építettek ki csatornahálózatot a csapadékvizek és a szennyvizek a legközelebbi befogadóba történő bevezetésének céljából. A II. világháború után a szennyvíztisztítás általános gyakorlattá vált. Az 1970-től 1985-ig tartó rövid időszakban Svédország egész lakossága számára elegendő kapacitású első-, másod- és harmadfokú tisztítást végző tisztítótelepek épültek. A szennyvízkezelés rendszerének e nagyarányú fejlődése egyrészt annak volt köszönhető, hogy a nemzeti szabályozás lehetővé tette az önkormányzatok számára, hogy a háztartásokat és az ipari létesítményeket rákényszerítse a szennyvízhálózathoz való csatlakozásra és díjat szedjen annak használatáért. Másrészt hatalmas állami támogatással szennyvízkezelő rendszerek és tisztítótelepek épülhettek.

A '90-es évek elején az iszap kezelése növekvő problémát jelentett, mert annak mezőgazdasági felhasználása nem volt többé elfogadott. Az élelmiszeripar ugyanis nem volt hajlandó iszappal trágyázott terményt vásárolni annak esetlegesen magas nehézfém-, mérgező szervesanyag- és kórokozó-tartalma miatt. Szintén ebben az időszakban érte sok kritika a szennyvíztisztító telepeket magas fejlesztési és fenntartási költségeik, továbbá energiaigényük miatt. Mindezek következményeként megnőtt az érdeklődés az alternatív természetközeli technológiák iránt⁴.

Az elmúlt évtized gazdasági helyzete (alacsony kamatlábak, relatív alacsony energia és vegyszer árak és magas munkabérek) a hagyományos nagyüzemi és lineáris rendszereknek kedvezett. Ennek ellenére a Svéd Környezetvédelmi Hivatal 2006-ban új szennyvíztisztítási irányelveket adott ki a kisméretű rendszerekkel kapcsolatban. Az irányelvek egészségügyi, környezetvédelmi és tápanyag-visszaforgatási követelményeket fogalmaztak meg a szennyvíztisztítókra vonatkozólag. Ezen új irányelvek alkalmazása remélhetőleg megváltoztatja a szakemberek gondolkodásmódját a szennyvízrendszerek tervezésével kapcsolatban. Tisztán látható, hogy a növekvő áram- és olajárak az energiatakarékos megoldások irányába vezetnek. A csőrendszerek fenntartási költségeinek növekedése és a drága szivattyúzás pedig a decentralizáló irányzatot erősítik. Napjainkban az önkormányzatok – különösen a vidéki területeken lévők – érdeklődése megnőtt a helyi vagy csoportos és újabban a természetközeli rendszerek iránt. Szintén tendencia, hogy a mezőgazdasági szektor egyre inkább érdeklődik a szennyvíz kezelése és felhasználása iránt. Ez a bio-energetikai termékek piacának növekedésével és a hagyományos trágyák árának emelkedésével magyarázható.

Derítő tavak

A tavas rendszerű szennyvíztisztítást több száz éve alkalmazzák világszerte. Svédországban a modern szennyvíztisztítás első időszakában volt népszerű alacsony költsége, egyszerűsége és nagy kapacitása miatt. Napjainkban körülbelül 100 ilyen derítő tó működik Svédországban.

⁴ Etnier C és B Guterstam, 1991.

Tervezés és méretezés

Új rendszerek tervezésekor számolni kell azzal, hogy az ülepítendő szennyvíz-mennyiségeket sok keskeny medence között kell egyenletesen elosztani. Egy további medence megépítése is szükséges, hogy egy-egy medencét ki lehessen vonni a működésből a vízleeresztés és az iszap kikotrásának idejére. Az ülepítésre 5–10 napos tartózkodási idő ajánlott. A koaguláló szerek hozzáadása előtt a durva szennyeződések el kell távolítani, ez ráccsal vagy szűrővel elvégezhető.

A kémiai koaguláló szer - ami lehet mész, alumínium vagy vas só - pelyhesíti és kicsapja a részecskéket és a foszfort a vízből. Az alumínium és vas alapú koaguláló szerek könnyebben kezelhetőek, mint a mész. Folyadék formájában alkalmazhatók és egy nyomócsövön keresztül közvetlenül az ülepítő medence aljára juttathatók. A mész viszont eltávolítja a kórokozókat és az iszapot trágyázásra alkalmassá teszi. A probléma csak az, hogy a meszes iszap nehéz és könnyen eltömíti a vezetékeket és az aknákat. A vezetékeket, a kutakat és az aknákat ezért úgy kell tervezni, hogy azok könnyen hozzáférhetőek legyenek javítás céljából.

Tapasztalatok és eredmények

A derítő tavak nagyon jól tűrik a bevezetett szennyvíz hozam ingadozásait és a vegyszeradagolás periodikus leállításait. A tisztítás hatékonysága magas és egész évben állandó. A BOI eltávolítási hatékonyság 70–80% körül mozog (a nyári mikro-alga képződés magyarázza a meglehetősen alacsony számot). A foszforeltávolítás a hozzáadott koaguláló szer mennyiségétől függ, de körülbelül 80–95 %-os. A nitrogén eltávolítás aránya magas (50–75%), ami ammónia kilevegőzés és a nitrogén bakteriális úton történő nitrogén gázzá alakulása révén megy végbe.

Mész használata esetén a kórokozók eltávolításának hatásfoka nagyon magas a magas pH-értéken (pH 10,5–12) végbemenő reakciónak köszönhetően. Ez visszaveti az ammónia kilevegőzését, továbbá nagy mennyiségű iszap keletkezik. Ugyanakkor a mészből képződött iszap jól hasznosítható talajjavításra, mind a pH hatás, mind a növények számára hasznosítható foszfortartalom miatt. Az alumínium és a vas könnyebben kezelhető, de kevésbé hatékony szennyvízkezelésre, és a képződő iszap kevésbé alkalmas újrahasznosításra.

További irodalom:

- Hanaeus, J, 1991, Szennyvíztisztítás kémiai kicsapással tavakban (*Wastewater Treatment by Chemical Precipitation in ponds*), Dr Th, Div. Sanitary Engineering, Luleå, Sweden. Az összefoglaló elérhető: <http://epubl.luth.se/avslutade/0348-8373/95/index-en.html>

4.1. doboz: A Funäsdalen-i derítő



Funäsdalen egy tipikus síelőhely Észak-Svédország hegyvidéki területén. A lakosok száma 1000 és 4000 fő között mozog. A hidraulikus terhelés 400 l/fő körül van, de a terhelési csúcsok esőzéskor és hóolvadás idején megemelkednek. Az 1967-ben épült telep önkormányzati tulajdonban van. Koaguláló szerként oltott meszet használnak. A befolyó szennyvíz mennyiségek kiegyenlítése az első 2400 m² felületű tóban történik, ahonnan aztán a vizet kis derítőtavakba szivattyúzzák át. A sort egy 2800 m² felületű ülepítő tó zárja. A kóbor vízáramok megakadályozására műanyag terelőlemezeket használnak. A 600 g/m³ mértékű meszadagolás a pH értéket 12 körülre emeli, 0,5 mg/l-es értéken tartva ezzel a víz foszfortartalmát az elfolyó vízben (a befolyónál 6,4 mg/l). A kis tavakból évente termelik ki az iszapot. Az önkormányzat meg van elégedve a létesítménnyel, mert olcsó, könnyű fenntartani és igen hatékony.

- Johansson, E, et al, *Fällningsdamm och biodamm (Derítőtavak és algás tavak)*, angol összefoglaló: http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_2005-18.pdf

Faültetvényes öntözés

A szennyvízzel való öntözés gyakori eljárás az egész világon. Európában számos szennyvíz farmot hoztak létre a XIX. század közepén. Svédországban a szennyvíz-öntözés reneszánszát élte a '90-es években, és sok faültetvényes öntöző rendszer működik ma is. Legtöbbjük Dél-Svédországban található, utótisztításra használják a nyári időszakban.

A fűzfa ültetvényes öntözés a legjobban vizsgált és leggyakrabban alkalmazott eljárás. A lombos fák általában megfelelőbbek, mint a tűlevelűek, ugyanakkor Svédország északi részén folytatott kutatások azt bizonyították, hogy a mérsékelt öntözés megduplázza, vagy akár meg is triplázza a fenyők növekedését, ilyen módon gazdaságossá téve az öntözéses rendszerekbe való beruházást.

A faültetvényeket könnyebb öntözni, mint a füves területeket, mivel a fák kiterjedt gyökérzete kiegyenlíti a víz és a tápanyagok egyenetlen elosztását. A környezetvédelmi szakemberek és mérnökök számára kihívást jelent e rendszereket úgy megtervezni és üzemeltetni, hogy egészségügyi veszélyt ne jelentsenek.

Tervezés és méretezés

A méretezés során az öntözés mértékét a növények víz- és tápanyagszükségletéhez kell igazítani. A szennyvízzel öntözött fűzfaültetvényeken a termelt éves biomassa mennyisége eléri a 10-12 tonnát hektáronként, letermelésével 7–10 kg foszfor és 40–70 kg nitrogén vonható ki a rendszerből egy év alatt. A kiterjedt mezőket kis parcellákra (egyenként 1-3 hektár) kell felosztani, ahol a vízelosztás egyedileg szabályozott. Számítógépes program által vezérelt mágneses szelepek szabályozzák a szivattyúzás és pihentetés idejét a parcellák között.

4.2. doboz: Faültetvényes öntözés Kågeröd-ben



Kågeröd 1500 lakosú kisváros Dél-Svédországban. A szennyvizet eleveniszapos tisztítótelepre vezetik, majd tisztítják, amit vegyszeres kicsapátás követ. 1994-ben 13 hektár kiterjedésű fűzfaültetvényt telepítettek. Három évvel később a telep eleveniszapos egységéből elfolyó vízzel megindult az öntözés. Az erdő növekedését és a környezeti hatásokat folyamatosan vizsgálták. A napi 6 mm-es szennyvízterhelés adta a legnagyobb hozamot (hektáronként évi 10-13 tonna). Az evapotranspirációs együtthatót háromszorosan meghaladó terhelés (12 mm/nap) és a 175 kg N/ha terhelés nem befolyásolta hátrányosan a biomassa termelődést, és a felszín alatti vizek szennyeződése sem volt kimutatható. Az önkormányzat elégedett a rendszerrel és úgy gondolja, hogy a fatermelés, a vegyszerek és az iszapkezelés alacsonyabb ára kompenzálja az öntözés költségét.

Sikeresen alkalmazzák a permetezőket, a csepegtető öntözést és az elárasztást is. Az árasztásos módszer nem érzékeny a vízben lévő darabos szennyeződésekre, míg a csepegtető öntözés erősen szűrt vizet igényel. Ugyanakkor a csepegtető öntözéses rendszer nagyon pontos vízelosztást tesz lehetővé. Svédországban az öntözési időszak maximum 7 hónapig tart egy évben. Azon időszakok között, amikor öntözni nem lehet (az alacsony hőmérséklet és a heves esőzések miatt) a szennyvizet tárolni kell, vagy a tisztításhoz más technológiát kell alkalmazni.

Tapasztalatok és eredmények

A faültetvényes öntözés olcsó és hatékony módja a szennyvíz tisztításának és a szennyvízben lévő tápanyagok újrahasznosításának. A rendelkezésre álló terület, a megfelelő talaj, a hidrológiai adottságok, továbbá a letermelt biomassza piaca mind-mind fontos tényezője a rendszer alkalmazhatóságának. A téli időszakban például a kémiai kicsapattal működő medencék, vagy a nyitott talaj szűrőágyak nyújtanak megfelelő megoldást. Gondos tervezés, kivitelezés és működtetés szükséges a közegészségügyi kockázatok megfelelő kezeléséhez.

További irodalom

- Carlander, A. Stenström T-A., Albihn, A., Hasselgren, K. (2002) *Hygieniska aspekter vid avloppsbevattning av Salix (A fűzfäültetvények szennyvízzel történő öntözésének közegészségügyi vonatkozásai)*
Angol összefoglaló: http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_2002-1.pdf
- BioPros, <http://www.biopros.info/> Megoldások a szennyvíz és az iszap biztonságos és nagy hatékonyságú biomassza produkcióval együtt járó felhasználásához rövid vetésciklusú ültetvényeken (Solutions for the safe application of wastewater and sludge for high efficient biomass production in Short-Rotation-Plantations)
- Laqua Treatment: <http://www.laqua.se/>

(Függőleges átfolyású) Talajszűrő rendszerek

A talaj közegként való használata a szennyvíztisztítási eljárásban a legrégebbi és talán a legelterjedtebb módszer a világon. A talajszűrő rendszerek esetében a talajt bio-geo-kémiai reaktorként használják, amelyben a lebegőanyagok kiszűrődnek és adszorbeálódnak, a szerves anyagok mineralizálódnak, a foszfortartalom pelyhesítést követően ásványok formájában kicsapódik. Svédországban a felszín alatti függőleges átfolyású talajszűrő rendszereket 30 éve használják tisztításra az egyedi háztartásokban. Jelenleg körülbelül 400.000 ilyen rendszer működik. A központosított rendszerekben a nyitott homokszűrő ágyak gyakoriak.

Tervezés és méretezés

A homokszűrőt úgy kell tervezni és méretezni, hogy képes legyen a vízben található minden szerves anyagot (BOI) szén-dioxidra és vízre alakítani. Így a talajban nem halmozódik fel iszap. Az előtisztítás elengedhetetlen, normális esetben a lebegőanyagokat üleptető medencében üleptetéssel és flotálással eltávolítják a vízből. Nagyobb rendszerekben gyakran alkalmaznak tavakat előtisztításra (ezek kiegyenlítésre is szolgálnak). A

4.4.3. doboz: Nyitott homokszűrő Lagga-ban



Lagga kis falu Svédország délkeleti részén. A település 50 lakóházának mindegyike csatlakoztatva van az 1998-ban megújított központi szennyvízrendszerre. A hagyományos szennyvíztisztító telep helyett nyitott homokszűrő rendszer létesítése mellett döntöttek, mivel a természetközeli rendszert megbízhatóbbnak és ugyanakkor hatékonyabbnak ítélték. Egy tartályban végrehajtott előtisztítás után a szennyvizet a szűrőágyra szivattyúzzák és függőleges vezetékek segítségével egyenletesen eloszlatják. A rendszer eddig műszaki problémák nélkül működött és a fenntartási költségek alacsonyak. A személyzet hetente egyszer megy ki a területre. Vegyszert nem használnak, kevés áramot fogyaszt és az iszapképződés minimális. A tisztítás után a lebegőanyag-, a BOI- és a baktériumszint a határértékek alá kerül. Utőtisztításra egy tavas rendszer szolgál, ahonnan a víz elszívárog és elpárolog.

hatékony tisztítás legfőbb követelménye, hogy a víz szabadon szivároghasson a talaj telítetlen zónájában. A víznek függőlegesen kell átszivárognia az apró pórusokon, míg a nagyobb pórusok levegőt tárolnak, ezáltal oxigént biztosítva a heterotróf (komposztáló) mikroorganizmusok számára. Természetes talajok akkor alkalmazhatók, ha a talaj tulajdonságai megfelelőek, továbbá a talaj és a felszín alatti vizek és az alapkőzet között megvan a biztonságos távolság. Ha a természeti adottságok nem megfelelőek, nyitott homokszűrőt kell kialakítani. A szűrőközegben a szemcséknek gömbölyűnek és kb. 1 mm átmérőjűnek kell lenniük. A közeg ellenálló legyen. Például a szemcsék nem mállhatnak. A 0,1 mm-nél kisebb szemcsék aránya soha nem érheti el a 10%-ot.

Svédországban a legtöbb talajszűrő a gravitáción alapul. Nagyobb rendszereknél a víz elosztásához szivattyút használnak. A homokszűrők alján vízvezető rendszert alakítanak ki. A nagy medencéket kisebbekre kell felosztani, amelyekbe a vizet egyedileg lehet adagolni. Egy új, Norvégiából származó koncepció szórófejeket használ, amely nagyon egyenletes vízelosztást tesz lehetővé még durva szűrőközeg esetén is.

Ezt a szórófejes technikát és durva szűrőközeget alkalmazva nagyjából tízszer annyi szennyvizet lehet kihelyezni, mint a hagyományos szivárogtató és homokszűrős rendszereknél. (4.3. táblázat)

4.3. táblázat A talajszűrőket BOI- és a vízterhelés alapján kell méretezni. Az alábbi ábra „ököl szabályként” nyújthat segítséget függőleges szűrőrendszerek méretezéséhez. (A hidraulikus terhelést egy maximum értékeket mutató hét átlagos napi befolyó víz értéke alapján kell kiszámolni. Az adatok normál tartályos elfolyó vízre vonatkoznak 200-350 mg/l BOI értékek mellett.)

Szivárgás természetes talajban:	30-40 mm/nap,
Zárt homokszűrő ágy (gravitációs)	50-60 mm/nap
Zárt homokszűrő ágy (szivattyús)	60-80mm/nap
Nyitott homokszűrő ágy	80-120 mm/nap
Norvég szórófejes megoldás (2-6 mm-es közegben)	250-500 mm/nap

Tapasztalatok és eredmények

A függőleges átfolyású talajszűrő rendszerek igen megbízhatóak, nagy és stabil tisztítási kapacitással üzemelnek. Baktérium és vírus eltávolító képességük jobb és sokkal hatékonyabb, mint a hagyományos szennyvíztisztító telepeké. A függőleges talajszűrők önmagukban nem oldják meg a tápanyag-visszaforgatás problematikáját, de például elválasztó rendszerű toalettekkel, a foszfor közvetlen kicsapódásával vagy nyári öntözéssel kombinálva a fenntartható szennyvízgazdálkodásra nagyszerű lehetőségeket kínál.

A tisztítási hatások általában 90–99% -os lebegőanyag és BOI eltávolítás, továbbá 30–60% -os foszforeltávolítás (folyóvízi üledékből származó szilikátos homok használata esetén, mert a talajban lévő alumínium és vas nagyon jó hatással van a foszforeltávolító képességre) és 30% -os nitrogéneltávolítás (70%-os nitrifikáció) jellemzi. A kórokozók eltávolítása több mint 99%-os.

További irodalom

- USEPA, 2006 (1980) *Helyi szennyvíztisztító rendszerek kézikönyve (Onsite Wastewater Treatment Systems Manual)*, <http://www.epa.gov/ord/NRMRL/Pubs/625R00008/625R00008.htm>
- Ridderstolpe, P (2004) *Bevezetés a szürkevíz tisztításba (Introduction to Greywater Treatment)*, Ecosanres, http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR_Publications_2004/ESR4web.pdf

Vizelet-elkülönítés

A vizelet-elkülönítésével vagy anélkül működő, árnyékszékeken alapuló szennyvízkezelési megoldásoknak nagy hagyománya van. Napjainkban a forrásnál történő szétválasztással működő rendszerek reneszánszukat élik, nem csak azért, mert megfizethetőek és könnyen kezelhetőek, hanem mert kiemelkedő eredményeket mutatnak fel a közegészség védelme, a környezetvédelem és az újrahasznosítás területén. Svédországban a vizelet-elválasztó rendszerek kutatása és fejlesztése a '90-es évek elején volt intenzív. Ma már a vizelet-elválasztást mind a fekália száraz gyűjtésével kombinálva, mind a vizes rendszerekben egyaránt használják. Számos toalett típus (még porcelán is) van jelen a piacon. Jelentős tapasztalat halmozódott fel a tervezés, a karbantartás és a fekália, illetve a vizelet biztonságos mezőgazdasági felhasználásának területén. Mintegy 135000 vizelet-elválasztó rendszerű toalett működik, legtöbbjük száraz rendszerű.

Tervezés és méretezés

A tárolási kapacitást a vizelet tekintetében 1 évre, míg a fekália esetén 3-4 hónapra tervezik. Egy átlagos ember nagyjából 1000 g vizeletet és 150 g fekáliát ürít naponta. Nagyon fontos, hogy a vizeletet levegőtől elzárva tartsák az összegyűjtéstől egészen a külső területre való kihelyezésig. A fekáliás anyagot zárt kamrába gyűjtik, a levegőt pedig kiszívják a toalett helyiségéből a tető felett végződő szellőztetőcsövön keresztül. A száraz elválasztó-rendszerű toalettben képződő szennyvíz (szürkevíz) szinte teljesen fekáliamentes, ezért csekély kockázatot jelent a környezetre és az egészségre. Ennek ellenére a szennyezőanyagok és a tápanyag eltávolítása céljából még át kell esnie egy tisztítási folyamaton, mielőtt visszakerül a természetbe. Az elválasztó-rendszerű toalettek jelentősen csökkentik a keletkező szennyvíz mennyiségét, ezért a tisztítási költségek alacsonyak.

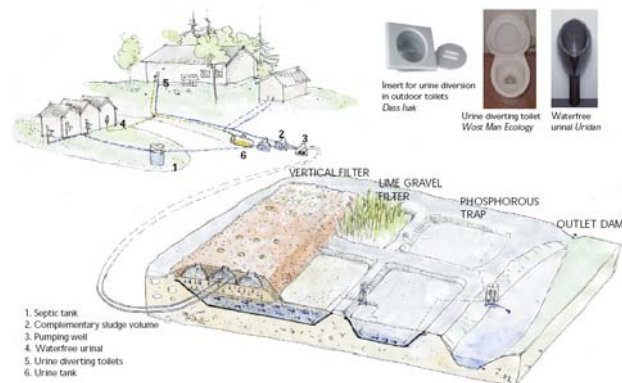
Tapasztalatok és eredmények

A száraz elválasztó-rendszerű toalettek kényelmes, higiénikus, és környezetbarát megoldásnak bizonyulnak, víz és tápanyag újrahasznosítási képességük magas. A hasonló teljesítményű más rendszerekhez hasonlítva a leginkább költség-hatékonyak. A vizelet-elválasztás vizes rendszereknél való alkalmazása is nagy környezeti, vízkészlet megőrzési és gazdasági haszonnal jár.

További irodalom

- Kvarnström, E et al. (2006) *Vizelet-elkülönítés: Egy lépés a fenntartható szennyvízgazdálkodás felé (Urine Diversion: One Step Towards Sustainable Sanitation.)*
- http://www.ecosanres.org/pdf_files/Urine_Diversion_2006-1.pdf

4.4. doboz: Vizelet-elválasztással működő rendszer az Ångersjön-i autópálya pihenőhelyen



Víz nélküli piszoárokkal és kettős öblítésű toalettekkel felszerelt szaniter rendszer került kiépítésre az E4-es autópálya mentén 2003-ban, egy már létező – toalettet, éttermet és boltot magába foglaló – pihenőhelyen. Nyáron sok ezer ember használja a létesítményt, míg a téli időszakban csak nagyon kevesen. A vizeletet egy tartályba gyűjtik, amit aztán a helyi gazdák trágyázásra használnak fel. A szennyvizet egy tartályban előkezelik, majd épített talajszűrő rendszerbe szivattyúzzák, ahol azt szűrőfejek segítségével szétoszlatják. A foszfort kalciumban gazdag közeget tartalmazó vízszintes szűrőkben abszorbeálják. Alapos mérések kimutatták, hogy a vizelet elkülönítés 40%-ban járul hozzá a foszfor és a nitrogén eltávolításhoz. Összességében a tisztítási kapacitást 97%-os BOI eltávolítás, 90%-os foszfor, valamint 65%-os nitrogéneltávolítás jellemzi. A baktériumok 99,99%-a elpusztul. A teljesítmény állandó, független a hőmérséklettől és a nagymértékű vízhozam ingadozásoktól. Üzemeltetése egyszerű, fenntartási költsége alacsony. Az iszapot és a vizeletet vakuumos szippantó-kocsi távolítja el évente 2-3 alkalommal.

ÖKOLÓGIAI SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS NÉMETORSZÁGBAN FORRÁSNAI TÖRTÉNŐ SZÉTVÁLASZTÁSON ALAPULÓ RENDSZEREK

Ralf Otterpohl és Marika Palmér Rivera

Bevezetés

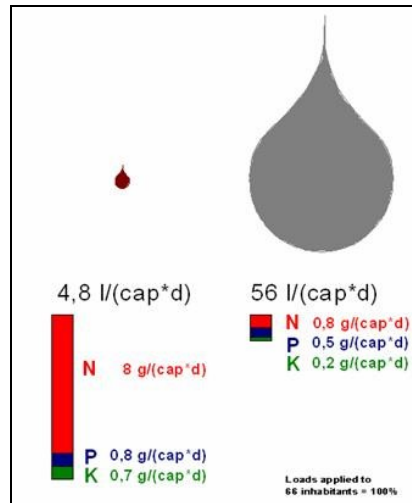
Németországban a lakosság több mint 95%-a van rákötve központosított szennyvízrendszerekre. Éppen ezért a fenntartható szennyvízgazdálkodással kapcsolatos megoldások fejlesztése főként a városi területekre koncentrál. Korábban a forrásnál történő elválasztó rendszert a hagyományos száraz toalették képviselték Németországban. A sokemeletes házakban kialakított nagy-kamrás komposzt toalettékkel (vizelet-elválasztás nélküli) kapcsolatban felmerült sok probléma (zajátvitel a vezetékekben, a komposztáló toalettékből származó csurgalékvíz újrahásznosításának nehézségei) e rendszereket népszerűtlenné tették. A Hamburgi Műszaki Egyetem (TUHH - Hamburg University of Technology) és a Berger Biotechnik (Hamburg) jelenleg ezek közül néhányat átalakít vizelet elkülönítéssel és gilisztás komposztálással (szabályozott nedvesítést igényel) működő száraz toaletté. A helyigény sokkal kisebb és a vizeletet is sokkal könnyebb újrahásznosítani, mint a régi típusú komposzt toalettékből származó szennyezett csurgalékvizet.

A magasabb színvonalú, forrásnál történő szétválasztást biztosító rendszerek fejlesztése a '90-es évek kezdetén indult meg. A cél olyan rendszerek kidolgozása volt, amelyek megvalósítják a tápanyag-visszaforgatást, energiát termelnek és kevésbé szennyezőek. Feketevizet elválasztó rendszerek jöttek létre, mivel ezeket könnyebb volt a városi körülményekhez illeszteni. Napjainkban, kutatói körökben e rendszerek az érdeklődés középpontjában állnak, de a civil életben még nem ismert széles körűen.

Feketevíz elválasztó rendszerek – a toalett hulladék és a szürkevíz elkülönített kezelése

A feketevíz elválasztó rendszerek működésének alapja a feketevíz és a szürkevíz koncentrációiban fennálló alapvető különbség. A kis hígítással összegyűjtött feketevíz nagy mennyiségben tartalmaz mind kórokozókat, mind tápanyagokat, de csak kevés képződik belőle. A szürkevízben viszont alacsony a kórokozók és a tápanyagok koncentrációja, de sok képződik belőle (4.12. ábra). Ha nem keverjük össze e két frakciót, a tisztítás és a tápanyag-visszaforgatás sokkal hatékonyabb lehet. Számos, különböző típusú feketevíz rendszer van fejlesztés alatt Németországban. Az alábbiakban a vákuum-biogáz és feketevíz/barnavíz visszaforgatási koncepciót mutatjuk be.

A vákuum-biogáz koncepcióját a német Otterwasser cég fejlesztette ki és Ralf Otterpohl publikálta először 1993-ban. A feketevizet vákuumos rendszer gyűjti össze, majd egy rothasztóba továbbítja, amely biogázt és folyékony trágyát termel. A szürkevizet külön kezelik. Ahhoz, hogy a rendszer költség-hatékony legyen, minimum néhány száz embert kell ellátnia. A megoldás jobban működik ott, ahol az emberek egymáshoz közel, sokemeletes házakban laknak. Az első, Flintenbreite-i üzembelépés óta (leírása a 4.5. dobozban) a technológia mára már tökéletesedett és hasonló, további funkciókkal is rendelkező rendszerek vannak fejlesztés alatt például Hollandiában, Hamburgban és Shanghaiban, Kínában. Az eddigi tapasztalatok kedvezőek, a felhasználók között a rendszer elfogadottsága igen jó. A VEOLIA Berlinben található kutatóközpontja (Kompetenz Zentrum Wasser Berlin – KWB) széleskörű kutatási tevékenységet végzett a vizeletelválasztó vákuumos rendszer irodaházakban és lakásokban történő alkalmazhatóságával kapcsolatban. Ugyanabban a projektben a Lambertsmühle-i koncepció továbbfejlesztése is megvalósult (lásd lentebb). A KfW, a nagy német fejlesztési bank vákuum-toalettet helyezett üzembe egy nagy irodaházban.



4.12. ábra: Flintenbreite (Németország) lakóövezetében működő vákuum-biogáz rendszerből származó feketevíz és szűrkevíz tápanyagtartalma és térfogata

A szennyvíz toalett öblítővíz céljából történő visszaforgatását (feketevíz visszaforgatási koncepció) Ulrich Braun dolgozta ki és szabadalmaztatta Hamburgban. Ez az eljárás függetleníti a vizes toaletteket a hálózati vízellátó rendszertől, és összetételében és sűrűségében a vizeletre hasonlító, tisztított folyadékot hoz létre.

Ha új épületeknél és teljes felújításoknál lehetőség van kialakítására, sokkal olcsóbb, mint a hagyományos rendszerek, és a vízszükségletet napi 10 l/ fő értékre csökkenti. A világon először a Hamburgi Műszaki Egyetemen helyezték üzembe 2005-ben, kapacitását kb. 20 emberre tervezték. Az első kereskedelmi jellegű üzembehelyezésre az ugyancsak németországi Ahlenban fog sor kerülni (leírása a 4.6. dobozban). További feketevíz visszaforgatásos projekteket terveznek a Közel-Kelet száraz területeire is.

A visszaforgatás egy másik lehetősége – amit még nem építettek meg - a barnavíz visszaforgatás, ahol a vizelet-elválasztást is beépítik a rendszerbe. A rendszer hátránya, hogy további vezetékeztést igényel. Az előnyök egyike viszont az, hogy kisebb rothasztóra van szükség a barnavíz (fekália, WC papír és öblítővíz) kezeléséhez, mint a feketevízes eljárás során. A feketevízes rendszerek itt leírt alkalmazási lehetőségei a közép-kelet-európai (CEE) országokban az adott körülményektől függenek. Ezek a rendszerek csúcstechnológiát képviselnek, melyek akkor valósíthatók meg, ha elegendő pénz és megfelelő műszaki tudás áll rendelkezésre. Vidéki területeken és kistelepülésekre inkább a száraz toalett rendszerek használata ajánlott.

Vizelet-elválasztás szennyvíz öblítéssel

1990 körül, Svédországban fedezték fel újra a vizelet-elválasztáson alapuló technikát, a rendszer németországi fejlesztése a svéd tapasztalatokon alapul. A német Otterwasser cég 1996-ban barnavíz tisztítással kombinálta a vizelet elválasztás koncepcióját egy kétkamrás szétválasztó egység kiépítésével ('Rottebehälter'-rendszer). Ezt az elképzelést valósították meg a lentebb bemutatott Lambertsmühle malomban.

Az Otterwasser a Lambertsmühle-éhez hasonló rendszert hozott létre 100 lakás és egy iskola számára az Ausztriában található Linz városában a LINZ AG megbízásából, amely bemutató- és kutatóegységként is működik. A Huber Technology – a nemzetközi piacon jelenlévő, szennyvíztisztító egységeket létrehozó nagyvállalat – saját 200 dolgozójának helyet adó új irodaházába telepített hasonló rendszert. A GTZ (Német Műszaki Egyesület) is vizelet elválasztó rendszerű toalettekkel látta el új irodáját. A Lambertsmühle-ben működő vizelet elválasztó rendszer kiépítése és fenntartása olcsó, ezért megfelelő megoldás lehet Közép- és

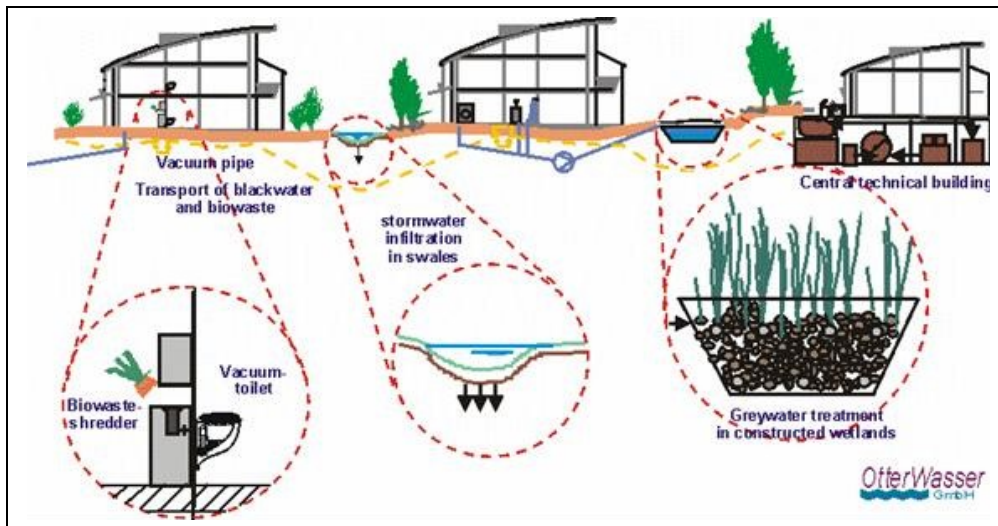
4.5. doboz: A vákuum-biogáz koncepció a gyakorlatban – Flintenbreite

Lübeck városának Flintenbreite nevű lakóövezete 2000-ben épült 250 ember számára. A várostervezők ökológiai rendszert akartak létrehozni, de előre számoltak azzal, hogy a komposztáló toalett alternatívát a háztulajdonosok nagy valószínűséggel elutasítják.

Ezért egy mintaprojekt keretében a feketevízre egy biogázt termelő vákuumos rendszert fejlesztettek ki. A rendszert az Otterwasser cég tervezte egy helyi építővállalat számára, amely a Lübeck-i városi tanáccsal együttműködve a környék fejlesztésén dolgozott. Ez a vállalat felelős az összes műszaki egység üzemeltetéséért, amibe a hő- és energia előállítás, illetve továbbítás is beletartozik.

Flintenbreite-ben rendkívül kevés öblítővizet (0,7 liter/öblítés) használó vákuumos toalettet (4.13. ábra) és vákuumos lefolyócsöveket (40-50 mm-es átmérővel) építettek be a feketevíz összegyűjtésére. Az ürítő szivattyúállomás és a szelepek pneumatikus irányítása elengedhetetlen része a feketevíz rendszernek, amely a vizet akár 4,5 méter magasra is képes emelni.

Az összegyűjtött feketevizet aztán darált szerves háztartási hulladékkal keverik és az épületben elhelyezett rothasztóban ártalmatlanítják és kezelik. Tárolás után a rothasztott anaerób iszapot a mezőgazdaságban hasznosítják. A keletkező biogázt földgázzal keverve az épületben hő- és energiatermelésre használják. A szürkevizet épített vízinövényes rendszerekben tisztítják (lásd: 4.13. ábra).



4.13. ábra: A különböző vízáramok és tisztítórendszerek Flintenbreite-ben

vacuum pipe = vákuumcső; transport of blackwater and biowaste = feketevíz és biohulladék szállítása; biowaste shredder = biohulladék daráló; vacuum-toilet = vákuumos toalett; stormwater infiltration in swales = csapadékvíz szikkasztás gödrökben; greywater treatment in constructed wetlands = szürkevíz tisztítás épített vízinövényes rendszerben; central technical building = központi műszaki irányító épület.

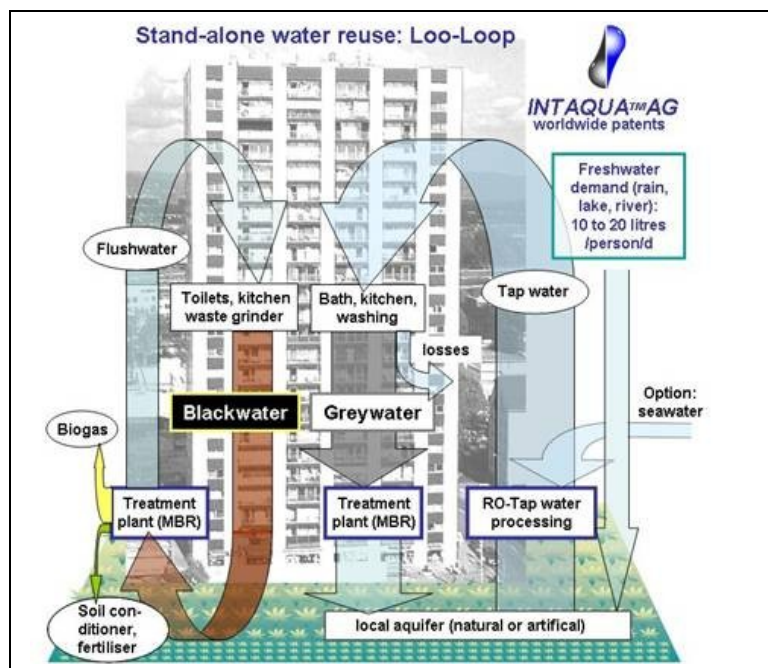
Mivel ez egy mintaprojekt volt, a rendszer létesítése óta a műszaki részleteken sokat javítottak. A felhasználók ma már többnyire elégedettek, kivéve egy családot, ahol sok probléma volt a szóban forgó toalettrel. A működés során szerzett tapasztalatok azt mutatják, hogy a rendszer műszakilag bonyolult és rendszeres kezelést igényel. A vákuum alatt lévő vezetékben vízköképződés lép fel, ezért nagyjából öt évente (a víz keménységétől függően) savazni kell. Szintén fontos, hogy a felhasználók tisztában legyenek a rendszer működésével, így elkerülhető a vákuumcsövek elzáródása. A vákuumos technológiát a Roediger Vakuum und Haustechnik (Németország, Hanau) fejlesztette ki és szállította le. A Flintenbreite-i rendszer összköltsége (beruházás és üzemeltetés) nagyjából megegyezik a hagyományos rendszerekével. A megtakarítás abból adódott, hogy nem kellett kiépíteni öblítővíz hálózatot, a vízfelhasználás csökkent, az összes vezeték és kábel (vákuumcsövek, helyi hő- és energia-elosztó kábelek, vízvezetékek, TV és telefonkábelek) együtt lehetett fektetni, és a csapadékvíz elvezetése pedig egyszerű gödrökön keresztül történik.

Kelet-Európa kisebb falvai és egyedi háztartásai számára. Ideális kompromisszum olyan helyeken, ahol a lakosság nem fogadja el a száraz rendszereket, holott annak számos előnye van. Hátránya, hogy az előkomposztálóban keletkező szürlet további tisztítást igényel.

4.6. doboz: A feketevíz visszaforgatási koncepció a gyakorlatban - Zeche Westfalen

Az első kereskedelmi feketevíz visszaforgatásos rendszer kiépítése jelenleg van folyamatban egy hatalmas multifunkcionális épületben (Zeche Westfalen), a németországi Ahlenben. A szennyvízrendszer várostervezőkkel együtt történt kiválasztása során az egyik fő érv a víz, a tápanyagok és az energia megőrzése volt. A rendszert napi 200 ember ellátására tervezték.

A rendszerben a toaettek szennyvize nem megy kárba, hanem azt toalett öblítővízként történő újrafelhasználás céljából megtisztítják, illetve vizelet koncentrációknak megfelelő, alaposan tisztított folyékony műtrágyát készítenek belőle. Maga a tisztítási folyamat membrán bioreaktorból (MBR) és a nitrifikációt is magába foglaló ózonos kezelési folyamatból áll, ami biztosítja a víz kiváló minőségét (4.14. ábra). A fekáliát a biohulladékkal együtt anaerob rothasztóban kezelik. A szürkevizet elkülönítve tisztítják egy membrán bioreaktorban, mielőtt azt a felszín alatti víztartóba (természetes vagy mesterséges) szivároztatják.



4.14. ábra A feketevíz visszaforgatásos rendszer vázlatja

stand alone water reuse = önálló víz újrahasznosítás; flushwater = öblítővíz; toilets, kitchen waste grinder = toaettek, konyhai hulladékörmlő; bath, kitchen, washing = fürdő, konyha, mosás; losses = veszteségek; tap water = csapvíz; biogas = biogáz; blackwater = feketevíz; greywater = szürkevíz; option: seawater = opcionálisan: tengervíz; treatment plant (MBR) = tisztító telep (MBR); RO-Tap water processing = csapvíz kezelés; soil conditioner = talaj kondicionáló, trágya; local aquifer (natural or artificial) = helyi víztároló réteg (természetes vagy mesterséges); freshwater demand (rain, lake, river): 10 to 20 litres/person/d = édesvíz-szükséglet (csapadék, tó, folyó): 10-20 liter/fő/nap.

A feketevíz visszaforgatás új épületekben valósítható meg, ahol nincs szennyvízelvezető és -tisztító rendszer a környéken. Hagyományos toaetteknel is használható. A rendszer működik, de még túl korai lenne hosszú távú következtetéseket levonni. A rendszer műszaki szempontból összetett, amit figyelembe kell venni az üzemeltetés és karbantartás szervezésekor és finanszírozásakor. Nagyon gazdaságosan működtethető olyan új épületekben, amelyeket 250 főnél többen használnak, illetve a hasonló méretű szállodákban is. Kórházak is alkalmazhatják toalett szennyvizük elhelyezésére és gyógyszermaradványok kezelésére is. A közcsatornába történő bevezetés olyan egészségi kockázatot hordoz, amit mindenképpen el kell kerülni. A megfelelő vízellátással rendelkező területeken csak szürkevíz tisztítás és újrahasznosítás/elszivároztatás történik, de nem csapvíz visszaforgatás.

4.7. doboz: Vizelet-eltávolító és barnavíz tisztítási koncepció a gyakorlatban - Lambertsühle

A 2000. évben az ősi Lambertsühle-i vízimalmot helyreállították és múzeummá alakították. Ezzel egy időben a szennyvízrendszert is felújították. Azelőtt a szennyvizet egy tartályba gyűjtötték. Most az új elválasztó-rendszerrel a múzeum nagy lépést tett a fejlődés útján.

Az új szennyvízrendszer vizelet-eltávolító toalettokra épül, ahol a fekáliát és a toalett papírt kis mennyiségű vízzel öblítik le. Vízzel működő piszoárokat is felszereltek a vízhasználat és vizelet hígításának minimalizálása érdekében. A vizeletet tárolótartályba gyűjtik mezőgazdasági felhasználás céljából (4.15. ábra). A barnavizet egy duplakamrás elválasztó egységben szűrik és előkomposztálják. Az előkomposztálási folyamat után a barnavíz sűrű anyaga szerves konyhai hulladékkal és levágott fűvel keverve kerti komposztálóba kerül komposztálásra. Az elválasztó egységből származó szűrletet a szűrkevízzel együtt nádas szűrőn tisztítják.



4.15. ábra: Vizelet-tartály és épített vízínövényes rendszer a szűrkevíz és az elválasztó egységből származó szűrlet tisztítására Lambertsühle-ben.

Egy 2001-től 2003-ig tartó vizsgálati program során elvégezték a Lambertsühle-i szennyvízrendszer értékelését. Általában nagyon pozitív eredmények születtek, és a forrásnál történő szétválasztáson alapuló rendszerek számos előnyére világítottak rá. A vizelet rendkívül jól használható trágyázásra. Savas közegben történő tárolása során a kórokozók elpusztulnak és a vizelet közegészségügyi szempontból is veszélytelené válik. Az elválasztó egységben végbemenő szilárdanyag eltávolítás nagyon hatékony, de a komposztáló hatás elhanyagolható mértékű. A tapasztalatok továbbá azt mutatják, hogy az elválasztó-rendszerű toailettek nem mindegyikének használata ajánlott, főleg gyermekeknek. A vizeletben fellelhető nehezen lebontható (perzisztens) szerves szennyezőanyagok megismeréséhez további kutatások szükségesek. A szakemberek azt tervezik, hogy a melegebb évszakokban, - amikor a kamrák hőmérsékletét egy rendkívül egyszerű napenergiás fűtőrendszer (fekete cső napszivattyúval) segítségével 20 °C fölé emelik - , giliszták telepítésével fokozzák a komposztáló hatást.

További irodalom:

www.otterwasser.de

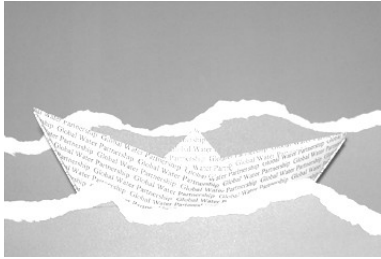
www.tuhh.de/aww

www.lambertsmuehle-burscheid.de

www.ecosan.org

www.intaqua.com

www.gtz.de/ecosan



5. fejezet

A fenntartható szennyvízgyűjtés jogi szabályozása az Európai Unióban

Jonas Christensen

BEVEZETÉS

Az EU környezetvédelmi jog a fenntartható fejlődés globális elvén nyugszik. Ezt az alapelvet először a Római Szerződésben hangsúlyozták, kidolgozására pedig a 6. Környezetvédelmi Akcióprogramban, majd az EU fenntartható fejlődési stratégiájában került sor. A fenntartható fejlődés olyan klasszikus környezetvédelmi kérdéseket foglal magába, mint a szennyezés, egészségvédelem és a forrás menedzsment. Az egészségvédelem, a környezeti károsodás elleni védelem és az újrafelhasználás a szennyvíz-gyűjtési rendszer elsődleges funkciói közé tartozik (lásd 3. fejezet).

Amíg az EU másodlagos jogban könnyen találhatunk a szennyezés csökkentésére irányuló részeket, - úgy mint eutrofizáció és egészségi kockázatok - addig a természeti erőforrások (főként a szennyvíziszap és más települési szennyvíz frakciók) használatára vonatkozó jog jóval ellentmondásosabb és nehezebben értelmezhető.

A közösségi jog nem korlátozza a tagországokat abban, hogy törvénykezésükben megengedjék vagy éppen kötelezővé tegyék olyan szennyvízrendszerek alkalmazását, amelyek a vizeletet és/vagy a fekáliát elkülönítik. Másrészt az EU jog megnehezíti ezen frakciók felhasználási lehetőségeit. A kérdés, hogy a tökéletesen szétválasztott vizelet és fekália vajon a „szennyvíziszap” fogalmába tartozik-e, még vita tárgya.

Ez a fejezet rövid áttekintést ad az EU környezeti és fenntartható szennyvízgyűjtéssel kapcsolatos jogi szabályozásáról. A leírás szükségszerűen egyszerűsített, és néhány esetben általánosít.

Az EU JOGFORRÁSAI

Az Európai Közösségnek megvan a saját törvénykezési rendszere. Amikor a tagállamok aláírták csatlakozási szerződésüket, vagy (a kezdetekben) a Római Szerződést, azzal nemzeti parlamentjeikből átadták törvénykezési hatalmuk egy részét az EU intézményeinek. A tagállamok alávetik magukat az EU jognak, például az irányelvek megfelelő módon történő végrehajtásával. Ez a Szerződés 10. cikkelyében került kifejezésre: *“A tagállamoknak meg kell*

tenniük az összes szükséges átfogó vagy részleges intézkedést a Szerződésből fakadó vagy a Közösség intézményeitől származó kötelezettségek teljesítésének biztosítására. Segíteniük kell a Közösséget feladatainak ellátásában.”

A Közösségi Jog négy legfőbb forrása:

- 1) A tagállamok törvényei (ún. elsődleges jog).
- 2) Közösségi törvények (ún. másodlagos jog).
- 3) A Közösségi jog általános elvei.
- 4) Nemzetközi egyezmények a Közösség és harmadik felek között.

Az elsődleges jog a Római szerződésből és más szerződésekből áll, a másodlagos jogot rendeletek, irányelvek, döntések, ajánlások és vélemények alkotják. A közösségi joganyag általános elveit az Európai Tanács hagyja jóvá. A másodlagos jog legfontosabb elemei az alábbiak:

a) Rendelet:

- a jogi szabályozás legerősebb formája,
- a tagállamnak nincs lehetősége a szabályozás megváltoztatására nemzeti alkalmazás során,
- közvetlenül alkalmazható a tagállamra és lakosaira,
- a nemzeti jogrend része lesz, anélkül, hogy a tagállam beépítené saját jogrendjébe.

b) Irányelv:

- általános meghatározása a tagállamok által adaptálandó közösségi célkitűzéseknek,
- a tagállamnak át kell ültetnie a nemzeti jogrendbe.

c) Döntés:

- inkább államigazgatási cselekvés, mint jog,
- csak a címzettre érvényes és kötelező, ezért nem általános érvényű és alkalmazású.

A közösségi jog elsőbbséget élvez a nemzeti joggal szemben, függetlenül attól, hogy melyiket alkották meg előbb. A közösségi rendeletek, valamint néhány irányelv közvetlen hatása miatt a tagállamok nemzeti bíróságaiiban gyakran hivatkoznak ezen joganyagokra. Az elsőbbség elve miatt a közösségi törvényeket akkor is be kell tartani, ha azok a nemzeti törvényekkel ellentétesek. Bár a tagállamok elfogadták ezt az elsőbbséget, ezen államok speciális alkotmányos követelményeik miatt az elsőbbség kérdése időről időre vita tárgyát képezi.

FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS AZ EU JOGBAN

Globális szemszögből a környezeti jog fejlődése három “generációra” osztható fel. A környezeti jog első generációja csak az egészség védelmére fókuszált. A fő cél a betegségek terjedésének megakadályozása volt. A második generáció magára a környezet védelmére irányul. A harmadik, ez idáig utolsó generáció a természeti erőforrások megőrzését és egyben újratermelését tűzte ki célul. A három “generáció” egyben a szennyvízgazdálkodási rendszerek három fő funkcióját is tükrözi¹.

Napjainkban az EU környezet-védelmi jog a nemzetközileg elfogadott Fenntartható Fejlődés globális célkitűzésén alapszik², amely magában foglalja a fentebb említett mindhárom „generációt”. A Fenntartható Fejlődést már a Római Szerződés 2. és 174. cikkelyében

¹ A szennyvízgazdálkodási rendszerek három fő funkcióját a 3. fejezet tárgyalja.

lefejtették, és az integrációs alapelv (6. cikkely) utal arra, hogy a (fenntartható fejlődés elvén alapuló) környezeti szempontokat mindenfajta döntéshozatali folyamat során figyelembe kell venni.

A 174. cikkely adja a keretét annak, hogy hogyan és mikor kell a Közösségnek közös környezeti szabályozást alkalmaznia, de egyben eszköz is a meglévő közösségi törvények értelmezéséhez (EU rendeletek, EU direktívák és az EU jog nemzeti jogba való implementálása). A 174. cikkely első része a közösségi környezetpolitika célkitűzéseit tartalmazza. Ez a 2. cikkellyel együtt olvasandó. A 174. cikkely második része az Európai Közösség legfontosabb környezeti alapelveit tartalmazza.

A 174. cikkely második részében lefektetett alapelvek:

- *A magas szintű védelem elve* az európai környezetpolitika egyik legfontosabb lényegi alapelve. Kijelenti, hogy az EK

környezetpolitikájának célja a környezet magas fokú védelme, figyelembe véve az EK egyes régióiban felmerülő esetek különbözőségét.

- *Az elővigyázatosság elve* szerint, ha erős a gyanú, hogy valamely tevékenység a környezetben kárt okozhat, akkor jobb cselekedni mielőtt túl késő lenne, minthogy megvárni míg tudományosan bizonyosodik a tevékenység ártalmatlan volta.
- *A megelőzés elve* megengedi a korai fázisban lévő beavatkozást a várakozás helyett a környezet, illetve az emberi egészség védelmének érdekében.

5.1. doboz: A Római Szerződés

2. cikkely

“A Közösség feladata a közös piac és a gazdasági és monetáris Unió létrehozásával és a 3. és 4. cikkelyben megjelölt közös politikák és tevékenységek végrehajtásával előmozdítani az egész Közösségben a gazdasági tevékenységek harmonikus és kiegyensúlyozott fejlődését, a fenntartható, inflációmentes és a környezetet figyelembe vevő növekedést, a gazdasági teljesítmények magas szintű konvergenciáját, a magas szintű foglalkoztatottságot és szociális védelmet, az életszínvonal és életminőség emelését, a gazdasági és társadalmi kohéziót és szolidaritást a tagállamok között.”

6. cikkely

“A környezetvédelmi követelményeket be kell építeni a 3. cikkelyben meghatározott közösségi politikák és tevékenységek meghatározásának és végrehajtásának folyamatába, különös tekintettel a fenntartható fejlődés elősegítésére.

174. cikkely

(1) A Közösség környezetvédelmi politikája a következő célok megvalósításához járul hozzá:

- a környezet megóvása, védelme és minőségének javítása;
- az emberi egészség védelme;
- a természeti erőforrások megfontolt és ésszerű felhasználása;
- a környezet regionális vagy világméretű problémáival foglalkozó intézkedések előmozdítása nemzetközi szinten.

(2) A Közösség környezetvédelmi politikája magas szintű védelemre irányul, figyelembe véve a Közösség különböző régióinak eltérő helyzetét. Ez a politika az elővigyázatosság elvén és a következő elveken alapszik: a környezet károsítást megelőző akciókkal kell elhárítani, a környezet károsítást keletkezésének helyén kell megszüntetni, fizetnie a károkozónak kell. A környezetvédelmi követelményeket be kell építeni a Közösség egyéb politikájának meghatározásába és annak végrehajtásába.

Ebben az összefüggésben az ezeknek a követelményeknek megfelelő harmonizációs intézkedések, ahol megfelelő, olyan védelmi záradékot tartalmaznak, amely felhatalmazza a tagállamokat, hogy a nem gazdasági jellegű környezetvédelmi okokból a közösségi ellenőrző eljárásnak alávetett átmeneti intézkedéseket hozzanak.

(3) Környezetpolitikájának kidolgozásánál a Közösség figyelembe veszi:

- a rendelkezésre álló tudományos és műszaki adatokat,
- a Közösség különböző régióinak környezeti feltételeit.

² A Fenntartható Fejlődés kifejezés a Közös Jövők című jelentésben került kidolgozásra 1987-ben (az ún. Brundtland jelentés). A fenntartható fejlődés definíciója a 3. fejezetben is megtalálható.

- *A szennyező fizet elve* szerint azoknak kell a helyreállítási intézkedések költségét megfizetni, akik a szennyezést okozzák.
- *A szennyező forrásnál való fellépés elve* arról szól, hogy a környezeti kár megelőzése ne csövégi technológia alkalmazásával történjen.
- *A biztosító záradék* gondoskodik arról, hogy minden irányelv és rendelet tartalmazzon olyan biztonsági záradékot, mely megengedi a tagországoknak, hogy környezet megóvásának érdekében sürgős esetekben intézkedéseket tegyenek.

1973 óta az EU (EK) hat környezeti akcióprogramot dolgozott ki, amelyek magukba foglalják az elkövetkező évek prioritási terveit. A hatodik Környezetvédelmi Akcióprogram³ (a 2001-2010 közötti periódusra) úgy biztosítja a fenntartható fejlődés helyét a Közösség környezetvédelmi stratégiájában, hogy az EU környezetvédelmi terveit átfogó perspektívában szemlélve figyelembe veszi a gazdasági és szociális feltételeket is. Az akcióprogram kötelező érvényű dokumentum. A programban az Európai Környezeti Ügynökség által kifejtett vélemény szerint a *települési szennyvíz- és víztisztítás* javította sok tavunk és folyónk állapotát.

A környezetvédelmi program - két másik téma mellett - az elsődleges témakörökre koncentrál, ezek: (iii) *környezet és egészség, és (iv) a természeti erőforrások és a hulladékok fenntartható gazdálkodásának biztosítása*. Mindkettő érinti a fenntartható szennyvízgazdálkodás témakörét. A hulladékgazdálkodási politika a Közösség szemlélete szerint a hulladék hierarchia elvén alapul, mely szerint első a hulladék keletkezésének megelőzése, ezt követi a hulladék újrahasznosítása (amely magában foglalja az újrafelhasználást, a visszaforgatást és az energia visszanyerést, előnyben részesítve az anyagvisszanyerést) és az utolsó helyen a hulladék ártalmatlanítása áll (amely magában foglalja az energia-visszanyerés nélküli égetést és a hulladéklerakást). A másik cél egy olyan helyzet megvalósítása, amelyben a továbbra is keletkező hulladék ártalmatlan, de legalábbis csak minimális környezeti és egészségügyi kockázatot jelent.

Az EU megújult fenntartható fejlődés stratégiájában⁴ a természeti erőforrások megőrzése és kezelése az egyik legfontosabb kihívás a hét közül, ahol az általános cél a természeti erőforrásokkal való gazdálkodás javítása és a túlzott kitermelés elkerülése. Javítani kell a források felhasználásának hatékonyságát, hogy csökkenteni lehessen a nem megújuló természeti erőforrások használatát és az azzal kapcsolatos nyersanyag-felhasználás környezeti hatásait. A megújuló természeti erőforrásokat csak olyan mértékben szabad felhasználni, ami nem haladja meg azok megújulási képességét.

FENNTARTHATÓ SZENNYVÍZGAZDÁLKODÁS AZ EU KÖRNYEZETI JOGBAN

Amikor a tagállamok a fenntartható fejlődés megvalósításához szükséges lépéseket vizsgálják, akkor legalább az alábbi – a szennyezés, az egészségügyi kockázat és a természeti erőforrások (itt szennyvíziszap, emberi vizelet és fekália stb.) újrahasznosítását akadályozó tényezők csökkentését célzó - EU-s jogszabályokat kell figyelembe venniük⁵:

- Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve a vízvédelmi politika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról (Víz Keretirányelv).

³ Az Európai Parlament és Európai Bizottság által elfogadott *“A mi jövőnk, a mi választásunk”* program.

⁴ 2006. június 26. Európai Unió Tanácsa, 10917/06

⁵ A Tanács 1996. szeptember 24-i 96/61/EK irányelve a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről (IPPC irányelv) csak nagyvállalatokra fókuszál és nem releváns ebben a tanulmányban.

- A Tanács 91/271/EGK irányelve a települési szennyvíz kezeléséről (Települési szennyvíz irányelv).
- A Tanács 86/278/EGK irányelve a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása során a környezet, és különösen a talaj védelméről (Szennyvíz a mezőgazdaságban irányelv).
- A Tanács 91/676/EGK irányelve a vizek mezőgazdasági eredetű nitrát-szennyezéssel szembeni védelméről (Nitrát irányelv).
- A Tanács 1999. április 26-i 1999/31/EK irányelve a hulladéklerakásról (Hulladéklerakó irányelv).
- Az Európai Parlament és a Tanács 2000. július 17-i 1980/2000/EK rendelete a közösségi ökocímke módosított odaítélési rendszeréről (Ökocímke rendelet).
- A Bizottság 2001. augusztus 28-i határozata a talajjavító és növekedést serkentő szerekre vonatkozó közösségi ökocímke odaítélésével kapcsolatos ökológiai kritériumok meghatározásáról.

A Víz Keretirányelv

A Víz Keretirányelv a vízről szóló integrált közösségi politika, melynek célkitűzése a Közösség területén található vízi környezet fenntartása és javítása. Elengedhetetlen ugyanis a további romlás megelőzése. Az irányelv úgy határozza meg a szennyezőanyagokat, mint szennyezés okozására képes anyagokat, például olyan anyagokat, melyek az eutrofizációhoz járulnak hozzá (különösen a nitrátok és foszfátok), és amelyeknek kedvezőtlen hatása van az oxigén egyensúlyára (és olyan paraméterekkel mérhető, mint a BOI, KOI stb.).

Az irányelv elsődlegesen a víz *minőségével* foglalkozik. A mennyiségi szabályozás a jó vízminőség megóvásának egy kiegészítő eleme, éppen ezért a vizek mennyiségét érintő intézkedések meghozatalára is szükség van a minőségi célok elérése érdekében. Tekintettel a szennyezés megelőzésére és szabályozására, a Közösség vízpolitikájának átfogó szemléletet kell tükröznie, a forrásnál történő szennyezés szabályozásától az emissziós és környezetminőségi határértékek felállításáig. A víz *mennyiségének* szabályozására általános elveket kell lefektetni a vízkivétel és tározás szabályozására, hogy az érintett vízi rendszerek környezeti fenntarthatósága biztosítva legyen.

Minden tagállamnak intézkedési tervet kell kidolgoznia minden egyes vízgyűjtő kerületre az irányelv célkitűzéseinek eléréséhez. Környezetminőségi határértékeket kell meghatározni mindegyik vízgyűjtő kerületre vonatkozólag, melyek gátat szabnak a további szennyezésnek. A Víz Keretirányelv minimális előírásokat tartalmazó irányelv, a tagállamok szabadon bevezethetnek vagy alkalmazhatnak ennél szigorúbb nemzeti jogszabályokat is.

Mivel az irányelv részben környezetminőségi határértékekre épül, végrehajtásának jogi hatása lesz a tagállamokban fellelhető összes szennyező-forrásra, függetlenül azok méretétől, így például a kisméretű települési szennyvízrendszerekre is. A tagállamok itt is élhetnek a szigorúbb törvénykezés lehetőségével. Minden intézkedési tervnek tartalmaznia kell az alap intézkedéseket, például a szennyezőanyagok közvetlen a felszín alatti vizekbe juttatásának betiltását. Ez a tilalom a kismértékű szennyezésekre ugyanúgy vonatkozik. A tagállamoknak legkésőbb 2003. december 22-éig kellett az irányelvet saját jogrendjükbe illeszteniük.

A települési szennyvíz irányelv

Az EU települési szennyvízkezelésről szóló 91/271/EGK irányelve 1991-ben lépett hatályba. Ezen irányelv célkitűzése *a környezet védelme a kezelt szennyvíz káros hatásaitól, a felszíni és a felszín alatti vizek védelme "jó állapotuk" elérése révén.* Ennek eléréséhez minden tagállamnak biztosítani kell a megfelelő szennyvízkezelést.

Habár az irányelv csak a 2000 LE-nél nagyobb településekre vonatkozik, kivételt képez a 7. cikkely, mely a szennyvízgyűjtő rendszerrel rendelkező kisméretű agglomerációkkal foglalkozik. Az irányelv megfogalmazása szerint *helyi tisztító rendszerek* vagy más *alternatív megoldások* is használhatóak szennyvízgyűjtő rendszerek helyett, ha azok létesítése nem indokolt magas költségük miatt, vagy mert nem származna környezeti haszon belőle⁶. Valószínűleg ez a helyzet a legtöbb 2000 LE-nél kisebb településen.

Az irányelv javasolja, hogy a *tisztított szennyvizet*⁷ és a szennyvízkezelésből származó *iszapot*⁸ a környezeti károk minimalizálása mellett *újra kell hasznosítani*, ahol ez lehetséges. Éppen ezért ez az irányelv általánosan támogatja a fenntartható szennyvízgazdálkodási rendszerek létesítését az EU országaiban. A kis települések esetében nem foglalkozik az érzékeny folyókkal és tavakkal. Ezekkel a Víz Keretirányelv foglalkozik és van bizonyos mértékű önálló irányítása minden tagállamnak. Az irányelv hangsúlyozza a szennyvíziszap és a szennyvíz újrahasznosításának fontosságát, mely a hulladék hierarchiával is összhangban van.

A települési szennyvíz irányelv is minimális előírásokat tartalmazó irányelv és a tagországok számára nem akadályozza szigorúbb szabályok bevezetését a nagy- és kisméretű üzemekre, illetve a szennyvíz helyben történő kezelésére vonatkozólag. Az EU a fenntartható fejlődés hangsúlyozásával, - melybe beletartozik a természeti erőforrások háztartások általi újrafelhasználása – megnyithatja az utat a nemzeti törvényhozás számára a szennyvízben lévő tápanyagok újrahasznosításához.

Hulladéklerakó irányelv

A hulladéklerakó irányelv a hulladék hierarchián alapul. A hulladék keletkezésének megelőzését, az újrahasznosítást és visszanyerést támogatni kell, és a visszanyert anyagokat és energiát kell felhasználni a természeti erőforrások megőrzéséhez és a föld pazarló használatának elkerüléséhez. A tagállamoknak ki kell dolgozniuk egy nemzeti "lépésről lépésre stratégiát" a biológiailag lebontható hulladék⁹ lerakókra kerülésének csökkentésére.

2016-ig bezárólag a biológiailag lebontható települési hulladék lerakóra kerülését a teljes mennyiség 35%-ára kell csökkenteni (tömegben) az 1995-ös értékekhez képest¹⁰. Az indoklás szerint a tagállamoknak intézkedéseket szükséges tenniük a biológiailag lebontható hulladék lerakókra kerülésének csökkentésére ezen hulladékok szelektív gyűjtésének, kiválogatásának, visszanyerésének és újrahasznosításának támogatásával. Éppen ezért a szennyvíziszap lerakókra történő kihelyezése nem preferált megoldás.

Szennyvíz a mezőgazdaságban irányelv

⁶ 3. cikkely 1. pontja

⁷ 12. cikkely 1. pontja

⁸ 14. cikkely 1. pontja

⁹ "Biológiailag lebontható hulladék" alatt olyan hulladékot értünk, amely képes anaerob, illetve aerob úton lebomlani, úgy mint az élelmiszer és kerti hulladék, papír és papír csomagolóanyag.

¹⁰ Vagy az 1995 előtti legkésőbbi évben amelyre szabványosított Eurostat adat elérhető.

A direktíva célja a szennyvíziszap mezőgazdaságban való hasznosításának szabályozása oly módon, hogy az ne gyakoroljon káros hatást a talajra, a vegetációra, az állatokra, az emberre, miközben annak helyes felhasználására bátorít. A jogszabály lényege az iszap használatának megtiltása ott, ahol bizonyos nehézfémek koncentrációja meghaladja az irányelvben előírt határértékeket. Ez szintén egy minimális előírásokat tartalmazó irányelv, a tagországok ennél szigorúbb intézkedéseket is alkalmazhatnak. Az irányelv előírásait kell alkalmazni a kisméretű tisztító üzemekből és a helyi kezeléskből származó iszapra. Bizonytalan azonban, hogy az iszap fogalmába beletartozik-e az emberi vizelet és fekália tiszta frakciói is (ami kritikus kérdés a forrásnál történő elválasztással működő rendszereknél).

A tagállamoknak be kell tiltani az iszap felhasználását az alábbi esetekben: (a) füves területen vagy takarmány terményeknél, ha a füves terület legelő, illetve ha a takarmány termények betakarításra kerülnek egy bizonyos (a tagországok által meghatározott) idő letelte előtt (b) gyümölcs vagy zöldségfélék termesztésére használt területen, a gyümölcsfák kivételével; (c) gyümölcs vagy zöldségművelésű földeken, ahol a termények közvetlen kontaktusba kerülnek a földdel és amelyeket általában nyersen fogyasztanak, 10 hónappal a betakarítást megelőzően, illetve a betakarítás alatt. Az Irányelv megköveteli az iszap oly módon való hasznosítását, ami figyelembe veszi a növények tápanyag szükségletét, és nem rontja a talaj, a felszíni és a felszín alatti vizek minőségét.

Az irányelv egyrészt támogatja az iszap felhasználását, másrészt annak gyakorlati megvalósítását szigorú szabályokhoz köti. A tagállamokat például kötelezi az iszap bizonyos művelési ágakban való használatának megtiltására.

A Nitrát irányelv

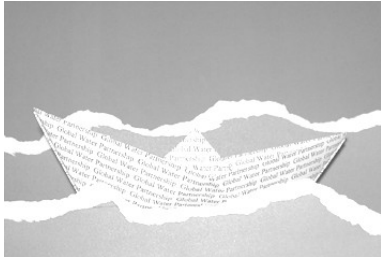
Az egyik legfőbb oka a mezőgazdasági forrásokból származó nitrát-szennyezésnek a nitráttartalmú műtrágyák használata. Az irányelv a szennyvíziszap trágyaként való hasznosításával is foglalkozik. A "érzékeny zónákon" belül (melyeket a tagországok jelölnek ki és határoznak le) a tagországoknak kötelező érvényű intézkedéseket tartalmazó akcióprogramokat kell létrehozniuk, a zónákon kívül pedig néhány általános előírást és a mezőgazdasági tevékenység jó gyakorlatának kódexét kell megalkotniuk. A direktíva célja a felszíni és felszín alatti vizek nitrát-szennyezéstől való védelme, de ezzel egy időben gátat szab a szennyvíziszap mezőgazdasági területeken való újrafelhasználásának.

Az Ökocímke határozat

A közösségi ökocímke olyan közösségi termékeknek ítélt meg, melyek eleget tesznek az alapvető környezetvédelmi követelményeknek és teljesítik az ökocímke kritériumot¹¹. Az Európai Bizottság meghatározta, hogy az ökocímke elnyeréséhez a talajjavító és növekedést serkentő szerek nem tartalmazhatnak szennyvíziszapot¹². Az ökocímke határozat csak azokra alkalmazható, akik csatlakozni kívánnak az EU ökocímke rendszeréhez (hogy ökocímkes termékeket adjanak el), határozatként a tagállamokat nem kötelezi egyéb szabályok felállítására. Az ökocímke szabályozás és a bizottsági határozat jelentős akadálya a szennyvíziszap újrahasznosításának az ökocímkes gazdaságokban. Nem dőlt még el azonban, hogy az emberi vizeletet és fekáliát is az iszaphoz sorolják-e, ennek a kérdésnek az eldöntése jelenleg is folyamatban van. Ha ezek az anyagok végül külön kategóriába kerülnek, akkor ezek a joganyagok nem nehezítik meg ökocímkes termények előállításához való újrahasznosításukat.

¹¹ Az 1. cikkelyben lefektetve

¹² Függelék, Ökológiai kritérium, a és b.



6. fejezet

Következtetések és Javaslatok

E kiadvány célja a politikai döntéshozók, tisztviselők, alkalmazók és minden érintett számára felvilágosítást, útmutatást nyújtani arra nézve, hogyan alkalmazható a fenntartható szennyvízgyógykezelés kistelepüléseken. A kiadvány a Víz Világ Partnerség Közép- és Kelet-Európai Régió (GWP CEE) szervezet 11 országot képviselő partnereinek közös erőfeszítésén alapuló eredménye. Elsőként válaszol arra az igényre, amely végleges megoldásokat vár a kistelepülések megfelelő szennyvízelhelyezési szolgáltatással történő ellátására. *„Ez a kiadvány felismeri, hogy a szennyvízgyógykezelés az emberi egészség, az emberi méltóság és a fejlődés alapja. Felhívja továbbá a figyelmet egy komoly kihívásra, méghozzá arra, hogyan növelhető meg radikálisan a közegészség szempontjából alapvető szennyvízelhelyezési rendszerekhez való hozzáférés úgy, hogy közben érvényesüljenek a gazdasági hatékonyság, a társadalmi egyenlőség és a környezeti fenntarthatóság alapelvei is, amelyre az Integrált Vízkészlet Gyógykezelés szemlélete épül”* (idézet Roberto Lentontól, lásd. Előszó). A GWP közép- és kelet-európai országok szennyvízgyógykezelésre vonatkozó, a különböző ágazatok érintettjei által képviselt kezdeményezése a közös európai vízkészletek integrált és fenntartható módon történő kezelésének kiindulópontja.

A könyv öt fejezetéből származó következtetések összefoglalása:

1. fejezet

- A biztonságos, kényelmes és elérhető szennyvízelhelyezés alapvető emberi igény. Ugyanakkor az ember által ürített anyagok és a szennyvíz súlyos kockázatot jelent az emberi egészségre és a környezetre is, mivel rombolja azt a közös természeti erőforrás készletet, amelyre az emberi társadalom épül. Társadalmaink felelőssége és kihívásokkal teli feladata az emberek működő víziközmű, vagy azt pótló rendszerekkel való ellátása és a humán eredetű ürített anyagokat és szennyvizet biztonságos és fenntartható módon kezelő rendszerek fejlesztése.

2. fejezet

- Közép- és Kelet-Európa országai egyedülálló politikai, gazdasági és társadalmi változásokon mentek keresztül a korábbi szovjet befolyás óta. Jelenleg a vízellátás általános szintje viszonylag magas, miközben az országok többségében a települési szennyvíztisztítás szintje meglehetősen alacsony.
- Kiépített csatorna- és szennyvízkezelő rendszerek többnyire csak nagyvárosokban és városokban találhatók. E tény ellenére a szennyvízrendszerek korszerűsítése során a

hagyományos szennyvízelhelyezési eljárások megvalósítását célzó beruházások a kívánatosak, holott ezek költségigénye hatalmas, és nincs is harmóniában a rendelkezésre álló pénzügyi forrásokkal.

- Az EU Települési Szennyvíz Irányelve előírja, hogy 2015-ig a 2000 lakos-egyenértéknél (LE) nagyobb agglomerációk számára csatorna- és szennyvízkezelő rendszereket kell építeni. A szennyvízelvezető és –tisztító telepek létesítéséhez EU alapok és támogatások állnak ezen agglomerációk és a nagyobb települések rendelkezésére. A beruházási támogatásból kimaradó kis és közepes méretű településeken élők csak úgy részesülhetnek ezen támogatásokból, ha egymással összefogva „mesterséges” agglomerációkat hoznak létre, aminek révén teljesíteni tudják az előírt kritériumokat.
- A közép-kelet-európai régióban körülbelül 25 millió ember (a népesség 20%-a) él kis és közepes méretű településeken (<2000 LE). Az ilyen települések szennyvízrendszere általában nem megfelelő, vagy egyáltalán nincs is kiépítve, és az önkormányzatoknak nincs elegendő pénzügyi forrása megfelelő rendszer létesítésére és fenntartására. Számukra az olcsó, egyszerű és megbízható rendszerek, mint a vizelet-eltávolításon alapuló vízmentes eljárás, a természetes talajszűrő rendszert használó egyedi vagy csoportos technológia, valamint az öntözés és más természetes módszerek olyan reális megoldások, amelyek kielégítik az EU Víz Keretirányelv és a Fenntartható Fejlődés korszerű céljait.

3. fejezet

- A szennyvízgyártás és szennyvízkezelés három fő funkciója a közegészség védelme, a növényi tápanyagok visszaforgatása és a környezetleromlás elleni védekezés. Ahhoz, hogy a rendszer fenntartható legyen, ezen elsődleges céloknak egyensúlyban kell lenniük a technikai, a szocio-kulturális (köztük egyéni célok) és a gazdasági szempontokkal is.
- A rendszerhatárok pontos kijelölése alapvetően fontos, hiszen az elérendő célok is a rendszer részét képezik. Fontos tisztában lenni a rendszer minden részével és szem előtt tartani, hogy a rendszerből távozó anyagok (pl. tisztított szennyvíz, maradék termékek, mint pl. fekália, vizelet vagy iszap) a bemenő anyagoktól függenek. A szennyvízgyártásban a “rendszerképlet” tehát azt jelenti, hogy a megfelelő elővigyázatossági intézkedéseket (forrás szabályozás) mindig figyelembe kell venni, pl. a szűrkevíz és a toalett hulladék szétválasztását, vagy a háztartási mosószeres foszfortartalmának csökkentését is.
- A szennyvízgyártási rendszer kiválasztásakor a hangsúlyt a rendszer funkciójára kell helyezni, azaz annak teljesítményére az elsődleges funkciók és a gyakorlati szempontok oldaláról nézve. A technológia csak eszköz e célok eléréséhez, nem pedig cél önmagában. Fontos, hogy a felhasználói és intézményi kapacitás összhangban legyen a műszaki rendszerrel.
- A különböző helyzetekben alkalmazott technológia eltéréseket fog mutatni, hiszen azt a helyi adottságok, az elsődleges célok és a gyakorlati szempontok alapján választották ki. A tervezéskor mind a hagyományos, mind az új természetközeli technológiák relevánsak lehetnek, figyelembe kell venni és értékelni kell azokat.
- A Nyílt Szennyvízes Tervezés a szennyvízgyártási projektek hasznos tervezői módszere. Egyszerű és rugalmas eljárás, amely egy adott technológia alkalmazása helyett inkább a szennyvízgyártási rendszer kívánt teljesítményének elérésére fókuszál. Mind az átfogó tervezésben, mind pedig helyi szennyvízgyártási rendszerek tervezésekor jól alkalmazható.

4. fejezet

- Az épített vízinövényes rendszer koncepciója (azaz az előkezelt szennyvíz szűrése náddal és más sókedvelő növényvel beültetett, telített talajszűrő közegben) sok országban bizonyult megfelelőnek a kis települések szennyvizének biológiai kezelésére. Amint azt a szlovén példa is bizonyítja, az eljárás egyszerű, viszonylag olcsó és karbantartási igénye nagyon kicsi.
- A szennyvíz faültetvények öntözésére is használható. Ez a régi és természetes szennyvízkezelési eljárás kettős hasznot hajt, tisztítja és párologtatja a szennyezett vizet, valamint értékes termékek származnak belőle. A magyarországi példák a faültetvényes öntözés fejlesztésének lehetőségét kínálja a szennyvíz biztonságos és hatékony újrafelhasználására a CEE országokban.
- A vizelet-elválasztó rendszerek használata egyszerű és olcsó módja az emberek higiéniai körülményeinek javítására. Nagy mennyiségű vízzel történő elkeverés helyett az emberi vizelet elválasztásával és szántóföldi felhasználásával a tápanyagok újrahasznosíthatóak lesznek, és nem kell a szennyvízkezelés során nitrogén és foszfor eltávolítására költeni. Az ukrain példák mutatják, hogy a száraz vizelet-elválasztó toalett megfelelő megoldást nyújtanak a vidéki területeken. Az iskolákban kialakított ilyen típusú létesítmények használata jelentősen javította a higiéniai körülményeket, és a helyi gyártók és kivitelezők piaca is fejlődésnek indult.
- Svédországban a népesség több mint 90%-a biológiai és kémiai kezelést alkalmazó központosított szennyvízrendszerekhez csatlakozik. A vidéken élők szennyvizét helyi megoldásokkal kezelik, ezek többnyire infiltrációs és homokszűrős rendszerek. Ezt a fejlődést a szigorú jogi szabályozás és az 1970-80 közötti jelentős kormányzati támogatás tette lehetővé.
- Annak ellenére, hogy a települési szennyvíz nagy részét korszerű szennyvíztisztító telepeken kezelik, nagy érdeklődés kíséri az olcsó, természetközeli rendszerek kutatását és fejlesztését. Sok régi tisztító tavat sikeresen javítottak fel mész adagolással, vagy alumínium koaguláló szerrel. Elsősorban a különálló lakóházak esetében alkalmazták kiterjedten a vertikális talajszűrőket. Több mint 100.000 létesítmény 30-40 éve tartó üzemelése bizonyítja, hogy a talaj telítetlen zónájában történő szivárgás hatékony és megbízható kezelési eljárás. A hideg és nyirkos svéd éghajlat ellenére a faültetvényes öntözés is megfelelő megoldást jelent a kisebb települések számára. Napjainkra már a vizelet-elválasztó és kompakt talajszűrő technikák is versenyképessé váltak.
- A központi szennyvízkezelő rendszerek Németországban nagyon fejlettek, azonban a növekvő karbantartási és üzemeltetési költségek és a tápanyagok újrahasznosításnak megoldatlansága miatt, számos új technológia került kifejlesztésre. A feketevíz elválasztó rendszerek kerültek a figyelem középpontjába, mert ezek könnyen adaptálhatóak a városi körülményekhez. A toalettéből származó hulladék (feketevíz) magas kórokozó- és tápanyagtartalmú, de viszonylag kis mennyiség keletkezik belőle. A szürkevíz (például mosásból) kórokozó- és tápanyagtartalma alacsony, de ebből nagy mennyiség keletkezik. Ha a két frakciót nem keverjük össze, a tisztítás és a tápanyagok visszaforgatása sokkal hatékonyabb lehet. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a vákuum alapú feketevíz rendszerek elfogadottsága igen jó, de a technológia precíz beépítést és működtetést igényel. A feketevíz rendszerek gazdaságilag egyenértékűek a hagyományos rendszerekkel.

5. fejezet

- Az EU igen nagy hangsúlyt fektet a környezetvédelmi kérdésekre. Az EU környezetvédelmi joga a fenntartható fejlődés globális elvén nyugszik. Ezt az alapelvet először a Római Szerződésben hangsúlyozták, kidolgozásra a 6. Környezetvédelmi Akcióprogramban, majd az EU fenntartható fejlődési stratégiájában került sor. A

- fenntartható fejlődés olyan klasszikus környezetvédelmi kérdéseket foglal magába, mint a szennyezés, az egészségvédelem és a forrásgazdálkodás kérdései.
- Az EU környezeti politikája a magas szintű védelem elvén, az elővigyázatosság elvén, a megelőzés elvén, a szennyező fizet elvén, a szennyező forrásnál való beavatkozás elvén és a védőzáradékon alapszik. Mindezeket figyelembe kell venni az új szennyvíz-rendszerek létesítésekor, illetve a már meglévő rendszerek helyreállításánál.
 - Amíg a másodlagos közösségi jogban könnyen találhatunk a szennyezés csökkentésére vonatkozó részeket, - úgy mint eutrofizáció és egészségi kockázatok - addig a természeti erőforrások (főként a szennyvíziszap és a szennyvíz más összetevői) használatára vonatkozó jog jóval ellentmondásosabb és nehezebben értelmezhető.
 - A vizek szennyezésével (felszíni és felszín alatti) elsősorban a *Víz Keretirányelv (EU VKI)* foglalkozik. Ez az irányelv különböző megközelítéseket tartalmaz. Az egyik a környezetminőségi határértékek, a másik a technológiai és kibocsátási határértékek alkalmazása. Amikor az összes tagállam végrehajtja az irányelvben foglaltakat, az EU VKI-nek közvetlen hatása lesz a nagy, továbbá a kis, és közepes szennyezőforrásokra egyaránt.
 - Az EU VKI a szennyezés ellen ható irányelv. Egyrészt a szennyvíziszap és a szennyvíz újrahasznosításának fontosságát hangsúlyozza, másrészt nincs kifejezett jogi iránymutatás benne arra nézve, hogyan kell ezt kivitelezni, vagy elősegíteni. Nincs viszont jogi akadálya annak, hogy a tagországok - amennyiben szükségesnek találják- nemzeti jogi szabályozók révén valósítsák meg a természeti erőforrások újrahasznosítását. Ráadásul az EU jog lényege éppen a szigorúbb nemzeti jog alkalmazhatóságának szabályán alapul, amennyiben annak alkalmazása ésszerűnek, vagy szükségesnek mutatkozik.
 - *A települési szennyvíz irányelv* főként a nagy rendszerekre irányul, és a tagországokat arra ösztökéli, hogy magas szintű szennyvíztisztítást valósítsanak meg. Az irányelv a szennyezésre összpontosít. A következtetés pedig az, hogy ez az irányelv nem képez akadályt azon tagországok számára, amelyek „alternatív szennyvízes technológiákat” kívánnak alkalmazni. A gyűjtőrendszerek helyett egyedi kezelő rendszerek, vagy más alternatív megoldások használhatók, amennyiben a gyűjtőrendszerek létesítése nem ésszerű, részben a magas költségek miatt, vagy mert nem hoznak létre környezeti hasznot, mint ahogy az a legtöbb 2000 LE-nél kisebb települések esetében tapasztalható.
 - *A hulladéklerakó irányelv* a hulladék hierarchián alapszik, ami azt jelenti, hogy a hulladékot elsődlegesen erőforrásként kell tekinteni. A tagállamoknak fel kell állítaniuk egy nemzeti „lépésről lépésre stratégiát” a hulladéklerakókra kerülő biológiailag lebontható hulladékok csökkentésére. A biológiailag lebontható hulladék tartalmaz szennyvíziszapot és más elkülönített hulladék frakciókat (mint vizelet és fekália), amelyek nem kerülhetnek lerakásra. Az iszap és szennyvíz frakciók hasznosítási lehetőségeinek megtalálása nem egyszerű.
 - Ha lehetőség adódik a szennyvíziszap mezőgazdasági területen való hasznosítására, a *Szennyvíz a mezőgazdaságban irányelv* a tagországokat korlátok bevezetésére kényszeríti az iszap szétterítésének vonatkozásában olyan mezőgazdasági területeken, amelyeket bizonyos élelmiszer vagy takarmánynövény termesztésére használnak. Korlátok vannak a tekintetben is, milyen mennyiségű iszap helyezhető ki a nehézfém terhelés miatt. Megválaszolatlan az „iszap” fogalmának kérdése. A *Nitrát irányelv* kiterjed a szennyvíziszapra és az érzékeny területeken gátat szabhat a gazdaságokban történő újrahasznosításnak. Sőt, az *ökocímke határozat* is gátolja azon lehetőségek megtalálását, aminek révén legalább a szennyvíziszapot hasznosítani lehetne.

- A fő következtetés, hogy a közösségi jog nem korlátozza a tagországokat abban, hogy létrehozzanak egy olyan jogintézményt, amely megenged vagy igényel olyan szennyvíz-rendszereket, amelyek különválasztják a vizeletet és/vagy a fekáliát. Ez is összhangban van a fenntartható fejlődésen alapuló Szerződéssel. Másrészt az EU jog megnehezítheti ezen frakciók felhasználását. Jogi akadályai vannak a szennyvíziszap alkalmazásának, de a kérdés az, hogy a vizelet vagy a fekália tiszta frakciói az iszap fogalmába beletartozzanak-e? Az EU Szerződésben leírt, az EU jogban és környezeti akcióprogramokban kidolgozott fenntartható fejlődés alapelvére támaszkodó lehetséges értelmezés szerint az emberi vizelet és fekália tiszta frakciói nem tartoznak az „iszap” fogalmába.

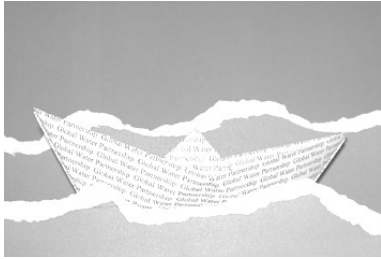
Javaslatok

Nemzeti szinten:

- Előírások és rendelkezések harmonizálása (ha ez eddig még nem történt meg) az EU joggal és a fenntarthatósággal kapcsolatos alapelvekkel (lásd: 3. és 5. fejezet).
- Nemzeti stratégia kialakítása a fennálló szennyvízgyártó gyakorlat fenntarthatósági alapelvek irányába történő megváltoztatására. A stratégiának magába kell foglalnia a szennyvízgyártó tervezésére és finanszírozására vonatkozó prioritásokat és iránymutatásokat (beleértve a rendszer tervezését, kivitelezését, üzemeltetését és fenntartását is).
- Az emberi ürülékek, a szennyvíz és az iszap kezelésének megfelelő tervezői eljárásaira, finanszírozó rendszereire és technikai megoldásaira irányuló kutatás-fejlesztés előmozdítása és támogatása.
- Jó példák bemutatása és terjesztése.

Helyi szinten:

- A helyi körülményekből kiinduló tervezői folyamat megindítása az egyéni és a közösségi célok megvitatásával. A problémák meghatározása és a prioritások felállítása.
- A világosan megfogalmazott célok (elsődleges funkciók) megvalósítására szóba jöhető opciók vizsgálata és a gyakorlati szempontok tekintetbe vétele – mint pl. intézményi kapacitás, felhasználói tudatosság, finanszírozási lehetőségek, az eljárás megfelelősége és megbízhatósága, jogszerűség és szabályozás, a rendszer üzemeltetése és fenntartása.
- A fő érintett csoportok bevonása a tervezés folyamatába (pl. felhasználók/tulajdonosok, földtulajdonosok, gazdák, környezetvédelmi szervezetek stb.).
- A jó példákból tanulni és kísérleti projekteket indítani a nagyüzemi méretű projektek megkezdése előtt.



Hivatkozások

- Brix, H. (1993). Wastewater treatment in constructed wetlands: system design, removal processes, and treatment performance. In: Moshiri, G.A. (Ed.), *Constructed wetlands for water quality improvement*, (9-22. oldal), Boca Raton, USA: Lewis Publishers.
- Drangert, J-O., Hallström, J. (2002) Den urbana renhållningen i Stockholm och Norrköping – från svin till avfallskvarn? *Bebyggelsehistorisk tidskrift* 44/2002, 7-24. oldal
- EU (2001). *2nd Forum on Implementation and Enforcement of Community Environmental Law: Intensifying Our Efforts to Clean Urban Wastewater*.
- Friend, J. & Hickling, A. (1997). *Planning under pressure- The Strategic Choice Approach*. Butterworth Heinemann, Oxford, 372 oldal.
- Glasson, J., Therivel, R. & Chadwick, A. (2005). *Introduction to Environmental Impact Assessment*. Routledge, Abingdon, 423 oldal
- GWP (2003). *Catalyzing Change: A handbook for developing integrated water resources management (IWRM) and water efficiency strategies*.
- Kvarnström, E., af Petersens, E. (2004) *Open Planning of Sanitation Systems*. Report 2004-3, EcoSanRes Publications Series. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Kvarnström, E., Bracken, P., Ysunza, A., Kärrman, E., Finnson, A., Saywell, D. (2004) *Sustainability Criteria in Sanitation Planning*. People-centred approaches to water and environmental sanitation. Proceedings from the 30th WEDC International Conference, Vientiane, Lao PDR.
- Kärrman, E., Jönsson, H. (2001). Normalising impacts in an environmental systems analysis of wastewater systems. *Water, Science and Technology* Vol. 43, no 5, 293-300. oldal.
- Malmqvist, P-A, Heinicke, G., Kärrman, E., Stenström, T. A. & Svensson, G. (Eds.) (2006) *Strategic planning of Sustainable Urban Water Management*. IWA Publishing, London, 264 oldal.
- Matsui, 2002. The Potential of Ecological Sanitation, *Japan Review of International Affairs* (Winter 2002): 303-314. oldal
- Our Common Future* (1987), Oxford: Oxford University Press. ISBN 0-19-282080-X, UN World Commission on Environment and Development.
- Ridderstolpe, P. (1999) *Wastewater Treatment in a Small Village – options for upgrading*. Uppsala: Coalition Clean Baltic and WRS Uppsala AB.
<http://www.ccb.se/documents/WastewaterTreatmentinaSmallVillage-optionsforUpgrading.pdf>
- Ridderstolpe, P. (2000) Comparing consequence analysis. *EcoEng Newsletter* 1/2000.
http://www.iees.ch/EcoEng001/EcoEng001_R4.html
- Ridderstolpe, P. (2004) *Sustainable Wastewater Treatment for a New Housing Area. How to find the right solution*. Uppsala: Coalition Clean Baltic and WRS Uppsala AB.
<http://www.ccb.se/documents/SustainableWWTforaNewHousingArea.HowtoFindtheRightSolution.pdf>

- SIDA, Division for urban development and environment (2004). *Strategy for Water Supply and Sanitation*. Letöltés: 2007-02-15 http://www.sida.se/shared/jsp/download.jsp?f=SIDA3592_web.pdf&a=3085
- SIDA, Author: Örtengren, K. (2004). *A summary of the theory behind the Logical Framework Approach method*. Letöltés: 2007-05-02 http://www.sida.se/shared/jsp/download.jsp?f=SIDA1489en_web.pdf&a=2379
- Stehlik (2003) *Milyen szennyvízelvezetést és tisztítást válasszak az adott településen, különös tekintettel a szennyvíz hasznosításra* (What type of wastewater collecting and treatment system to choose in the given settlement, especially considering also reuse of wastewater).
- Söderberg, H., Johansson, M (2006) Institutional capacity: the key to successful implementation. In: Malmqvist, P-A., Heinicke, G., Kärman, E., Stenström T. A., Svensson, G. (eds) (2006). *Strategic Planning of Sustainable Urban Water Management*. London: IWA Publishing. 100-105. oldal
- UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, Author: Wright, A. (1997). *Toward a Strategic Sanitation Approach: Improving the Sustainability of Urban Sanitation in Developing Countries*.
Letöltés: 2007-04-26:
http://www.wsp.org/filez/pubs/35200730728_TowardsStrategicSanitationApproach.pdf
- United Nations Development Programme, UNDP. (2006). *Human Development Report 2006: Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. Palgrave Macmillian, New York, 442 oldal.
- United Nations Commission on Sustainable Development (2005). *Sanitation: policy options and possible actions to expedite implementation. Report of the Secretary-General*. Letöltés: 2007-05-03
<http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N04/647/76/PDF/N0464776.pdf>
- United Nations Millennium Project Task Force on Water and Sanitation, Coordinators: Lenton, R. and Wright, A. (2005). *Final Report, Abridged Edition. Health, Dignity, and Development: What Will It Take?*
Letöltés: http://www.unmillenniumproject.org/documents/What_Will_It_Take.pdf
- Valent, F. et al (2004) Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe. *Lancet*, 2004. 363:2032-2039.
- World Health Organization (2006) *WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater*. Letölthető:
http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html