



Városi Vízkör

kézikönyv a körkörös városi
vízgazdálkodásról és vízhasználatról

Tartalom

1. RÉSZ

Intelligens értékelési eszközök a városi vízhasználatban	3
--	---

2. RÉSZ

Mérnöki innováció és természetközeli megoldások a körkörös vízgazdálkodásban	42
--	----

3. RÉSZ

Intelligens irányítási eszközök a körkörös városi vízhasználatban	184
---	-----

4. RÉSZ

Digitalizáció a hatékony vízfelhasználásban	229
---	-----



1. RÉSZ

Intelligens értékelési eszközök a városi vízhasználatban



Tartalom

1. BEVEZETÉS	5
2. ÉRTÉKELÉSI KRITÉRIUMOK, TELJESÍTMÉNYMUTATÓK ÉS MÓDSZEREK	6
2.1. ÉRTÉKELÉSI KRITÉRIUMOK	6
2.2. TELJESÍTMÉNYMUTATÓK (PI-k)	7
2.3. A VÍZ ÚJRAFELHASZNÁLÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSÉRE HASZNÁLT ALAPVETŐ MÓDSZEREK	8
2.3.1. Életciklus-elemzés (LCA)	8
2.3.2. Anyagáramlás-elemzés (MFA)	8
2.3.3. Környezeti kockázatértékelés (ERA)	9
2.3.4. Ökológiai lábnyom elemzés	9
2.3.5. Egészségügyi kockázatértékelés	10
2.3.6. Többszemponútú elemzés (MCA)	10
3. A VÁROSI VÍZGAZDÁLKODÁSI BERUHÁZÁSOK DÖNTÉSHOZATALI ÉS ÉRTÉKELÉSI FOLYAMATA	11
31. 1. SZEMLÉLTETŐ PÉLDA: Esővíz és tisztított szennyvíz felhasználása újrahasznosított építőanyag előállításához	12
32. 0. ALTERNATÍVA: A status quo fenntartása újrahasznosított víz használata nélkül a gyártási folyamat során	14
33. 1. ALTERNATÍVA: Újrahasznosított víz felhasználása építési termékek előállításához	15
3.3.1. Berendezés és telepítés	20
3.3.2. A költségek értékelése	23
3.3.3. Az előnyök értékelése	24
3.3.4. Költség-haszon értékelés	26
34. A 0. ÉS AZ 1. ALTERNATÍVA TÖBB SZEMPONTÚ ELEMZÉSE	27
3.4.1. Az MCA-kritériumok meghatározása a 0. és az 1. befektetési alternatíva esetében	28
3.4.2. A 0. és az 1. alternatíva gazdasági összehasonlítása	29
3.4.3. A 0. és az 1. alternatíva környezeti összehasonlítása	29
3.4.4. A pénzben nem értékelhető előnyök leírása	30
35. ÖSSZEHASONLÍTÁS ÉS SÚLYOZÁS AZ OPTIMÁLIS ALTERNATÍVA KIVÁLASZTÁSÁHOZ	30
4. AZ ÉRTÉKELÉSI ESZKÖZÖK KIALAKÍTOTT ÉS KIPRÓBÁLT JÓ GYAKORLATAINAK PÉLDÁI UNIÓS KEZDEMÉNYEZÉSEK KERETÉBEN	33
4.1. iWater ESZKÖZ - INTEGRÁLT CSAPADÉKVÍZ-KEZELÉSI ESZKÖZTÁR	33
4.2. AQUAENVEC ESZKÖZ - KÖRNYEZETI ÉS GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉS	38



1. Bevezetés

A jól működő közép-európai városoknak fenntartható módon kell fejlődniük, ami azt jelenti, hogy a természeti erőforrások felhasználásának a helyi, regionális és globális ökoszisztémák kapacitásán belül kell maradnia. E célt követve a javaslat szerint a városi döntéshozóknak figyelembe kell venniük a természeti erőforrások (pl. élelmiszer, víz és energia) befelé és kifelé irányuló áramlásával (áramlásaival) kapcsolatos kritikus befolyásoló tényezőket, és hatékonyan kell velük gazdálkodniuk.

Az említettekkel összhangban a „Városi vízkör” projekt célja a vízhatékonysági intézkedések bevezetése és előmozdítása, valamint az esővíz és a szürkevíz újrafelhasználása köz- és háztartási célokra Közép-Európa városi területein.

A projekt erőfeszítései a következőkre irányulnak:

- a városokban a több érdekelt fél részvételével zajló körkörös vízhasználati keretek létrehozásához szükséges kapacitások megerősítése,
- innovatív intézkedések adaptációjának elősegítése az új eszközök tesztelése révén,
- a körkörös vízhasználati intézkedések szélesebb körű politikai átvételének biztosítása helyi, regionális és nemzeti szinten.

Az „1. RÉSZ: Intelligens értékelési eszközök a városi vízhasználat potenciáljainak feltérképezéséhez” című dokumentumban olyan értékelési eszközöket mutatunk be, amelyek támogathatják a döntéshozókat a városi körforgásos vízügyi intézkedésekre irányuló jövőbeli beruházások tervezésében.

A városi víz újrafelhasználását célzó értékelési eszközök általános célja az értékelési folyamatra alkalmazható mechanizmusok és mérőszámok megállapítása, valamint koherens megközelítés biztosítása az integrált értékeléshez. Ez magában foglalja a víz újrafelhasználásának folyamataira jellemző valamennyi alapvető műszaki, környezeti, gazdasági és társadalmi értékelési feltétel meghatározását.

Számos multidiszciplináris értékelési és elemzési módszertan létezik, de ezek használata a döntéshozatali folyamatban meglehetősen sok figyelmet igényel. Ehhez világosan kell látni a jövőbeli szakpolitikák céljait, a közberuházások végrehajtásával kapcsolatos jelentős tudáskapacitás és tapasztalat szükséges, valamint jó adatháttérre, csapatmunkára és sok időre van szükség a felkészüléshez.

Ebben a részben nem tudjuk részletesen bemutatni a rendelkezésre álló értékelési módszerek és eszközök használatát, mivel a módszerek és eszközök használata meglehetősen összetett, és mindegyik külön útmutatót igényelne, ezért a következőkre összpontosítunk:

2. fejezet: A lehetséges értékelési kritériumok és teljesítménymutatók azonosítása, valamint a módszerek és céljuk alapvető leírása.

3. fejezet: a városi vízgazdálkodási beruházások döntési és értékelési folyamatának bemutatása többszemponú elemzés alkalmazásával az 1. DIDAKTIKUS PÉLDÁBAN: „Esővíz és tisztított szennyvíz felhasználása újrahasznosított építőanyag előállítására”.

4. fejezet: az uniós kezdeményezések keretében kifejlesztett és kipróbált értékelési eszközök két bevált gyakorlati példájának bemutatása.

Melléklet: A „Városi vízkör” projekt kísérleti beruházásainak tanulságai és megállapításai.



2. Értékelési kritériumok, teljesítménymutatók és módszerek

A körforgásos vízügyiintézkedések beruházásaira vonatkozó értékelés módszertani folyamatának átfogó megközelítést kell tartalmaznia, figyelembe véve a következő intézkedéseket:

- az újrahasználati technológiák teljesítményének értékelése előre meghatározott értékelési kritériumok és teljesítménymutatók segítségével,
- a technológiai teljesítménnyel összefüggő releváns fenntarthatósági kritériumok kiválasztása, beleértve a hatásokat, előnyöket és kockázatokat,
- objektív rangsorolás és a legjobb gyakorlatra orientált teljesítményértékelés biztosítása,
- olyan kiváló minőségű teljesítményadatok előállítása, amelyekkel a teljesítmény mérhető, ellenőrizhető vagy összehasonlítható.

Néhány kérdés, amellyel ebben az összefüggésben foglalkozni kell:

- Milyen problémákkal kell szembenéznie a városnak a jövőben, ha nem változik a vízkezelés módja?
- A víz újrafelhasználására tervezett projekt csökkenti vagy növeli a környezeti lábnyomot?
- Mely költségek és milyen előnyök relevánsak az ingatlanra nézve szűkebb értelemben, illetve a település számára átfogó megközelítésben?
- Milyen a víz újrafelhasználására tervezett alternatív megoldások teljesítménye a jelenlegi (hagyományos) megoldásokhoz képest?
- Milyen pozitív vagy negatív társadalmi/gazdasági hatásokat eredményez a víz újrafelhasználása?
- Hogyan hozunk döntéseket egy, a víz újrafelhasználására vonatkozó programkiválasztásával, tervezésével, megvalósításával és működtetésével kapcsolatban?
- Hogyan lehet értékelni és összehasonlítani a víz újrafelhasználására irányuló különböző programok teljesítményét?
- Melyek az egységes értékelési folyamat paraméterei?
- Milyen ismeretekre van szükség a döntéshozatali folyamat javításához?

2.1. Értékelési kritériumok

A különböző értékelési kritériumok meghatározása és a mutatók kiválasztása során a beruházónak összehasonlító értékelést kell végeznie, összehasonlítva a meglévő vízgazdálkodási helyzetet a javasolt új megoldással. Az új megoldás/beruházás célja a meglévő vízgazdálkodás javítása.

Néhány példa az e célra felhasználható lehetséges műszaki, környezetvédelmi, gazdasági és társadalmi kritériumokra.

1. Műszaki értékelés:

- Újrahasznosított víz minősége (minőségi előírások)
- Üzemeltetés és karbantartás (kiadások)
- Technológiai teljesítmény
- Alkalmazhatóság
- Technológiai kockázatok, stb.



1. RÉSZ

A technológia a vízkezelés központi jellemzője, a műszaki értékelés pedig a teljesítmény mérése, amely meghatározza, hogy a vízkezelési folyamat eléri-e az előírt szabványokat.

2. Környezeti értékelés:

- A vízkészletek megőrzése
- A befogadó víz szennyezésének csökkentése
- Környezeti előnyök
- Környezeti hatások
- Karbonlábnyom
- Ökológiai kockázatok, stb.

3. Gazdasági értékelés:

- Tőkeköltségek
- Működési kiadások
- Megtérülési idő (PBP)
- Gazdasági hatékonyság
- Pénzügyi életképesség
- Gazdasági ösztönzők
- Költségelőnyök, stb.

4. Társadalmi hatások (előnyök és kockázatok): pl.

- A közvélemény megítélése és elfogadása
- A nyilvánosság részvétele és az érdekelt felek bevonása
- Foglalkoztatás növelése/jövedelemtermelés
- Társadalmi befogadás és méltányosság
- Pénzügyi lehetőségek
- Egészségügyi kockázatok (közbiztonság és közegészségügy)
- Kormányzati támogatás, stb.

2.2. Teljesítménymutatók (PI-k)

A teljesítménymutatók azon számos eszköz egyike, amelyek segítenek az eredmények és következmények számszerűsítésében az értékelési folyamaton belül. A PI-ket mennyiségi mutatók, például paraméterek, arányok, határértékek, tényezők stb. halmazaként határozzák meg, és a következő területekre terjedhetnek ki:

- A folyamat egészére ható befolyó szennyvíz minősége
- Előkezelési folyamat
- Másodlagos biológiai kezelés
- Magas szintű/tercier kezelés (pl. MF, MBR)
- Fertőtlenítési folyamat
- A kifolyó víz minősége
- Újrahasznosított víz minősége
- CO₂-kibocsátás, stb.



1. RÉSZ

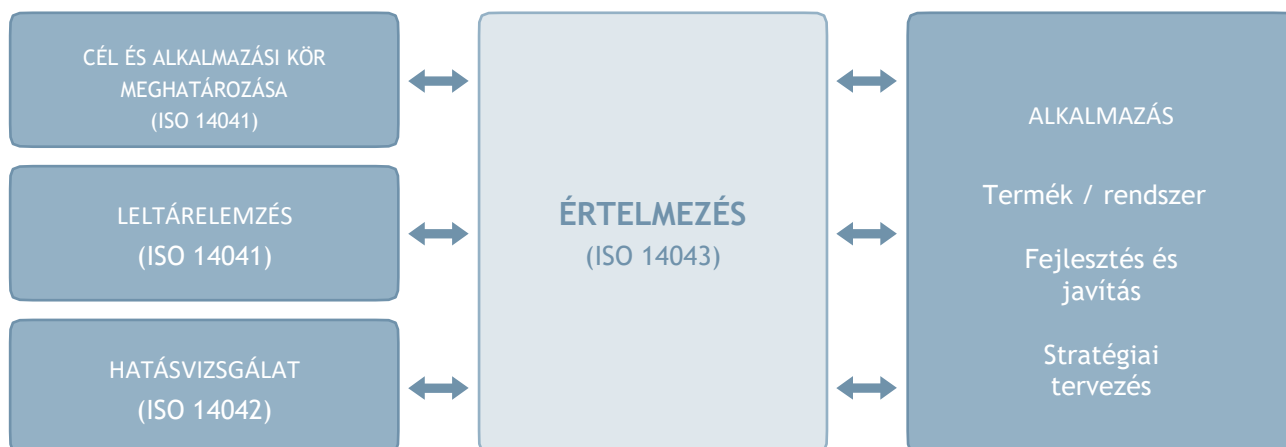
2.3. A víz újrafelhasználásának értékelésére használt alapvető módszerek

Az alábbiakban bemutatjuk azokat az alapvető módszereket, amelyek a víz újrafelhasználásának értékelésére használhatók. Amint azt már a BEVEZETÉS fejezetben említettük, a módszerek gyakorlati alkalmazása meglehetősen összetett, ezért ebben az alfejezetben csak azok főbb elveit és céljait mutatjuk be.

2.3.1. Életciklus-elemzés (LCA)¹

Definíció (G. ItskosN., Nikolopoulos D., S.KourkoumpasA., KoutsianosI., Violidakis P., Drosatos P., Grammelis, 2016, 363-452. oldal): „Az LCA-t olyan módszerként lehet meghatározni, amely egy termék vagy rendszer környezeti szempontjait és potenciális hatásait vizsgálja a nyersanyag-kitermeléstől a gyártáson, felhasználáson és ártalmatlanításon keresztül. A figyelembe veendő környezeti hatások általános kategóriái közé tartozik az erőforrás-használat, az emberi egészség és az ökológiai következmények. A különböző forráskönyvek közötti következetes összehasonlítás lehetővé tétele érdekében szükség van egy közös referencia meghatározására az azonos kimenetre vonatkozó eredmények kifejezése érdekében: ezt a közös referenciát funkcionális egységnek nevezzük. A kezdeti tipikus módszertant a SETAC² javasolta. Az 1997-2000 közötti időszakban az ISO-szabványok bevezették az LCA-módszertan szakaszait. A jelenleg hatályos ISO-szabványokat az ISO 14044:2006 irányelv tartalmazza.”

Az életciklus-elemzés szakaszai:



2.3.2. Anyagáramlás-elemzés (MFA)³

Az anyagáramlás-elemzés (MFA) egy adott rendszerbe (általában a gazdaságba) beáramló, azon áthaladó és onnan kilépő fizikai anyagáramlás nyomon követésére és elemzésére vonatkozik. Általában a fizikai egységekben történő, módszertanilag szervezett elszámolásokon alapul. A tömegmérleg elvét alkalmazza az anyagáramlások (beleértve az energiát is), az emberi tevékenységek (beleértve a gazdasági és kereskedelmi fejleményeket) és a környezeti változások közötti kapcsolatok elemzésére. Az anyagáramlásokat különböző léptékekben

1 Environment and Development: Basic Principles, Human Activities, and Environmental Implications, G.ItskosN.NikolopoulosD.-S.KourkoumpasA.KoutsianosI.ViolidakisP.DrosatosP.Grammelis.
<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/life-cycle-analysis>, 18.2.2021

2 Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) (<https://www.setac.org/>)

3 MEASURING MATERIAL FLOWS AND RESOURCE PRODUCTIVITY. Volume I. The OECD Guide, 2008
<https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/MFA-Guide.pdf> (18.2.2021)



1. RÉSZ

és különböző eszközökkel lehet elemezni, a problémás kérdéstől és a vizsgálat tárgyától függően. Az MFA kifejezés ezért egy olyan eszközcsaládot jelöl, amely számos elemzési megközelítést és mérési eszközt foglal magában, beleértve az elszámolásokat és a mutatókat.

Az MF-tanulmányok és az anyagáramlási elszámolások és a tárgyi egyenlegek statisztikai megközelítésének alapelvei az 1970-es évekre nyúlnak vissza. Az 1990-es évek közepe óta egyre nagyobb érdeklődés övezi az MF-tanulmányokat: egyrészt mint kutatási területet, amelyet a tudósok (kutatóintézetek, egyetemek), a környezetvédelmi nem kormányzati szervezetek és egyre inkább a statisztikai hivatalok is támogatnak; másrészt mint politikai és információs eszközt, amely támogatja az integrált döntéshozatalt a természeti erőforrások, a szennyezés, a hulladék- és anyaggazdálkodás területén (üzleti és kormányzati szinten), és hozzájárul a fenntarthatósági kérdésekről szóló vitákhoz. Az országok egyre inkább érdeklődnek az anyagáramlási tanulmányok felhasználása iránt is, hogy jobban tudják támogatni a gazdasági növekedéssel, a nemzetközi kereskedelemmel és globalizációval, a technológiai fejlesztéssel és az innovációval kapcsolatos politikákat és döntéseket.

2.3.3. Környezeti kockázatértékelés (ERA)⁴

A környezeti kockázatértékelés az emberi tevékenységek káros hatásainak nagyságrendekkel és valószínűségekkel történő meghatározásának folyamatként határozható meg. A folyamat magában foglalja a veszélyek (pl. mérgező vegyi anyagok környezetbe jutása) azonosítását a környezetbe történő kibocsátással kapcsolatos tevékenység és annak hatásai közötti kapcsolat számszerűsítésével. Ebben az összefüggésben a teljes ökológiai hierarchiát figyelembe kell venni, ami azt jelenti, hogy a sejtszintre, a szervezet szintjére, a populáció szintjére, az ökoszisztéma szintjére és a teljes ökoszférára gyakorolt hatásokat kell figyelembe venni.

A környezeti kockázatértékelés alkalmazása azon a felismerésen alapul, hogy:

- Az összes környezeti hatás kiküszöbölésének költsége lehetetlenül magas,
- A gyakorlati környezetgazdálkodásban a döntéseket mindig hiányos információk alapján kell meghozni.

A környezeti kockázatértékelés a környezeti hatásvizsgálatot (EIA) kiegészítő eljárás, amely az emberi tevékenység hatásainak értékelésére szolgál. A környezeti hatásvizsgálat előrejelző, összehasonlító jellegű, és a környezetre gyakorolt összes lehetséges hatással foglalkozik, beleértve a másodlagos és harmadlagos (közvetett) hatásokat is, míg a környezeti kockázatértékelés egy adott emberi tevékenységből eredő adott (meghatározott) káros hatás valószínűségét próbálja felmérni.

2.3.4. Ökológiai lábnyom elemzés⁵

Az ökológiai lábnyom a Global Footprint Network elnevezésű szervezet által támogatott módszer a természeti tőkével szembeni emberi igény mérésére, azaz a természetnek arra a mennyiségére vonatkozóan, amely az emberek vagy a gazdaság fenntartásához szükséges. Ezt a keresletet egy ökológiai számviteli rendszeren keresztül követi nyomon. Az elszámolás az emberek által fogyasztási céljukra felhasznált biológiai termőterületet veti össze az egy adott régióban vagy a világon rendelkezésre álló biológiai termőterülettel (biokapacitás, az a termőterület, amely képes regenerálni azt, amit az emberek a természettől elvesznek). Röviden, ez az ember környezetre gyakorolt hatásának mérőszáma.

⁴ Developments in Water Science. Part of volume: Lake and Reservoir Management. Edited by S.E. Jørgensen, H. Löffler, W. Rast, M. Straškraba. <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/environmental-risk-assessment>

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_footprint



1. RÉSZ

Az ökológiai lábnyomelemzést világszerte széles körben használják a fenntarthatósági értékelések támogatására. Lehetővé teszi az emberek számára, hogy mérjék és kezeljék az erőforrások felhasználását a gazdaság egészében, és feltárják az egyéni életmódok, áruk és szolgáltatások, szervezetek, iparágak, városrészek, városok, régiók és nemzetek fenntarthatóságát.

2.3.5. Egészségügyi kockázatértékelés⁶

Az emberi egészségre vonatkozó kockázatértékelés (HRA) egy olyan folyamat, amelynek célja, hogy megbecsülje a lakosság egy adott anyagnak való kitettségéből eredő kockázatát. Az eljárás figyelembe veszi az anyag típusát és összetételét, károsító potenciálját, az emberek kitettségének módját (például közvetlen expozíció, belélegzett levegő vagy élelmiszer- és vízfogyasztás révén), az emberek kitettségének időtartamát és az expozíció lehetséges mértékét. Az egészségügyi kockázatértékelés minősége a mindezekről rendelkezésre álló információk pontosságától függ.

A folyamatnak figyelembe kell vennie az összes olyan anyagot, amelynek az emberek ki vannak téve, és azt, hogy ezek milyen kölcsönhatásban vannak egymással. A jó minőségű HRA világosan meghatározza az értékelési folyamat során figyelembe vett bizonytalanságokat, feltételezéseket és korlátozásokat is. A nagyfokú bizonytalanság elővigyázatosabb kockázatkezeléssel jár.

2.3.6. Többszemponútú elemzés (MCA)⁷

A többszemponútú elemzés magában foglalja azt a strukturált megközelítést, amelyet az alternatív lehetőségek közötti általános preferenciák meghatározására használnak, amennyiben a lehetőségek több célt is megvalósítanak. A többszemponútú elemzésben meghatározzák a kívánatos célokat, és azonosítják a megfelelő attribútumokat vagy mutatókat. A mutatók tényleges mérése nem feltétlenül pénzben kifejezett, hanem gyakran minőségi hatáskategóriák és kritériumok széles körének mennyiségi elemzésén alapul (pontozás, rangsorolás és súlyozás révén). A gazdasági költségek és hasznok mellett különböző környezeti és társadalmi mutatók is kidolgozhatók. Kifejezetten elismerik, hogy a politikai döntéseket számos monetáris és nem monetáris célkitűzés egyaránt befolyásolhatja. A többszemponútú elemzés technikákat biztosít a különböző eredmények összehasonlítására és rangsorolására, még akkor is, ha különböző mutatókat használnak. A többszemponútú elemzés lehetővé teszi a döntéshozók számára, hogy a társadalmi, környezeti, műszaki, gazdasági és pénzügyi kritériumok teljes skáláját figyelembe vegyék.

⁶ https://ww2.health.wa.gov.au/Articles/F_I/Health-risk-assessment

⁷ Communities and local governments: Multi-criteria analysis: a manual. Department for Communities and Local Government: London, 2009, pages 6-7, 19-20



3. A városi vízgazdálkodási beruházások döntéshozatali és értékelési folyamata

A körkörös vízügyi intézkedésekbe történő beruházások értékelése módszertani folyamatának átfogó megközelítést kell tartalmaznia, figyelembe véve a következő intézkedéseket:

A városi vízgazdálkodásban számos különböző intézkedés és megoldás létezik, amelyeket első pillantásra nehéz összehasonlítani. A beruházási projektek előkészítési szakaszában a beruházónak a szakértőkkel és az érdekelttel (a jövőbeli beruházás felhasználóival) együtt meg kell válaszolnia néhány kulcsfontosságú kérdést:

- Mi a probléma, mit kellene javítani?
- Melyek az intézkedés által elérni kívánt célok?
- Milyen kritériumok alapján kell értékelni a különböző megoldási javaslatokat?
- Milyen nem monetáris kritériumok relevánsak a kiválasztott intézkedés szempontjából?
- Melyik intézkedés/megoldás valószínűsíthető meg a projektünk esetében?
- Melyik intézkedés/megoldás környezetbarát és gazdaságilag életképes?

A napi gyakorlat a következő kihívásokat azonosította a beruházások értékelésével kapcsolatban:

- egy adott beruházási koncepció mellett vagy ellen hozott sok döntés általában nem megy át átlátható értékelési folyamaton,
- a működési költségeket és a nem monetáris szempontokat általában alulbecsülik a beruházási költségekhez képest,
- a vízköltségek aránya a teljes működési költségen belül folyamatosan nőtt,
- ahhoz, hogy életképes gazdasági döntés szülessen, különböző lehetséges megoldásokat és alternatívákat kell mérlegelni és értékelni azok költségei és haszna szempontjából.

Az új közösségi beruházások általában a következő lépéseket foglalják magukban:

- a beruházási célok előzetes meghatározása és kitűzése,
- a monetáris és nem monetáris célok és előnyök figyelembe vétele,
- a befektető döntése alapján meg kell határozni a monetáris és nem monetáris kritériumok fontossági sorrendjét,
- a lehetséges beruházási megoldások értékelésének mielőbbi előkészítése,
- különböző, hasonló előnyökkel járó alternatívák összehasonlítása.

Annak bemutatására, hogyan lehet átfogóan kezelni az értékelés említett kihívásait, és hogyan lehet a vízgazdálkodási beruházásokat a városi területeken a körkörös vízgazdálkodási célokkal összhangban megtervezni és végrehajtani, a következő alfejezetben egy DIDAKTIKUS példát mutatunk be. Annak érdekében, hogy a beruházási alternatívák környezeti és társadalmi szempontból is értékelhetők legyenek, az általában költség-haszon elemzésen (CBA) alapuló monetáris értékeléseket többszempontú elemzéssel (MCA) egészítik ki, amely kiválasztási kritériumokat és súlyozási rendszert határoz meg, beleértve a gazdasági, környezeti és társadalmi szempontokat is.



1. RÉSZ

3.1. 1. SZEMLÉLTETŐ PÉLDA: Esővíz és tisztított szennyvíz felhasználása újrahasznosított építőanyag előállítására

BEVEZETŐ MEGJEGYZÉS

A bemutatott „Esővíz és tisztított szennyvíz felhasználása újrahasznosított építőanyag előállítására” című didaktikai példa egy kísérleti beruházás, amelyet a szlovéniai Maribor funkcionális városi területén (FUA) valósítanak meg a City Water Circles projekt keretében.

Maribor funkcionális városi területe 147,5 km², a lakosság 2018-ban mért száma 110 871 fő. Fő folyója a Dráva, amely vízhozama körülbelül 670 m³/s, vízminősége pedig jó. Az átlagos éves csapadékmennyiség 926 mm.

A Maribor funkcionális városi terület központja Maribor belvárosa. Maribor funkcionális városi területén a vízkört 3 társaság fedezi. Az MBVOD (Maribor vízellátója) felelős az ivóvízellátásért, a NIGRAD (érdekelt fél) a csatornarendszerért, az AQUASYSTEM pedig a szennyvíztisztításért.

KIHÍVÁS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Európa városi és külvárosi területein, ahol a legtöbb építési tevékenység zajlik, nagy mennyiségű különböző típusú hulladék keletkezik a közművek, az építőipar és más iparágak által. Ez a hulladék értékes helyi másodlagos nyersanyagok forrása lehet az építőipari munkákhoz az építőanyagok helyettesítésére, ugyanakkor üzleti lehetőséget is jelenthet az építőipari vállalatok számára (körforgásos gazdaság). A megfelelő ismeretek, technológiák, bevált gyakorlatok és ösztönzők hiánya miatt a kereslet és kínálat szereplői szerény mértékben vesznek részt az ilyen folyamatokban.

2016-ban Szlovéniában 5,498 millió tonna hulladékot gyűjtöttek be, amelynek legnagyobb része építési hulladék (2,165 millió tonna vagy 39%), ezt követte a kommunális (0,982 millió tonna vagy 18%) és a hőkezelési folyamatokból származó ipari hulladék (0,905 millió tonna vagy 17%). Tekintettel arra, hogy az építőipar a legnagyobb hulladéktermelő az építési munkák (különösen a földmunkák) kivitelezése során, és a feldolgozott hulladékot nagy mennyiségben lehet felhasználni az építőiparban, a körforgásos gazdaság körforgásába való belépés elkerülhetetlen és szükséges.

A kísérleti beruházás demonstrálja az újrahasznosított víz felhasználhatóságát másodlagos nyersanyagokon alapuló építőipari termékek előállítása céljából. Az előállított anyagokat a Nigrad d.d. részvénytársaság - amely többségi tulajdonosa Maribor város önkormányzata és a közútfenntartás koncessziós jogosultja - útkarbantartási munkálatokra és a leromlott állapotú területek revitalizációjára fogja felhasználni. Az MBVOD megmutatja, hogy a tisztított szennyvíz az összegyűjtött esővízzel kombinálva alkalmas a termelési folyamatban való felhasználásra.

A kísérleti beruházás céljai a következők:

- esővíz maximális összegyűjtése,
- ivóvízzel való takarékoskodás,
- a biológiai sokféleség előmozdítása,
- víz- és talajvédelem,
- környezetvédelmi oktatás, stb.



1. RÉSZ

A didaktikai kísérleti beruházási példa két lehetséges alternatívát értékel:

1. 0. ALTERNATÍVA: A JELENLEGI ÁLLAPOT FENNTARTÁSA ANÉLKÜL, HOGY A TERMELÉSI FOLYAMATBAN ÚJRAHASZNOSÍTOTT VIZET HASZNÁLNÁNAK
2. 1. ALTERNATÍVA: ÚJRAHASZNOSÍTOTT VÍZ FELHASZNÁLÁSA ÉPÍTŐIPARI TERMÉKEK GYÁRTÁSÁHOZ MŰANYAG TARTÁLYOK SEGÍTSÉGÉVEL, KÜLÖN SZIVATTYÚKKAL ÉS AUTOMATIZÁLÁSSAL AZ AKNÁBAN, VALAMINT EGY LEFOLYÓVAL

Az alternatívák elemzésének célja az egyes alternatívák gazdasági, környezeti és társadalmi szempontok szerinti felülvizsgálata és összehasonlítása, amely az optimális alternatíva kiválasztásának alapjául szolgál.

A kísérleti beruházási alternatívák értékeléséhez szükséges háttérinformációk a csapadékról.

1. táblázat: Átlagos havi csapadékmennyiség Maribor funkcionális városi területén

Hónap	Mennyiség mm-ben	Hónap	Mennyiség mm-ben
Január	32	Július	81
Február	108	Augusztus	93
Március	61	Szeptember	49
Április	67	Október	53
Május	221	November	46
Június	103	December	8

2. táblázat: Átlagos éves csapadékmennyiség Maribor funkcionális városi területén

Év	Mennyiség mm-ben	Év	Mennyiség mm-ben
1998	1.012	2009	1.078
1999	1.022	2010	986
2000	788	2011	720
2001	827	2012	929
2002	918	2013	924
2003	689	2014	1.238
2004	993	2015	846
2005	959	2016	1.006
2006	903	2017	961
2007	982	2018	926
2008	944		



1. RÉSZ

3.2. 0. ALTERNATÍVA: A status quo fenntartása a termelési folyamatban újrahasznosított víz használata nélkül

Technikai bemutató

Mivel a 0. alternatíva a jelenlegi állapot fenntartását jelenti, nincs beruházás az esővízgyűjtő rendszerbe, és nincs szennyvízellátás további újrafelhasználásra.

Költség-haszon értékelés

A befektető nem termel jövedelmet/ megtakarítást, így az 30 évig 0,00 € összegű marad.

3. táblázat: Becsült bevétel / megtakarítás 0. alternatíva, euróban kifejezve

Tétel	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	.. 30. év
Bevételek	0		0	0	0	0	0
Összesen	0		0	0	0	0	0

A 0. alternatíva működési költségeként a vízellátó rendszer vízellátását és elvezetését vettük figyelembe 30 éves időtartamra.

4. táblázat: Az ivóvízellátás és -elvezetés becsült költségei 0. alternatíva, euróban kifejezve

Tétel	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	.. 30. év
Az ivóvíz-ellátás és -elvezetés költségei	0	1025	1035	1046	1056	1067	1354
Szennyezés adó	0	317	320	323	326	330	419
Összesen	0	1342	1355	1369	1382	1396	1773

Mivel nem történt építési és eszközberuházás, nem számították ki az állóeszközök értékcsökkenését és a projekt maradványértékét.

A 0. alternatíva beruházási hatékonysága

A 0. alternatíva pénzügyi hatékonysági mutatóit a következő táblázat mutatja be.



1. RÉSZ

5. táblázat: A 0. változat pénzügyi hatékonysági mutatói

Cím	Rövidítés	Érték
Jövedelmek		0,00 €
Kiadások		1342,46 €
Nyereség / veszteség	Bevétel-kiadás	-1342,46 €
Működési hatékonyság	Bevételek/kiadás	0,00
Üzleti nyereségesség	Nyereség/jövedelem	0,00
A befektetés megtérülésének időszaka	(években)	-
Pénzügyi belső megtérülési ráta	FRR/C	Nem számítható
Pénzügyi nettó jelenérték	FNPV/C	-24 603,51 €
Relatív nettó jelenérték	relatív FNPV/C	-

KÖVETKEZTETÉS: Bár az ivóvízellátás és -elvezetés éves költségei meglehetősen alacsonynak tűnnek (1342 -1773 €), a 0. alternatíva nem jár semmilyen előnnyel, mint például a helyi közösségben kipróbálható műszaki megoldásokkal, vagy olyan környezeti vagy társadalmi pozitív hatásokkal, amelyeket értékelni lehetne, vagy amelyek javíthatnák a jelenlegi feltételeket. Ez azt jelenti, hogy az építőipari nyersanyagok előállításához a jövőben is ivóvizet fognak használni. Az ivóvíz költségeinek nettó jelenértéke 30 éves időszakra azt jelenti, hogy ezek a pénzeszközök megtakaríthatóak, és az 1. alternatívába történő beruházás értékének körülbelül a felét képviselik. Az alternatívát csak a költségek szempontjából értékelni félrevezető lenne. A 0 alternatívát össze kell hasonlítani azzal az alternatívával, amely szintén előnyökkel (pénzbeli és nem pénzbeli) járhat.

3.3 - 1. ALTERNATÍVA: Újrahasznosított víz felhasználása építési termékek előállításához

Az 1. alternatíva esetében az esővizet és a szennyvizet az építőanyagok előállítására használják, külön szivattyúkkal és automatizálással ellátott tározók segítségével az aknában és egy lefolyócsővel.

Helyszín bemutatása

A kísérleti projekt pontos helyszíne a maribori Dogošë leromlott városi területe, ahol a kísérleti projekt közvetlenül kapcsolódik az ugyanott működő, másodlagos nyersanyag alapú építőipari termékeket előállító üzemhez. A szennyvíztisztító telep is a közelben van, így ez a terület tökéletes megvalósítási terület.

Maribor város önkormányzatának tanácsa megerősítette a bemutatás végrehajtásának helyszínéül szolgáló terület (a degradált dogošëi terület) területi átrendezését, amely a további intézkedések alapjául szolgál. A bemutatás az SRM-alapú építőipari termékek gyártási folyamatától függ, mivel az párhuzamosan zajlik, a tervek szerint a bemutatásra legkésőbb 2020 második felében (augusztus után) kerül sor.



1. RÉSZ

A kísérleti projekt helye:

Google maps kb. koordináták: 46.521096, 15.699536

A szennyvíztisztító telep helye:

Google maps kb. koordináták: 46.510826, 15.712678

1. ábra: A kísérleti projekt helye



2. ábra: Részletes kísérleti projektterv



Technikai bemutató

A beruházó egy 220 m² összterületű (tető és parkoló) létesítményt épít, amelyből az esővíz a városi csatornába folyik. Az építőipari termékek gyártása során eddig nem újrahasznosított szennyvizet, hanem a vízhálózathoz tartozó ivóvizet használtak.



1. RÉSZ

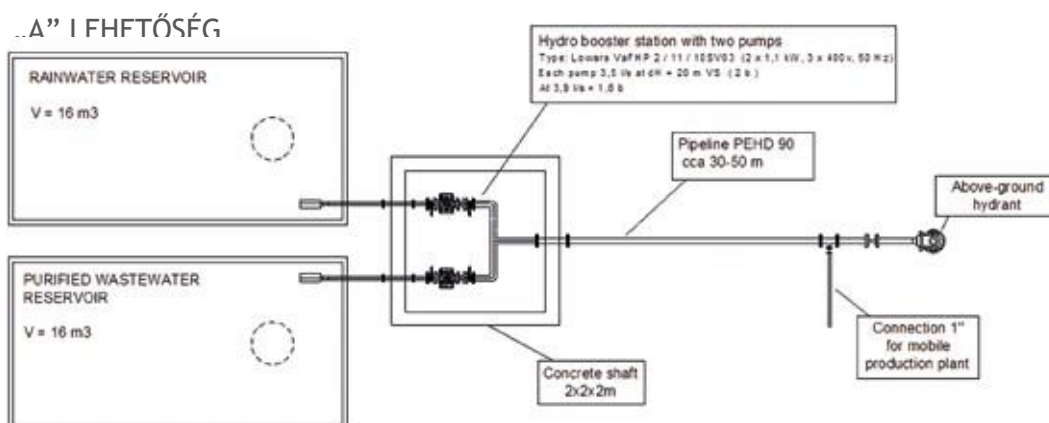
Műszaki leírás

Két műanyag tározó van a föld alá telepítve, előttük betonaknával, amelybe szűrőket, szivattyúkat és egyéb szükséges berendezéseket helyeztek el.

A rendszer működése:

Az akna beépített víznyomásfokozó állomással rendelkezik, két szivattyúval, mindkét szivattyú frekvenciavezérlésű, a nyomásrendszerben állandó nyomás fenntartása érdekében. Az energiaszekrénybe minden egyes szivattyúhoz külön-külön két szondamodul van beépítve. Amíg mindkét medence tele van, mindkét szivattyú működik, mindegyik kb. 50%-ban. Ha az egyik medence kiürül, a szivattyú nem működik a beállított szintig a medencében. A szivattyú távoli be- és kikapcsolására szolgáló két kapcsolót tartalmazó kiegészítő doboz külön-külön van felszerelve. A szekrény tartalmaz biztosítékokat, minden egyes szivattyúhoz külön-külön, FID-kapcsolót, hálózati kapcsolót, két szondamodult hat zárt szondával, további biztosítékot az aknában lévő világításhoz, kézi-automata kapcsolót minden egyes szivattyúhoz külön-külön. A vízmintavételhez szükséges leeresztő csapok minden szivattyú nyomásoldalán vannak felszerelve. A szivattyúvezérlést tartalmazó további szekrény az aknán kívül, bármelyik helyiségben található.

3. ábra: A tározók és berendezések előzetes építési terve - 1. alternatíva



6. táblázat: Műszaki hatékonysági mutatók

Sz.	Műszaki mutatók	Mértékegység	Érték
A. víztározó			
1	Mennyiség	liter	2 x 16 000
B. szivattyú			
2	A rendszer működése (szivattyúk)	Kézi / automatikus vezérlés	Automatikus
3	A napi villamosenergia-szükséglet	kWh	4,4
4	Szükséges hely	m2	31,2
5	Vízáramlás	l/mp.	3,5
C. A szükséges vízmennyiség			
6	Esővíz	m3 /év	168
7	Szennyvízkezelőből származó szennyvíz	m3 /év	192
8	Rendelkezésre álló esővízgyűjtő területek	m2	320



1. RÉSZ

Vízfelhasználás és elemzés

A vizet másodlagos nyersanyagokon alapuló építőipari termékek előállítására fogják felhasználni. A mobil gyártóüzem ugyanazon a helyen lesz.

A projekt részeként a tervek szerint több vízforrást is elemezni fognak tulajdonságaik szempontjából, ami a bemutatás megkezdésével egyidejűleg történik majd. Az újrahasznosított víz elemzendő típusai:

- Tisztított szennyvíz a szennyvíztisztító telepről
- Gyűjtött esővíz

A mintákat a berendezések elhelyezésére szolgáló, a tározók mellett kialakított aknában vagy a szolgáltatási ponton veszik, mielőtt a vizet a termelési folyamathoz felhasználják; a felügyeletet és elemzést a Nemzeti Egészségügyi, Környezetvédelmi és Élelmiszerügyi Laboratórium végzi.

Az újrahasznosított vízzel készült építési termékeket is tesztelni fogják.

Ennek eredményeképpen következtetéseket lehet levonni arra vonatkozóan, hogy az újrahasznosított víz alkalmas-e a termelési folyamatban való felhasználásra.

Fogyasztás a termelési folyamathoz

- Átlagos vízfogyasztás: 3 m³/nap
- Maximális vízfogyasztás: 10 m³/nap
- Maximális vízhozam: 1,5 - 3 l/s

Vízgyűjtés

Esővíz

Az esővizet az épület tetőfelületéről és a közeli parkolóból fogják összegyűjteni. Az udvari esővízgyűjtést is megfontoljuk. Felületek bontás szerint:

- Tető kb. 120 m²
- Parkoló kb. 100 m²
- Udvar kb. 100 m²

Lefolyási együttható (fém tető) = 0,8

Éves csapadékmennyiség Maribor funkcionális városi területén (10 éves átlag) = 962 mm

Ha az esővízgyűjtés szempontjából a tető- és parkolófelületeket vesszük figyelembe, akkor a következő számítások alapján megbecsülhetjük az egy év alatt összegyűjthető esővíz mennyiségét.

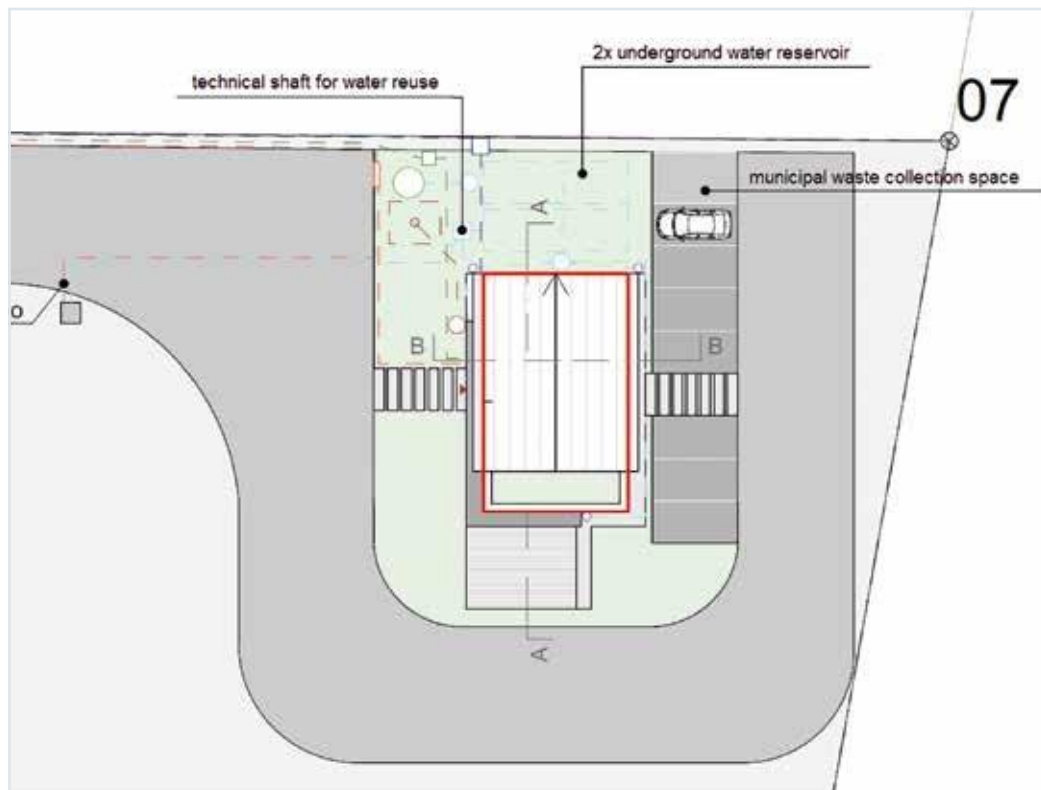
$$220 \text{ m}^2 \times 962 \frac{\text{l}}{\text{year}} \times 0,8 = 169,310 \frac{\text{l}}{\text{year}} = 169,31 \frac{\text{m}^3}{\text{year}}$$

Becslések szerint évente körülbelül 170 m³ esővizet, havonta 14 m³-t tudunk összegyűjteni.



1. RÉSZ

4. ábra: Az esővízgyűjtésre szolgáló létesítmény és területek bemutatása



Az alábbi táblázatokban és grafikonokon bemutatott, esővízgyűjtésre szolgálóterületek, az előre jelzett vízfogyasztás és az éves és havi csapadékmennyiség alapján Maribor funkcionális városi területén 10-20 m³-es tározónak elegendőnek kell lennie.

Tisztított szennyvíz

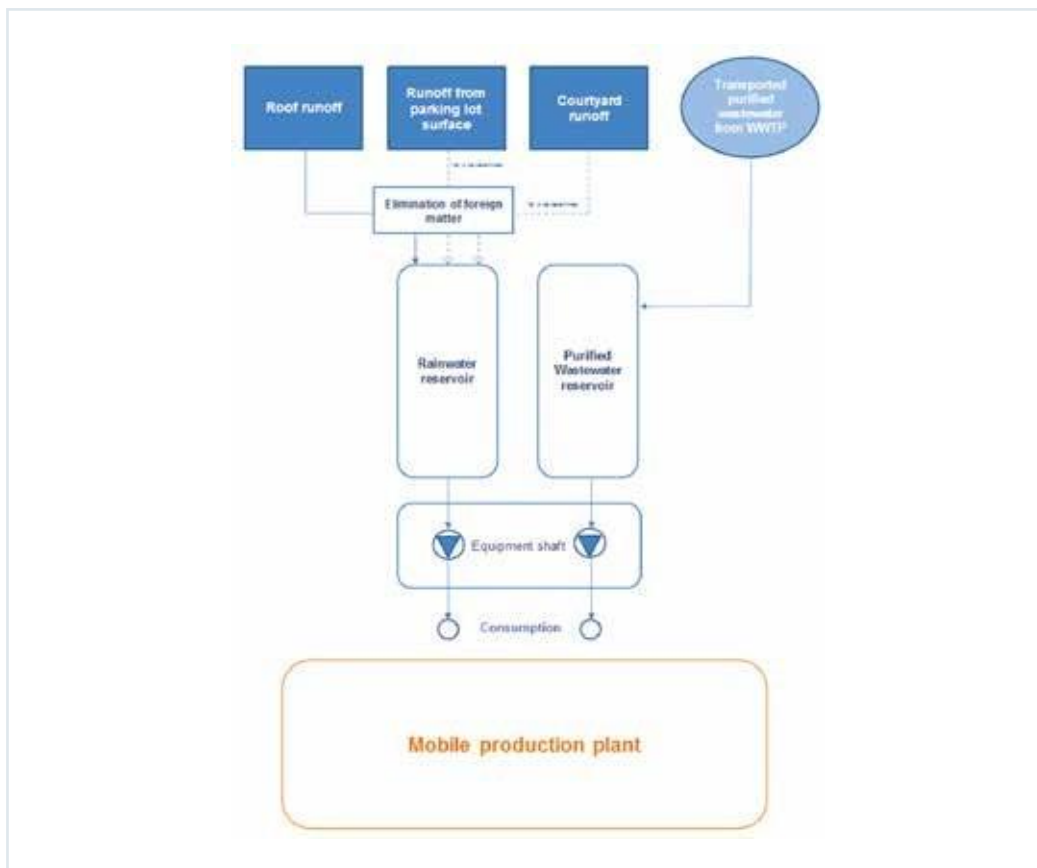
A tisztított szennyvizet a Maribori Központi Szennyvíztisztító Telepről szállítják el megfelelő járművel. Az esővízzel megegyező méretű (10-20 m³) víztározót használnak.

A mechanikai és biológiai folyamatokból kifolyó szennyvíz minőségét naponta automatikus mintavevővel vizsgálják, az adatokat pedig a szennyvíztisztító telep koncessziós tulajdonosa elemzi és tárolja. A napi belső ellenőrzés mellett a Nemzeti Egészségügyi, Környezetvédelmi és Élelmiszerügyi Laboratórium havonta kétszer végez ellenőrzést.



1. RÉSZ

5. ábra: A vízgyűjtés sematikus ábrázolása



3.3.1 Berendezés és telepítés

Előzetes építési terv

Két 16 m³-es tározót (egy a tisztított szennyvíznek, egy pedig az esővíznek) telepítenek a termelőüzem mellé. A tisztított szennyvizet a szennyvíztisztító telepről szállítják, az esővizet a helyszínen gyűjtik.

A tározók telepítésének és az újrahasznosított szennyvíz szállításának építési munkálatai

A terep kiásása, beton szállítása és beépítése, vasbeton födém készítése, tározó beépítése, a terep mechanikus feltöltése, fagyálló zúzottkőből készült pufferréteg beépítése, befejező munkálatok. 384 m³ újrahasznosított tisztított szennyvíz szállítása egy speciális, tárolótartállyal ellátott járművel a maribori szennyvíztisztító telepről.

Tározók

A RoTerra víztározók otthoni használatra szolgáló esővízgyűjtésre alkalmasak. Természetbarát polietilénből készülnek, és 100%-os vízszigetelést biztosítanak. A tartály Φ 600 x 500 mm-es, állítható teleszkópos magassággal rendelkezik, amellyel a tartály magassága állítható. Az emelőre egy polietilénből készült, síkban járható burkolat van felszerelve, amely 200 kg-os terhelésig alkalmas. A tartályon nagyszámú csatlakozót lehet elhelyezni a be- és kiáramláshoz a tartályból. A RoTerra tartály alakja és méretei lehetővé teszik a könnyű kezelhetőséget az építkezésen.



1. RÉSZ

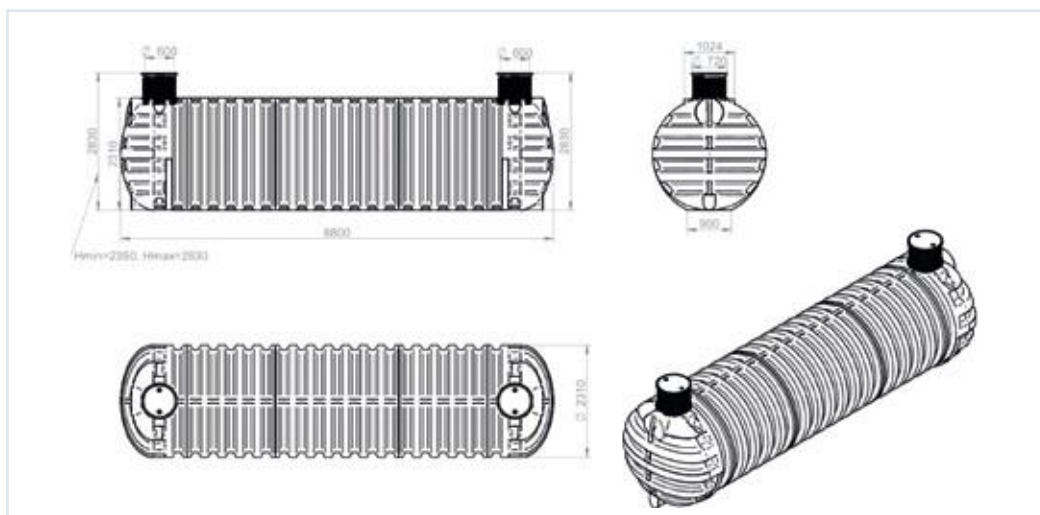
A tartályt a SIST EN 12566 - 3 szabvány szerint ellenőrzik és tesztelik.

Műszaki adatok	Értékek
Mennyiség	16 000 l
Méret H x Mé x Ma (mm)	4840 x 2300 x 2350 - 2850
Telepítési módszer	Földalatti
Az ellenőrzési nyílások átmérője	2 x Φ 600 mm
Teleszkópos emelő	Φ 600 x 0 - 500 mm
Anyag	Polietilén PE
Az anyag UV-stabil	Igen
Beömlőcső átmérője	DN 110, DN 125, DN 160
Kifolyócső átmérője	DN 110, DN 125, DN 160
Szabvány	SIST EN 12566 - 3
Fedél	PE járható fedél, 200 kg teherbírás

6. ábra: RoTerra víztározó



7. ábra: RoTerra víztározó méretei





1. RÉSZ

Víznyomásfokozó állomás

Lowara víznyomásfokozó állomás két szivattyúval.

Típus: Lowara VaFHP 2 / 11 / 10V03 (2x1,1 kW, 3x400V, 50 Hz)

Minden szivattyú 3,5 l/mp dH = 20 m VS mellett (2 b)

3,9 l/mp-en = 1,6

Víznyomásfokozó állomás két szivattyúval, mindkét szivattyú frekvenciavezérelt, a nyomásrendszerben az állandó nyomás fenntartása érdekében.

Szivattyúkészlet - Lowara (rozsdamentes acél) tengelykapcsolóval és karimás csatlakozókkal. A szivattyúmotorra szerelt Vasco 209 frekvenciaváltók.

Rozsdamentes acél nyomóoldali tömlőszett minden szükséges szeleppel és visszacsapó szeleppel, az egyes mintavevő szivattyúk felszerelése után a szívóoldalon leeresztő szelep szerelés nélkül, csak golyóscsap.

2x 20 l-es membrános nyomástartó tartály

Nyomásmérő a nyomásoldalon.

2 x 4-20 mA, 0-10 nyomásérzékelő.

Különleges jellemzők:

Szekrénybe épített két szondamodul külön-külön minden egyes szivattyúhoz.

Amíg mindkét tartály tele van, addig mindkét szivattyú működik, mindegyik kb. 50%-ban.

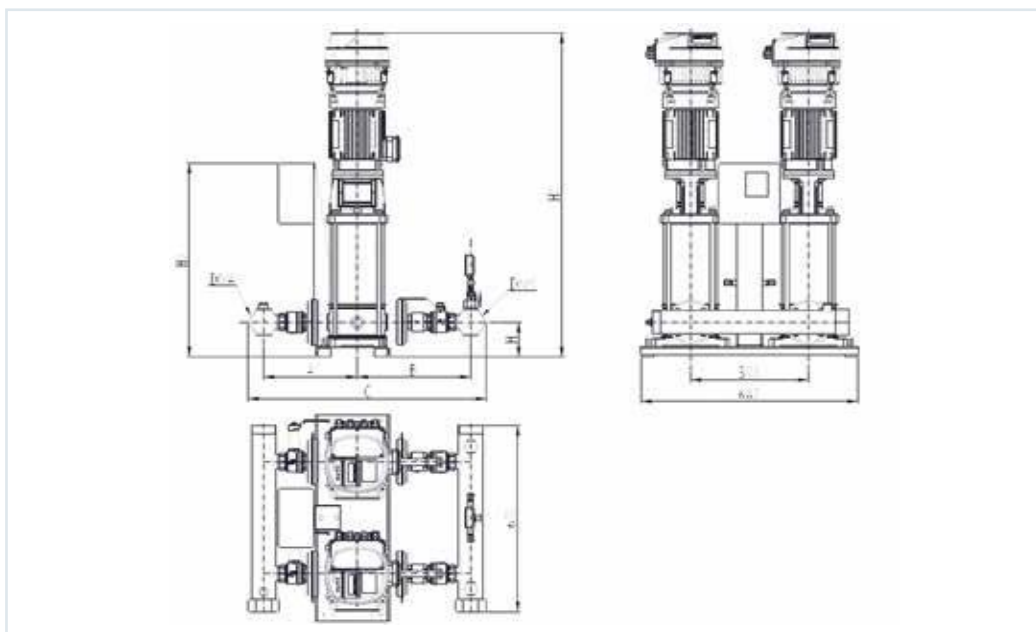
Ha az egyik tartály kiürül, a megfelelő szivattyú nem működik, amíg a víz el nem éri az előre beállított szintet.

Kiegészítő adag két kapcsolóval az egyes állomások külön-külön történő távoli be- és kikapcsolásához.

Biztosítékok minden egyes szivattyúhoz külön-külön, FID-kapcsoló, hálózati kapcsoló, két szondamodul hat szondával, kiegészítő biztosíték az aknában lévő világításhoz.

Kézi automata kapcsoló minden egyes szivattyúhoz.

8. ábra: Víznyomásfokozó állomás két szivattyúval.





1. RÉSZ

3.3.2. A költségek értékelése

Beruházási költségek

A 2 műanyag tartály különálló szivattyúkkal és automatizálással ellátott aknába és egy lefolyóba történő beszerelésének beruházási értéke 39 255,47 €, beleértve az ÁFA-t. A beruházási érték megoszlását a következő táblázat mutatja be.

7. táblázat: A befektetés becsült értéke

Sz.	Műszaki mutatók	Mértékegység	Érték	Összesen €-ban
1	Építési munkálatok			
1.1	alapvető munkálatok	234,40	51,57	285,97
1.2	föld- és betonmunkák	7.863,84	1.730,04	9.593,88
1.3	újrahasznosított víz szállítása a szennyvíztisztító telepről	3.609,60	794,11	4.403,71
1.4	előre nem látható munkálatok (10%)	1.170,78	257,57	1.428,35
2	2 műanyag víztároló 16 m³	4.720,00	1.038,40	5.758,40
3	HP állomás 2 szivattyúval, vezérlés és automatikus telepítés	3.176,00	698,72	3.874,72
4	Finomszűrő	264,00	58,08	322,08
5	Egészségügyi vízsűrő	288,00	63,36	351,36
6	2x2x2m-es betonakna szállítása és gyártása	3.850,00	847,00	4.697,00
7	Áramlásmérők⁸	2.000,00	440,00	2.440,00
8	Vízvezeték - anyag és szerelés works⁹	3.000,00	660,00	3.660,00
9	Elektromos munkák¹⁰	2.000,00	440,00	2.440,00
Összesen		32.176,62	7.078,85	39.255,47

8 Költségbecslés - közbeszerzésünk van folyamatban az áramlásmérőkre, a beszerelést a Mariborski vodovod dolgozói fogják elvégezni.

9 Költségbecslés - közbeszerzésünk van folyamatban a vízvezeték-szerelési anyagokra, a szerelést a Mariborski vodovod dolgozói fogják elvégezni.

10 Költségbecslés - az elektromos munkálatokat a Mariborski vodovod dolgozói végzik estimate



1. RÉSZ

Üzemeltetési költségek

A becsült üzemeltetési költségek tartalmazzák a folyamatos karbantartási költségeket, az alkalmazottak fizetésének egy részét és az elektromos áramot. Ezek a következő táblázatban 30 éves időszakra vonatkozóan szerepelnek. Úgy számítottuk, hogy a költségek évente 1%-kal fognak növekedni.

8. táblázat: Az 1. alternatíva becsült működési költségei

Tétel	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	..	30. év
Folyamatos karbantartási költségek	0	400	404	408	412	416	420	425	..	529
Munkaügyi költségek	0	548	553	559	564	570	576	581	..	724
Villamosenergia költségek	0	190	192	194	196	198	200	202	..	251
Összesen	0	1.138	1.149	1.161	1.172	1.184	1.196	1.208	..	1.503

Értékcsökkenési költségek

A 30 éves időszakra vonatkozó értékcsökkenési költségeket és a beruházás maradványértékét az alábbi táblázat tartalmazza.

9. táblázat: Értékcsökkenési költségek euróban.

Tétel	Érték	Ért. cs. . ráta	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év...	...30. év	Maradványérték
Befektetés	39.255	3,33 %	0	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.346
Összesen	39.255		0	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.346

3.3.3. Az előnyök értékelése

Kevesebb ivóvízfogyasztás

Az esővíz-koncepció szerint optimális körülmények között kb. 14 m³ esővíz gyűjthető havonta. Feltételezzük, hogy a tisztított szennyvíz tározóját havonta egyszer töltik fel (16 m³/hó).

10. táblázat: Megtakarítás az ivóvízfogyasztásban

Tétel	m3/nap	m3/hó	m3/év
Becsült átlagos vízfogyasztás	3	66	792
Az összegyűjtött esővíz becsült átlaga		14	168
Becsült átlagos rendelkezésre álló tisztított szennyvízmennyiség		16	192
Az ivóvízfogyasztás becsült megtakarítása		30	360



1. RÉSZ

Pénzügyi előnyök

Az alábbiakban a vízfogyasztásra vonatkozó nem fix költségekkel kapcsolatos számítások láthatók, amelyek csak a vízfogyasztástól függenek. A fogyasztástól függetlenül havonta felszámított fix költségek (mint például a hálózati díj) nem szerepelnek a számításokban. Az árak áfa nélkül értendők, és 2020 augusztusában érvényesek Maribor önkormányzatára, ahol a kísérleti projektet végrehajtják.

11. táblázat: A vízfogyasztás és a vízvezetés ára Maribor településen

Tétel	€/m ³
Az ivóvíz ára	0,7437
A szennyvízvezetés ára	0,3299
A szennyvíztisztítás ára	1,3056
Az iszap eltávolításának ára	0,4679
Az ivóvíz és a szennyvízvezetés teljes ára	2,8471

12. táblázat: Az ivóvízfogyasztás becsült pénzügyi megtakarítása a végrehajtás után

Tétel	€/hó	€/év
A becsült átlagos vízfogyasztás költségei	187,91	2.254,90
A vízfogyasztás becsült költségei a végrehajtás után	102,50	1.229,95
Az ivóvízfogyasztás becsült megtakarítása a végrehajtás után	85,41	1.024,95

Optimális körülmények között becslések szerint havonta 85,41 € vagy évente 1.024,95 € vízfogyasztást és ártalmatlanítási költséget takaríthatunk meg. Megtakarítás a szennykezési díj is 316,80 € évente (220 m² x 0,12 €/m²) = 26,40 €/hó x 12 hónap).

Az alábbi táblázat az ivóvízvásárlásból származó becsült bevételeket vagy megtakarításokat mutatja be, hálózati díj nélkül (180 m³), 30 éves időtartamra. Arra számítottunk, hogy a bevételek évente 1%-kal fognak növekedni.

13. táblázat: Becsült bevételek / megtakarítások

Tétel	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év	8. év	..	30. év
Bevételek	0	145	147	148	150	151	153	154	...	192
Megtakarítás	0	1.342	1.355	1.369	1.382	1.397	1.410	1.425	...	1.773
Összesen	0	1.487	1.502	1.517	1.532	1.548	1.563	1.579	...	1.965



1. RÉSZ

3.3.4. Költség-haszon értékelés

A költség-haszon értékelést a 3.3.1. és 3.3.2. alfejezetben bemutatott beruházási, üzemeltetési költségek és pénzügyi előnyök alapján készül.

Az alternatíva hatékonyságának kiszámításához a következő feltételezéseket vették figyelembe:

- A HÉA-t a beruházási költségek között vették figyelembe.
- A pénzügyi számítások során minden költséget és hasznot (korábbi táblázatok) figyelembe vettek, és nem tartalmazzák az adókat.
- A 4%-os diszkontrátát vették figyelembe.
- Az NPV kiszámításához a következő képletet használják:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+i)^t}$$

R_t = Nettó pénzbevétel-kiáramlás egyetlen t időszak alatt

i = Diszkontráta vagy az alternatív befektetésekkel elérhető hozam

t = Az időzítési időszakok száma

- A megfigyelt időszak, amelyre a számítások készülnek, a 30 éves gazdasági időszak.
- Minden értéket €-ban adunk meg

14. táblázat: Költség-haszon értékelés

Pénzügyi mutatók		
Cím	Rövidítés	Érték
Jövedelmek		1.532,37 €
Kiadások		1.172,15 €
Nyereség / veszteség	Bevételek-kiadások	360,21 €
Működési hatékonyság	Bevételek/kiadások	1,31
Üzleti nyereségesség	Nyereség/jövedelem	0,24
A befektetés megtérülésének időszaka	(években)	30
Pénzügyi belső megtérülési ráta	FRR/C	-5,58%
Pénzügyi nettó jelenérték	FNPV/C	-30.919,80
Relatív nettó jelenérték	relatív FNPV/C	-0,7877

KÖVETKEZTETÉS: A költség-haszon elemzés azt mutatja, hogy a beruházás nonprofit jellegű. A vízmegtakarításnak az üzemeltetési költségekhez viszonyított minimális többlete nem elegendő ahhoz, hogy 30 év alatt, ilyen alacsony vízár mellett fedezze a beruházási költségeket. A vízárak emelkedése esetén ez a számítás kisebb negatív értéket vagy akár a beruházás pozitív értékét is mutatná. De ahogyan azt már a 0. alternatívánál is említettük, az alternatívát a nem pénzbeli előnyök szempontjából is értékelnünk kell.



3.4. A 0. ÉS AZ 1. ALTERNATÍVA TÖBB SZEMPONTÚ ELEMZÉSE¹¹

Amint azt már hangsúlyoztuk, az állami közösségi beruházási döntések meghozatalához többre van szükség, mint a beruházási alternatívák pénzbeli értékeléseken alapuló értékelésére. A lehetséges hatások minden szempontját figyelembe kell venni - a nem monetizált hatásokat is. Ennek érdekében a CBA-elemzésre korlátozódó döntéshozatalt a többkritériumos elemzés (MCA) segítségével fejleszthetjük, amely segíthet megtalálni a döntéshozók számára legmegfelelőbb megoldást.

Számos többkritériumos elemzési (MCA) technika létezik, amelyek széles körben elismertek a többkritériumos elemzés módszereiként, és amelyek meglehetősen különböző megközelítések széles skáláját fedik le. Minden MCA-megközelítés egyértelművé teszi a lehetőségeket és azok hozzájárulását a különböző kritériumokhoz, és mindegyik megköveteli az ítélőképesség gyakorlását. Eltérnek azonban abban, hogy hogyan kombinálják az adatokat. A formális MCA-technikák általában explicit relatív súlyozási rendszert biztosítanak a különböző kritériumok számára.

A technikák fő szerepe az, hogy kezeljék azokat a nehézségeket, amelyekkel az emberi döntéshozók bizonyítottan küzdenek a nagy mennyiségű, összetett információ következetes kezelése során.

A szakirodalomból megállapíthatjuk, hogy számos MCA-technika létezik, és ezek száma egyre növekszik. Ennek több oka is van:

- számos különböző típusú döntéshozatal létezik, amelyek megfelelnek az MCA tágabb értelemben vett körülményeinek
- az elemzés elvégzéséhez rendelkezésre álló idő változhat
- az elemzés alátámasztására rendelkezésre álló adatok mennyisége vagy jellege eltérő lehet
- a döntést támogatók elemzői képességei eltérőek lehetnek, és
- a szervezetek igazgatási kultúrája és követelményei eltérőek.

Az MCA egyik fő jellemzője, hogy a döntéshozó csoport megítélésére helyezi a hangsúlyt a célok és kritériumok meghatározásakor, a relatív fontossági súlyozás becslésénél, és bizonyos mértékig az egyes lehetőségek teljesítménykritériumokhoz való hozzájárulásának megítélésénél.

Nem számít, hogy kis vagy nagy számú lehetőséggel/alternatívával rendelkezünk, fontos szem előtt tartani, hogy minden egyes lehetőséget a meghatározott kritériumok mindegyikének alapján kell értékelni.

¹¹ Communities and local governments: Multi-criteria analysis: a manual. Department for Communities and Local Government: London, 2009, pages 6-7, 19-20



1. RÉSZ

3.4.1. Az MCA-kritériumok meghatározása a 0. és az 1. befektetési alternatíva esetében

A kísérleti beruházás kitűzött céljainak megfelelően a didaktikai példánkból (Maribor vízszolgáltató vállalat és Nigrad) a befektetők az MCA-kritériumok négy csoportját azonosították az optimális alternatíva kiválasztásához.

Az optimális alternatíva kiválasztásakor a következő kritériumokat vettük figyelembe:

1. Műszaki kritériumok:

A. Tározó

- térfogat - optimális tartály térfogat

B. Szivattyú

- a rendszer ütemeltetése (szivattyúk) - kézi / automatikus vezérlés,
- villamosenergia-igény / nap - a villamosenergia-fogyasztás összehasonlítása kWh-ban,
- helyigény - a térigény összehasonlítása m²-ben,
- vízhozam - adott idő alatt (másodpercek) átfolyó vízmennyiség (literben)

C. A szükséges vízmennyiség

- esővíz - az épület felületein felgyülemelő esővíz éves átlagos mennyisége
- a szennyvíztisztító telepről származó szennyvíz - a maribori szennyvíztisztító telepről származó szennyvíz átlagos éves mennyisége
- rendelkezésre álló esővízgyűjtő területek

2. Gazdasági kritériumok:

- a beruházási költségek összege - összehasonlítjuk a beruházási költségek összegét,
- a rendszer éves bevételei és megtakarításai,
- az éves működési költségek összege - összehasonlítjuk a beruházás éves működési költségeinek összegét
- ,
- az üzemeltetési költségek ára €/m³,
- a beruházás nettó jelenértéke (NPV) - összehasonlítjuk, hogy melyik érték a legoptimálisabb,
- megtérülési idő - összehasonlítjuk, hogy melyik változatban térül meg a befektetett pénz a leggyorsabban

3. Környezeti kritériumok:

- esővíz felfogása
- szennyvíz felhasználása
- ivóvízmegtakarítás
- kevesebb villamosenergia-fogyasztás
- víz- és talajvédelem
- környezetvédelmi nevelés

4. Társadalmi előnyök (nem számszerűsített hatások)

- a helyi közösségre gyakorolt pozitív hatások (a nem ivóvíz minőségű víz felhasználható további feldolgozáshoz és újrahasznosításra kerül, így csökken a tiszta ivóvíz fogyasztása).
- oktatási érték
- a leromlott állapotú terület fejlesztési célú felhasználása.



1. RÉSZ

3.4.2. A 0. és az 1. alternatíva gazdasági összehasonlítása

15. táblázat: A beruházási alternatívák és a működési költségek összehasonlítása, euróban kifejezve

Tétel	Mértékegység	0. alternatíva	1. alternatíva
Beruházási költségek ÁFA-val	€	0,00	39.255,47
A rendszer éves bevételei és megtakarításai (2024-ben)	€	0,00	1.532,37
Éves működési költségek (2024-ben)	€	-1.382,46	1.172,15
Működési költségek	€/m ³	-1.382,46	3,26
A befektetés megtérülésének időszaka	évek	-	30
A beruházás nettó jelenértéke FNVP	€	-24.603,51	-30.919,80
A beruházások belső megtérülési rátája FIRR	%	-	-5,58%

3.4.3. A 0. és az 1. alternatíva környezeti összehasonlítása

A kísérleti projektváltozatok környezeti hatékonyságának áttekintése a következő táblázatban látható.

16. táblázat: A 0. és az 1. alternatíva környezeti hatékonysági mutatói

Sz.	A mutatók leírása	0. alternatíva	1. alternatíva
1	Esővíz visszatartása	Nem	Igen
2	A szennyvíz felhasználása	Nem	Igen
3	Ivóvíz-takarékosság	Nem	Igen
4	Alacsonyabb villamosenergia-fogyasztás	Igen	Részben
6	Víz- és talajvédelem	Nem	Igen
7	Környezetvédelmi nevelés	Nem	Igen



1. RÉSZ

3.4.4. A pénzben nem értékelhető előnyök leírása

Az újrahasznosított víz építési termékek előállítása céljából történő felhasználásának pénzben nem kifejezhető előnyei a következők:

17. táblázat: társadalmi előnyök

Sz.	A mutatók leírása	0. alternatíva	1. alternatíva
1	Pozitív hatások a helyi közösségre	Nem	Igen
2	Oktatási érték: új tudáskapacitások megszerzése kísérleti beruházások megvalósításával	Nem	Igen
3	A leromlott terület fejlesztési célú felhasználása.	Nem	Igen

3.5. ÖSSZEHASONLÍTÁS ÉS SÚLYOZÁS AZ OPTIMÁLIS ALTERNATÍVA KIVÁLASZTÁSÁHOZ

Az MCA-technikák általában két szakaszban alkalmazzák a numerikus elemzést a teljesítménymátrixra.¹²

1. Pontszámítás: az egyes lehetőségek várható következményeihez minden egyes kritérium esetében a preferencia erősségének skáláján számszerű pontszámot rendelünk. A jobban preferált lehetőségek magasabb pontszámot kapnak a skálán, a kevésbé preferáltak pedig alacsonyabbat. A gyakorlatban gyakran használnak 0-tól 100-ig terjedő skálákat, ahol a 0 a valós vagy hipotetikus legkevésbé preferált opciót, a 100 pedig a valós vagy hipotetikus leginkább preferált opciót jelenti. Az MCA során figyelembe vett összes lehetőség 0 és 100 közé esik.

2. Súlyozás: számszerű súlyokat rendelnek hozzá, hogy minden egyes kritérium esetében meghatározzák a kiválasztott skála felső és alsó része közötti eltolódás relatív értékét.

Az azonosított MCA-elemzési kritériumcsoportok: gazdasági, környezeti és társadalmi kritériumok esetében a befektetők 5 rangsoros súlyskálát állítottak fel.

Az újrahasznosított víz felhasználásának legkedvezőbb alternatívájának kiválasztása az építési termékek gyártására szolgáló rendszerben a következő súlyozási tényezőkkel bír:

- 1 - nagyon rossz
- 2 - gyenge
- 3 - kielégítő
- 4 - jó
- 5 - nagyon jó

¹² Communities and local governments: Multi-criteria analysis: a manual. Department for Communities and Local Government: London, 2009, pages 6-7, 19-20



1. RÉSZ

A pontozással kifejezett súlyozási tényezőket a befektetők (MBVOD és Nigrad) értékelték a kitűzött célokkal összhangban, a beruházással kapcsolatban:

- az esővíz és a szennyvíz felhasználásának képessége, vagyis az építőanyag előállításához szükséges ivóvíz megtakarítása,
- esővíz maximális visszatartása a helyszínen,
- víz- és talajvédelem,
- környezetvédelmi nevelés, a kísérleti beruházásból származó ismeretek felhasználhatók a jövőbeni körkörös vízügyi intézkedésekre irányuló beruházások során.

18. táblázat: Az alternatívák értékelése a meghatározott négy kritérium (műszaki, gazdasági, környezeti és társadalmi előnyök) alapján

Sz.	Tételek	Mértékegység	0. alternatíva	1. alternatíva
I MŰSZAKI KRITÉRIUMOK				
A. víztározó				
1	Mennyiség	liter	1	5
B. szivattyú				
2	A rendszer üzemeltetése (szivattyúk)	Kézi/automata vezérlés	1	5
3	Villamosenergia-igény	kWh	1	3
4	Szükséges hely	m ²	1	5
5	Vízáramlás	l/mp.	1	3
C. A szükséges vízmennyiség				
6	Esővíz	m ³ /év	1	5
7	Szennyvízkezelőből származó szennyvíz	m ³ /év	1	5
8	Rendelkezésre álló esővízgyűjtő területek	m ²	1	5
II GAZDASÁGI KRITÉRIUMOK				
9	Beruházási költségek ÁFA-val	€	1	4
10	A rendszer éves bevételei és megtakarításai (2024-ben)	€	1	3
11	Éves működési költségek (2024-ben)	€	1	3
12	Működési költségek	€/m ³	1	5
13	A befektetés megtérülésének időszaka	években	1	3
14	A beruházás nettó jelenértéke FNVP	€	1	4
III KÖRNYEZETVÉDELMI KRITÉRIUMOK				
15	Esővíz visszatartása	-	1	5
16	A szennyvíz felhasználása	-	1	5
17	Ivóvíz-takarékosság	-	1	5
18	Alacsonyabb villamosenergia-fogyasztás	-	1	3
19	Víz- és talajvédelem	-	1	5
IV. TÁRSADALMI KRITÉRIUMOK				
20	Pozitív hatások a helyi közösségre	-	1	5
21	Környezetvédelmi nevelés	-	1	5
22	Leromlott állapotú földterületek használata	-	1	5
EREDMÉNY			22	96



1. RÉSZ

Következtetés: Az értékelési táblázat azt mutatja, hogy az optimális beruházási alternatíva az 1. alternatíva, mivel pozitív műszaki, környezeti és társadalmi előnyökkel jár, amelyek összhangban vannak a befektetők által kitűzött célokkal. Mint már korábban említettük, a gazdasági kritériumok értékelése az értékelés kevésbé fontos része kell, hogy legyen (ebben az értékelésben 6 kritérium az összesen 22-ből). Ez különösen igaz a középületek vagy közberuházások esetében, amelyeknek a gazdasági előnyökön kívül más környezeti és társadalmi előnyöket is fel kell mutatniuk.



4. AZ UNIÓS KEZDEMÉNYEZÉSEK KERETÉBEN KIFEJLESZTETT ÉS KIPRÓBÁLT ÉRTÉKELÉSI ESZKÖZÖKRE VONATKOZÓ BEVÁLT GYAKORLATOK PÉLDÁI

A várostervezés az elmúlt években nagymértékben fejlődött, és számos szempontot és területet (műszaki, ökológiai, gazdasági és társadalmi) kell figyelembe venni a fenntartható és minőségi városi élet biztosítása érdekében, valamint a városi vízgazdálkodás is fejlődött, és multidiszciplináris megközelítést igényel.

Számos bevált gyakorlatot dolgoztak ki és teszteltek különböző uniós kezdeményezések keretében. Ebben a fejezetben bemutatunk néhányat, amelyek átfogó megközelítést alkalmaztak a városi vízgazdálkodás értékelésére.

4.1. iWater TOOL- INTEGRÁLT HULLADÉKVÍZKEZELÉSI ESZKÖZTÁR

Az integrált csapadékvíz-gazdálkodási eszköztárat az Interreg Central Baltic Programme 2014-2020 projekt keretében fejlesztették ki és tesztelték, az „iWater¹³ e” elnevezésű projekt célja a balti-tengeri régió városai várostervezésének javítása volt. Az iWater projekt az EU balti-tengeri régióra vonatkozó stratégiájának kiemelt projektje a horizontális éghajlat-politikai fellépés tekintetében.

A projekt fő tevékenységei:

- A meglévő várostervezés javítása
- 7 csapadékvíz-stratégia kidolgozása
- Új csapadékvíz-megközelítések és eszközök adaptálása
- A szakértői értékelés értékelési kritériumainak meghatározása a csapadékvíz-gazdálkodáson belül
- Kapacitások fejlesztése és a legjobb csapadékvíz-gazdálkodási gyakorlatok cseréje
- Terjesztési tevékenységek.

AZ ESZKÖZTÁRRÓL

Az eszköztár a városi csapadékvíz-kezelés általánosan használt megközelítéseit és gyakorlati eszközeit tartalmazza.

KIKET céloz meg?

- Tájépítészek
- Építészek
- Várostervezők és tervezők
- A városi vízgazdálkodás megtervezésével/tervezésével vagy irányításával kapcsolatosan érdekelt vagy abban dolgozó felek.

¹³ <http://www.integratedstormwater.eu/about>



1. RÉSZ

Jellemzők

Az eszköztár három területet fed le. Ez a három terület a különböző tervezési szinteken a többfunkciós és rugalmas vízrendszerek fejlesztéséhez szükséges intézkedéseket foglalja magában.

HÁROMPONTOS MEGKÖZELÍTÉS	
VÁROSI RUGALMASSÁG	Tartalmazza a lehetséges esőzések hatásainak enyhítésére összpontosító területrendezési megoldásokat vagy eszközöket, valamint a jövőbeli változó forgatókönyvekhez való alkalmazkodás technikai alapjait.
TECHNIKAI OPTIMALIZÁLÁS	Tartalmazza a csapadékvíz csökkentését célzó megoldásokat és eszközöket, amelyek célja a politikailag meghatározott szolgáltatási szint teljesítése, figyelembe véve a helyi sajátosságokat.
NAPI ÉRTÉKEK	A csapadékvíz kezelését célzó megoldások célja, hogy több ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtsanak, és a minőségi megoldás érdekében be kell építeni őket a városi terek mindennapi működésébe.



1. RÉSZ

Bemutatott eszközök

Az eszköztár 16 különböző eszközt tartalmaz annak érdekében, hogy segítse a szakértőket, az érdekelt feleket és a döntéshozókat a városi területeken az esővíz átfogó kezelésében. Az eszközök a következő csoportokba sorolhatók:

KATEGÓRIA	*LEÍRÁS
1. STRATÉGIAI MEGKÖZELÍTÉSEK	- Oktatás és elkötelezettség (olyan gyakorlatok, amelyek lehetőséget biztosítanak a közösségek vízgazdálkodással kapcsolatos oktatására és abba való bevonására) - Zöld infrastruktúra (természetes és természetközeli létesítmények hálózata, beleértve az erdőket, parkokat, zöld tetőket, utcai fákat, folyókat és vizes élőhelyeket) - Alacsony hatású fejlesztés és vízerzékeny városi tervezés - Forrásszabályozás (kisléptékű technikák a fejlesztés előtti hidrológiai viszonyok reprodukálása/ fenntartása érdekében) - Vízerzékeny tervezés
2. TERVEZÉST TÁMOGATÓ ESZKÖZÖK	- Tanúsítási rendszerek - Felhőszakadás-kezelési terv - Árvíz kockázat felmérése és feltérképezése - Green (Area) Factor GAF (Green Space Factor és Biotope Area Factor néven ismert, a zöldinfrastruktúra fejlesztésére szolgáló eszköz az ingatlanok zöldfelületein) - Zöld infrastruktúra audit (egy adott terület zöld infrastrukturális jellemzőinek és elemeinek feltérképezése és elemzése) - Élő víziutak - Csapadékvízprogramok és iránymutatások (leíró dokumentumok) a kormányzat/önkormányzat csapadékvíz-gazdálkodási elvei - Lefolyási együttható számítása (a lefolyási mélység és a lefolyás előtti mélység aránya) - Vízgyűjtőterület-értékelés (a földhasználat változásainak a csapadékvíz-elvezetés miatti lehetséges hatásainak elemzése)
3. TERVEZÉSI/SZERKEZETI MEGOLDÁSOK	- Fenntartható csapadékvíz-kezelési megoldások - Zöld utcák - Fenntartható városi vízelvezető rendszer legjobb gazdálkodási gyakorlata
4. ÉRTÉKELÉSI ESZKÖZÖK	- iWater értékelési kritériumok - A fenntartható városi vízelvezetési megoldások (ún. „SuDS”) költségei és előnyei - A fenntartható csapadékvíz megoldások ökoszisztéma-szolgáltatásainak elemzése

*Az egyes eszközök részletes leírása <http://www.integratedstormwater.eu/iwatertoolbox>, Eszközgyűjtemény-archívum.



1. RÉSZ

Fontos tények

Az eszköztár használatából származó fontos tények:

A minőségi tervezés és értékelés érdekében a különböző eszközök kombinált megközelítésére van szükség. A csapadékvíz-gazdálkodással kapcsolatos legfontosabb kihívások közé tartozik, hogy figyelembe kell venni a területek jellemzőit.

A városi vízgazdálkodás eszközei egyre szélesebb körűvé válnak, és az úgynevezett csőalapú vízelvezető rendszerektől a többfunkciós rendszerek felé fejlődnek, beleértve a TÁRSADALMI és ÖKOLÓGIAI szempontokat is.

Kísérleti projektvárosok és helyszínek

Az eszköztárat a következő, különböző csapadékvízzel kapcsolatos kihívásokkal küzdő kísérleti városokban tesztelték.

VÁROS	CSAPADÉKVÍZ KIHÍVÁS	CÉLKITŰZÉS
Gävle, Svédország (Kryddstigen ipari terület)	A tervezési terület a város csapadékvíz-kezelési felelősségi körébe tartozik, ami azt jelenti, hogy a város felelős a tiszta csapadékvíznek a meglévő csapadékvízvezetékbe történő befogadásáért a 10 éves csapadékmennyiségnek megfelelő vízhozamig. Gyakran azonban a csövek nincsenek megfelelően méretezve. Azokat a csapadékvizeket, amelyeket a vízelvezető rendszer nem tud befogadni, helyben kell kezelni késleltetéssel és/vagy beszívárgással.	Gävle városa szeretne javaslatokat kapni arra vonatkozóan, hogy a tervezési terület hogyan tudja kezelni a csapadékvizet, olyan megoldásokkal, amelyek mind árvízvédelmi, mind tisztítási szempontból működnek.
Helsinki, Finnország (csapadékvíz-szűrő egység kísérleti projektje Taivallahti-ban)	Ahogy a városszerkezet sűrűsödik és a beépíthetetlen felületek területe növekszik, úgy nő a csapadékvíz mennyisége is. A csapadékvizet gyakran szennyezik nemkívánatos anyagok, amelyek a levegőszennyezésből, különböző felületekről, szennyvízből, balesetekből, csőtörésekből és egyéb eseményekből származnak. A szennyezés megelőzése érdekében a csapadékvíz minőségét a vízrendszerbe való bevezetés előtt javítani kell.	A közeli Mechelininkatu nevű, nagy forgalmú utcából érkező csapadékvizet csapadékvíz-csatornába vezetik, és a Taivallahti-öbölbe vezetik vissza. A kísérleti fázisban a csapadékvíz egy részét a csapadékvíz-szűrő egységbe vezetik, mielőtt a tengerbe engednék. Az egység megtisztítja a vizet az útról érkező szennyeződésektől és törmelékektől (mikroműanyagok, lebegő szilárd anyagok és egyéb szennyeződések), miközben az áthalad a durva és finom szűrőegységeken.
Jelgava város Svete városrésze, Lettország	A területen tízévente fordulnak elő nagyobb árvizek. Tavasszal, a hóolvadás idején sok víz ömlik a folyóba a területről, és árvizeket okoz a város területén. A csapadékvíz-rendszer sok területen nem megfelelő, lefolyás nélküli árkok jönnek létre, és a víz nem kezelhető, még egy kis árok vagy áteresztő eltömődése is nagy városi területet érint.	A komplex megoldások létrehozását a fejlődő területeken és a meglévő lakóövezetekben is a Jelgava önkormányzat kezdeményezi.



1. RÉSZ

VÁROS	CSAPADÉKVÍZ KIHÍVÁS	CÉLKITŰZÉS
Riga, Lettország (TORŃAKALNS városrész)	Riga város területrendezési terve szerint a kísérleti helyszín a „vízelvezető terület” státuszú területen fekszik (olyan terület, amelyet az építkezés előtt le kell csapolni). A kísérleti területen a vízelvezetést nyílt árkok rendszerén keresztül biztosítják. A telkekről nincs nyílt árkokba történő közvetlen lefolyás, azonban az üres területekről a vízlefolyás gyenge, így a vízelvezetés nem kielégítő - főként a nyílt árkok rossz állapota miatt, amelyek eliszapolódtak vagy tönkrementek	A kísérleti terület fejlesztési terve a zöldövezetek revitalizációjára és funkcionalitásuk javítására vonatkoznak, zöld infrastrukturális megoldásokon alapuló fenntartható csapadékvíz-visszattartási és vízelvezetési funkciók hozzáadásával.
Söderhamnsporten, Söderhamn, Svédország	2013 augusztusában egy heves esőzés nagy áradást okozott a térségben. Ez gondot okozott a terület fontos közlekedési funkcióinak ellátásában.	Az árvízi problémák megoldása és a terület fejlesztésével kapcsolatos egyéb tervek megvalósítása.
Tartu, Észtország A. helyszín: Jaamamõisa terület B. helyszín: Annelinn, Väike Anne csatorna területe	A. helyszín: A GAF eszközt tervezési eszközként adaptálták Tartuban. B. helyszín: a legnagyobb, főként az 1970-es években épült lakóterületek része. Az árkok csapadékvíz-tisztításra való felhasználásának lehetőségei az Ema-jogi vízgyűjtőbe való bejutás előtt jelenleg is kutatások tárgyát képezik. Folyamatban van továbbá a meglévő lakóterületen az integrált csapadékvíz-kezelési rendszer használat lehetséges igényeinek és előnyeinek elemzése.	A. helyszín: A fő hangsúly a csapadékvíznek a várostervezés során való felhasználására vonatkozó ötletek keresésére és tesztelésére irányult. B. oldal: Annak kiderítése, hogy ennek a vízgyűjtő területnek a csapadékvizeit lehet-e a Väike Anne csatorna segítségével kezelni.
Kirstinpuisto város terve (Kirstinpuiston asemakaava) Turku, Finnország	A csapadékvizeket egy csapadékvízvezetéken keresztül vezetik a tengerbe, amely már a maximális kapacitásának határán van. A helyzetet tovább rontja a regionális szennyvíztisztító telep, amely szennyvizeit ugyanabba a csővezetékbe vezeti.	Csökkenteni kell a csapadékvíz-csővezeték csúcsterhelését. Ezért a cél az, hogy a lehető legtöbb csapadékvizet visszatartsák az új városrendezési tervben szereplő területeken, például a Kirstinpuisto területén.

Részletesebb információk a projektről és az eszköztárról, hivatkozások:

Az iWater projektről <http://www.integratedstormwater.eu/about>

Az eszköztárról <http://www.integratedstormwater.eu/iwatertoolbox>

A kísérleti helyszínekről <http://www.integratedstormwater.eu/pilot-sites>



1. RÉSZ

4.2. AQUAENVEC ESZKÖZ - KÖRNYEZETI ÉS GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉS

Az „Aquaenvec eszközt” az „Aquaenvec - A városi vízkörforgás öko-hatékonyságának értékelése és javítása LCA és LCC segítségével” LIFE projekt keretében fejlesztették ki és tesztelték.

A projekt középpontjában a környezeti és gazdasági értékelésnek a városi vízkörforgás öko-hatékonyságára vonatkozó átfogó tanulmányába történő integrálása állt.

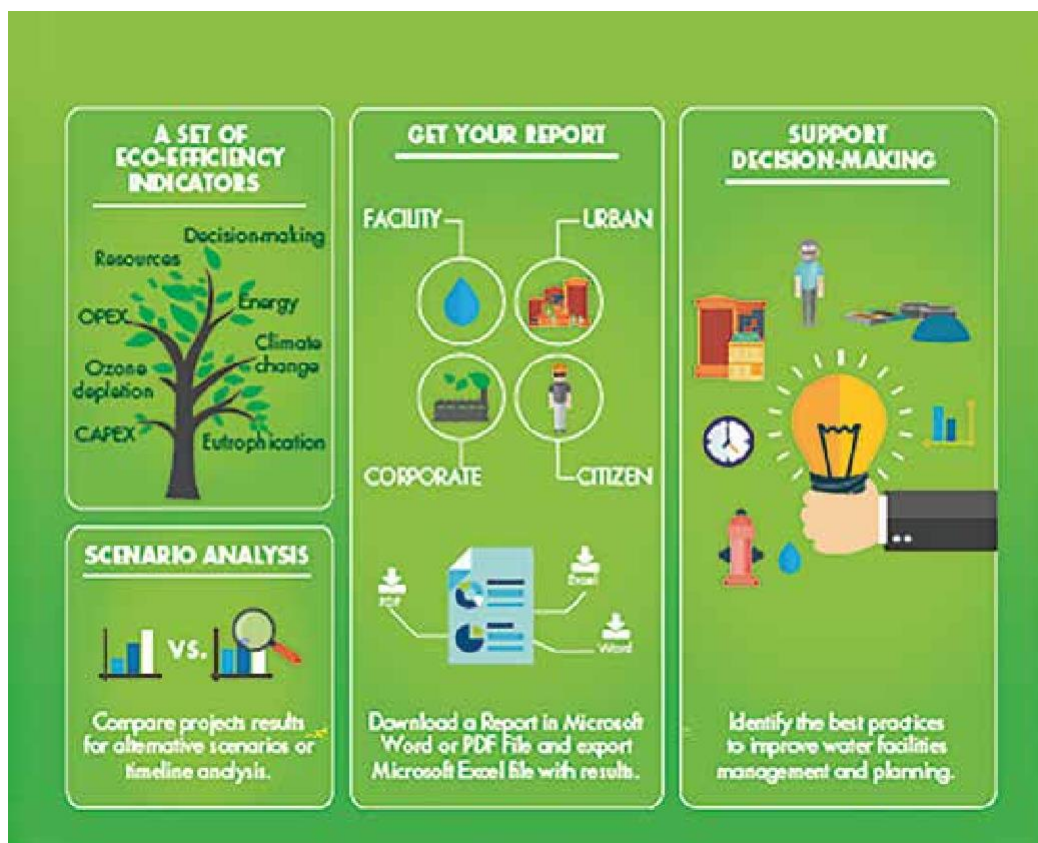
A projekt célja az volt, hogy környezeti és gazdasági elemzéseken keresztül döntéshozatali eszközöket biztosítson az öko-hatékonyság optimalizálására a városi vízkörforgás fenntartható kezelésének biztosítása érdekében.

A következő elemzések állnak rendelkezésre:

- Életciklus-elemzés (LCA) és a városi vízkörforgás hatáscsökkentési lehetőségei
- Életciklus-költségszámítás (LCC) és a városi vízkörforgásban elért költségmegtakarítások értékelése
- Környezeti, gazdasági és ökológiai hatékonysági mutatók a döntéshozatal támogatására és a következők előmozdítására:
 - a természeti erőforrások fenntartható felhasználása és a végtermékek újrafelhasználása
- Felhasználóbarát eszközfejlesztés a politikai döntéshozók, valamint az állami és magán vízgazdálkodók támogatására.

AZ ESZKÖZRŐL

Az „Aquaenvec eszköz” olyan webalapú felhasználóbarát eszköz, amelyet a városi területeken végzett vízgazdálkodási tevékenységek ökológiai hatékonyságának értékelésére és javítására fejlesztettek ki.¹⁴



¹⁴ <http://www.life-aquaenvec.eu/the-aquaenvec-tool/>



1. RÉSZ

Kik számára?

- A köz- és magán vízgazdálkodók számára.

Jellemzők

- Innovatív öko-hatékonysági megközelítés, beleértve a következőket
- Teljes városi vízkörforgás
- A környezeti hatások csökkentése (LCA)
- Költségminimalizálás (LCC)

Az eszköz használata

- Az eszköz online elérhető, telepítés nem szükséges
- Az eszközt angol és spanyol nyelven fejlesztették ki
- Környezeti, gazdasági és öko-hatékonysági mutatókat tartalmaz
- Azonosítja a legjobb gyakorlatokat az eredmények javítása érdekében
- A felhasználó képes letölteni a jelentést Word vagy PDF fájlban, vagy exportálni az eredményeket excel fájlba
- A különböző projektek eredményei összehasonlíthatók (forgatókönyv-elemzés).

Az eszköz jellemzői és működése

Regisztráció	Felhasználónév, jelszó, elérhetőség, szervezet, szakterület és a jogi felhasználási feltételek elfogadása.
Az új projekt létrehozása az értékeléshez	Új projekt létrehozására különböző lehetőségek vannak. A felhasználó választhat egy városi vízkör projekt (amely a ciklus minden szakaszát magában foglalja) és egyetlen vízügyi létesítmény között. Egyetlen vízügyi létesítmény kiválasztása esetén a felhasználónak meg kell adnia azt is, hogy a vízciklus mely szakaszait veszi figyelembe: DWTP (ivóvíztisztító telep), ellátóhálózat, csatornahálózat és WWTP (szennyvíztisztító telep). 



1. RÉSZ

1. LEHETŐSÉG: AZ ESZKÖZ HASZNÁLATA VÁROSI VÍZKÖR RENDSZER ESETÉBEN (minden szakaszra kiterjedően)

A tanulmányozni kívánt városra vonatkozó adatok

1.SZAKASZ		IVÓVÍZTISZTÍTÓ TELEP
1. LÉPÉS: Általános adatok felvétele		Kémiai kezelés: vegyi anyagok adagolása Membrános kezelés: membrános kezelés Kiterjesztett fertőtlenítés: kiterjesztett fertőtlenítés Izapkezelés: sűrítés, víztelenítés (szűrés, centrifugálás), szárítás (hőszárítás, automatizálás, napenergiás szárítás) Az iszap végső ártalmatlanításig (hulladéklerakóba kerülő iszap, energetikai hasznosításra kerülő iszap és újrahasznosításra kerülő iszap)
2. LÉPÉS: Érvényesítés		Az általános adatoknak a validálási lépésben történő felvétele után az eszköz a folyamatokra és kezelésekre vonatkozó ajánlásokat nyújt felhasználói útmutatóként
3. LÉPÉS:		Az üzemeltetésre és karbantartásra vonatkozó aktuális adatok beépítése. A „Kezelések” részben láthatja a tervezett programot, és minden egyes elem esetében módosíthatja annak sajátos jellemzőit. Ez a lépés azt is lehetővé teszi, hogy több adatot vegyünk fel a hulladékártalmatlanításról, a vízminőségről, az ivóvíz minőségéről és a felhasznált megújuló energiáról.
2. SZAKASZ		ELLÁTÓHÁLÓZAT
1. LÉPÉS: Általános adatok felvétele		A hálózatra és a csatlakozásokra vonatkozó jellemzők (a hálózat élettartama, csúcstérképesség, vízcsatlakozás, stb.).
2. LÉPÉS: Az ellátási hálózatra vonatkozó információk beépítése		Építési rész: a felhasználó hozzáadja a hálózat csöveinek és egyéb anyagainak leírását. Összefoglaló információk: a csőanyagokat bemutató grafikon, amely tartalmazza az anyag típusára, méretére, hosszára vonatkozó információkat.
3. LÉPÉS: Az üzemeltetésre és karbantartásra vonatkozó adatok felvétele		Négy alfejezetet tartalmaz: fogyóeszközök (villamos energia és nátrium-hipoklorit fertőtlenítés), hálózatsere, tartozékok újbóli elhelyezése és egyéb karbantartási kérdések (szívárgás, személyzeti költségek, laboratórium, tisztítás, stb.).



1. RÉSZ

3. SZAKASZ		CSATORNAHÁLÓZAT
1. LÉPÉS: Általános adatok felvétele		A hálózatra és a csatornahálózat típusára vonatkozó adatok: kiszolgált lakosság, gyűjtött víz, éghajlat stb. Ismét bemutatunk néhány feltételezést a hálózati elemekkel kapcsolatban.
2. LÉPÉS: Az üzemeltetésre és karbantartásra vonatkozó adatok beépítése		Energiafogyasztás: villamosenergia-adatok. Hálózatcsere: a korábban az „Építés” szakaszban ismertetett éves csőcserék hozzáadása. Tartozékok cseréje: a korábban az „Építés” szakaszban kifejtettek szerint évente cserélendő tartozékokat kell hozzáadni. Csatornatisztítás és -ellenőrzés: áramfogyasztás, benzin, gázolaj, tisztítási költségek, hulladékkezelés, stb. Egyéb üzemeltetési és karbantartási kérdések: személyi költségek, karbantartás, laboratórium és elemzés.
4.SZAKASZ		SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEP
1. LÉPÉS: Általános adatok felvétele		A létesítmény neve, az áramlással kapcsolatos adatok, a kiszolgált települések száma és a lakosságszám egyenértéke
2. LÉPÉS: tervezési szakasz		A tervezési szakasz nagyon hasonlít a DWTP szakaszhoz, de a kezelések eltérőek. A vízkezeléssel kapcsolatos részletek. Iszapkezelés.
3. LÉPÉS: Az üzemeltetésre és karbantartásra vonatkozó adatok felvétele		Az üzemeltetésre és karbantartásra vonatkozó adatok felvétele. A „Kezelések” szakaszban láthatja a tervezett rendszert, és további információkat kaphat a hulladék ártalmatlanításáról, ugyanazokkal a paraméterekkel, mint a DWTP szakaszban. A vízminőséget (be- vagy kimenő) illetően lehetőség van a települési szennyvízkibocsátásról szóló irányelvvel (91/2717/EGK irányelv), fémekkel, PPCP-kkel és ártalmatlan anyagokkal kapcsolatos adatok megadására. Az „Egyéb üzemeltetési és karbantartási kérdések” részben megadhatja a gázolaj- és földgázfogyasztást.
5. SZAKASZ		A PROJEKT EREDMÉNYJELENTÉSÉNEK MEGTEKINTÉSE
EREDMÉNYEK		Ha a projekt összes aktív szakaszát helyesen befejezte, az „Eredmények” gombra kattintva érheti el és tekintheti meg a jelentéseket. Környezetvédelmi eredmények: a globális felmelegedési potenciálra, az eutrofizációs potenciálra, az ózonréteg pusztulásának potenciáljára és a kumulatív energiaigényre vonatkozó adatok bemutatása. Gazdasági eredmények: az életciklus során felmerülő költségekre vonatkozó adatok, volumetrikus költségek, az üzemeltetés és karbantartás éves költségei, az egy lakosra jutó éves költségek és további információk a kiválasztott szakasztól és l függően. Az öko-hatékonysági eredmény a környezeti és gazdasági adatok keresztmetszetét tartalmazza.
2. LEHETŐSÉG: AZ ESZKÖZ HASZNÁLATA EGYETLEN VÍZÜGYI LÉTESÍTMÉNY ESETÉBEN		Egyetlen vízügyi létesítmény kiválasztásakor a felhasználónak meg kell adnia, hogy a vízciklus mely szakaszait veszi figyelembe: DWTP (ivóvíztisztító telep), ellátóhálózat, csatornahálózat és WWTP (szennyvíztisztító telep).



2. RÉSZ

Mérnöki innováció és természetközeli megoldások a körkörös vízhasználatban



2. RÉSZ
1. FEJEZET

Tartalom I 1. fejezet: Esővízkezelés

1. BEVEZETÉS	45
1.1. A KÉZIKÖNYV 2. RÉSZÉRŐL	46
1.2. KÖRKÖRÖS VÍZGAZDÁLKODÁS	47
1.3. TERMÉSZETALAPÚ MEGOLDÁSOK (NBS)	48
1.4. FENNTARTHATÓ VÁROSI VÍZELVEZETŐ RENDSZEREK (SUDS)	48
1.5. EURÓPAI SZABÁLYZATOK ÉS JOGSZABÁLYOK	49
2. A FENNTARTHATÓ ESŐVÍZGAZDÁLKODÁS ESZKÖZEI	50
2.1. ESŐVÍZGYŰJTÉS (RWH) IVÓVÍZ ÉS NEM IVÓVÍZ CÉLÚ ÚJRAFELHASZNÁLÁS CÉLJÁBÓL	52
2.1.1. Esővízgyűjtő (RWH) rendszer elemei	52
2.1.2. Az RWH rendszer méretezése	57
2.1.3. Üzemeltetés és karbantartás	58
2.1.4. Az összegyűjtött esővíz felhasználása és alkalmazása	58
2.1.5. Előnyök	59
2.1.6. Teljesítmény	59
2.1.7. Költségek	59
2.1.8. Higiéniai szempontok	60
2.1.9. Esővízkezelés ivóvízként történő felhasználásra épületekben	60
2.1.10. Normatív szabványok	61
2.1.11. Esővízgyűjtés az épületek adiabatikus hűtéséhez	61
2.2. ESŐVÍZ VISSZATARTÁS ÉS PÁROLGÁS	62
2.2.1. Zöldtetők	62
2.2.2. Zöldfalak/burkolatok	64
2.2.3. Esőkertek (bioretenciós rendszerek)	66
2.2.4. Visszatartó tavak	68
2.2.5. Szabad felszíni áramlású mesterséges vizes élőhelyek	69
2.2.6. Felszín alatti áramlású mesterséges vizes élőhely	71
2.2.7. Visszatartó medencék	72
2.3. INFILTRÁCIÓ	74
2.3.1. Áteresztő / porózus burkolat	76
2.3.2. Szűrősávok	79
2.3.3. Csatornák (növényzettel borított csatornák / biocsatornák)	80
2.3.4. Beszivárogtató medencék	81
2.3.5. Beszivárogtató árkok	83
2.3.6. Füvesített árok-szikkasztó blokk beszivárogtatás	85



2. RÉSZ

1. FEJEZET



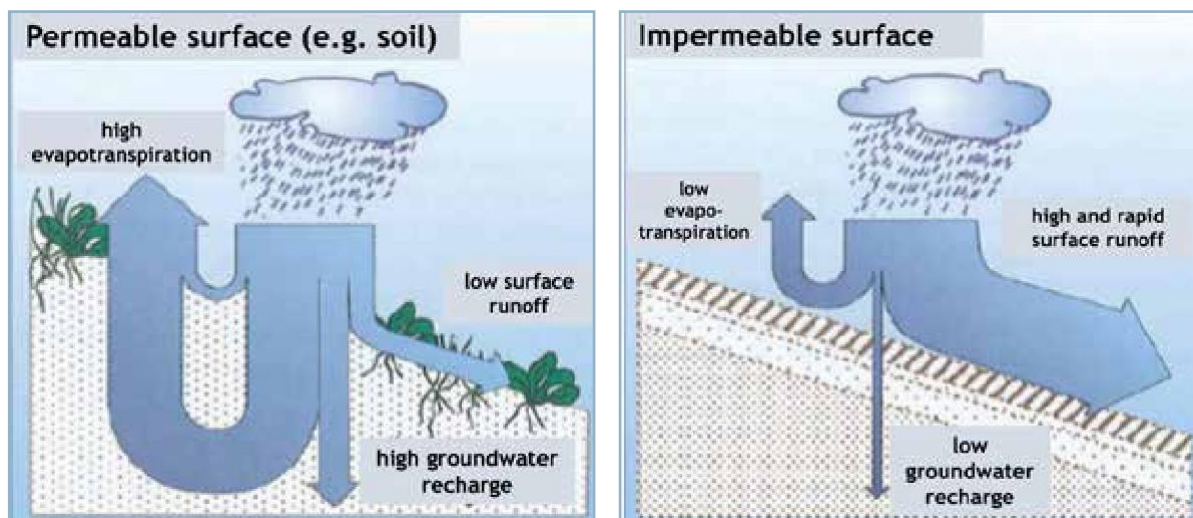
3. A KÜLÖNBÖZŐ ESŐVÍVÍZGAZDÁLKODÁSI INTÉZKEDÉSEK ÁTTEKINTŐ MÁTRIXA	88
4. JÓ PÉLDÁK	90
4.1. ESŐVÍZGYŰJTÉS BELSS-LÜDECKE LAKÓNEGYED, BERLIN	90
4.2. POTSDAMER PLATZ, BERLIN	93
4.3. OLIMPIAI STADION, BERLIN	93
4.4. BERLIN-BRANDENBURGI NEMZETKÖZI REPÜLŐTÉR (BBI)	96
4.5. HAMBURGI VÍZCIKLUS® (HWC)	97
4.6. EMSCHERGENOSSENSCHAFT	98
4.7. KURAS - KONCEPCIÓK A VÁROSI CSAPADÉKVÍZ-GAZDÁLKODÁSHOZ, VÍZELVEZETŐ ÉS SZENNYVÍZELVEZETŐ RENDSZEREK	99
4.8. A GORLA MAGGIORE-I VÍZIPARK (KOMBINÁLT SZENNYVÍZCSATORNA TÚLFOLYÁS KEZELÉSE)	100
4.9. VISSZATARTÓ TALAJSZŰRŐ (RSF) RENDSZER BERLIN-ADLERSHOFBAN	103
4.10. ESŐVÍZGYŰJTÉS ÉS -HASZNOSÍTÁS ESŐKERTEKKEL BYDGOSZCZ VÁROSÁBAN	104
4.11. ESŐVÍZ-ÚJRAHASZNOSÍTÁS: TETŐKERT ÉS AEROPONIKUS ÜVEGHÁZ TORINÓBAN	105
5. TOVÁBBI BIBLIOGRÁFIA	106



1. Bevezetés

2030-ra a világ vízellátása és a kereslet között 40%-os különbség alakulhat ki. Ugyanakkor a szennyvíz 80%-a jelenleg kezeletlenül kerül vissza a környezetbe¹. Ezért itt az ideje, hogy feltárjuk a körkörös vízgazdálkodási megoldásokat, és optimális újrafelhasználással zárt rendszereket alakítsunk ki, hogy megakadályozzuk ezeknek az értékes erőforrásoknak az elvesztését.

A városi vízgazdálkodás hagyományos, centralizált modellje több kihívással is szembesül, elsősorban az elöregedett, túlméretezett és drága infrastruktúrához, a gyenge irányítási struktúrákhoz és az új infrastrukturális projektek korlátozott beruházási lehetőségeihez kapcsolódó problémák miatt. Az éghajlatváltozás miatt a vízellátottsági viszonyok is gyorsan változnak. A hagyományos városi vízgazdálkodásnak ez az útja a társadalmi és ökológiai degradáció és a magas tőkebefektetések magas árával jár. Az urbanizáció megváltoztatja a természetes tájat, és hatással van a természetes vízkörforgásra, amelyet általában több hidrológiai folyamat, például a párolgás, a csapadék, a beszivárgás és a növények általi transzpiráció tart egyensúlyban. A vízáteresztő felületek építési tevékenységek következtében megnövekedett tömítettsége révén csökken a talaj áteresztő képessége, valamint a talajba beszivárgó víz mennyisége, ami hatással van a teljes vízháztartásra. Az át nem eresztő felületek növekedése nagyobb mennyiségű csapadékvíz-elvezetést eredményez, ami a városi áradások és a felszíni vizek szennyezésének növekedéséhez vezet (1. ábra).



1. ábra: A lefolyó víz mennyiségének változása az urbanizáció következtében².

A városi területek vízhiánya, amelyet az éghajlatváltozás is felerősít, negatív hatást gyakorol a városi ökoszisztémára, ami a talajvízszint csökkenéséhez, városi hősziget hatásokhoz, a távolsági vízellátás iránti megnövekedett igényhez és fogyasztási csúcsidőszakokhoz vezet, különösen a nyári hónapokban - hogy csak néhányat említsünk.

1 Connor, R., Renata, A., Ortigara, C., Koncagül, E., Uhlenbrook, S., Lamizana-Diallo, B.M., Zadeh, S.M., Qadir, M., Kjellén, M., Sjödin, J. and Hendry, S. (2017) The United Nations world water development report 2017. Wastewater: The untapped resource. The United Nations World Water Development Report

2 Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung (2006) Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. <https://www.risa-hamburg.de/fileadmin/risa/Downloads/Dezentrale%20naturnahe%20Regenwasserbewirtschaftung.pdf>



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

Távoli vízkészletek felhasználása helyett meg kell találni a módját annak, hogy a vízkészleteket a lehető legjobban osszák el az emberi szükségletek kielégítésére. A vízigény egy részét (ha nem is az egészet) a helyi vízforrások - ideértve az esővizet, a szennyvizet és a szürkevizet - állományából lehet fedezni. Ezeket a helyi vízforrásokat a városi területeken hagyományosan „szennyvízként” kezelték, és végül a közcsatornába vezették.

A helyi vízkészletek felhasználása kapcsolódik a városi fenntarthatóságról folyó vitához is, amely elismeri a helyi megoldások fontosságát, valamint a helyi önkormányzatok és a városok kulcsszerepét a fenntartható fejlődés keresésében. Ezt az elvet a helyi Agenda 21 és a fenntartható fejlődési célok (SDG, 2015)³ alapján Európában és máshol is megvalósították.

A városi területek hagyományos vízgazdálkodásának másik fő problémája az esővíz gyors elvezetése a kombinált csatornahálózaton keresztül, ami a szennyvíztisztító telepek hidraulikai terhelésének növekedéséhez és a felszíni víztestek minőségének romlásához vezet. Ennek fényében, valamint az EU vízügyi keretirányelvének (WFD, 2000)⁴ a jó vízállapot elérésére vonatkozó követelményei alapján törekedni kell az esővíz és a szennyvíz elkülönített elvezetésére.

1.1. A kézikönyv 2. részéről

Közép-Európa országaiban jelentős különbségek vannak a vízkészletek rendelkezésre állása és a vízkészletekkel való gazdálkodás tekintetében. Számos közép-kelet-európai régióban és városban a központi vízellátó hálózatokban a vízvesztések szintje is magas, akár az 50%-ot is elérheti. Ezért az éghajlatváltozás és a városfejlesztés tartósan fennálló negatív hatásai miatt sürgősen új és innovatív vízgazdálkodási rendszereket kell kidolgozni. Az esővízgyűjtésnek és a víz újrafelhasználásának az általános vízgazdálkodási rendszerek szerves részévé kell válnia ezekben az országokban a vízellátás biztosítása, az értékes vízkészletek megőrzése és az ökoszisztéma védelme érdekében.

Ez az innovatív mérnöki és természetalapú megoldások (NBS) Városi Vízkör Kézikönyv a hatóságok, tervezők, területfejlesztők, mérnökök, ingatlanulajdonosok és más érdekelt felek számára nyújt tájékoztatást a fenntartható esővízgazdálkodás és a szürkevíz újrafelhasználásának legmodernebb technológiájáról városi környezetben. Eszközként szolgál, és útmutatást nyújt az esővízgazdálkodási rendszer/az esővíz újrahasznosítási technológia adott helyszínnek megfelelően történő kiválasztásához.

Kézikönyv célja, hogy támogassa a döntéshozókat abban, hogy a vízkészletekkel való gazdálkodás decentralizáltabb megközelítése felé mozduljanak el, és közelebb kerüljenek a fenntartható fejlődési célok eléréséhez és a nagyobb vízellátási önellátáshoz.

A kézikönyv két fő részre oszlik, amelyek a következőkkel foglalkoznak: 1) fenntartható eszközök az esővízkezeléshez és 2) eszközök a szürkevíz újrahasznosításához és újrafelhasználásához.

A kiadványban az esővíz és a csapadékvíz kifejezéseket felcserélhetően használjuk.

3 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

4 WDF - "Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy"

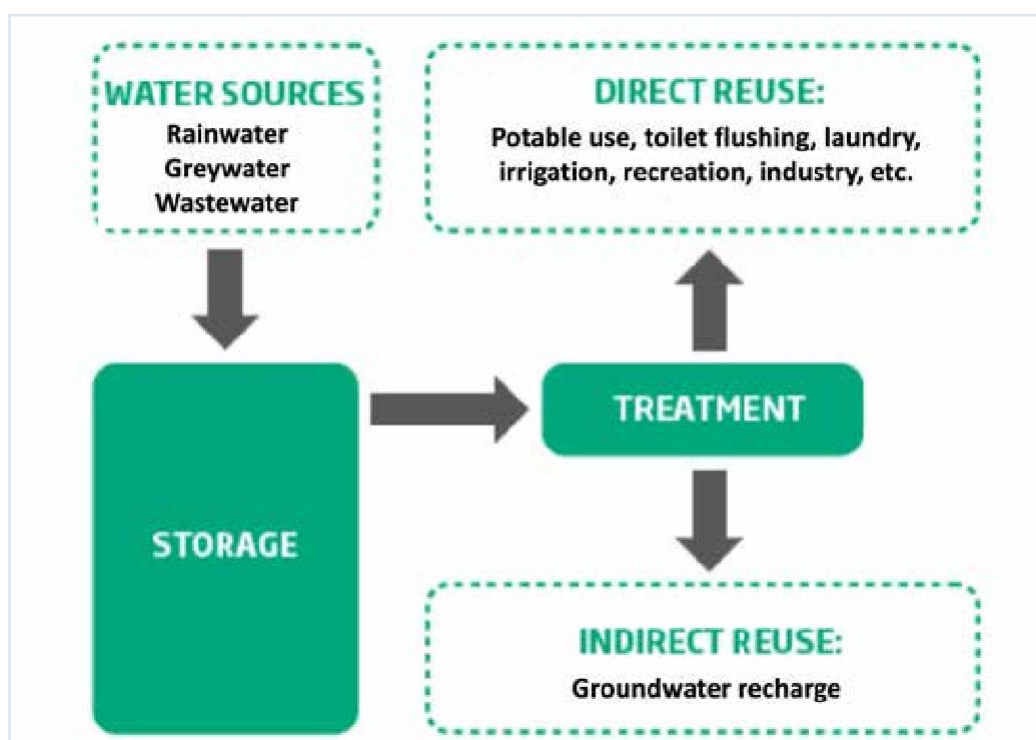


1.2. Körkörös vízgazdálkodás

A víz új, körkörös útját a hagyományos lineáris modell alternatívájaként vagy kiegészítéseként képzelik el, amely különböző térbeli szinteken alkalmazható decentralizált vízgazdálkodási lehetőségeket kínál. Ezért a körkörös vízgazdálkodás célja, hogy a szennyvizet erőforrásként (víz, energia és tápanyagok) használja fel a körkörös gazdaság koncepciójával összhangban és a következő fontossági sorrend alapján:

- Elkerülés (ha lehetséges)
- Csökkentés
- Újrahasznosítás
- Újrafelhasználás
- Ártalmatlanítás (ha kell).

A legtöbb iparosodott országban a meglévő víz- és szennyvízinfrastruktúra nem megfelelő a körkörös vízgazdálkodás támogatásához. Ezt optimalizálni kell a vízvesztések csökkentése érdekében, és az új vízügyi infrastruktúrát úgy kell megtervezni, hogy az elősegítse a körkörös vízhasználati gyakorlatokat. Az esővíz és a szennyvíz értékes víz-, energia- és tápanyagforrások, amelyek összegyűjthetők, kezelhetők, újrahasznosíthatók és újrafelhasználhatók a vízkörforgás lezárása és a körkörös vízgazdálkodás felé vezető út előkészítése érdekében Közép-Európában és máshol (2. ábra).



2. ábra: A vízkészletek sorsa a körkörös vízgazdálkodásban
(Hoffmann és tsai 2015)⁵.

⁵ Hoffmann, B., Laustsen, A., Jensen, I. H., Jeppesen, J., Briggs, L., Bonnerup, A., Hansen, L., Sommer Lindsay, R., Rasmussen, J., Andersen, U. R., Rungø, M., Uggerby, M., Bay, H., Quist Rasmussen, S., Vester, M., Riise, J. C., Krag Strømberg, C., Dreiseitl, H., Astrup, R., ... Milert, T. (2015) Sustainable Urban Drainage Systems: Using rainwater as a resource to create resilient and liveable cities. State of Green <https://stateofgreen.com/en/news/new-white-paper-on-climate-adaptation-launched-at-aquatech>



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

1.3. Természetalapú megoldások (NBS)

Az EU⁶ a természet-alapú megoldásokat úgy határozza meg, mint „a természet által inspirált és támogatott megoldások, amelyek költséghatékonyak, egyidejűleg környezeti, társadalmi és gazdasági előnyöket biztosítanak, és hozzájárulnak az ellenállóképesség kiépítéséhez. Az ilyen megoldások a helyhez igazodó, erőforrás-hatékony és rendszerszerű beavatkozások révén változatosabb, természetközeli és természetesebb jellemzőket és folyamatokat hoznak a városokba, tájakba és tengeri tájakba.”

Az NBS megközelítései általában 5 kategóriába sorolhatók⁷:

- Az ökoszisztéma helyreállításának megközelítései (pl. ökológiai helyreállítás, ökológiai mérnöki tevékenység és erdészeti táj helyreállítása)
- Az ökoszisztémával kapcsolatos megközelítések (pl. ökoszisztéma-alapú alkalmazkodás, ökoszisztéma-alapú enyhítés és ökoszisztéma-alapú katasztrófakockázat-csökkentés)
- Infrastruktúrával kapcsolatos megközelítések (pl. természetes infrastruktúra és zöld infrastruktúra megközelítések)
- Ökoszisztéma-alapú gazdálkodási megközelítések (pl. integrált part menti övezetek kezelése és integrált vízkészlet-gazdálkodás)
- Védelmi megközelítések (pl. területalapú természetvédelmi megközelítések, beleértve a védett területek kezelését).

A természet-alapú megközelítések között például zöld tetők és homlokzatok, esőkertek, tavak és vizes élőhelyek szerepelnek, többek között.

1.4. Fenntartható városi vízelvezető rendszerek (SUDS)

A fenntartható városi vízelvezető rendszerek (SUDS, Egyesült Királyság), más néven a csapadékvíz legjobb kezelési gyakorlatai (BMP-k, Észak-Amerika), a vízérzékeny városi tervezés (WSUD, Ausztrália) vagy a decentralizált csapadékvíz-kezelés (Németország) olyan rendszerek, amelyek a városi esővíz/csapadékvíz kezelését, a természetes folyamatok utánzását és a csapadékvíz-áramlás csillapítását szolgálják a városi vízgyűjtő területeken⁸. Ezek az intézkedések elsősorban a vízlefolyást fogják fel, valamint a vízkészleteket és a környezetet védik azáltal, hogy elősegítik az esővíz összegyűjtését annak forrásánál, a víz ideiglenes tárolását (felfogás), a beszivárgást és a párologtatást, általában kombinálva vagy több összetevőből álló „vízkezelési vonalat” alkotva, a helyszíni körülményektől és a helyi követelményektől függően.

A csapadékvíz hagyományosan a lehető leggyorsabban vezetik el a városi területekről a befogadó víztestekbe. A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodási megközelítések az esővizet értékes erőforrásnak tekintik. Ezért a SUDS koncepció célja⁹:

- az esővíz erőforrásként való felhasználása (pl. ivóvíz alternatívaként, WC-öblítésre, öntözésre, mosásra, iparban, stb.)
- az esővíz visszatartása a helyszínen és föld feletti kezelése, lehetőleg a csapadék lehullásának helyéhez közel
- a felszín alatti vizek feltöltése az esővíz beszivárgásának elősegítésével
- a párolgás elősegítése és a mikroklima javítása

6 <https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs>

7 <https://portals.iucn.org/library/node/46191>

8 Fletcher, T.D., Shuster, W., Hunt, W.F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J.L. and Mikkelsen, P.S., 2015. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more. The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal, 12(7), pp.525-542

9 The SuDS Manual. Department for Environment Food and Rural Affairs. CIRIA 2015



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

- a lefolyás lassítása és tárolása a természetes lefolyási sebesség és mennyiség utánzása érdekében
- a lefolyó vizek természetes talajszűrése keresztül történő szűrése és kezelése
- szükség esetén víztestbe engedls vagy szennyvízcsatornába való bevezetés.

A SUDS a felszíni vízelvezetés optimális decentralizált kezelését a természetes hidrológiai ciklus helyreállításával valósítja meg, figyelembe véve a következő négy pillért:

- Vízmennyiség: az esővíz-elvezetés mértékének és mennyiségének csökkentése esővízgyűjtés, beszivárgás, felfogás és elvezetés révén
- vízminőség: az esővízkibocsátás és a befogadó víztestek minőségének javítása. Ez ülepítéssel, szűréssel, adszorpcióval, biológiai lebomlással, növények általi vízfelvétellel, stb. érhető el.
- Kényelem: lakókörnyezet javítása
- Biológiai sokféleség: a vadon élő állatok és növények biológiai sokféleségének növelése.

1.5. Európai szabályzatok és jogszabályok

Az európai szintű szabályzatok és rendeletek egy része jogszabályi keretfeltételeket kínál a városi csapadékvíz-gazdálkodáshoz. Ezek közé tartoznak:

- Vízügyi keretirányelv 2000/60/EK (WFD)
- Felszín alatti vizekről szóló 2006/118/EK irányelv (GWD)
- 2007/60/EK árvízvédelmi irányelv (FD)
- A 2008/56/EK tengervédelmi stratégiáról szóló keretirányelv
- Települési szennyvízről szóló irányelv (91/271/EK)
- A környezetminőségi előírásokról szóló irányelv (2008/105/EK) (EQSD)
- Fürdővíz-irányelv (2006/7/EK).

A 2000/60/EK vízügyi keretirányelv (WFD) képezi az európai vízügyi jog szívéét. Elsődleges céljai a vízi környezet fenntartása és javítása, a veszélyes anyagok vizekbe történő kibocsátásának csökkentése, valamint a vizek állapotromlásának megelőzése.

Az árvízi kockázatok felméréséről és kezeléséről szóló 2007/60/EK uniós irányelv előírja, hogy az EU tagállamainak fel kell mérniük, hogy vízfolyásaik és partvonalaik veszélyeztetettek-e, és ezt követően megfelelő és összehangolt intézkedéseket kell hozniuk az árvízi kockázatkezelés javítása érdekében. Az EU felszín alatti vizekről szóló irányelve tilt minden olyan intézkedést, amely ronthatja a felszín alatti vizek minőségét, és ez befolyásolhatja a beszivárgáson alapuló csapadékvíz-gazdálkodási gyakorlatok alkalmazását.

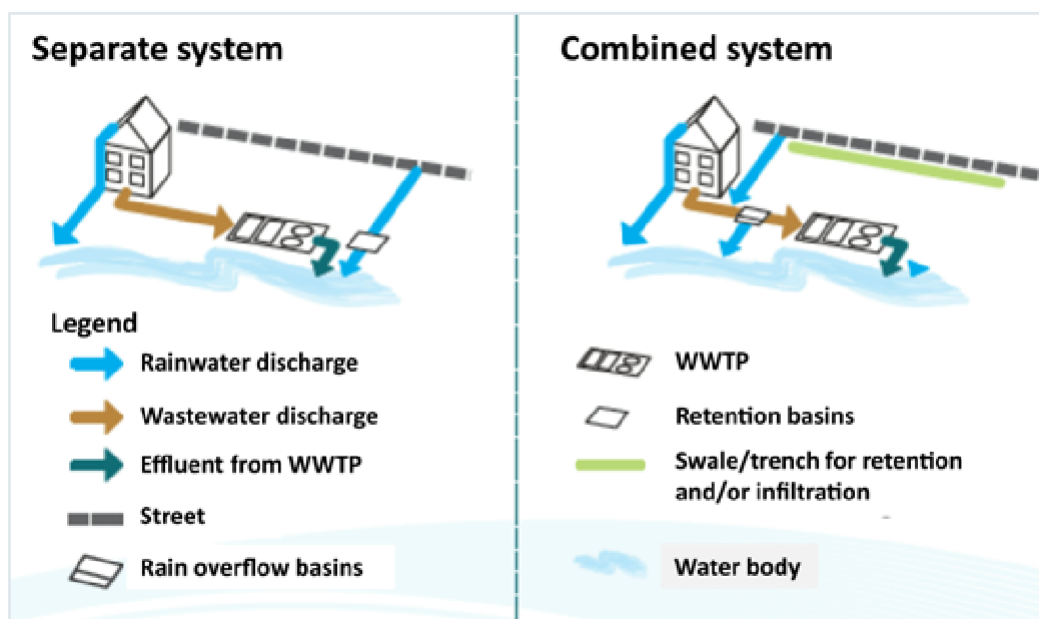


2. A fenntartható esővízgazdálkodás eszközei

A csapadékvíz és az árvizek környezetre és infrastruktúrára gyakorolt hatásainak csökkentésére és ellensúlyozására számos technológia és intézkedés létezik. Az esővíz beszivároghat a talajba, vagy összegyűjthető és tárolható öntözés, zöldítés vagy adiabatikus hűtés céljára. Az esővíz visszatartása városi területeken (tavak, vizes élőhelyek) jó intézkedés a csúcsmennyiségű vízkibocsátás csökkentésére és az elpárolgás növelésére. A fenntartható esővízgazdálkodási rendszerek különböző körülményekhez és követelményekhez való alkalmazkodási lehetőségei határtalanok. Ezenkívül a városi területeken mindig figyelembe kell venni a telített és a telítetlen felületek kiegyensúlyozott arányát.

Kombinált és elkülönített csatornarendszerek

A kombinált csatornarendszerben az esővíz és a szennyvíz egy közös csatornába kerül, amely általában a szennyvíztisztító telepre (WWTP) vezet. Mivel az esővíz mennyisége gyakran meghaladja a keletkező szennyvíz mennyiségét, műszakilag és gazdaságilag nem megvalósítható a teljes szennyvízárám tisztítása a szennyvíztisztító telepen. Ezért általában esővíz visszatartó medencéket használnak a szennyvíztisztító telepre érkező vízterhelés csökkentésére. A visszatartott áramlás végül, általában lefojtva, egy víztestbe kerül (3. ábra).



3. ábra: Különálló és kombinált csatornarendszerek folyamatábrája.¹⁰

Az elkülönített csatornarendszerben a szennyvizet és az esővizet két külön csatornába gyűjtik, ahonnan a szennyvizet a szennyvíztisztító telepre, az esővizet pedig a legközelebbi víztestbe (patak, folyó) vezetik. Az esővíz víztestbe történő bevezetése általában engedélyköteles. A visszatartó medencéket az esővíz köztes tárolására is használják, mivel a talaj beszivárgási kapacitása általában nem elegendő a felszíni lefolyás csökkentésére. Az esővízcsúcsok csökkentése mellett a visszatartó medencék az üledékképződés révén bizonyos fokú lefolyáskezelést is végeznek.

¹⁰ Geiger, W., Dreiseitl, H., Stemplewski, J. (2009) Neue Wege für das Regenwasser. Handbuch zum Rückhalt und z Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. Emschergenossenschaft, Essen (Hrsg.). 3. Auflage, Oldenbourg Industrie-Verlag GmbH, München

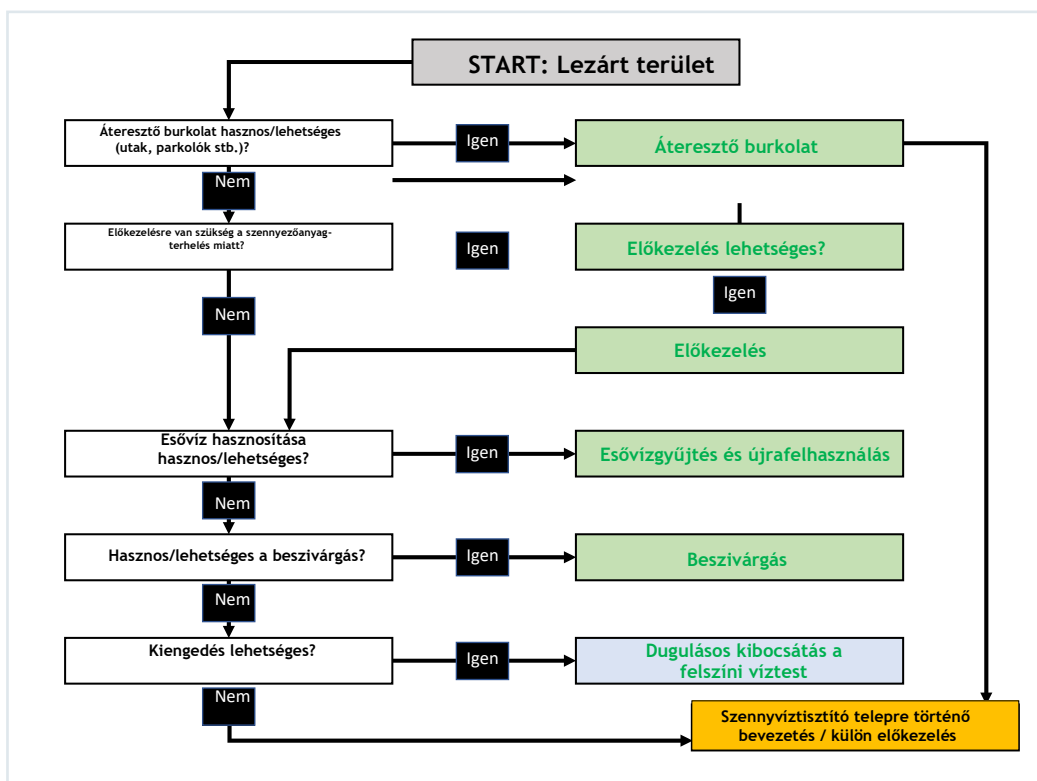


2. RÉSZ - 1. FEJEZET

A különálló csatornarendszer számos előnyt kínál az egyesített csatornarendszerrel szemben:

- az enyhén szennyezett esővíz közvetlenül és költséghatékonyan összegyűjthető és kezelés nélkül a közeli víztestbe vezethető
- a felszíni lefolyás külön kezelhető a szennyvízből származó szennyeződés nélkül
- az esővíz összegyűjthető és újrahasznosítható, vagy beszivárogtatható a talajvíz feltöltése érdekében
- a szennyvízcsatorna méretét úgy lehet megtervezni, hogy kicsi legyen, és csak a szennyvizet kezelje
- a szennyvíztisztító telep terhelése csökken
- a szennyvíz túlfolyásának kockázata korlátozható vagy kizárható.

A 4. ábra a városi területek fenntartható csapadékvíz-gazdálkodására vonatkozó általános megközelítési javaslatot mutatja be, amely útmutatóként szolgál az adott helyszín és a helyi viszonyok szempontjából megfelelő intézkedés vagy intézkedéssorozat kiválasztásához.



4. ábra: Ellenőrző rendszer a fenntartható csapadékvíz-gazdálkodáshoz városi területeken (az Emschergenossenschaftból átvéve).



2.1. Esővízgyűjtés (RWH) ivóvíz és nem ivóvíz célú újrafelhasználáshoz

Az esővíz, ahogyan a felhőkből érkezik, desztillált víz, nagyon alacsony vezetőképességgel (0,05 $\mu\text{S}/\text{cm}$), ami az esővízben lévő szervesen oldott szilárd anyag (TDS) összegparamétere. Összehasonlításképpen, az ivóvíz jellemző vezetőképessége 200-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, míg a tengervízé 50 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ezért az esővíz nagyon alacsony ásványianyag-tartalma miatt, valamint azokon a helyeken, ahol az ivóvizet nagyfokú keménység jellemzi, az esővizet általában előnyben részesítik a különböző alkalmazásokhoz a magán- és az ipari szektorban (pl. mosoda, kertészet, kazánok, hűtőtornyok).

Az esővizet általában jelentős területi és időbeli változékonyság jellemzi. Minősége elsősorban a légköri szennyezéstől, valamint a vízgyűjtő területtől és a gyűjtés módjától függ. Általában az ipari területek és a nagy forgalmú területek nagyobb mértékben szennyezik a lefolyást, mint a kevésbé sűrűn lakott területek.

Az esővíz minőségét a tető/felület típusa és anyaga is befolyásolja. Például a sima felületű ferde tetők előnyben részesülnek, mivel ezeken kevesebb por halmozódik fel, míg a tömítetlen fémtetőkről a nehézfémek kimosódhatnak az esővízbe. A zöldtetőkről lefolyó víz az altalaj miatt többé-kevésbé barnás színű lehet, ami öntözési célok esetén nem jelent problémát, de kevésbé alkalmas, ha az esővizet mosásra használják.

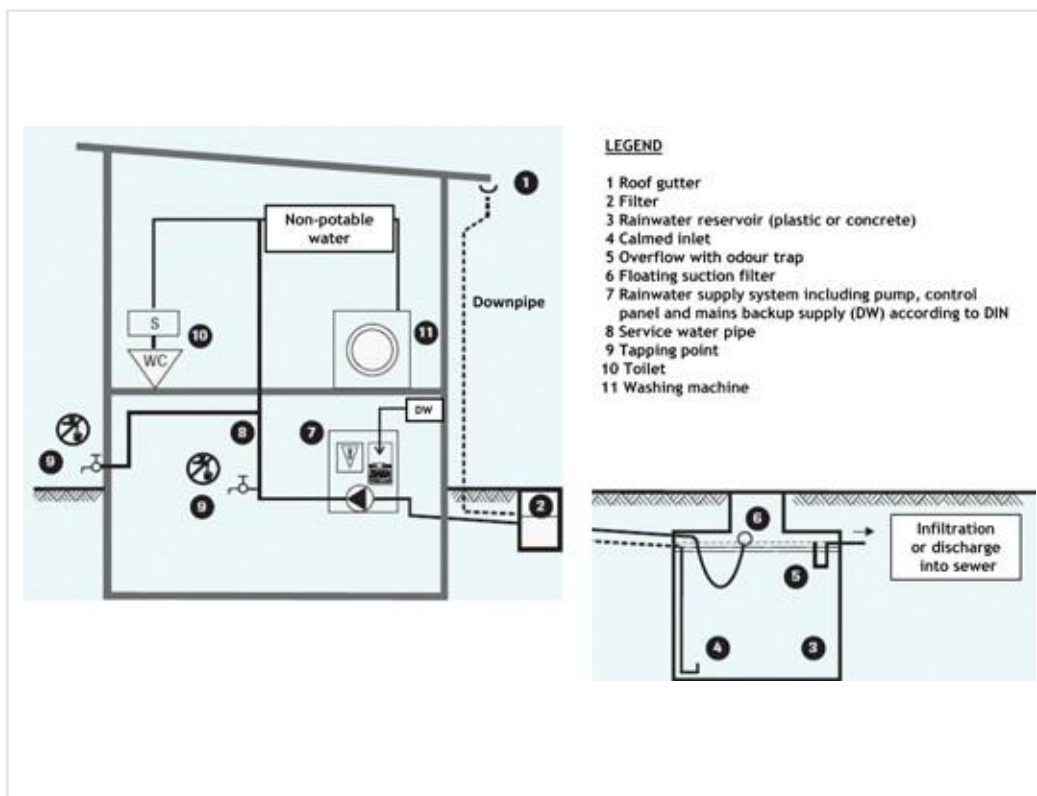
2.1.1. Esővízgyűjtő (RWH) rendszer elemei

A lakossági vagy kereskedelmi célú vízviesszanyerő rendszerek kialakítása széles skálán mozog, az egyszerű, kis esőtartályoktól kezdve a tető lefolyócsövének végén a kert öntözéséhez, a fejlett rendszerekig, amelyek a vizet ivóvíz minőségűvé tisztítják, vagy az egész kerületet ellátó nagyobb rendszerekig. Az RWH-rendszer általában három alapvető elemből áll:

- **Gyűjtőrendszer:** vízgyűjtő felület, például tető vagy talajfelület
- **Elvezető rendszer:** az esővizet szállító rendszer, például ereszcsonnak és lefolyócsövek
- **Tárolórendszer:** például esőhordók, ciszternák vagy tartályok, föld alatt vagy felett
- **Szűrők/bemeneti szűrők:** a tetőkről és fákról származó törmelék visszatartása, mint például a lefolyócsőszűrők, a tartály előtti és a tartályban lévő szűrők, vagy
- **Kezdeti esőzés elvezető:** olyan szelep, amely az esőzés kezdeti részét (első esőzést), amely általában erősen szennyezett, a tartályból elvezeti
- **Csillapított beömlés:** a ciszternába
- **Ciszterna túlfolyás:** a helyszíni beszivárgó vagy csatornarendszerbe történő elvezetés
- **Elosztórendszer:** magában foglalja a csöveket, a csatlakozásokat és a tágulási tartályt
- **Szivattyúrendszer:** elszívó berendezéssel, amely az esővizet a felhasználási helyre szállítja
- **Kétcsöves rendszer:** beltéri vízhasználatához
- **Hálózati tartalékellátás:** kiegészíti a vízmennyiséget, ha az összegyűjtött esővíz mennyisége nem elégíti ki az igényeket
- **Vezérlőpanel:** mutatja a töltöttségi szintet, az ivóvízkészletet, stb.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



5. ábra: Az esővízgyűjtő rendszer rendszerelemei (fbr).



6. ábra: Egy földalatti esővízgyűjtő ciszterna vázlata a beltéri és kültéri víz újrafelhasználásához (fbr).



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

Vízgyűjtő rendszer

A tetőfelületről történő vízgyűjtés általában előnyben részesített más felületekkel szemben, mint például az utcákról, járdákról, udvarokról vagy más földfelületekről történő lefolyás, mivel a tetőn lefolyó csapadék általában alacsonyabb szennyezési terhelést jelent. A tetőfelületről történő gyűjtés a pala-, üveg-, beton- vagy agyagcserép tetőkről is előnyös. A bevonat nélküli réz- és cinktetők hozzájárulhatnak a fémionok koncentrációjának növekedéséhez a lefolyó vízben. A tömített fémtetők szintén alkalmasak esővízgyűjtésre.

Szállítórendszer

Az ereszcsonnak és a lefolyócsövek hagyományosan az esővíznek a tetőfelületekről a ciszternába vagy a gyűjtőtartályba történő szállításának eszközei. Hasznos alapszabály, hogy a tetőfelület minden 1 m²-ére legalább 1 cm² ereszcsonna-keresztmetszet jusson¹¹. Annak érdekében, hogy a por és a törmelék ne gyűljön össze a tartályban, az első esőzésnek (elsőmenyiség első részének) egy durva szűrőn vagy egy első öblítés-elterelőn kell áthaladnia.

Tárolórendszer

Az esővízgyűjtés legelterjedtebb eszköze a kerti célú esővízgyűjtés, általában 1 m³-nél kisebb kapacitással. A ciszternák és tartályok nagyobb tárolókapacitással rendelkeznek, és elhelyezhetők a föld felett, a talaj szintjén vagy a föld alá temetve (7. ábra). Fénytől védve, lehetőleg hűvös környezetben (föld alatt, pincében) kell elhelyezni, és a ciszterna túlfolyóját a helyszínen lehet beszivárogtatni. A vasbeton és a műanyag (PE) lemezek a leggyakrabban használt anyagok az esővízgyűjtő ciszternák/tartályok számára.

Szivattyúrendszer

Az ellátószivattyú a tárolótartályba merítve vagy szárazon, a kezelőteremben is elhelyezhető. A legtöbb rendelkezésre álló rendszer automatikus nyomás- és áramlásvezérelt szivattyúkat használ. Amikor a WC-t lehúzzák, a szivattyú bekapcsol, és feltölti a WC-tartályt. Alternatív megoldásként az esővizet egy gyűjtőszivattyúba lehet szivattyúzni, ahonnan a WC-t táplálja.

11 Gould, J. and Nissen-Petersen, E. (1999). Rainwater Catchment Systems for domestic Supply. Design, construction and implementation. Intermediate Technology Publications, UK



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



Földalatti műanyag
ciszterna (GreenLife)



Földalatti beton ciszterna
(3 - 12 m³) (Mall)



Dekoratív ciszterna a kert
öntözéséhez (350 liter)
(Otto Graf)



Visszatartó ciszterna
(20 - 100 m³)
(GreenLife)



Vasbeton ciszterna
(24 - 100 m³) (Mall)



Pincei tárolótartály
(1700 liter) (Otto Graf)

7. ábra: Az esővíztároló tározók különböző típusai.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

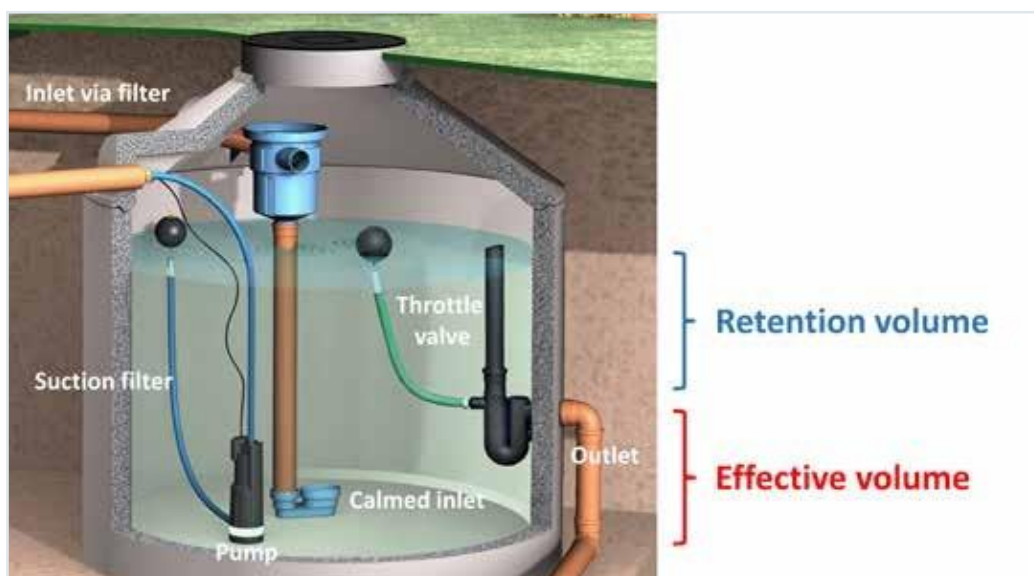
Az esővizet lehetőleg a ciszternából egy úszó szívószűrővel (8. ábra) kell kiszivattyúzni, amelyet közel a vízfelszín alá, és nem a tartály felszínére vagy aljára kell helyezni, hogy ne keveredjen fel az üledék.



8. ábra: Lebegő eszköz, amely szivattyúval szállítja a vizet a különböző felhasználási pontokhoz.

A ciszterna térfogata felosztható **tényleges térfogatra** (tárolási térfogat) és **felfogási térfogatra**, hogy egyensúlyt teremtsen a ciszternában rendelkezésre álló vízmennyiség (a ciszternának lehetőleg mindig tele kell lennie) és a csatorna hidraulikai tehermentesítése (fojtott lefolyás) között (9. ábra). Egy meghatározott felfogási mennyiségetfojtószelep segítségével késleltetve lehet a csatornába engedni. Ezért az esővízgyűjtő tartályokat általában kombinált szerkezetként építik, hogy ezeket a mennyiségeket befogadják, és mindkét igényt kielégítsék. A fojtószelep a cső felénél van elhelyezve, így az esővizet némi késéssel a csatornába engedi. Ezenkívül minden olyan tartályban, amely a szennyvízcsatornához csatlakozik, lennie kell egy vészhelyzeti túlfolyónak.

A visszatartó ciszternákat nagyobb mennyiségű esővíz visszatartására tervezték. Az esővíz fojtott elvezetési mennyisége alapesetben 0,1 - 1 l/s között állítható. A visszatartó tartályok 3 500 és 10 000 liter közötti teljes kapacitással állnak rendelkezésre.



9. ábra: Visszatartó ciszterna fojtószeleppel (Forrás: Fa. Finger Stockstadt GmbH & Co. KG).



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

Szűrők

A szűrők hatékonyan tartják tisztán az esővizet, és megakadályozzák, hogy szennyeződés és törmelék kerüljön a tárolótartályba. A piacon az esővízsűrők széles választéka kapható különböző méretekkel és tisztítási kapacitással (10. ábra). Ezek a szűrők elhelyezhetők a lefolyócsövekben, a ciszterna előtt (tartály előtti szűrők), a ciszternában (tartályon belüli szűrők), a föld alatt vagy a föld felett.



10. ábra: Az esővízsűrők különböző típusai.

2.1.2. Az RWH rendszer méretezése

Az RWH-rendszer kialakítását és méretét elsősorban két tényező határozza meg: a vízellátás és a vízigény; a kettőnek megközelítőleg egyensúlyban kell lennie egymással.

Az RWH rendszer méretezéséhez:

- 1) Határozza meg a begyűjtésre rendelkezésre álló esővíz mennyiségét. Ez egy becslés arra a csapadékmennyiségre vonatkozóan, amely egy átlagos év során a háztetőről vagy más vízáteresztő felületekről összegyűjthető;
- 2) Becsülje meg a vízigényt ugyanezen időszak alatt. Ha lehetséges, határozza meg az egyes alkalmazások havi/heti vagy napi igényét egy teljes évre vonatkozóan;
- 3) Hasonlítsa össze a begyűjthető esővíz mennyiségét és a vízigényt évekre és száraz évszakokra vonatkozóan.

A tárolótartály optimális méretének meghatározása:

- Ha csak az esővíz hasznosítását vesszük figyelembe (pl. WC-öblítésre, öntözésre, mosásra), akkor egy durva irányérték az lenne, ha 20 m² lefolyófelületre 1000 liter tárolótérfogat jutna, vagy ha a tárolótartályt úgy méreteznék, hogy 3-4 hetes szárazságot is át lehessen hidalni;
- Ha az esővízgyűjtés csak szezonálisan működik, vagy az esővízgyűjtésre vonatkozó további követelményeket kell figyelembe venni, a tárolótartály méretezéséhez speciális szimulációs



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

programokat kell használni.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

1. táblázat: Az esővízgyűjtés és -tárolás tervezését befolyásoló tényezők.

Szezonális csapadékmennyiség és éves eloszlás (mm)	Területtől/régiótól függően
Vízgyűjtő terület (m ²)	Tetők vagy más felületek, mint például utcák, udvarok, parkolók, stb.
Napi nem ivóvíz fogyasztás (l/c/d)	A háztartás méretétől vagy a személyek számától és a felhasználói szokásoktól függően
Lefolyási együttható	Kiszámítja a begyűjtött csapadék maximális mennyiségét, és függ a gyűjtőfelület típusától (fém tető, zöldtető, stb.)
Tárolási kapacitás (m ³)	A vízigénytől és a tárolásra rendelkezésre álló helytől függően

2.1.3. Üzemeltetés és karbantartás

Ajánlott az esővízfelfogó, -gyűjtő és -elosztó rendszerek rendszeres tisztítása a megfelelően működő esővízgyűjtő rendszer biztosítása érdekében.

A leveleket és egyéb törmeléket gyakran el kell távolítani a tető ereszcatornáiból, a lefolyócsövekből és a finomhálós ereszcatornafedelekből, hogy csökkentsük a ciszternaába kerülő törmelék és üledék lerakódását (évente 2-3 alkalommal történő tisztítás). A szűrőket évente 1-2 alkalommal kell tisztítani, a fák, pollenek, por, stb. okozta terheléstől függően. Évente egyszer ajánlott a tartály szemrevételezéses ellenőrzése, és szükség szerint el kell távolítani az üledéket. A szivattyúkat és a csővezetéseket évente egyszer ellenőrizni kell szivárgás és működés szempontjából. A tápvezetéseket és a csapokat megfelelően meg kell jelölni (nem ivóvíz/újrahasznosított víz), hogy megakadályozzák az összegyűjtött esővíz ivóvízforrásként való véletlenszerű felhasználását. A szabad beömlőben lévő hálózati tartalékellátás garantálja, hogy nincs keresztkapcsolat az ivóvízhálózattal, és biztosítja a folyamatos vízellátást, amikor a ciszterna töltöttségi szintje csökken.

2.1.4. Az összegyűjtött esővíz felhasználása és alkalmazása

A nagyrészt szennyezetlen esővíz különböző célokra használható, amelyek nem igényelnek ivóvízminőséget.

Kültéri használat	Beltéri használat
✓ Kertészkedés ✓ Épített kert öntözése ✓ Gazdálkodás ✓ Tisztítás ✓ Autómosás ✓ Tűzoltás	✓ WC öblítés ✓ Mosógépek ✓ Takarítás ✓ Technológiai víz (ipar)

Az összegyűjtött víz ivóvízforrásként való felhasználásához az esővizet a szükséges kezelésnek kell alávetni (lásd 2.1.9. Esővíz kezelése ivóvízként való felhasználásra épületekben).



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

2.1.5. Előnyök

Az RWH-rendszerek a különböző szinteken számos előnnyel járnak (2. táblázat). A potenciális megtakarításokat egyenként kell értékelni. A befolyásoló tényezők közé tartozik a nem ivóvíz iránti igény, az összegyűjtött esővíz mennyisége és az, hogy az ingatlannál a fogyasztott vízmennyiség alapján számolnak-e el (vízmérő). A pénzügyi és környezeti megtakarítások általában nagyobbak a kereskedelmi/ipari és középületek esetében, mivel ezek általában nagyobb tetőfelületekkel rendelkeznek, és magasabb a nem ivóvízre vonatkozó igényük, mint a magánlakásoknak.

2. táblázat: Az esővízgyűjtés előnyei.

Egyéni szint	Önkormányzati szint	Környezeti szint
A hálózati vízellátástól való függőség csökkentése	A vízfogyasztási csúcsok csökkentése	A felszín alatti vízkészlet megőrzése
Csökkentett ivóvízfogyasztás	A csatornára nehezedő nyomás enyhítése	Csökkentett árvízveszély
Az ivóvízköltségek jelentős csökkentése	Alacsonyabbak a szivattyúzásra és vízkezelésre fordított önkormányzati energiaköltségek	Csökkentett üvegházhatású gázkibocsátás és légszennyezés (kevesebb energia a nagy távolságra történő vízszivattyúzáshoz)
Lágy víz rendelkezésre állása mosási és öntözési célokra	Az új víztisztító telepekre vagy a korábbi telep bővítésekre fordított kiadások késleltetése, ami pénzügyi és környezetvédelmi megtakarításokat eredményez	Az esővíz felhasználása mosáshoz ökológiai szempontból előnyös (20%-os mosópor-megtakarítás)

2.1.6. Teljesítmény

Az esővízgyűjtő rendszerek teljesítménye a ciszterna helyes méretezésétől és a rendszer egészének karbantartásától függ. A teljesítményt mind a vízgyűjtő képességük, mind pedig a területet elhagyó csapadékvíz-elvezetés mennyiségének csökkentése szempontjából mérik.

Az esővízrendszer költséghatékonyasága helyspecifikus, és a következő tényezőket kell figyelembe venni:

- Jelenlegi vízdíjak: minél magasabb a víz ára, annál nagyobbak az előnyök
- Karbantartási költségek: a rendszer élettartama alatt szükséges karbantartás mértéke.

2.1.7. Költségek

Az esővíztartály gyakran a legdrágább része az RWH-rendszernek, amely általában a teljes élettartamra vonatkozó költségek mintegy 30%-át teszi ki. Ezért a megfelelő méret kiválasztása kulcsfontosságú a költségek csökkentéséhez. A tartály méretének egyensúlyt kell teremtenie a költségek és a tárolókapacitás között.

A rendszer új építés során történő telepítése általában kevesebbe kerül, mint a rendszer utólagos beépítése egy meglévő épületbe, főként a tartály beépítéséhez szükséges földmunkák és a meglévő vízvezeték-hálózatban szükséges változtatások miatt.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

Egy családi ház teljes építési költsége a munka mennyiségétől, valamint a tárolótartály méretétől és a termék minőségétől függően körülbelül 2500 és 5000 EUR között van¹². A karbantartási költségek évente kb. 100 €-t tesznek ki.

2.1.8. Higiéniai szempontok

A tetőfelületekről származó esővíz madarak vagy kismélsők ürülékével szennyeződhet, amely kórokozókat tartalmazhat¹³. A tetőn uralkodó fényviszonyok és száraz körülmények, valamint az esőzés első szakaszának elterelése vagy a végső szűrés azonban jelentősen csökkenti a baktériumkoncentrációt a lefolyóban. A föld alatti ciszternák hőmérséklete is alacsony, ami nem segíti elő a baktériumok szaporodását. E hatásoknak köszönhetően, megfelelő üzemeltetés és karbantartás mellett, a ciszternák vize általában megfelel a fürdővízről szóló uniós irányelv¹⁴ követelményeinek, és mint ilyen, biztonságosan használható nem ivóvízként a háztartásokban és az iparban.

2.1.9. Esővízkezelés épületekben ivóvízként történő felhasználásra

A ciszternába kerülő esővíz minőségétől függően az esővizet különböző módszerekkel lehet ivóvízként való alkalmazás céljából kezelni. A rendelkezésre álló technológiák, amelyeket hagyományosan az ivóvíz kezelésére is használnak, a következők:

- Lassú homokszűrők az esővízben található lebegő részecskék, baktériumok és oldott szerves vegyületek csökkentésére, utólagos fertőtlenítéssel vagy anélkül (UV-fény, ózon vagy klór)
- Aktívszenes szűrők az esővízben található részecskék, baktériumok és oldott szerves összetevők csökkentésére, utólagos fertőtlenítéssel vagy anélkül (UV-fény, ózon vagy klór)
- Membránszűrés, például mikroszűrés, ultraszűrés, nanoszűrés és fordított ozmózis. Ezek azonban költségesebbek, mint más szűrési módszerek.

Az UV-fénnyel történő fertőtlenítést előnyben részesítik a klórozással vagy ózonozással szemben, mivel nem keletkeznek olyan fertőtlenítési melléktermékek, mint pl. trihalometánok (THM), amelyek káros hatással vannak az emberi egészségre. Ezenkívül az UV fertőtlenítés számos előnnyel jár:

- Képes nagy áramlási sebesség kezelésére
- Az UV-vel kezelt víz a kezelés után azonnal felhasználható
- Az UV-vel kezelt esővíz kevésbé jelent korróziós veszélyt a kitett fémekre.

Az UV fertőtlenítés egyik hátránya, hogy a fertőtlenítési folyamat hatékonyságához az esővíznek mentesnek kell lennie a lebegő szilárd anyagoktól.

Az esővíz széniszűrőkkel történő szűrése bizonyos mértékig javítja a víz ízét és szagát, valamint csökkenti az elszíneződést. A szén hatékonyan távolítja el a klórt és más illékony szerves vegyületeket (VOC) is.

¹² <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/garten-freizeit/regenwassernutzung#gewusst-wie>

¹³ Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M.J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L.N., Ghisi, E., Rahman, A., Furumai, H. and Han, M., 2017. Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. Water research, 115, pp.195-209

¹⁴ EU Directive for Bathing Water (2006). Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. Jo L 64, 4.3.2006



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

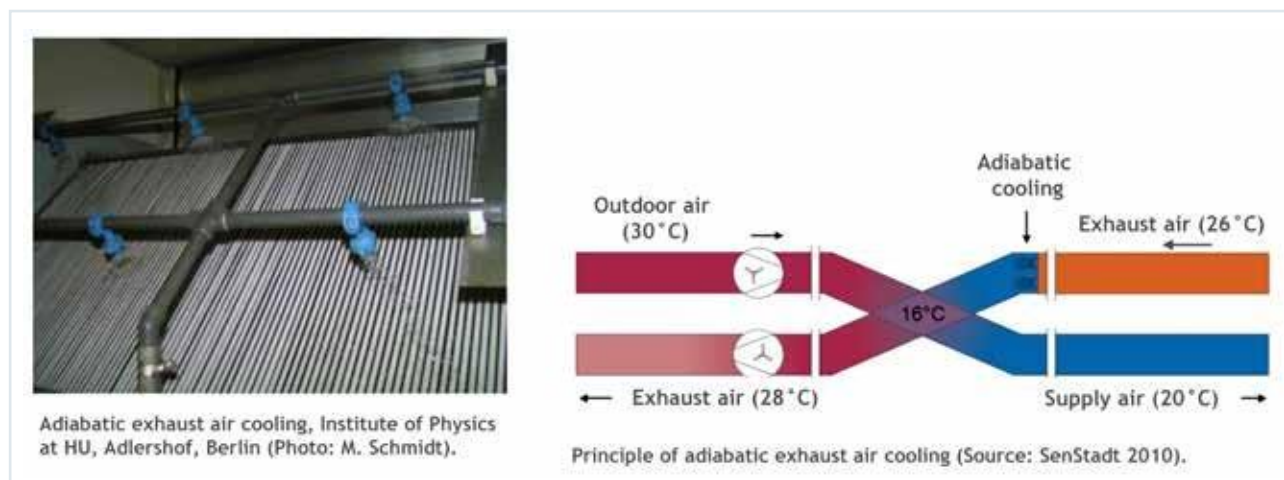
2.1.10. Normatív szabványok

Az EN 16941-1:2018 európai szabványt az Európai Szabványügyi Bizottság (CIN)¹⁵ 2018-ban tette közzé. Meghatározza az esővízgyűjtő rendszerek tervezésével, méretezésével, telepítésével és karbantartásával kapcsolatos követelményeket, és ajánlásokat ad az esővíz nem ivóvízforrásként való helyszíni felhasználására. Ez az európai szabvány meghatározza az ezekre a rendszerekre vonatkozó minimumkövetelményeket is.

2.1.11. Esővízgyűjtés az épületek adiabatikus hűtéséhez

A begyűjtött esővíz felhasználható közvetett párologtatással történő hűtésre „adiabatikus hűtés” (adiabatikus elszívott levegő hűtése) révén, amely beltéri légkondicionáláshoz alkalmazható. Ez a „hideg visszanyerés” elvén alapul párologtatási folyamatok révén, amelyek során a beszállított (belépő) levegő hőmérsékletét egy hőcserélő segítségével csökkentik. A helyiségből elszívott levegő ennek következtében nedvesebb lesz és lehűl. A lehűtött levegő ezután egy kombinált keringtető rendszerbe vagy egy lemezes hőcserélőbe kerül, majd a külső melegebb levegőbe (11. ábra). Minden köbméter vízből körülbelül 700 kWh hűtési kapacitás szabadítható fel¹⁶.

Műszaki okokból az adiabatikus hűtéshez használt víz elektromos vezetőképessége nem haladhatja meg az 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ értéket. Mivel az esővíznek alacsony a vezetőképessége (kb. 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$), nagyon jól alkalmas adiabatikus hűtésre¹⁷. Az esővíz épületek hűtésére történő felhasználásával ivóvíz és energia takarítható meg.



11. ábra: Az esővizet használó épületek adiabatikus hűtésének elve.

¹⁵ EN 16941-1:2018 (2018) On-site non-potable water systems - Part 1: Systems for the use of rainwater. The European Committee for Standardisation (CEN)

¹⁶ Berlin (2010) Rainwater Management Concepts - Green buildings, cooling buildings. Planning, construction, operation and maintenance guidelines. Senate Department for Urban Development and Housing. https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/download/index.shtml

¹⁷ fbr (2013) Energetische Nutzung von Regenwasser. Schriftenreihe der Band 136. Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V.

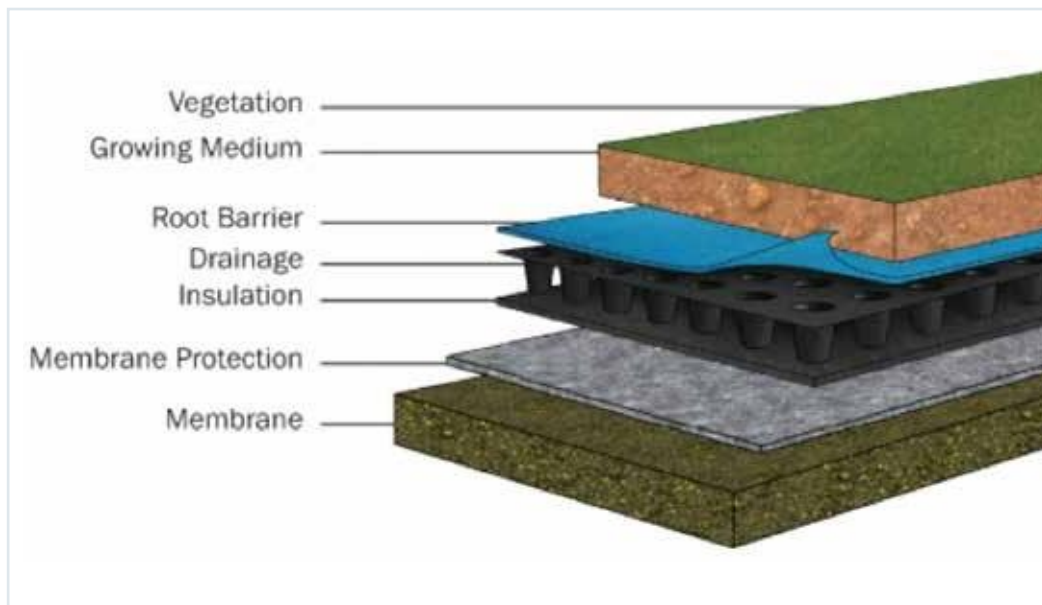


2.2. Esővízvisszatartás és párolgás

A csapadékvíz visszatartása a városi területeken számos előnnyel jár, például növeli a párolgást, csökkenti a lefolyás mértékét és mennyiségét, és különböző célokra, például öntözésre, zöldítésre vagy adiabatikus hűtésre alkalmas víztárolást biztosít. Ehhez képest a beszivárogtató rendszerek, mint például a füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk rendszerek alacsony párolgást (10%) eredményeznek. Néhány példa esővíz visszatartó intézkedésekre: zöldtetők és homlokzatok, visszatartó tavak, esőkertek, vizes élőhelyek, stb.

2.2.1. Zöldtetők

A zöldtetők olyan könnyű, növényzettel borított tetőrendszerek, amelyek főként vízálló védőmembránból, termesztőközegeből (szubsztrátum), kiválasztott növényekből és vízelvezető rétegből állnak (12. ábra). A legtöbb épület tetejére (főként lapos tetőkre) telepíthetők, és a célzott vízvisszatartás révén a lefolyás megakadályozására vagy késleltetésére, valamint a párolgás fokozására szolgálnak. A növényanyagtól és a tetőfelület tervezett felhasználásától függően megkülönböztetünk extenzív és intenzív zöldtetőket (3. táblázat).



12. ábra: Egy többrétegű zöldtető rendszer vázlatos ábrája¹⁸.

18 Green Building Alliance. <https://www.go-gba.org/resources/green-building-methods/green-roofs/#lightbox/1/>



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

3. táblázat: Extenzív és intenzív zöldtetők összehasonlítása.

	Extenzív zöldtető	Intenzív zöldtető
Költségek	Alacsony	Magas
Öntözés	Nincs	Rendszeres
Karbantartás	Alacsony	Magas
Vegetáció	Szárazságtűrő szukkulensek és fűfélék	Gyep vagy évelő növények, cserjék és fák
Talajréteg mélysége	8 - 15 cm	15 - 100 cm
Teherbírás (vízzel telített)	90 - 180 kg/m ²	> 180 kg/m ²
Felhasználások	Ökológiai védőréteg	Parkos kert

Nyáron a zöldtetők a csapadék 70-80%-át, télen pedig 25-40%-át képesek visszatartani, a termesztőközegetől, annak mélységétől és a felhasznált növények típusától függően. A zöldtetők kezdetben csökkentik a csúcsáramlásokat és javítják a vízminőséget. Nagy visszatartó és párolgási képességgel rendelkeznek, így csökkentik a hőszigetelést a városi területeken. A zöldtetők javítják a szigetelést és növelik a tető élettartamát.

A zöldtetők építésénél figyelembe kell venni a membrán gyökérnövekedés általi károsodását. Ez meghatározható a zöldtetők gyökérbehatolással szembeni ellenállásának vizsgálatára szolgáló FLL-eljárás¹⁹ segítségével.

A zöldtetőket a legkönnyebb új építésű épületeknél tervezni, de utólag is beépíthetők. A zöldtető növényei gondozást és öntözést igényelnek, amíg meg nem erednek, általában a telepítést követő első 1-2 évben.



13. ábra: Intenzív - évelők, füvek, cserjék - Sportlétesítmények La Tesorina, Torino (Fotó: A. Aires).

¹⁹FLL Green Roof Guidelines (2018). Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofs
<https://shop.fll.de/de/english-publications/green-roof-guidelines-2018-download.html>



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



14. ábra: Extenzív zöldtető - sedum, sempervivum - Paguro gyermek játszóház, Torino (Fotó: A. Aires).



15. ábra: Intenzív zöldtetők (Optigrün).

2.2.2. Zöldfalak/homlokzatok

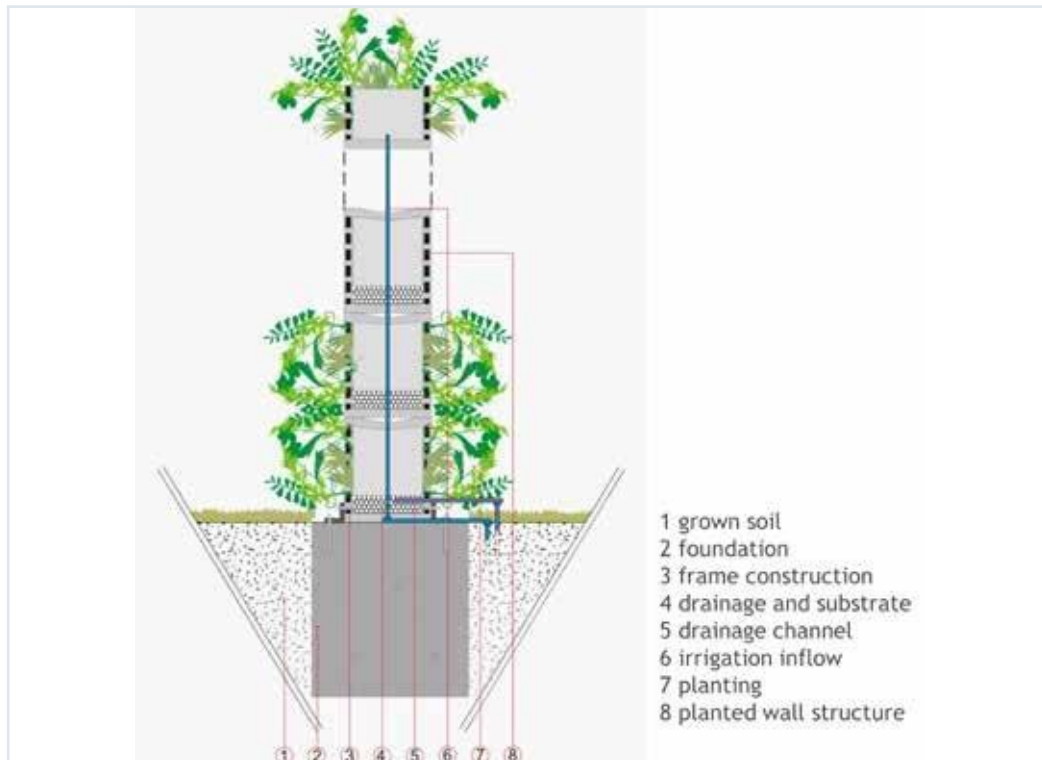
A zöldfal olyan rendszer, amelynél növények nőnek egy függőleges felületen, például egy épület homlokzatán, rendszeres karbantartás mellett. A kúszónövények természetes módon nőnek az épületek homlokzatán, különböző mechanizmusok segítségével a felülethez kapcsolódva. A zöldfalak fő elemei: növények, termőközeg (szubsztrátum), a növényeket a homlokzatra tartó és rögzítő szerkezetek és egy öntözőrendszer (esővíz mint vízforrás). A zöldfalakat nagyjából két kategóriába sorolhatjuk: rendszerhez kötött és talajhoz kötött zöldfalak.

A rendszerhez kötött zöldfal olyan zöldfalrendszer, ahol az ültetőközeg nem szerves része a homlokzatnak. Az ültetőközeget általában vízszintes ültetőedények hordozzák, amelyek a földön vagy a homlokzat magassága mentén több helyen helyezkedhetnek el (16. ábra). A kúszónövényeket az épület homlokzatához rögzített vízszintes, függőleges vagy átlós rácsok tartják.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

A talajhoz kötött növényzet olyan kúszónövényeket használ, mint a Virginia Creeper, a Borostyán vagy a talajba ültetett Hortensia.



16. ábra: Rendszerhez kötött zöld homlokzat oldalnézete²⁰.



17. ábra: Földhöz kötött zöldfal Virginia kúszónövénnyel (balra, Fotó: F: D. Kaiser) és rendszerhez kötött zöldfal a Berlin-Adlershoferi Fizikai Intézetben (Fotó: F: M. Schmidt).

²⁰ Köhler (2012) ((Hsg.) Handbuch Bauwerksbegrünung - Planung, Konstruktion, Ausführung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

A talajhoz kötött zöldfalakat általában közvetlenül a gyökérzónánál öntözik a beszivárgó csapadékból. A rendszerhez kötött homlokzati zöldítéshez megfelelő öntözőrendszerekre van szükség, beleértve a műtrágyázást is. Az öntözésnek automatikusan kell történnie, különösen a nagyobb növények és ültetőládák esetében. A ciszternák vizének használatakor fontos, hogy ne kapcsolódjon hozzá felszíni lefolyás, amely esetlegesen gyomirtószerral terhelt, és amely a növényzet pusztulásához vezethet.

4. táblázat: Zöldfalakhoz alkalmas növények²¹.

30 m-es növekedési magasságig terjedő önkötő növények	Közönséges borostyán (<i>Hedera helix</i>) Vadszőlő (<i>Parthenocissus</i>)
8-25 m-es növekedési magassággal rendelkező önkötők	Amerikai trombitakúszónövény Erdei iszalag (<i>Clematis vitalba</i>) Keleti fafojtó (<i>Celastrus orbiculatus</i>) Tatáriszalag (<i>Fallopia baldschuanica</i>) Kínai lilaakác (<i>Wisteria sinensis</i>)
Önkötő és kúszó szerkezetű, 5 - 15 m-es növekedési magassággal rendelkező önkötő- és kúszónövények	Kiwi (<i>Actinidia chinensis</i>) Farkasalma (<i>Aristolochia</i>) Erdei iszalag (<i>Clematis virginiana</i>) Lonc (<i>Lonicera</i>) Ötlevelű kúszónövény (<i>Parthenocissus</i> család) Japán gólgotavirág (<i>Wisteria floribunda</i>)
Kis kúszónövények, legfeljebb 5 m-es növekedési magassággal	Erdei iszalag (<i>Clematis vitalba</i>) Kecskerágó (<i>Euonymus</i>) Piritógyökér (<i>Dioscorea communis</i>) Kúszórózsa
Kis kúszónövények	Piros földitök (<i>Bryonia dioica</i>) Apró szulák (<i>Convolvulus arvensis</i>) Sövényszulák (<i>Convolvulus sepium</i>) Keserű csucsor (<i>Solanum dulcamara</i>) Szagos bükköny (<i>Lathyrus odoratus</i>)

2.2.3. Esőkertek (biológiai vízvisszatartó rendszerek)

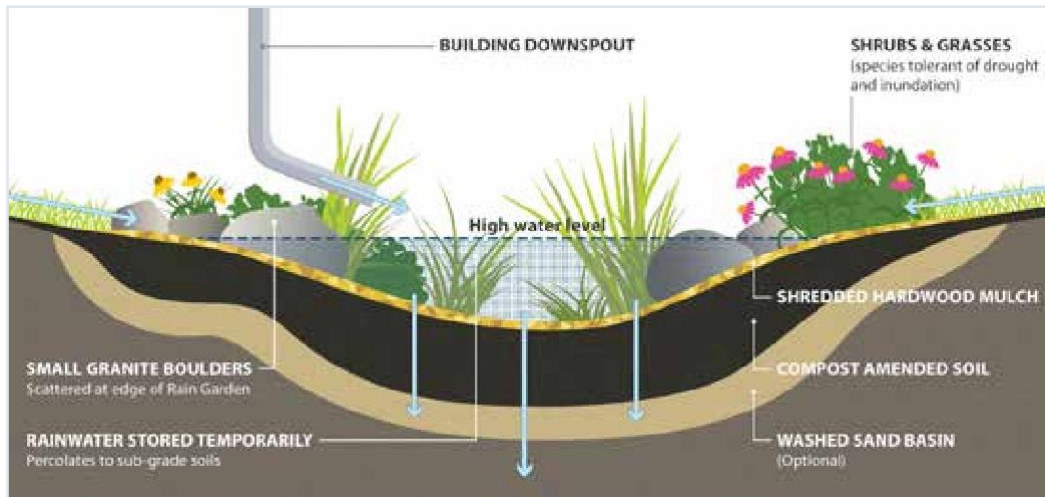
A biológiai vízvisszatartó rendszerek, más néven esőkertek, olyan tájképi elemek, amelyeket úgy terveztek, hogy összegyűjtsék a vízhatlan felületekről, például tetőkről, járdákról és parkolókról lefolyó vízmennyiséget, és azt a föld alá szivárogtassák. A talaj (mesterséges vagy kevert talaj) homok, termőtalaj és a talajba helyezett mulcs keverékéből áll. Az esőkerteket fákkal, cserjékkel és évelő növényekkel ültetik be, mielőtt szerves mulcsréteggel borítják, amely felfogja az iszapot és a szennyező anyagokat. Ezek általában egy perforált csővel ellátott vízvezető réteget és egy túlfolyót igényelnek, amely viszonylag tiszta vizet szállít a kezelési lánc következő szakaszába vagy a csapadékvíz-csatornába.

Az esőkertek bármilyen formájúak lehetnek, de általában trapéz alakú szerkezetek. Az esőkert méretének mérésére a sík alsó területet (alapterület) használják. Az oldalsó lejtőkhöz szükséges területet hozzáadjuk az alapterülethez, és ezt a teljes területet vesszük figyelembe az esőkertnek a helyszínre való beillesztéséhez. Az esőkert alját be kell ültetni ahhoz, hogy megfelelően működjön.

²¹ Hermy M., Schauvliege M. & Tijskens G. (2005) Groenbeheer - een verhaal met toekomst; Velt i.s.m. afdeling Bos & Groen, Berchem



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



18. ábra: Esőkert keresztmetszete²².

Az esőkertek sziklából álló víztárolóval is rendelkezhetnek, amelyek további felfogó térfogatot és szivárgási kapacitást biztosítanak. A víztároló kialakítható természetközeggel, homokkal vagy kővel. Ebben az esetben a tározót geotextíliás membránnal burkolják be, hogy megakadályozzák, hogy a környező talaj vagy a természetközeg a sziklából álló víztárolóba kerüljön, és ezáltal csökkenjen víztartó képessége.

Az esőkert az első 2 évben öntözést igényel, amíg a növények meg nem telepednek. Az első 2 év után nem kell öntözni. Az első évben a fenntartás kihívást jelenthet, míg a növények megerősödnek.



19. ábra: Példák városi esőkertekre²³.

²² Toronto and Region Conservation Authority. <https://trca.ca/news/complete-guide-building-maintaining-rain-garden/>

²³ <https://www.c-ville.com/rain-gardens-lovely-way-protect-planet/>



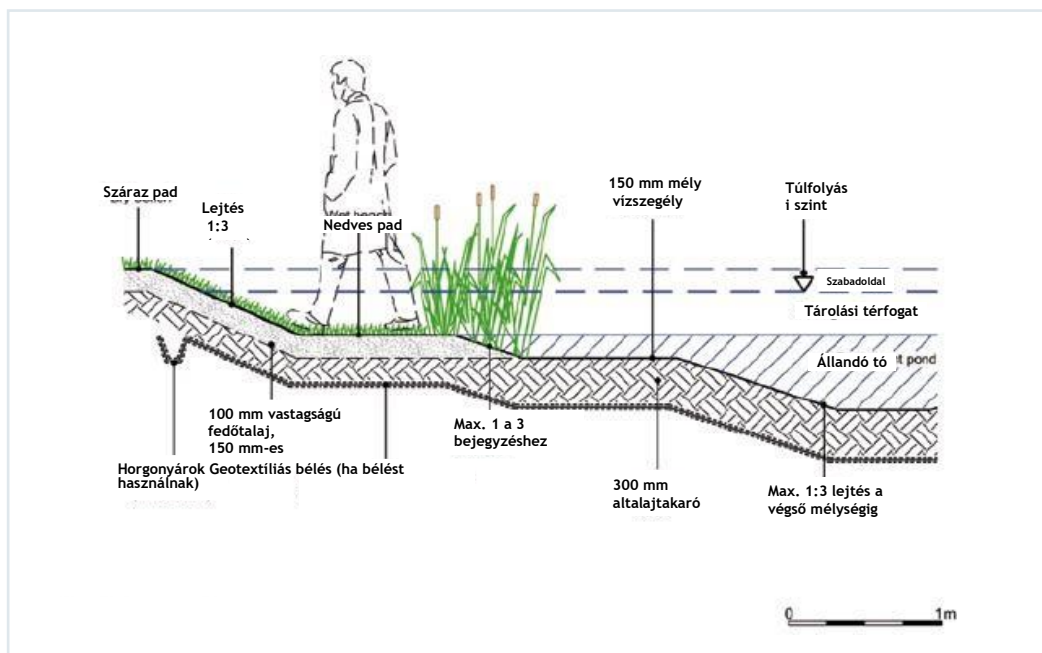
2. RÉSZ - 1. FEJEZET

2.2.4. Vízvisszatartó tavak

A visszatartó tavak olyan vizes tavak, amelyeket úgy terveztek, hogy tartósan visszatartsanak egy bizonyos mennyiségű vizet, és ideiglenesen tárolják a lefolyó vizet. Ezek összegyűjtik az esővizet a heves esőzések idején, és lassan a csatornába vezetik, vagy más célokra, például a talajvíz feltöltésére vagy öntözésre használhatók. A visszatartó tavak abban különböznek a mesterséges vizes élőhelyektől, hogy nagyobb átlagos vízmélységgel rendelkeznek, ami lehetővé teszi a vízszint nagymértékű ingadozását viharok idején. A növényzet a visszatartó tó szerves része, amely hozzájárul a szennyezőanyagok eltávolításához és az erózió megelőzéséhez, továbbá élőhelyet teremt.

A vízvisszatartó tavak természetes folyamatok, például ülepedés, biológiai lebomlás, nap általi fertőtlenítés és talajszűrés révén javítják a víz minőségét. Természetes rendszerként nem igényelnek energiát vagy csúcstechnológiás berendezéseket. A tó alatti talajnak kellően vízzárónak kell lennie, hogy megakadályozza a víz kiszáradását. Geotextíliás bélés vagy vízzáró anyag szükséges, ha az alatta lévő talaj vízáteresztő.

A vízvisszatartó tavakat úgy tervezték, hogy segítsék a kúszónövényeket és víz alatti vízi növényzetet, és jó tájtervezéssel hatékonyan beépíthetők a parkokba.



20. ábra: Vízmegtartó tó keresztmetszete²⁴.

²⁴ Anglian Water. Towards sustainable water stewardship. Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual. Anglian Water Services limited. https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/developers/aw_suds_manual_aw_fp_web.pdf



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



21. ábra: Példák vízmegtartó tavakra²⁵.

2.2.5. Szabad felszíni áramlású mesterséges vizes élőhelyek

A fenntartható vízelvezető rendszerek kézikönyvei általában említik a vizes élőhelyeket, amelyeket a mesterséges vizes élőhelyekről (CW) szóló szakirodalomban szabad vízfelszíni vizes élőhelyeknek (FWS) neveznek.

Az FWS területek az esővíz kezelésére szolgáló mocsaras rendszerek, amelyek tartósan visszatartanak egy bizonyos mennyiségű vizet. A tavakhoz képest több növényzetel rendelkeznek, mivel az FWS-t általában úgy tervezik, hogy a mederben a vízmélység nagymértékben változik: vannak mélyebb medencék, amelyek elősegítik az üledékképződést, és sekélyebb területek, amelyek lehetővé teszik a növények növekedését és az oldott szennyezőanyagok jobb eltávolítását²⁶.

Az FWS biztosítja a lefolyó víz ideiglenes tárolását az állandó medence felett, és csökkenti a lefolyási csúcsot. Az egyes csapadékeseményekből származó elfolyó vízmennyiséget kezelik és egy fojtott kifolyón keresztül vezetik ki. Az FWS a gyors iszapfelhalmozódás kockázatának elkerülése érdekében előkezelő rendszert vagy üledékgyűjtő medencét ír elő.

Az FWS-ben növekvő növények csökkentik az áramlási sebességet, így ez a vizes élőhelytípus nagyon hatékony a lebegő szilárd anyagok és a kapcsolódó szennyező anyagok visszaforgatásában. Az FWS telepíthető kúszó és víz alatti növényzettel; általában az őshonos növényeket részesítik előnyben, mivel ezek olcsóbbak és ellenállóbbak.

A méretezés fő kihívását a csapadékesemények sztochasztikus jellege jelenti. Az FWS tervezése a következőket tartalmazza:

- Üledékgyűjtő medence mint előmedence, előkezelő rendszerként, amely lehetővé teszi a lebegő szilárd anyagok ülepedését az esetleges károk elkerülése és a karbantartás megkönnyítése érdekében
- Mocsarak és mélyebb medencék kombinációja - a sekélyebb területek segítik a növényzet fejlődését és lehetővé teszik a megfelelő oxigénátvitelt, a mélyebb medencék pedig lehetővé teszik az üledékképződést és csökkentik az üledék visszaszívargásának kockázatát a kifolyó közelében
- Vízi pad, amely biológiai szűrőként működik, biztonságot és kényelmi előnyöket biztosít
- A további jellemzők közé tartozik a beömlőnyílás, az áramlásszabályozó rendszerrel ellátott kivezetőnyílás, a vészkiömlő, a biztonsági pad és a karbantartási hozzáférés.

²⁵ Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott T., Ashley, R. and Kellagher. 2015. The SuDS Manual. Department for Environment Food and Rural Affairs. CIRIA 2015. <https://www.susdrain.org/>

²⁶ Kadlec R.H., Wallace S.D. (2009), "Treatment wetlands - Second Edition", Lewis, Boca Raton

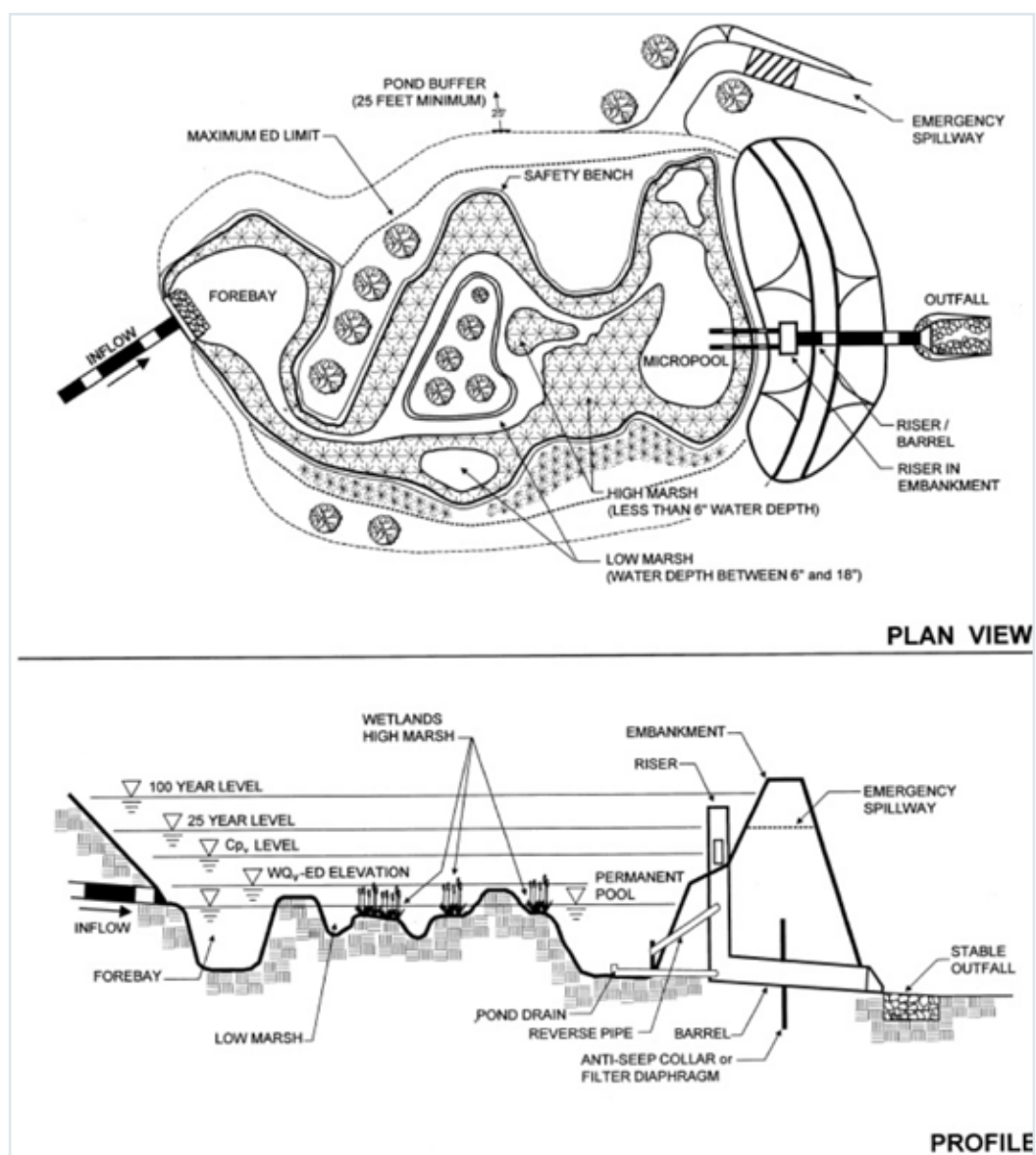


2. RÉSZ - 1. FEJEZET

Mivel a vizes élőhelyi rendszereket helyi munkaerő és anyagok felhasználásával építik, a költségek a helyszíntől és a termőhelytől való távolságtól függően változnak. A tőkeköltségek hasonlóak az alternatív technológiákhoz, amelyek magukban foglalják a földmunkákat, a bélést (ha szükséges) és a növényeket. Az üzemeltetési költségek meglehetősen alacsonyak lehetnek: az FWS esetében az energiaköltségek általában alacsonyak, a karbantartási költségek pedig akkor válnak jelentőssé, ha egy adott növényzetet fenntartanak.

A vizes élőhelyek kialakítása új élőhely létrehozásával jár, ami a biológiai sokféleség és a kényelem növekedéséhez vezet, és az egyszerű tavakhoz képest hozzáadott rekreációs értéket képvisel.

Az FWS kombinálható felszín alatti áramlású CW-kkel (2.2.6. szakasz) a kezelési teljesítmény, a tárolókapacitás, a biológiai sokféleség és a rekreációs érték növelése érdekében.



22. ábra: Az FWS csapadékvízkezelő rendszerei²⁷.

27 Haubner, S.M. (2001) Georgia Stormwater Management Manual



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



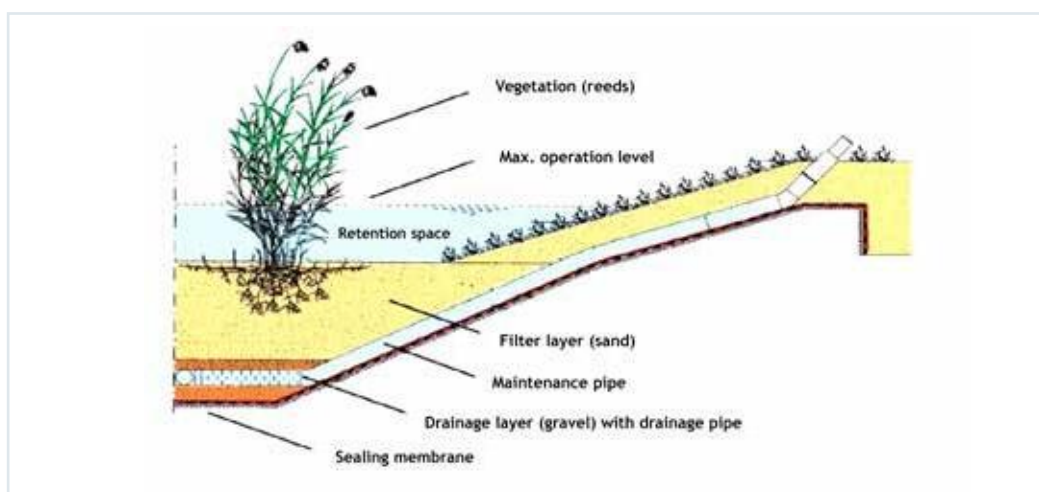
23. ábra: Példák a csapadékvíz kezelésére szolgáló FWS-re (Forrás: IRIDRA Srl)²⁸.

2.2.6. Felszín alatti áramlású mesterséges vizes élőhely

A felszín alatti áramlású mesterséges vizes élőhelyek olyan vizes élőhelyrendszerek, amelyekben a csapadékvíz egy kiválasztott méretű porózus közegen (általában homok vagy kavics) keresztül áramlik.

A felszín alatti áramlású vizes élőhelyek jól ismert alkalmazása a csapadékvíz kezelésére az úgynevezett retenciós talajszűrők (RSF). Ezek az esővíz kezelésére szolgáló, függőleges áramlású mesterséges vizes élőhelyek egy speciális formája. Az elnevezés az 1980-as évek végéről származik, amikor az első rendszereket építették, és szűrőanyagként földet használtak. Az eltömődéssel kapcsolatos problémák miatt a szűrőanyag napjainkban általában homok (0/2 mm), meredek szitagörbével. Az új rendszereknél már nem engedélyezett a kohéziós talaj. A német megközelítést továbbra is RSF („Retention Soil Filter”) néven különböztetik meg, bár logikusabb lenne „Retention Sand Filter” néven említeni.

A retenciós talajszűrőket általában két fokozatban tervezik, egy előfokozattal (ülepítőmedence) és egy náddal beültetett vertikális áramlású retenciós talajszűrővel. Az RSF a talajjal szemben le van zárva, és fojtott üzemmódban működik. A vizet egy kifolyón keresztül vezetik a vízelvezető rendszerbe.



24. ábra: Hgyományos retenciós talajszűrő (RSF) keresztmetszete.

²⁸ www.iridra.com

²⁹ Meyer, D., Molle, P., Esser, D., Troesch, S., Masi, F. and Dittmer, U. (2013) Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment—Comparison of German, French and Italian approaches. Water 5(1): 1-12



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



25. ábra: Retenciós talajszűrők Berlinben (Fotó: Andreas Süß).

A retenciós talajszűrőket általában hosszú távú szimulációk segítségével iteratív módon méretezik. A szűrő üledékterhelése nem haladhatja meg a 7 kg szűrhető anyag/m² értéket. Ezen túlmenően évente legalább 10 feltöltés átlagos gyakoriságát és ≤ 48 óra éves zárolási időt kell betartani³⁰.

A retenciós talajszűrők és általában a felszín alatti áramlású vizes élőhelyek nagyon jól visszatartják a részecskéket és a részben oldott anyagokat (93%). A foszfor eltávolításának hatékonysága kb. 80%. Jelentős eltávolítási hatékonyságról számoltak be kórokozók, fémek és újonnan megjelenő szennyező anyagok esetében is³¹. A nagy tisztítási kapacitás mellett a retenciós talajszűrők a fojtott lefolyás miatt jelentősen csillapítják a csúskiáramlásokat, csökkentve a víztest vízterhelését. A zárt kialakításnak köszönhetően nincs kölcsönhatás a talajvízzel.

A felszín alatti áramlású vizes élőhelyek, beleértve az RSF-eket is, sikeresen alkalmazhatók a kombinált csatornatúlfolyások kezelésére is, ahol a csapadékvíz keveredik a szennyvízzel³².

2.2.7. Vízyűjtő medencék

A vízyűjtő medencék olyan száraz medencék, amelyek a csapadékvíz lefolyását csillapítják azáltal, hogy ideiglenes tárolást biztosítanak a csillapított lefolyás áramlásának szabályozásával. Ahol növényzettel borítottak, ott az esővíz kezelését is biztosítják a szilárd anyagok eltávolítása és az üledékképződés szempontjából. A vízyűjtő medencék általában a SUDS-kezelési rendszer végén találhatók. Általában szárazak, ezért bizonyos körülmények között rekreációs létesítményként is működhetnek.

30 MUNLV 2015. Retentionsbodenfilter. Handbuch für Planung, Bau und Betrieb. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen. 2. Auflage. https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/retentionbodenfilter_handbuch.pdf

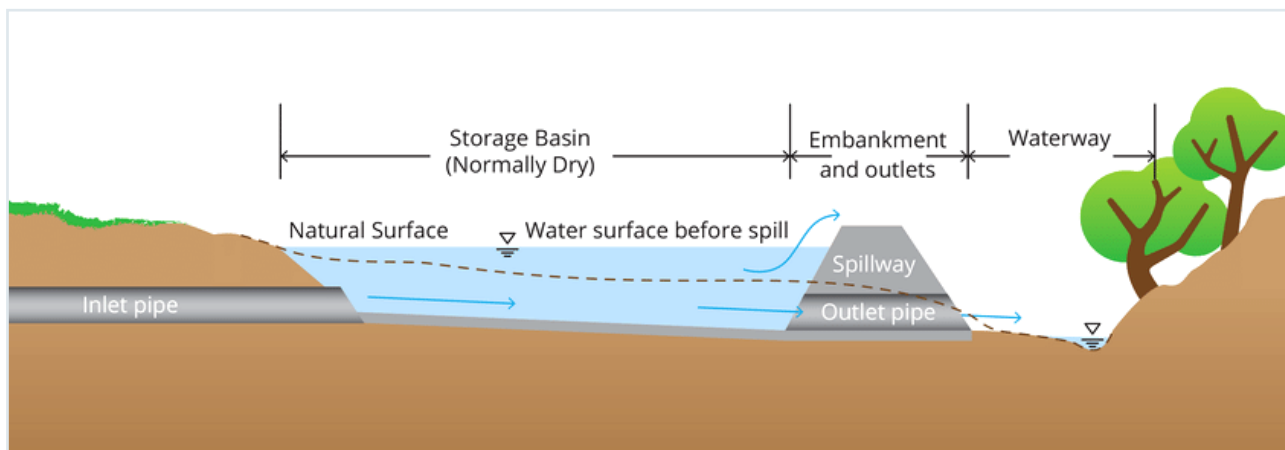
31 Tondera, K., Blecken, G. T., Chazarenc, F. and Tanner, C.C. (Editors) (2018) Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows. Springer Briefs in Water Science and Technology

32 Rizzo, A., Tondera, K., Pálffy, T.G., Dittmer, U., Meyer, D., Schreiber, C., Zacharias, N., Ruppelt, J.P., Esser, D., Molle, P., Troesch, S., Masi F. 2020. Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment: A state-of-the-art review. Science of The Total Environment 727: 138618



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

A vízgyűjtő medence vihar bekövetkeztéig száraz marad, ellentétben a visszatartó tóval, amely száraz időjárási körülmények között is megtartja a vizet, és úgy van kialakítva, hogy eső esetén több vizet fogjon fel. A legfontosabb szempont nem a szélsőséges körülmények közötti teljesítményük, hanem a hosszú távú életképességük és a hatékony működésük fenntartásához szükséges karbantartás szintje.



26. ábra: Visszatartó medence tipikus szelvénye³³.



27. ábra: Vízvisszatartó medencék száraz és nedves időszakokban³⁴.

33 Coombes, P., and Roso, S. (Editors) (2019) Runoff in Urban Areas, Book 9 in Australian Rainfall and Runoff - A Guide to Flood Estimation, Commonwealth of Australia, Commonwealth of Australia (Geoscience Australia)

34 A guide to support the selection, design and implementation of Natural Water Retention Measures in Europe (NWRM): Capturing the multiple benefits of nature-based solutions (2014). European Commission, Directorate-General for Environment. www.nwrm.eu



2.3. Beszivárgás

A beszivárgás lehetővé teszi, hogy az esővíz a felső talajrétegen keresztül (növényzettel vagy anélkül) lassan a föld alá szivároгjon, csökkentve a szennyezőanyag-terhelést és hozzájárulva a talajvíz feltöltődéséhez. A beszivárgás leginkább alacsony szennyezettségű lefolyások esetében alkalmas. A tervezési folyamat során figyelembe kell venni a talaj eltömődése miatt idővel csökkenő beszivárgási sebességet.

A felszíni beszivárgást vízáteresztő burkolatokon, vízelvezető csatornákon vagy árkokon keresztül évtizedek óta sikeresen alkalmazzák a helyszíni esővízkezelésre. A közelmúltban a rosszul áteresztő talajokon a lefolyás csökkentésére gyakran használtak kombinált rendszereket, mint például a „füvesített árok” rendszert.

Az altalajon keresztül történő beszivárgás során az esővíz számos biotikus és nem-biotikus folyamaton keresztül, többek között adszorpció, ülepedés, biológiai lebomlás és szűrés útján kerül kezelésre. A beszivárgási zónának legalább 30 cm aktív felső talajréteggel kell rendelkeznie az esővízben található szennyező anyagok optimális szűrése érdekében.

Minden esővíz-szivárgó rendszer előfeltétele a talaj áteresztő képessége, beleértve a biológiailag aktív, humuszban gazdag felső talajréteget is. A talaj áteresztőképességét a permeabilitási együtthatóval (k^f) fejezik ki, amelyet egyszerű permeabilitási vizsgálatokkal határoznak meg. Jelentős beszivárgás érhető el olyan talajokban, amelyek k^f értéke 1×10^{-3} m/s és 1×10^{-6} m/s között van.

A következő követelményeknek kell megfelelni minden beszivárgással kapcsolatos intézkedés esetében:

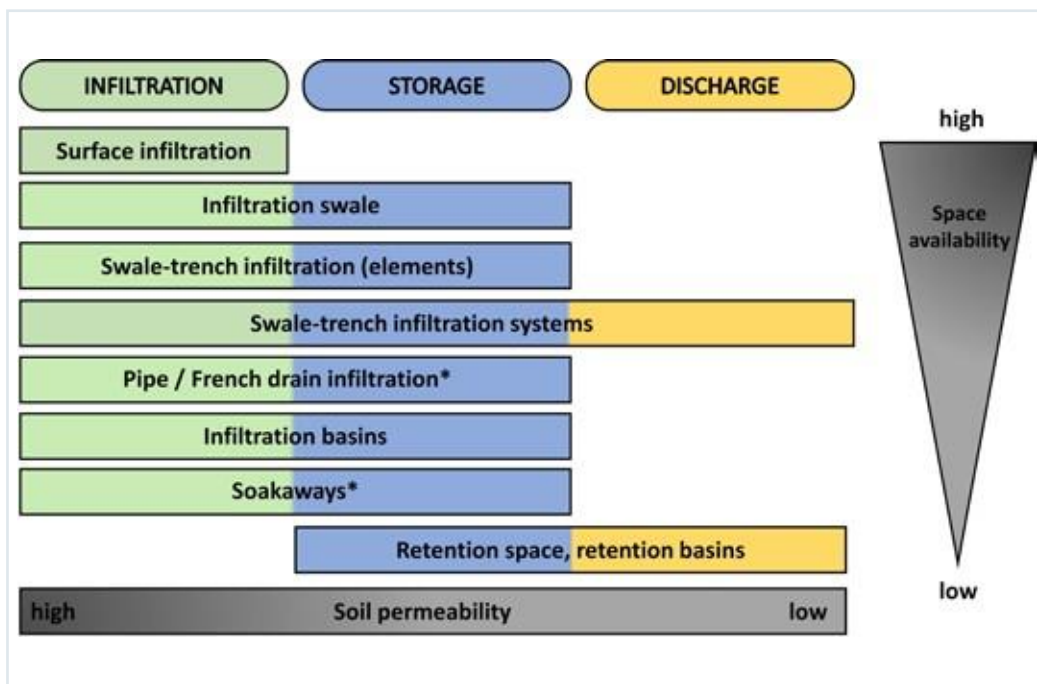
- A talaj és az altalaj hidrológiai viszonyait geotechnikai vizsgálatokkal meg kell erősíteni az alkalmasság és a stabilitás szempontjából, és figyelembe kell venni, hogy a felszín alatti talajvizet meg kell védeni az esetleges szennyeződéstől
- A talaj jó áteresztő képessége a beszivárgás érdekében
- A talajvízszintnek több mint 1 m-rel a beszivárogtatói szerkezet alapja alatt kell lennie
- A beszivárogtató rendszereket nem szabad az épületek alapjaitól számított 5 m-en belül építeni
- Csak az alacsony szennyezettségű csapadékvizet szabad beszivárogtatni vagy előkezelt elfolyóvizet kell használni
- El kell kerülni a talaj tömörödését a beszivárgás helyén.

A beszivárgással kapcsolatos kiválasztott intézkedés általában a talaj áteresztőképességétől és tulajdonságaitól, a rendelkezésre álló területtől, a víztartó réteg érzékenységtől és a csapadékvíz szennyezettségének mértékétől függ.

A 28. ábra a különböző beszivárogtató rendszerek lehetséges alkalmazási területeit mutatja a talaj áteresztőképessége és a rendelkezésre álló hely függvényében.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



28. ábra: A különböző beszivárgató rendszerek alkalmazási területei a talaj áteresztő képességétől és a rendelkezésre álló helytől függően³⁵ (* Nem ajánlott).

Az 5. táblázat a talaj áteresztőképessége (kf) és a rendelkezésre álló hely függvényében mutatja be a csapadékvíz beszivárgására szolgáló füvesített árokrendszerek alkalmazhatóságának kiválasztási kritériumait.

5. táblázat: Egyes beszivárgató technológiák kiválasztási kritériumai különböző talaj- és területi feltételek mellett (Londong & Nothnagel, 1999).

Áteresztő képesség				Az esővíz-beszivárgásra vonatkozó intézkedések kiválasztási eljárása	
Osztály	Áteresztő képesség	k _f értéktől	k _f értékig	Kis terület áll rendelkezésre ⁽¹⁾	Nagy terület áll rendelkezésre ⁽²⁾
II	magas	1 · 10 ⁻⁵	5 · 10 ⁻⁶	 Füvesített beszivárgató árok	 Füvesített beszivárgató árok 10 : 1
II	közepes	5 · 10 ⁻⁶	2 · 10 ⁻⁶	 Füvesített beszivárgató árok kivezetés nélkül	 Füvesített beszivárgató árok 6: 1
III	mérsékelt	2 · 10 ⁻⁶	7 · 10 ⁻⁷	 Füvesített árok-föld alatti beszivárgató részleges fojtott kivezetéssel	 Füvesített beszivárgató árok 4 : 1
IV	alacsony	7 · 10 ⁻⁷	2 · 10 ⁻⁷	 Füvesített árok-föld alatti beszivárgató blokk fojtott lefolyással ⁽³⁾	 Füvesített beszivárgató árok 2 : 1

(1) A csatlakozó zárt terület és a beszivárgó terület aránya 10:1; (2) A csatlakozó zárt terület és a beszivárgó terület aránya a megadottak szerint; (3) Kr érték korlátozás nélkül lefelé.

35 Londong, D. Nothnagel, A. (1999) Bauen mit dem Regenwasser. Aus der Praxis von Projekten. Oldenbourg Industrier- erlag München

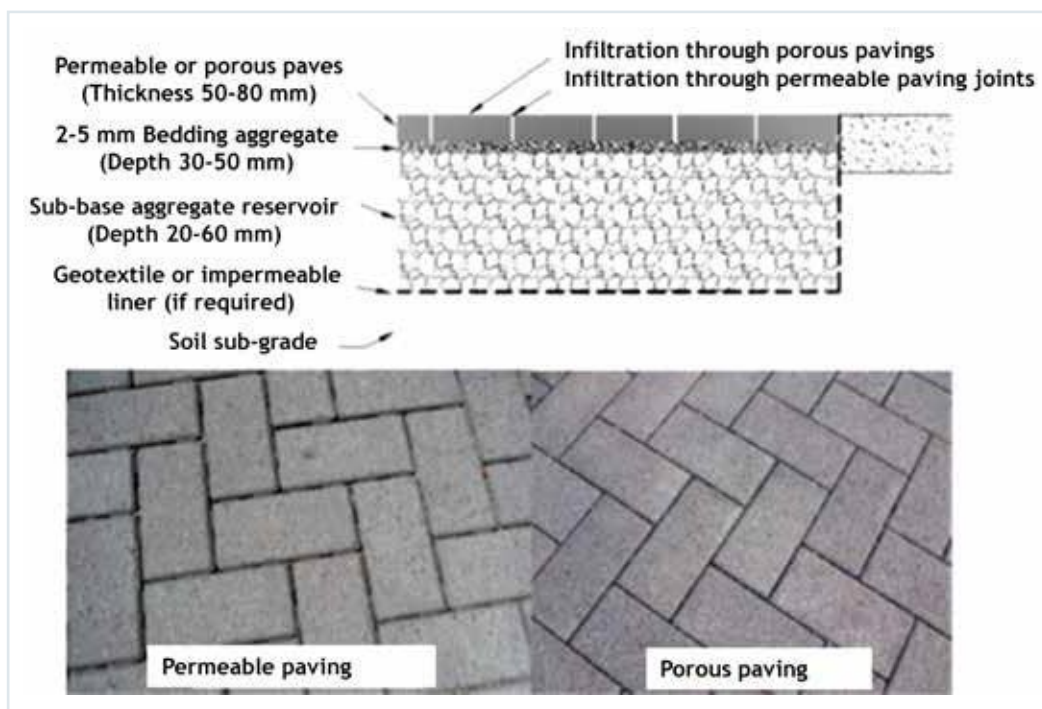


2.3.1. Áteresztő / porózus burkolat

Az áteresztő vagy porózus burkolatok lehetővé teszik az esővíz beszivárgását a talajba több rétegben, különböző finom szemcséjű anyagokon keresztül. A talajviszonyoktól függően a víz közvetlenül az altalajba szivároghat, vagy egy földalatti tározóban (pl. zúzottkő rétegben) tárolódhat, mielőtt lassan a talajba szivárogna. Ha a beszivárgás nem lehetséges, vízzáró membrán használható túlfolyóval, hogy a burkolat vízmentes maradjon. A leggyakrabban használt vízáteresztő burkolatok a vízáteresztő beton, a porózus aszfalt, a térkő, a fűbetontömbök és a vízáteresztő betonburkolatok (PICP).

Minden vízáteresztő burkolat hasonló rétegrenddel rendelkezik, amely egy felszíni burkolatrétegből, egy alatta lévő közetaggregátumos tározórétegből, a szűrést szolgáló alulcsatornákból és egy geotextíliából áll a nem tömörített talajréteg felett (29. ábra). Az esővíz átszivárog és beszivárog a burkolaton keresztül az alatta lévő aggregátumrétegekbe és/vagy talajba. A talajviszonyoktól függően a víz közvetlenül az altalajba szivárog, vagy a földalatti tározóban tárolódik (vízfelfogás), mielőtt lassan a talajba szivárogna. Ha a beszivárgás nem lehetséges, vízhatlan membránt lehet használni, amelyhez túlfolyócső is tartozik, amelyet el kell vezetni. Ebben az esetben a vízáteresztő burkolatok csak vízfelfogó intézkedéseként működnek.

Alkalmazási területek közé tartoznak a könnyű forgalmú utcai felületek, parkolók, udvarok, sétálóutcák, lakóövezetek járdái, sportlétesítmények, stb.



29. ábra: Egy tipikus vízáteresztő burkolat tervezési szerkezete.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



Kavicsos gyeppel: humusz és kavics/murva keveréke. A gyeppagokat a felszínre szórják és tömörítik



Kavics/murva burkolat: egyenletes, közepes szemcseméretű kavics vagy murva, tartós alapra helyezve



Füves betonelemek burkolat: betonelemek humusszal töltött és gyeppel benőtt méhsejtes nyílásokkal; 40% feletti zöldfelület



Porózus aszfalt: nagy pórusú szemcseszerkezettel rendelkező burkolókő. A vízáteresztő fugákkal kombinálva a burkolt területek nagyrészt vízelvezetés nélküliek



Betonburkolat: térkövek távtartókkal, amelyek biztosítják a fűvel és növényekkel benőtt térkövek közötti széles hézagokat (fugákat); a hézagok legfeljebb 35%-osak



Köves burkolat: keskeny hézagokkal ellátott, kavicssal vagy sóderrel kitöltött járdakövekből készül

30. ábra: Az áteresztő és porózus burkolatok különböző típusai.



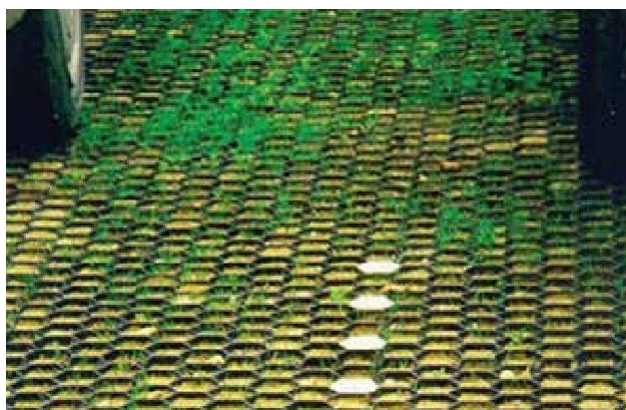
2. RÉSZ - 1. FEJEZET

6. táblázat: Lefolyási együtthatók különböző felületek esetében.

A burkolat típusa	Lefolyási együttható
Egyszerű füvesítés (gyep) Intenzív zöldtető	0 - 0,2
Kavicsos gyep	0,2 - 0,3
Extenzív zöldtető	0,3 - 0,5
Füves burkolatok	0,4 - 0,5
Mozaik vagy kisméretű járdalapok nagy fugákkal	0,5 - 0,6
Közepes és nagyméretű burkolatok nyitott fugákkal	0,5 - 0,7
Egymásba illeszkedő burkolat és járólapok	0,5 - 0,8
Beton és aszfaltburkolat	0,9
Fém- és üvegtetők	0,95



Beton burkolat



Egymásba illeszkedő fűburkolat kezdődő zöldítéssel



Fűburkolat kerékpár parkolóhelyen



Nyitott hézagú burkolat és fűburkolat parkoláshoz

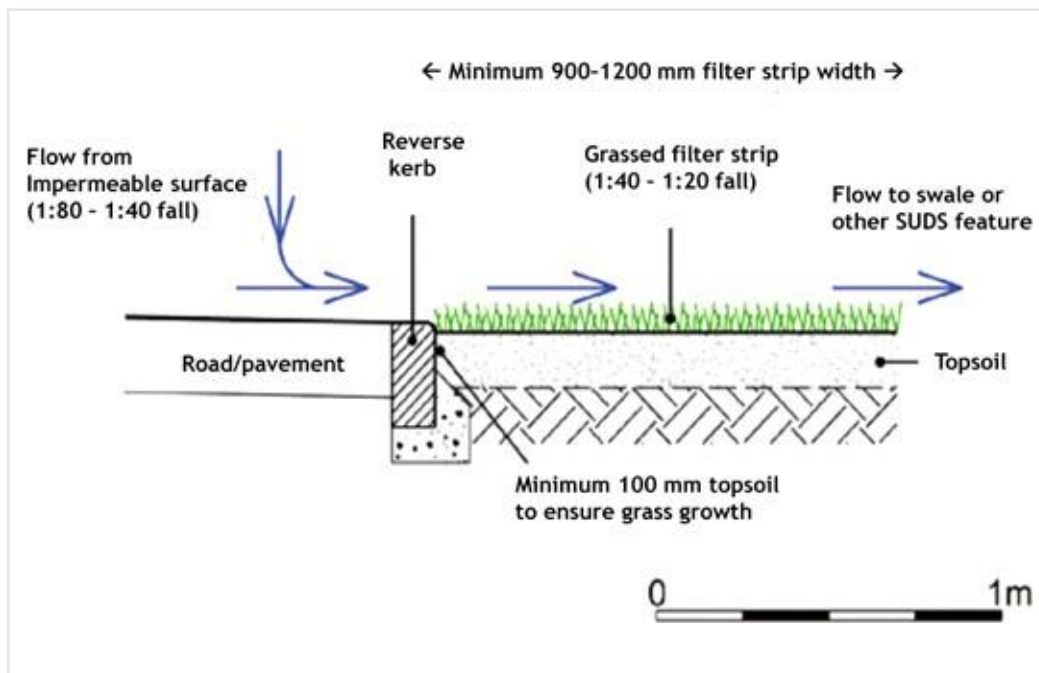
31. ábra: Az áteresztő burkolatok különböző alkalmazási területei (gyalogos-, jármű- és kerékpárutak).



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

2.3.2. Szűrősávok

A szűrősávok széles, lankás lejtésű, füves vagy más sűrűn növényzettel borított földcsávok, amelyek összegyűjtik a felszíni vizek lefolyását a vízzáró felületekről. A lefolyó víz a szűrősávon keresztül folyik, amely lelassítja a víz áramlását, felfogja az iszapot és a szennyeződések, és lehetővé teszi, hogy a víz egy része beszivároghoz a talajba. A szűrősávokat általában a kezelési láncban lejjebb lévő más beszivárogtató szerkezetek védelmére használják. Mivel ezek nem csatornázott, hanem lapos áramlást használnak, a lefolyóból a lebegő szilárd anyagokat hatékonyabban távolítják el, mint a füvesített árkok.



32. ábra: Szűrősáv sematikus ábrája (Anglian Water).



33. ábra: Út melletti szűrősáv a város központjában (NWRM).

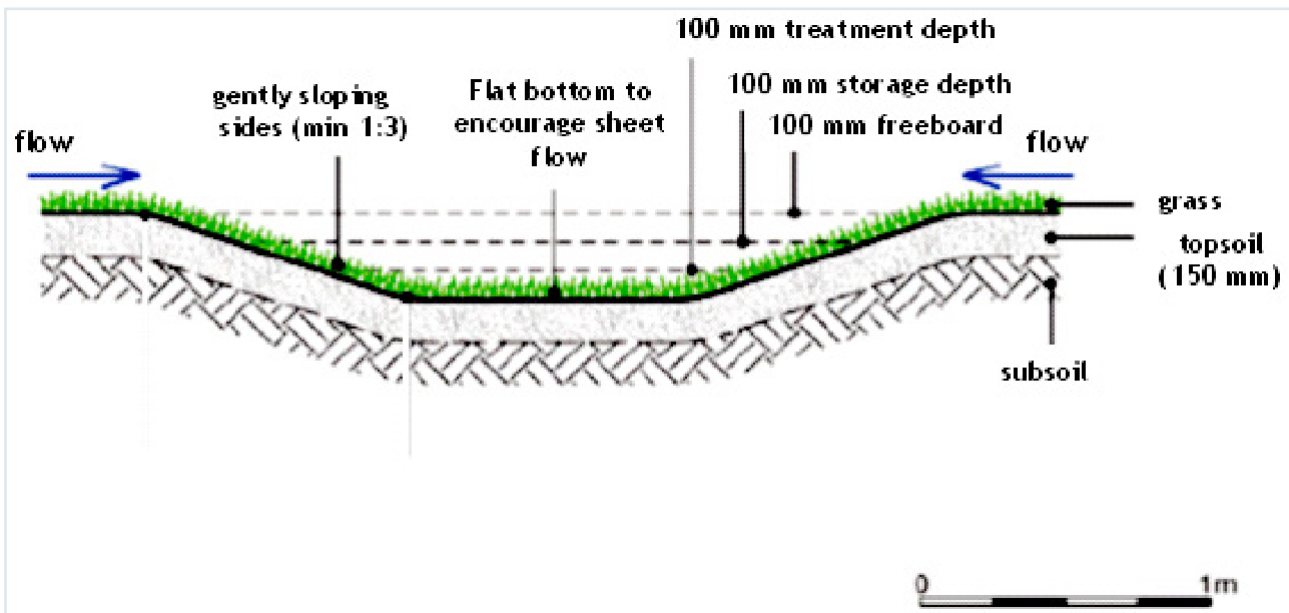


2. RÉSZ - 1. FEJEZET

A szűrősávokat úgy tervezték, hogy legalább 5 perces tartózkodási idővel kezeljék a lapos áramlást. Az áramlási sebességet alacsonyan kell tartani a szennyezőanyagok eltávolításának fokozása érdekében. Az Egyesült Királyságban az üledékképződés elősegítése érdekében legfeljebb 0,3 m/s áramlási sebességet javasolnak. A szűrősávok ideális esetben 5-15 m hosszúak, hogy hatékonyak legyenek, és legalább 90-120 cm szélesek. A fűnek vagy növényzetnek ellen kell állnia a nedves és száraz körülményeknek, valamint a nagy áramlási sebességnek. A csatornává alakulás és a rendszer korai meghibásodása a rossz tervezés és kivitelezés vagy a karbantartás hiánya miatt következhet be.

2.3.3. Füvesített árkok (növényzettel borított árkok / bioárkok)

A füvesített árkok nyitott, széles és sekély csatornák, amelyeket általában fű borít, és amelyek az esővizet a zárt felületekről elvezetik, kezelik, megsűrítik és beszivároztatják a talajba. A növényzet segít a szennyeződések felfogásában és a csapadékvíz lefolyási sebességének csökkentésében. A füvesített árkokat általában akkor használják, ha a felszíni beszivárgáshoz szükséges terület nem elegendő. Ideiglenes tárolásra, kezelésre és beszivárgásra szolgálnak.



34. ábra: Növényzettel borított árkok vázlatos ábrája (Anglian Water).

A füvesített árkok jó tisztítási kapacitást biztosítanak, és kevesebb helyet és kisebb áteresztő képességű talajt igényelnek, mint a felszíni beszivárgás. A vizet nyitott ereszcsonákon keresztül lehet elvezetni az árkokba, amely beépíthető a parkosított területekbe.

A füvesített árkokat a SUDS-rendszer első szakaszaként kell használni, a szomszédos vízzáró vagy alacsony vízáteresztő képességű területekről származó diffúz szennyvíz befogadására. Ennek eredményeként az adott vízgyűjtő terület általában viszonylag kicsi, például egy tetőfelület, parkoló, útfelület vagy egy kis mező. A csatlakozó vízlevezető terület a legmeghatározóbb paraméter. Alapszabályként elmondható, hogy az árkok teljes felületének kis intenzitású esőzések esetén körülbelül 2-5%-ának, nagy intenzitású esőzések esetén pedig 10-20%-ának kell lennie annak a területnek, amely az árkokba folyik.

A füvesített árkok növényzete lehet különböző növények keveréke, beleértve a nedves és száraz területek fűeit is, ami növeli a biológiai sokféleséget.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

7. táblázat: Optimális tervezési paraméterek a növényzettel borított árkokhoz.

Szükséges felület	Alacsony intenzitású esőzés: a csatlakozó vízgyűjtő terület 2-5%-a Nagy intenzitású esőzés: a csatlakozó vízgyűjtő terület 10-20%-a
Szélesség	1 - 2,5 m
Mélység	20-50 cm (általában a szélesség 1/5-e)
Hosszirányú lejtés	Minimum 1% és maximum 4%
Felszín alatti terület	Termőtalaj szubsztrátummal (általában fű): > 10 cm. A jó tisztítási kapacitás érdekében kb. 30 cm ajánlott



35. ábra: Növényzettel borított árkok (Büro Grimm).



36. ábra: Füvesített árkok lakott területeken (Sieker).

2.3.4. Beszivárogtató medencék

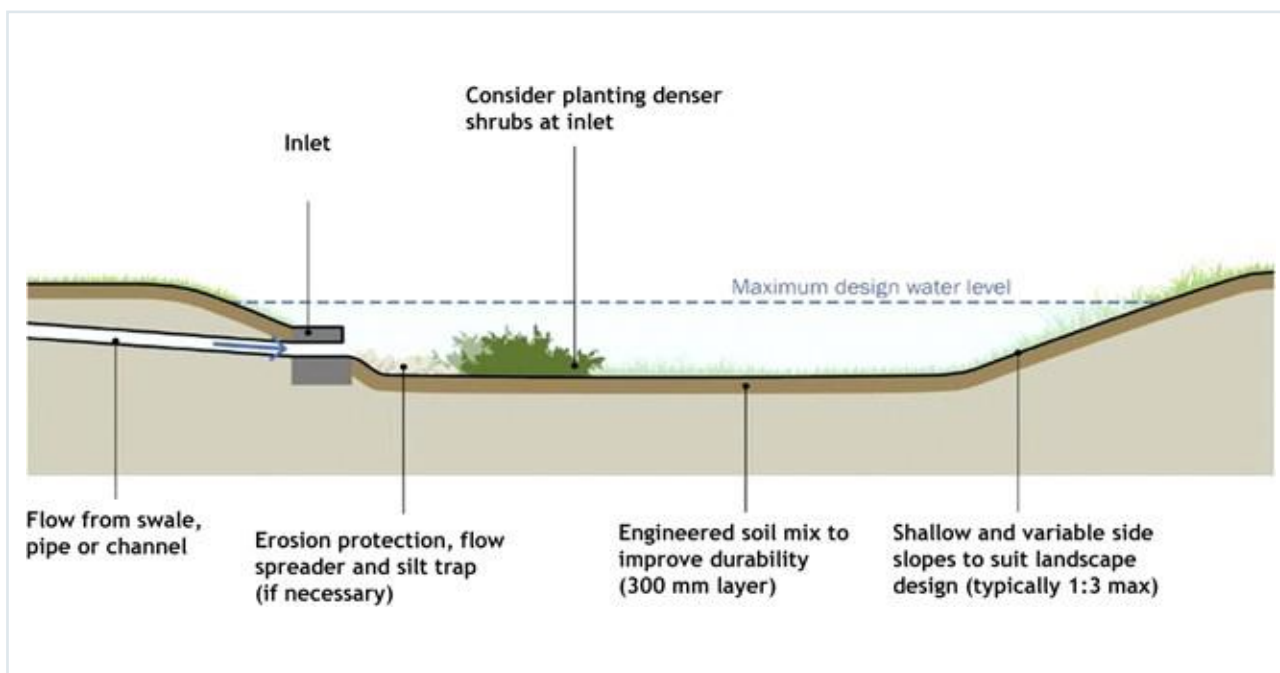
A beszivárogtató medencék olyan természetes vagy épített sekély, növényzettel borított mélyedések, amelyek átmenetileg tárolják a beérkező csapadékvizet, és több napon keresztül beszivárogtatják azt a környező vízáteresztő talajba. Általában kis területekről származó felszíni vízfolyásokat gyűjtenek össze. A beszivárogtató medencék szárazak, kivéve heves esőzések idején. Hasonlóak a visszatartó medencékhez, amelyek csak rövid ideig tartják vissza a vizet, azzal a különbséggel, hogy úgy tervezték őket, hogy a víz a talajba szivároгjon, és egyben tárolást is biztosítsanak.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

A növényzetnek bírnia kell a nedves és a száraz körülményeket is, és a mélyen gyökerező növényzet javítja a medence beszivárgási kapacitását és csökkenti az eltömődés mértékét. A beszivárogtató medencéket fákkal, cserjékkel és más növényekkel lehet beültetni, így biztosítva élőhelyet az élővilág számára.

A beszivárogtató medencék beépíthetők új fejlesztésekbe, ahol a meglévő növényzet megőrizhető és felhasználható beszivárgási területként. A szomszédos épületekből és a vízhatlan felületekről lefolyó vízmennyiséget erre a területre lehet irányítani, így a beszivárgás ösztönzése mellett a párolgás is növekedhet.



37. ábra: Beszivárogtató medence vázlata (Anglian Water).



38. ábra: Üres³⁷ és feltöltött beszivárogtató medence³⁸.

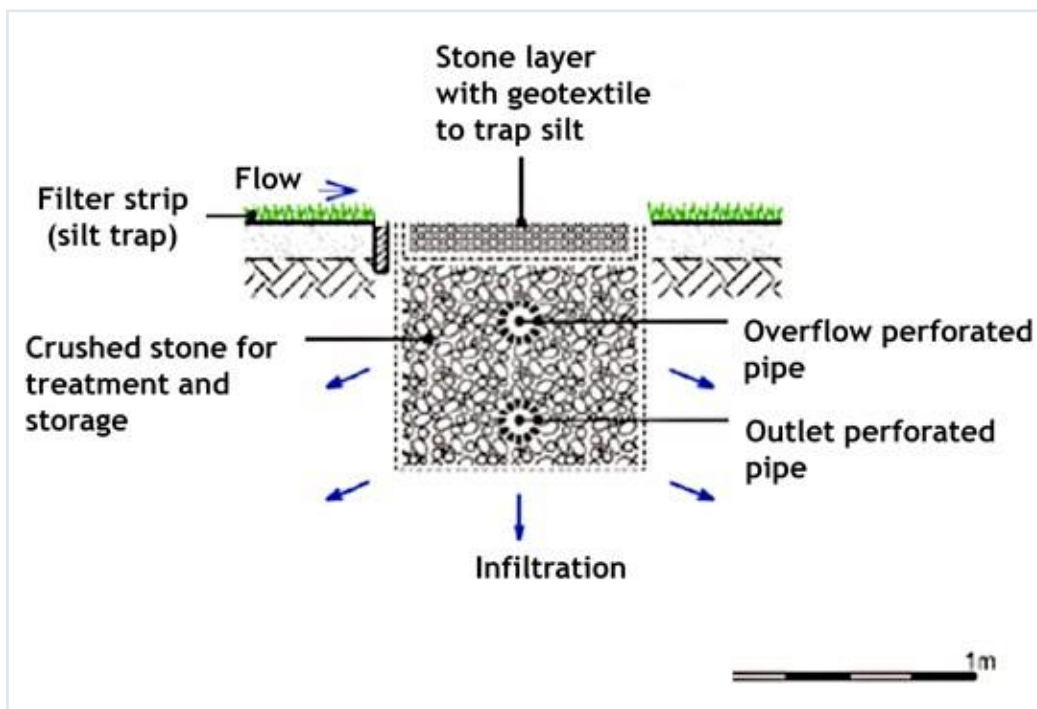
³⁷ https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php/BMPs_for_stormwater_infiltration

³⁸ <https://www.stormwaterpartners.com/facilities-infiltration-basin>



2.3.5. Beszivárogató árkok

A beszivárogató árkok olyan lineáris, sekély mélyedések, amelyeket vízáteresztő szemcsés anyaggal (kavics, lávaszemcsék vagy kő) vagy más, nagy tárolókapacitású anyaggal (beszivárogató dobozok) töltenek ki, amelyek összegyűjtik a vízáteresztő felületekről lefolyó felszíni vizeket, és fokozatosan a talajba szűrik azokat. A lefolyó víz az üregekben tárolódik, lehetővé téve, hogy lassan beszivárogjon a talajba, így ideiglenes földalatti tárolóként működik. Hosszú élettartamukat növeli, ha hatékony előkezelő rendszert (pl. szűrőszalagot) építenek be a beáramlásnál a felesleges szilárd anyagok eltávolítására. A beszivárogató árkot növényzettel vagy kemény burkolóanyagokkal, például kavicssal, téglával vagy járdalapokkal lehet fedni. Az összegyűjtött esővizet a föld felett (felszíni lefolyó) kavicssal töltött árokba vagy a föld alatt (felszín alatti lefolyó) kavicságyazású perforált csőbe vezetik, ahol ideiglenesen tárolják, és ahonnan az esővíz fokozatosan a talajba szivárog (39. ábra). Általában egy vezérlőaknát csatlakoztatnak túlfolyó- és fojtószelepekkel. Ez a fajta beszivárgás kevés helyet igényel, de a földalatti rendszert nehéz ellenőrizni.



39. ábra: Beszivárogató árok vázlata kőből készült tározóval és perforált lefolyócsövekkel (Anglian Water).

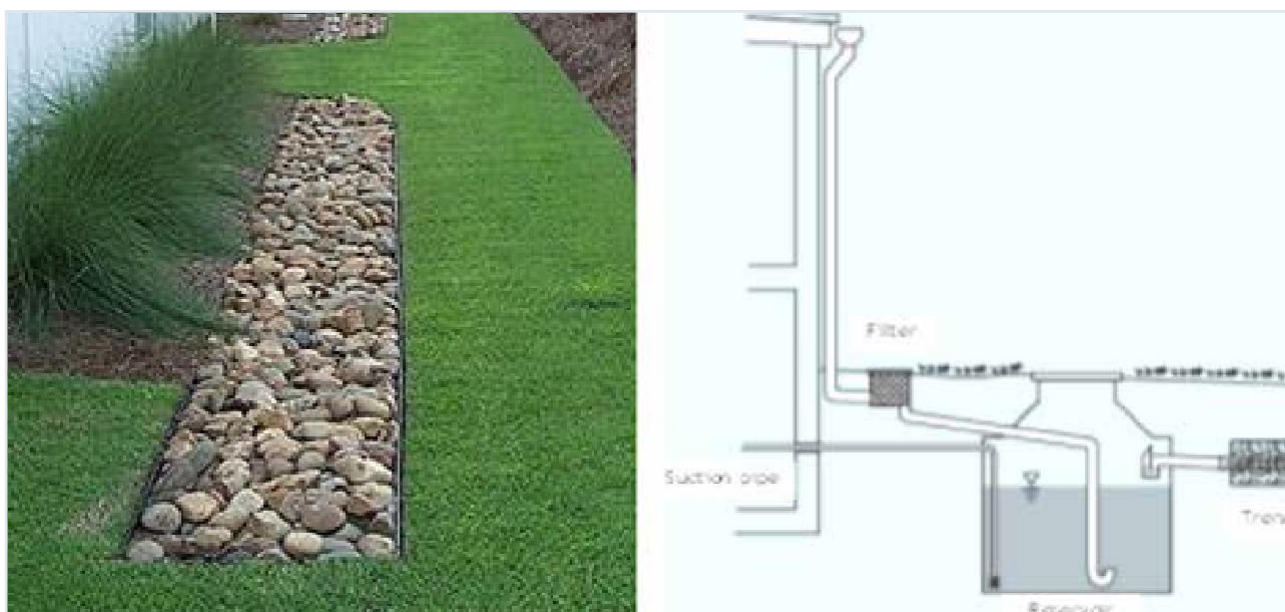
A beszivárogató árkot általában geotextil membránal burkolják, hogy megakadályozzák a töltőanyag szennyeződését a felső talajjal. Az árok hossza mentén diffúz beömlőnyílással kell rendelkeznie, és szélsőséges események esetén vészhelyzeti túlfolyást kell lehetővé tennie. A beszivárogató árok mindkét végén és megfelelő időközönként tisztítónyílásokat vagy víznyelőket kell felszerelni, hogy a perforált csőhöz hozzáférhessenek. Az árkoknak képesnek kell lenniük arra, hogy az esőzések között lefolyjanak és újra levegőztethetők legyenek. Hosszú beszivárogató árkok esetén célszerű az árok mentén rendszeres időközönként ellenőrzőcsöveket elhelyezni. A beszivárogató árkokat be kell illeszteni az általános tájtervezésbe és a nyílt terekbe, amelyek lehetővé teszik a földterület kettős használatát. Keskeny formájuknak köszönhetően könnyen és minimális területigény mellett integrálhatók a helyszínbe.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



40. ábra: Példák a beszivárogtató árkokra³⁹.



41. ábra: Beszivárogtató árok a tetőhöz való csatlakozással⁴⁰.

³⁹ Minnesota Stormwater Manual. <https://sustainablestormwater.org/2007/05/23/infiltration-trenches/>

⁴⁰ <https://www.sudswales.com/types/source-control/infiltration-trenches/>

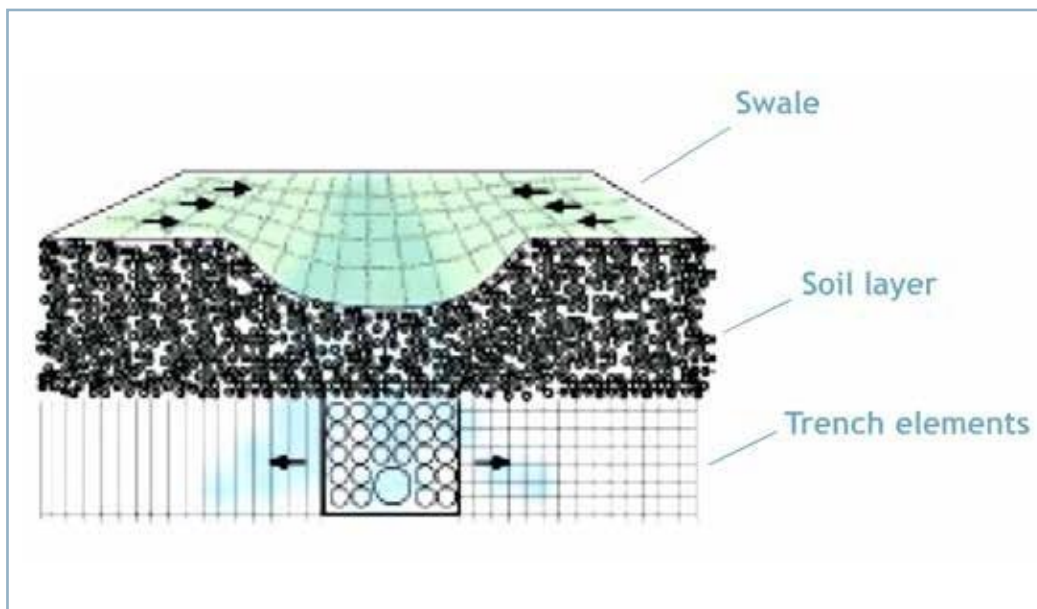


2.3.6. Füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk rendszer

Afüvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk beszivárogtató rendszer a felszíni vízvisszatartás és tisztítás kombinációja egy füvesített árok és egy földalatti visszatartó árok kombinációjával. Jó tisztító kapacitást biztosít, és kevesebb helyet igényel, mint a felszíni vagy a csatornába történő beszivárgás. Az esővíz a füvesített árok felső talaján keresztül egy vízáteresztő árokzónába jut, ahol vagy beszivárog a mélyebb rétegekbe, vagy a folyóba vagy a csatornába kerül. Az árokrendszerek különösen alkalmasak ott, ahol a hely korlátozott és a talaj mérsékelten vízáteresztő.

A füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk rendszer kiépítése a következő elemekből áll (42. ábra):

- Felső talajréteg (30 cm) és kavicsréteg (5 cm) a füvesített árok és a beszivárogtató blokk között
- Kavicsal (szemcseméret 16/32) töltött árok, mint tárolómedence, és egy lefolyócső, vagy beszivárogtató dobozokból készült tömörített ágyazatú árok
- Akna a lefolyócső végén lévő fojtóelemmel
- Túlcsondulás.



42. ábra: Keresztmetszet füvesített árok- föld alatti szikkasztó blokk beszivárogtató rendszerben (Az fbr-től adaptálva).

Mind a föld feletti füvesített árok, mind a föld alatti árok tárolóhelyet biztosít. A füvesített árokból a szivárgóárokba történő vészhelyzeti túlfolyás a hidraulikai csúcsterhelés idején tehermentesíti az árkot. A beszivárogtató árokban lévő lefolyócső végén egy fojtóelem biztosítja az esővíz fojtott elvezetését a csatornába vagy egy felszíni víztestbe.

A füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk rendszerek felületigénye a csatlakozó, zárt felület kb. 10%-a, és kisebb helyet igényelnek, mint a füvesített árok és a szikkasztó blokk rendszerek külön-külön. A füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk rendszereket általában a rosszul áteresztő felső talajok esetében alkalmazzák ($k_f < 10^{-6}$ m/s, mint az agyagos talajok esetében), ahol általában csak 50%-os beszivárgási arányt érnek el. A füvesített árok biztosítja az esővíz átfogó tisztítását, mielőtt az árokba kerülne. A füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk rendszer geotextil membránnal történő lezárása megvédi a rendszert a felső talajon keresztül történő eltömődéstől.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



43. ábra: Árokelemek (beszivárogató dobozok) füvesített árok-beszivárogató blokk rendszerekhez (ENREGIS).



44. ábra: Füvesített árok-beszivárogató blokk rendszerek Berlinben (Sieker).

A füvesített árok-beszivárogató blokk rendszer teljesítménye megegyezik a füvesített árkok és az beszivárogató blokkok rendszereinek együttes teljesítményével. Tanulmányok kimutatták, hogy a füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk rendszer megfelel a legtöbb tervezési célkitűzésnek, beleértve a teljes lefolyás és a csúcsáramlási sebesség jelentős csökkentését, a szennyező anyagok eltávolítását és a talajvíz feltöltődésének növelését.



3. A különböző esővízgazdálkodási intézkedések áttekintő mátrixa

8. táblázat: A különböző esővízelvezetési intézkedések helyigénye (Sieker, 1999 alapján)⁴¹.

Mérés	Helyigény (m ² /ha)
Esővízgyűjtés (RWH)	400
Zöldtetők	0
Áteresztő burkolatok	0
Felszíni beszivárgás	5,000
Füvesített árokba való beszivárgás	2,000
Árokba való beszivárgás	1,200
Füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk beszivárogtatás	1,000
Szivárogtató rekeszek	100

⁴¹ Sieker, H. (1999) Generelle Planung der Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten. Dissertation. Technische Universität Darmstadt
https://www.sieker.de/aktuelles/news/generelle-planung-der-regenwasserbewirtschaftung-in-siedlungsgebieten-dissertation-technische-universitaet-darmstadt-166.html?no_cache=1



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

9. táblázat: A különböző csapadékvíz-gazdálkodási intézkedések lehetőségei és hatásai.

LEGEND		Rainwater harvesting (RWH)	Green roofs & walls	Rain gardens	Retention ponds	Constructed wetlands	Detention basins	Permeable/porous pavings	Filter strips	Vegetated swales	Infiltration basins	Infiltration trenches
High												
Medium												
Low												
None												
	Flood control reduction											
	Water retention											
	Slow runoff											
	Store runoff											
	Filtration of pollutants											
	Increase evapotranspiration											
	Increase infiltration											
	Intercept pollution pathways											
	Erosion control											
	Groundwater recharge											
	Climate change mitigation											
	Reduce peak temperatures											
	Create aquatic habitat											
	Biodiversity enhancement											
	Amenity potential											
	Recreational value											

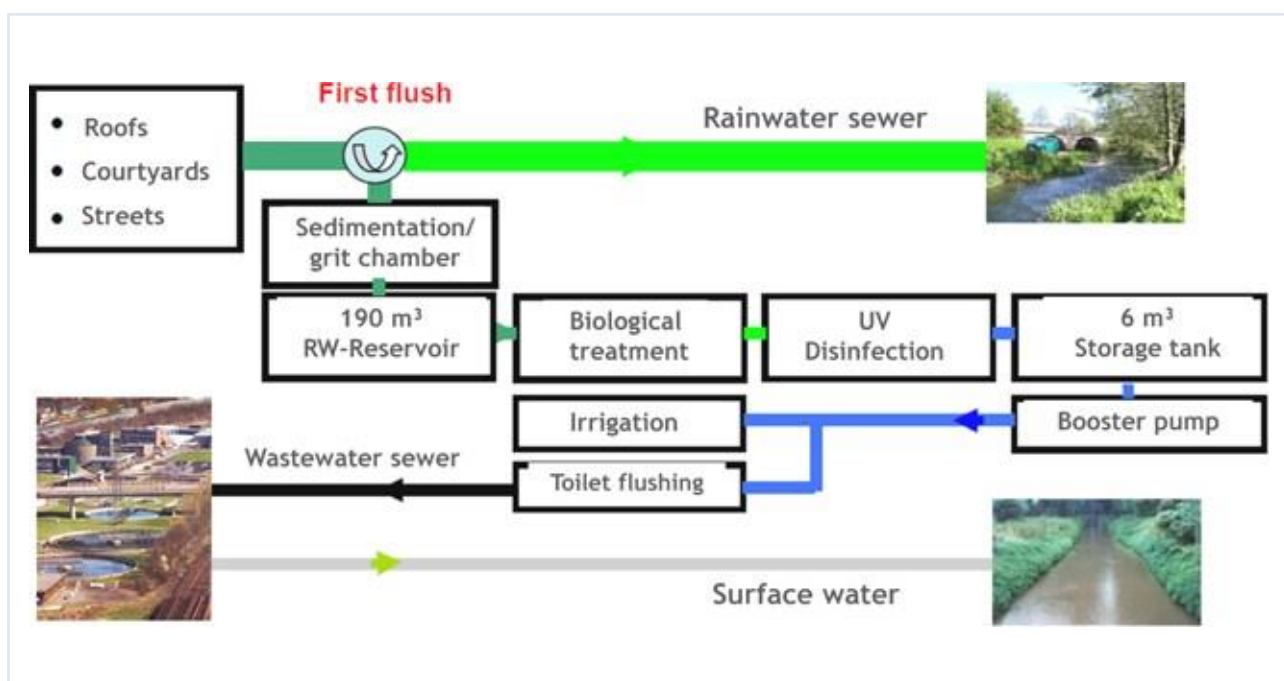


4. Jó példák

4.1. Esővízgyűjtés Belß-Lüdecke lakónegyed, Berlin

Építési időszak: 2000 - 2001

A berlini Belß-Lüdeckestraße lakónegyedben a lakóparkok tetőiről, udvarairól és a környező közlekedési felületekről származó esővíz szennyezett részét (az úgynevezett „seőzés első észét”) elvezetik, összegyűjtik és talajszűrőkkel, majd UV fertőtlenítéssel kezelik. A kezelt esővizet a lakók WC-jének öblítésére és a kertek öntözésére használják. Csak a nagyrészt szennyezetlen esővíz kerül az esővízcsatornába, és a közeli felszíni víztestbe. Ez a projekt volt az első a maga nemében, amely az utcai csapadékvízből származó esővizet beltéri használatra gyűjtötte és kezelte⁴².



45. ábra: A berlini Belß-Lüdecke lakónegyed esővízgazdálkodási rendszerének folyamatábrája.

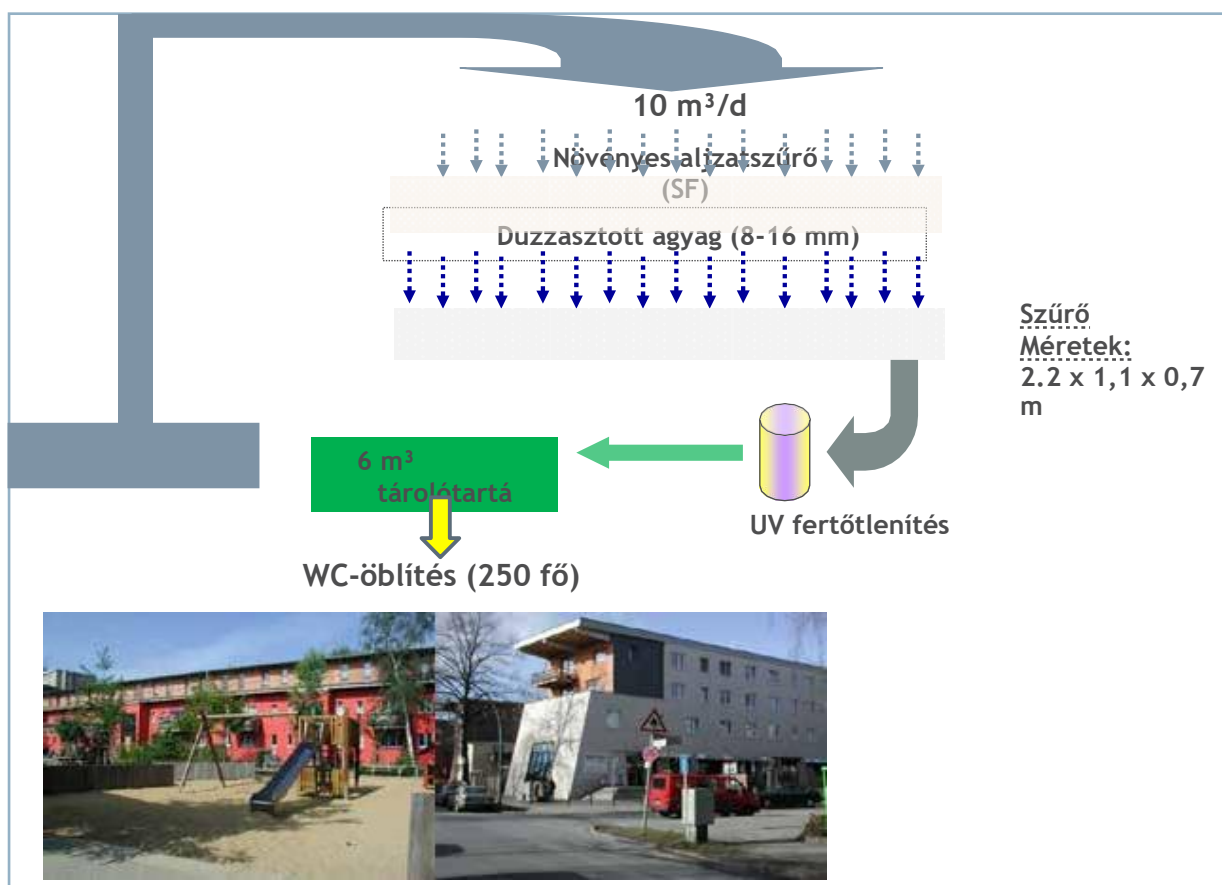
42 Nolde, E. (2007) Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces. Desalination 215 (1): 1-11



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

10. táblázat: Műszaki adatok.

Projekt: Esővízgyűjtés Belß-Lüdecke Strasse, Berlin	
Leírás	Az első ilyen jellegű projekt Berlinben, amely a közlekedési felületekről lefolyó víz összegyűjtését és kezelését beltéri használatra, valamint kiváló minőségű használati víz előállítását is tartalmazza
Projekt kezdete - vége	2000 - 2001
Gyűjtési terület	Tető- és udvari felületek, beleértve a lezárt közlekedési felületeket is
Vízgyűjtő terület	12,000 m ² lezárt terület
Esővíztározó	190 m ³ ; az esővizet az esővízcsatornából a ciszternába vezetik (beleértve az első öblítést is)
Előkezelés	Ülepítő és homokfogó kamra (homokfogó)
Biológiai kezelés	Növényes talajszűrő és UV fertőtlenítés
Kezelési kapacitás	10 m ³ /d
Újrafelhasználási alkalmazások	Beltéri WC-öblítés (200 fő) és kerti öntözés
Ivóvíz-megtakarítási potenciál	A WC-öblítés vízigényének kb. 70%-a (80 adag): 2500 m ³ /a



46. ábra: Az esővızıztisztító rendszer tervezése beépített talajszűrővel.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



47. ábra: Esővízcsatorna kapcsolóterelővel (fent) és az épület belsejében lévő talajszűrővel (lent).



4.2. Potsdamer Platz, Berlin

Építési időszak 1994-1999^{43,44}

Esővízgazdálkodás és városi víztervezés: az intézkedések közé tartozik az esővízgyűjtés, az extenzív és intenzív zöldtetők, a mesterséges víztestek és az esővízkezelésre szolgáló mesterséges vizes élőhelyek. A telephelyen évente kb. 23 000 m³ esővizet kezelnek, amely 19 épületből származik.

A zöld és nem zöldtetők kombinációján gyűjtik össze az éves esővizet, amelyet újra felhasználnak WC-öblítéshez, öntözéshez és tűzoltáshoz. A felesleges esővíz a szabadtéri táj medencéibe és csatornáiba folyik, oázist teremtve a városi élet számára. A növényzettel borított biotópok természetes élőhelyet alkotnak, és a mesterséges víztestbe folyó esővíz szűrésére és tisztítására szolgálnak. A zöldtetők, a földalatti ciszternák és egy mesterséges víztározó jelentik a fő víztározókat.

A 13 042 m² területű és kb. 15 000 m³ víztérfogatú mesterséges víztest négy funkcionálisan elkülöníthető víztestre oszlik. Az esővíz tisztítása és szűrése természetes módon történik a 4 biotópon keresztül, amelyek módosított, mesterséges vizes élőhelyként épülnek, és speciális, duzzasztott pala, kavics és zeolit szubsztrátból állnak, valamint közönséges náddal (*Phragmites*) vannak beültetve. A víz folyamatosan kering, a különböző biotópok esetében 30 és 150 m³/h közötti maximális szűrés kapacitással.

Fő jellemzők:

- Helyszíni esővízkezelés
- Az esővíz visszatartása és elpárologtatása túlnyomórészt extenzív tetőzöldítéssel (12 000 m²)
- Ciszternák összesen 2 550 m³ térfogattal:
 - WC-öblítésre kb. 10 800 m³/év
 - zöldfelületi öntözésre történő felhasználás kb. 1114 m³/év
 - kb. 12 000 m²-es mesterséges víztest feltöltésére történő felhasználás, kb. 1900 m²-es, feljebb fekvő, telepített tisztító biotópokkal

Szélsőséges események idején (2-3 évente) az összegyűjtött esővizet a Landwehrkanalba vezetik, legfeljebb 3 liter/mp/ha mennyiségben.

Hatások: az esővizet összegyűjtik és a helyszínen hasznosítják, így az esővíz nem kerül az egyesített szennyvízcsatornába. A Potsdamer Platz városi vízfelülete csökkenti az árvizek és a felszíni vízszennyezés kockázatát. A zöldtetőkről és a mesterséges tóról történő párolgás révén a vízkörforgást is lezárja, javítva ezzel a helyi mikroklímát. Az épületek édesvíz-felhasználása csökkent, és a városi biológiai sokféleség, valamint az erőforrás-hatékonyság növekedését tapasztalták.

⁴³ <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/potsdamer-platz-berlin-germany/>

⁴⁴ https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/modellvorhaben/kuras/oekologischer-stadtplan.shtml



2. RÉSZ - 1. FEJEZET



48. ábra: Potsdamer Platz, Berlin (Fotók: Ramboll Studioreiseitl, fent és Marco Schmidt, lent).

4.3. Olimpiai Stadion, Berlin

A rekonstrukció és a tetőfedés 2004-ben fejeződött be.

A berlini Olimpiai Stadionban különböző technikai intézkedéseket vezettek be az erőforrások és a környezet megóvása érdekében. Ezek a következők voltak: esővízgyűjtő ciszterna és kút, a piszoárok öblítési idejének módosítása és a nagy forgalmú területeken vízhasználat nélküli piszoárookra való átállás, az öblítőszelepek áramlási sebességének csökkentése.

Az esővizet a stadion tetejéről gyűjtik össze, és egy földalatti ciszternában tárolják. A stadion összes zöld területét összegyűjtött esővízzel öntözik.

A tetőről lezúduló esővizet teljes egészében a helyszínen kezelik, és a játéktér öntözésére használják, míg a maradékot beszivároztatják. Ebből a célból három föld alatti beszivárogtató árkot építettek.

Az állványzat tetejéről származó esővizet a földalatti betonciszternában tárolják, amelynek kapacitása kb. 1700 m³. A ciszterna vizéből mintegy 1400 m³-t használnak fel a gyeplé öntözésére. Minden egyes öntözéskor legalább 150 m³-t szórnak ki a játéktérre, hogy a gyeplé megfelelő



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

nedvességgel telítődjön.

A berlini olimpiai stadion műszaki adatai az átépítés után:

- 42 000 m² lecsapolt terület (állványzat tető)
- 20 000 m² vízvezetés közvetlenül a szűrőaknákon keresztül a beszivárogtató árkokba
- 22 000 m² tetőfelület csatlakozik a ciszternához, túlfolyás a szivárgási árokrendszerbe
- 1700 m³ esővíztároló térfogat, ebből 330 m³ visszatartási térfogat
- 1400 m³ hasznos tárolási térfogat.

Az árokrendszer három földalatti beszivárogtató eleme műanyag beszivárogtató blokkokból áll, amelyeket több rétegben egymásra helyezve üreges testet alkotnak (méretek: H x Sz x Ma 1000 x 500 x 400 mm). A teljes beszivárogtató árkot geotextíliával burkolják be a stabilitás biztosítása és a környező talajjal szembeni védelem érdekében.

Az árokelemeket 10 cm vastag homokból vagy kavicsból (2/8 mm) álló aljzatra helyezik, és felülről 2 mm vastag PE védőmembránnal borítják. Az üreget kerekített kaviccsal (8/16 mm) töltik. A víztároló üregek a teljes térfogat mintegy 95%-át foglalják el, ami majdnem háromszorosa a kavicsos rész méretének. A szűrőaknákat (2,5-3 m átmérőjűek) minden egyes beszivárogtató árok előtt szerelik fel. A rozsdamentes acélszitából (0,6 mm-es szembőség) készült elülső panel felfogja az esővízzel szállított üledéket.



50. ábra: Berlini Olimpiai Stadion az esővíz gyűjtésére szolgáló lelátótetővel (balra) és földalatti esővízgyűjtő ciszternával, különböző tárolási szintekkel⁴⁵.

⁴⁵ https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/modellvorhaben/kuras/oekologischer_stadtplan.shtml



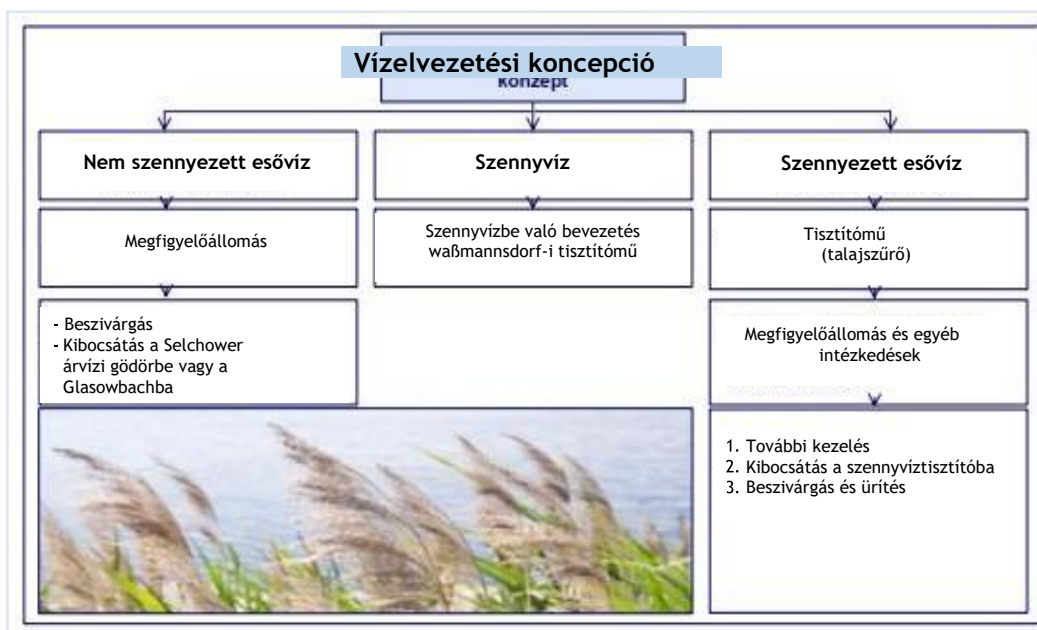
4.4. Berlin-Brandenburgi nemzetközi repülőtér (BBI)

2020-ban fejezték be.

A repülőtéri vállalat számos szivattyúállomással és előkezelő berendezéssel rendelkező szennyvízhálózatot tart fenn. A terminálon kívül az összes többi repülőtéri épület is csatlakozik ehhez a csatornahálózathoz, amelyet a szennyvíz és a csapadékvíz számára külön csőhálózattal üzemeltetnek. A szennyvizet a Berliner Wasserbetriebe által üzemeltetett waßmannsdorfi szennyvíztisztító telepen kezelik. Az esővizet külön gyűjtik, kezelik és elvezetik.

A tetőkről és parkolókból származó, általában alacsony szennyezettségű esővizet a keletkezési helyhez a lehető legközelebb szivárogtatják be. A kifutópályákról, gurulótutakról és előtéri gurulótutakról származó esővizet, amely a téli időszakban jégtelenítő anyagokkal szennyezett lehet, előkezelik könnyű folyadékleválasztókkal, majd talajszűrővel. Nyáron az esővizet előkezelés nélkül egy szikkasztócsatornába vezetik, vagy a repülőtér területén szivárogtatják el.

A csapadékvíz-elvezetés kiegyenlítésére kb. 180 000 m³ visszatartási térfogatot terveztek egy 28 km hosszú esővízcsatorna segítségével, 8 szivattyúteleppel és 5000 l/s kapacitással. Az esővizet másodpercenként 1000 literes sebességgel vezetik a beszivárásió árokba. A nem szennyezett csapadékvíz vagy két befogadó testbe (Glasowbach, a keleti Selchower árvízgödör) kerül, vagy visszaszivárog a talajba.



51. ábra: Az új Berlin-Brandenburgi Nemzetközi Repülőtér vízvezetési koncepciója





2. RÉSZ - 1. FEJEZET

4.5. Hamburg Water Cycle® (HWC)(Hamburgi Vízkör)

Az építkezés megkezdése: 2020

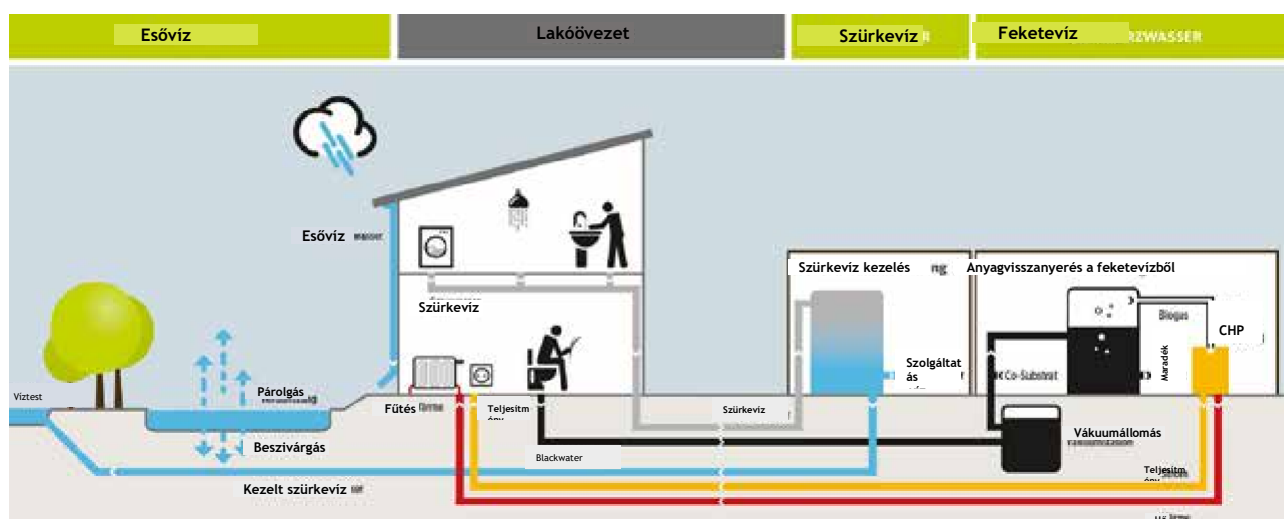
A Hamburg Water Cycle® (HWC)⁴⁶ (Hamburgi Vízkör) <https://www.hamburgwatercycle.de/en/hamburg-water-cycler/> egy innovatív és holisztikus szennyvíz- és energiakoncepció, amelyet a HAMBURG WASSER, a városi víz- és szennyvízszolgáltató fejlesztett ki, amely több mint 150 éve nyújt ivóvíz- és csatornaszolgáltatást több mint 2 millió ügyfélnek Hamburg nagyvárosi régiójában. A HWC a decentralizált hulladékgazdálkodás koncepcióját kínálja, amely a tápanyagokat is visszanyeri és megújuló energiát termel. Célja a háztartási szennyvíz három szennyvízáramra (esővíz, szürkevíz és szennyvíz) történő szétválasztása, amelyet külön fognak kezelni. A HWC arra törekszik, hogy az anyag- és energiaköröket fenntartható koncepciókkal és energiahatékony technológiákkal zárja le, amelyek integrálhatók a meglévő rendszerbe.

A HAMBURG WATER Cycle® fő jellemzője a különböző szennyvízáramok szétválasztása és a szennyvízből történő energia kinyerése. Ezt Hamburgban két helyszínen fogják megvalósítani, egy kisebb és egy nagyobb léptékben.

Rövid távon: A „Gut Karlshöhe” egy 9 hektáros környezetvédelmi vidámpark, amelyet a Hamburgi Klímavédelmi Alapítvány hozott létre oktatási céllal. Különös figyelmet érdemel a telephelyén található, szürkevíz kezelésére szolgáló vizes terület is. Az esővizet a helyszínen fogják összegyűjteni, hogy a háztartási szükségletekhez szükséges vízforrást biztosítsák.

Hosszú távon: A Jenfelder Au városrész lesz az első olyan hamburgi városrész, ahol a HWC nagyszabású, 35 hektáros területen, mintegy 2000 lakos számára épül be. Az esővíz szintén kreatív elemmé válik a nyitott tájtervezésben. A Jenfelder Au a Szövetségi Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium (BMVBS) és a Szövetségi Építésügyi, Városfejlesztési és Területfejlesztési Intézet (BBSR) „Nemzeti városfejlesztési politika” kísérleti projektje.

A Jenfelder Au csapadékvíz-gazdálkodási koncepciója leválasztja az esővizet a csatornahálózatról, és lehetővé teszi, hogy az nyílt csatornákon és vízeséseken keresztül a tározómedencékbe és tavakba áramoljon. A visszatartó medencéket úgy tervezték, hogy nagy mennyiségű csapadék esetén tárolási lehetőséget biztosítsanak. A lakóterület értéke felértékelődik és az árvízvédelem optimalizálódik.



52. ábra: A hamburgi Jenfelder-Au városrész koncepciója a különböző szennyvízáramokkal⁴⁷.

⁴⁶ <https://www.hamburgwatercycle.de/en/the-jenfelder-au-neighborhood/the-hwc-in-the-jenfelder-au/>



4.6. Emscher-genossenschaft

Az Emscher-genossenschaft az első német vízgazdálkodási szövetség, amelyet 1899-ben Észak-Rajna-Vesztfália szövetségi tartományban alapítottak azzal a céllal, hogy ökológiai, műszaki és tervezési megoldásokat dolgozzon ki az Emscher folyó számára ebben a régióban. Európa legnagyobb, Dortmund és Duisburg közötti, 865 km²-es vízgyűjtő területű nagyvárosi térségében az Emscher-genossenschaft felelős az Emscherrel és mellékvízfolyásaival kapcsolatos valamennyi kérdésért, beleértve a felszíni víztestek karbantartását, az árvízvédelmet, a szennyvízelvezetést, a csapadékvíz- és felszín alatti vízgazdálkodást, valamint az Emscher folyó természetközeli állapotának helyreállítását. Az Emscher vízgyűjtő területén, forrása és a Rajnába való beömlése között mintegy 2,2 millió ember él.

A németországi Emscher folyó vízgyűjtő területe Európa egyik legsűrűbben lakott és iparosodott területe, ami a 19. század eleje óta tartó bányászati tevékenység hatásának köszönhető. Az Emscher-rendszert nyílt csatornarendszerként fejlesztették ki, amelyben az édesvíz és a szennyvíz egyaránt áramlott. A bányászati tevékenység 1980-as években történt megszűnésével lehetőség nyílt az Emscher vízgyűjtőjének helyreállítására. A nagyfokú urbanizáció miatt az Emscher áramlási rendszerét erősen befolyásolja a csapadékvíz-elvezetés. Emellett a túlnyomórészt kombinált csatornarendszer túlszordulásai vízminőségi problémákat és hidraulikai feszültséget okoztak. E problémák tudatában az Emscher Szövetség (Emscher-genossenschaft) az 1990-es évek óta új, forrásorientált csapadékvíz-kezelési stratégiákat vezetett be az Emscher vízgyűjtőjének revitalizálása és feljavítása érdekében⁴⁸.

A természetes esővízgazdálkodás kialakítása az Emscher-féle átalakítás sikerének egyik fő eleme. Az „Egyezmény az esővíz jövőjéről” (Zukunftsvereinbarung Regenwasser) keretében az Emscher régió valamennyi városa, a Környezetvédelmi Minisztérium és az Emscher-genossenschaft célul tűzte ki, hogy 2005 és 2020 között, 15 éven belül 15%-kal csökkentse az esővíz és a tiszta víz beáramlását a település csatornahálózatába. Ehhez az Emscher-genossenschaft és Észak-Rajna-Vesztfália tartomány támogatási programja, valamint⁴⁹ az állami és magántulajdonosok különböző intézkedései is hozzájárulnak.

A támogatás összege 5 €/m² volt a vízelvezető rendszerről leválasztott, lezárt területre vetítve. 1994 óta 19 tagönkormányzat vett részt összesen 82 különböző projekttel, amelyek közül 47 projektet már megvalósítottak. A lekapcsolás ilyen mértékű megszüntetésével az Emscher mellékfolyóinak árvízi csúcsárama akár 40 %-kal is csökkenhet, ami ökológiai szempontból óriási jelentőséggel bír.

Az Emscher-genossenschaft megmutatta, hogy az esővízgyűjtés a közterületek tervezésének is része lehet. Az állampolgárok részvételével és az építőipari vállalatok, iskolák és óvodák támogatásával a terület 12%-át sikerült lecsatlakoztatni.

További publikációk (csak német nyelven) a következő címszó alatt:

<https://emscher-regen.de/index.php?id=8>

<https://emscher-regen.de/index.php?id=43>

47 Becker, M. & Raasch, U. (2001) Sustainable rainwater management in the Emscher river catchment area. Proceedings of the 2nd International Conference on Interactions between Sewers, Treatment Plants and Receiving Waters in Urban Areas (Interurba II). Lisbon, Portugal, 19-22 February

48 Emscher 3.0 From grey to blue - Or how the blue sky over the Ruhr region fell into the Emscher (2013). Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (Publisher). <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/a-flood-and-heat-proof-green-emscher-valley-germany/11305620.pdf/view>



4.7. KURAS - Konceptiók a városi csapadékvíz-, vízelvezetési és csatornázási rendszerekhez

Kutatási projekt: Időtartam: 2013 - 2016

A német Szövetségi Oktatási és Kutatási Minisztérium (BMBF) által finanszírozott KURAS⁴⁹ kutatási projekt célja a városi területeken a szennyvíz és csapadékvíz fenntartható kezelésére szolgáló integrált koncepciók kidolgozása és demonstrálása volt, tekintettel a meglévő csatornahálózatokat érintő, egyre növekvő demográfiai és éghajlati változásokra. A projekt keretében az önkormányzatok és az alacsony lejtésű csatornahálózatok üzemeltetői számára iránymutatásokat dolgoztak ki, hogy megkönnyítsék a meglévő műszaki szennyvíz-infrastruktúra üzemeltetését, bővítését és átalakítását a jövőbeli igényeknek megfelelően.

A városi kerületek fenntartható csapadékvíz-kezelésének koncepcióit a következők mentén dolgozták ki:

- a centralizált és decentralizált csapadékvíz-kezelési rendszerek összehasonlítása a környezetre, a városi klímára, az épületfizikára és a költségekre gyakorolt hatások tekintetében
- a csapadékvízzel kapcsolatos intézkedések kombinációjának optimalizálása a városrészek, kisvárosok és metropoliszok számára a meglévő épületállományra vonatkozóan, valamint új területek kialakítása alkalmazhatóságuk alapján
- a jövőbeli változások mérlegelése
- ezen intézkedések bemutatása két berlini mintakerület segítségével
- a fenntartható finanszírozási modellekre és alapvető szabályozási intézkedésekre vonatkozó ajánlások kidolgozása.

A csapadékvíz-gazdálkodáshoz két, egyenként kb. 1 km² területű városi körzetet határoztak meg, az egyiket kombinált csatornával, a másikat különálló csatornával.

A 27 különböző csapadékvíz-kezelési intézkedés mennyiségi és minőségi értékelését adatlapok formájában mutatták be (német nyelven), amelyek az egyes intézkedések kialakítását és funkcióját, a szabályokat és előírásokat, a legfontosabb teljesítménymutatókat, valamint a karbantartásra vonatkozó ajánlásokat is tartalmazzák. Az intézkedési profilok a hatóságoknak és a vízműveknek, valamint a tervezőknek és a tulajdonosoknak szólnak.

⁴⁹ KURAS. Concepts for urban rainwater management, drainage and sewage systems. Research project: 2013-2016. Funded by the German Federal Ministry of Education and Research under the funding measure "Smart and Multifunctional Infrastructural Systems for Sustainable Water Supply, Sanitation and Stormwater Management" (INIS). In German. <http://www.kuras-projekt.de/index.php?id=78>



4.8. A Gorla Maggiore Vízipark (kombinált szennyvízcsatornatúlfolyás kezelése)

Gorla Maggiore kb. 5000 lakosú település Észak-Olaszországban, Lombardia régióban. A Gorla Maggiore Vízipark egy vegyes csatornarendszerből származó túlfolyó víz kezelésére szolgáló, épített vizes élőhelyekből (CW) áll, amelyeket egy park vesz körül az Olona folyó partján. 2011-2012-ben épült, teljes területe 6,5 hektár.

A beavatkozás célja, hogy megoldja a kombinált szennyvízcsatorna túlfolyásának az Olona folyóra gyakorolt hatásait, mind a minőség, mind a hidraulikai csúcsok tekintetében, valamint egy új, a lakosság által használható folyóterület létrehozása. Minden túlfolyó víz, beleértve az esőzés eső vizét is, megtisztul a rendszeren belül: elsőként előzetes automatikus szűrési kezeléseken keresztül, majd a függőleges felszín alatti áramlású, *Phragmites australis* (mocsári nád) növényzettel benőtt vizes élőhelyen belül.

A második esővizet közvetlenül egy felszíni áramlású vizes élőhely/tavak területére engedik, amely egyben megtartó medenceként is szolgál árvízvédelem céljából (10 éves visszatérési idejű esőzési esemény). A megépített vizes élőhely-rendszer mellett, amely lehetővé tette a vízi növények figyelemre méltó biodiverzitásával gazdagított vizes élőhelyek létrehozását, a környező területet parkként tervezték, ösvényekkel, kerékpárutakkal és pihenőhelyekkel, amelyeket Gorla Maggiore polgárai pozitívan értékelték és jelenleg is nagymértékben használnak. A Gorla Maggiore Vízipark többcélú NBS-ként rendkívül hatékonynak bizonyult a vízszennyezés⁵⁰ és az árvizek mérséklése⁵¹ terén, valamint a biológiai sokféleség és a társadalmi előnyök^{52, 53} terén. A Gorla Maggiore Vízipark egyike volt az OpenNESS projekt (FP7 - www.openness-project.eu) 27 esettanulmányának, és a vízgazdálkodási ágazat tíz legjobb olasz projektje között említik a 2017. évi fenntartható fejlődésért járó olaszországi díjon.



53. ábra: A vizsgált terület légifelvétele és térképe⁵⁵.

50 Masi, F., Rizzo, A., Bresciani, R. and Conte, G., 2017. Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment: ecosystem services at Gorla Maggiore, Italy. *Ecological Engineering*, 98, pp.427-438

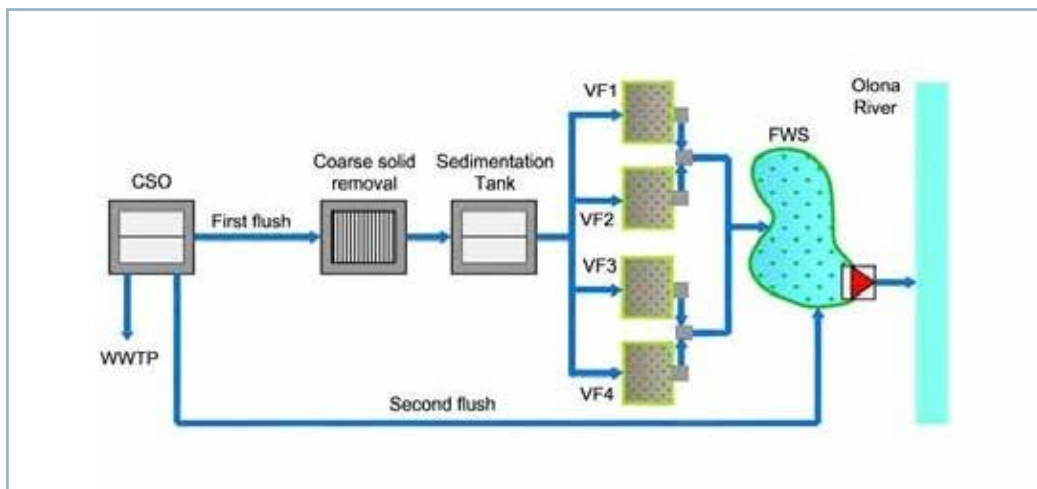
51 Rizzo, A., Bresciani, R., Masi, F., Boano, F., Revelli, R. and Ridolfi, L., 2018. Flood reduction as an ecosystem service of constructed wetlands for combined sewer overflow. *Journal of Hydrology*, 560, pp.150-159

52 Reynaud, A., L Lanzanova, D., Lique, C. and Grizzetti, B., 2017. Going green? Ex-post valuation of a multipurpose water infrastructure in Northern Italy. *Ecosystem services*, 27, pp.70-81



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

53 Liqueste, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B. and Masi, F., 2016. Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits. *Ecosystem Services*, 22, pp.392-401



54. ábra: Az egyesített szennyvízcsatorna túlfolyó vizes élőhelyen (CSO-CW) működő szennyvíztisztító telep sematikus ábrázolása⁵².



55. ábra: Fotó a Gorla Maggiore víziparkról (Forrás: Gorla Maggiore Water Park): IRIDRA Srl - www.iredra.com).



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

11. táblázat: Projekt adatok

Projekt: A Gorla Maggiore Vízpark (kombinált szennyvízcsatornatúlfolyás kezelése)	
Leírás	Parkkal körülvett vegyes csatornarendszerből származó túlfolyó víz kezelésére kialakított vizes élőhelyek
Népesség egyenérték	2000
Vízforrások	Kombinált szennyvízcsatorna túlfolyó
Felület	6,5 ha
A működés kezdete	2013
Műszaki adatok	
Kezelőrendszer	Épített vizes élőhelyek
Kezelési potenciál	0,7 L/s
Árvízvisszatartási térfogat	7700 m ³
Szennyezés eltávolítása	11,7 t/év oldott szerves szén 0,4 t/év nitrogén
Költségek	900 000 EUR az építésre 29 590 EUR karbantartásra (20 év)



4.9. Tartós talajszűrő rendszer (RSF) Berlin-Adlershofban

A Berlin-Adlershof területen az Adlershof technológiai központ és a szomszédos lakó- és kereskedelmi komplexumok számára csapadékvíz-kezelési koncepciót dolgoztak ki. Mivel ez egy ivóvízgyűjtő terület része, és a Teltow-csatornába, mint befogadó víztestbe történő bevezetésre vonatkozó különleges előírások vonatkoznak, ezt a helyszínt retenciós talajszűrő rendszerrel (RSF) kezelték.

A 2005-ben üzembe helyezett talajszűrő 135 hektár vízgyűjtő területet kezel. Évente körülbelül 330 000 m³ csapadékvizet szűrnék meg a zárt felületekről, például az utcákról, járdákról és egyéb nyitott területekről⁵⁴.

Az összegyűjtött szennyvizet először egy 530 m³-es tárolómedencébe vezetik, hogy az esővízben található szilárd anyagok leülepedhessenek. A vizet ezután a náddal beültetett szűrőfelületre szivattyúzzák. Az ásványi hordozórétegen való áthaladás során az esővízben lévő szennyező anyagok kiszűrődnek, és a kémiai és biológiai folyamatok eredményeként akár 90%-kal csökkennek. A szűrőaljzat a vastartalmú anyag hozzáadásának köszönhetően alkalmas a foszfor megkötésére is. A nehézfémek visszatartása is körülbelül 90%-os. A retenciós talajszűrő két szűrőegységre van osztva, amelyek teljes szűrőfelülete 5800 m² (72,5 m² szűrőfelület/ha), amelyet legfeljebb 1200 l/s sebességgel táplálnak. Az RBF hidraulikai terhelése 50 m³/(m²/a). A talajszűrőből származó elvezetés 90 l/s-ra van fojtva. A talajszűrőn való áthaladás után a kezelt esővizet a Teltow-csatornába engedik.



56. ábra: Retenciós talajszűrő (RSF) Berlin-Adlershofban (Forrás: BWB).

54 <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/wasser-und-geologie/regenwasser/regenwasserbewirtschaftung/>



4.10. Esővízgyűjtés és -hasznosítás esőkertekkel Bydgoszcz városában

A kísérleti projekt alternatív megoldást nyújt az épületek esővízgazdálkodására. A tetőről lezúduló vizet összegyűjtik, és ahelyett, hogy az esővízcsatornába vezetnék, helyben, úgynevezett esőkertekben hasznosítják.

A Gdańska 242. szám alatti Vízügyi Múzeum műemléki épületében többféle megoldást alkalmaznak az esővízkezelésre: hordókban, ún. száraz patakokban, növénykazettákban és szivárgómedencékben gyűlik a víz. A 265 m² alapterületű tető 390 m²-nyi kertet lát el vízzel. Évente átlagosan 147 m³ vizet gyűjtenek így be. Községi ültetés keretében a helyiek több mint 200 víztűrő növényt ültettek el, amelyek tisztítják és tárolják a vizet. Az esőkert fő feladata a víz helyben tartása, de emellett egyben múzeumpedagógiai bemutatóhelyszín is.

A második esőkert helyszíne a Bydgoszcz-i Városháza, a Grudziądzka 9-15. szám alatt, a város központjában, ahol nagyon kevés zöldfelület. Az esőkert itt padokkal felszerelt, 12 m³ térfogatú magasságásokat jelent, amit a tetőről érkező, szabadon hagyott, látványos ereszcatornák táplálnak.

A Városháza esőkertje képes enyhíteni a heves esőzések során fellépő helyi elöntéseket, ezzel védi az épületet és környékét, valamint csökkenti a hőszigetelést. A Városi Vízkör (CWC) projekt keretében kidolgozott cselekvési terv szerint a jövőben a város több hasonló esőkertet telepít majd más helyszíneken is.

A bemutatott rendszerek sokfélesége inspirálja a lakosokat, hogy saját otthonaikban is hasonló megoldásokat alkalmazzanak. További haszon a városnak, hogy a múzeum épülete melletti nagy zöldterület, az esőkertnek köszönhetően, száraz időszakban sem igényel ivóvizet az öntözéshez.

A projekt költsége: 48 500 EUR



Esőkertek Bydgoszczban (Forrás: CWC)



4.11. Esővíz-újrahasznosítás: tetőkert és aeroponikus üvegház Torinóban

A kísérleti akció helyszíne Torinó, az Open 011 nevű ifjúsági szállás, egy eredetileg 1940-es években épült gyár, amit a 2006-os torinói téli olimpia alkalmából alakítottak át.

Az épület már rendelkezik EU ECOLABEL tanúsítvánnyal, környezeti teljesítményét intelligens hőmérsékletellenőrző rendszer és időjárásmérő állomás követik nyomon. A beruházás során különböző természetközeli megoldásokat alkalmaznak az esővíz kezelésére: intenzív zöldtetőt kertekkel és üvegházzal a nagy déli tetőterazon, esőkertet az épület közelében és esővízgyűjtő tartályokat.

A kb. 230 m² tetőfelületről összegyűjtött esővizet egy 13 m³ kapacitású földalatti tárolóba gyűjtik össze. Ez így eltárolt vizet a zöldtető öntözésére használják. Egy másik, kb. 100 m² nagyságú tetőfelületről egy kisebb, a tetőterazon elhelyezett esővíztartályba (350 l) gyűjtik a vizet, és az aeroponikus rendszerben működő üvegház öntözésére használják. A zöldtetőről (180 m²) származó esővizet és az esővíztároló tartály túlfolyóját az esőkertbe vezetik, ahol a felesleg beszivárog a talajba. A rendszer nincs csatlakoztatva sem a csapadékvíz- sem a szennyvízhálózathoz.

A munkálatokban az ifjúsági szálló diákközössége is részt vett, ezzel a projekt oktatási és ismeretterjesztési feladatokat is betölt.

Az intézkedések segítik Torinó városát az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban, enyhítik az árvizek és a heves esőzések hatását, helyben tartják az értékes csapadékvizet, javítják a város levegőjének minőségét és mikroklimáját, növelik a városiak jóllétét, elősegítik, hogy a lakosság és a döntéshozók felismerjék a természetközeli megoldásokban rejlő lehetőségeket, és részt vegyenek a környezetüket érintő döntésekben. A zöld tetőterasz nem utolsó sorban kellemes teret biztosít a baráti összejövetelekre és a szabadidő eltöltésére.

A beruházás költsége: 57 160 EUR



Zöldtető Torinóban (Forrás: CWC)



5. További bibliográfia

Anglian Water. A fenntartható vízgazdálkodás felé. Fenntartható vízelvezető rendszerek (SUDS) átvételi kézikönyv. Anglian Water Services limited.

https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/developers/aw_suds_manual_aw_fp_web.pdf

Berlin - Innovative Water Concepts - Service water utilisation in Buildings (2007). Berlin Senate Department for Urban Development.

https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/modellvorhaben/betriebswasser_englisch2007.pdf

Dierkes, C., Lucke, T. and Helmreich, B. (2015) General Technical Approvals for Decentralised Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) - The Current Situation in Germany. Sustainability 2015 (7), 3031-3051

DIN EN 16941-1 (2018) On-site non-potable water systems - Part 1: Systems for the use of rainwater. Beuth Verlag

DIN 1989-100 (2020) Rainwater harvesting systems - Part 100: Regulations in connection with DIN EN 16941-1 (Draft version)

DWA-A 138E (2005) Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water. German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA), Hennef.

Freisinger, U. B., et al. (2015) There's something growing on the roof. Rooftop greenhouses. Idea, Planning, Implementation. Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF), Müncheberg.

https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/download/index.shtml

iwater. Integrated Stormwater Management (iwater) Project. <http://www.integratedstormwater.eu/>

Liu, J., Sample, D.J., Bell, C. and Guan, Y. (2014) Review and research needs of bioretention used for the treatment of urban stormwater. Water 6 (4): 1069-1099.

Naumann, S., McKenna, D., Iwaszuk E., Freundt, M. and Mederake, L. (2020) Addressing climate change in cities - Policy instruments to promote urban nature-based solutions. Ecologic Institute and Sendzimir Foundation 2020.

netWORKS (2019) Infokarten für die Planung blau-grün-grauer Infrastrukturen. netWORKS 4 - Resilient networks: Beiträge städtische Versorgungssysteme zur Klimagerechtigkeit. Forschungsverbund netWORKS.

<https://networks-group.de/de/networks-4/infokarten.html>

Pennsylvania Stormwater Best Management Practices Manual, 2006.

<https://pecpa.org/wp-content/uploads/Stormwater-BMP-Manual.pdf>

Radic, M, Brkovic Dodig, M. and Auer, T. (2019) Green facades and living walls. A review establishing the classification of construction types and mapping the benefits. Sustainability, 11: 4579-4601.



2. RÉSZ - 1. FEJEZET

Semaan M, Day, S.D., Garvin, M, Ramakrishnan, N, Pearce, A. (2012) Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: A systematic literature review. Resources, Conservation and Recycling, Volume 6.

UNEP (2014) Green infrastructure: Guide for water management.

WWDR (2018) Nature-based Solutions for Water. The United Nations World Water Development Report 2018.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261424>

Zhang, D., Gersberg, R.M., Ng, W.J. and Tan, S.K. (2017) Conventional and decentralized urban stormwater management: A comparison through case studies of Singapore and Berlin, Germany. Urban Water Journal 14(2):113-124.



2. RÉSZ
2. FEJEZET

Tartalom I 2. fejezet: Szürkevíz újrahasznosítása

1. BEVEZETÉS	108
1.1. A VÍZ ÚJRAFELHASZNÁLÁSÁRA VONATKOZÓ SZABÁLYOZÁS AZ EU-BAN	108
2. MI AZ A SZÜRKEVÍZ?	
2.1. SZÜRKEVÍZ ÚJRAFELHASZNÁLÁSÁRA VONATKOZÓ IRÁNYELVEK ÉS ELŐÍRÁSOK	111
2.2. A SZÜRKEVÍZ JELLEMZŐI ÉS ÖSSZETÉTELE	113
2.2.1. Szerves szennyezés	115
2.2.2. Tápanyagok a szürkevízben	117
2.2.3. Kórokozók a szürkevízben	117
2.3. A SZÜRKEVÍZ ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁRA VONATKOZÓ KÖVETELMÉNYEK	118
2.3.1. Minőségi követelmények	118
2.3.2. Műszaki követelmények	119
2.3.3. Telepítési követelmények	121
2.3.4. Működési követelmények	121
2.3.5. Karbantartási követelmények	122
2.4. AZ ÚJRAHASZNOSÍTOTT SZÜRKEVÍZ FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI	122
2.5. A SZÜRKEVÍZ ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK ELŐNYEI	123
2.6. A SZÜRKEVÍZ ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK KOCKÁZATAI	123
3. SZÜRKEVÍZ-GAZDÁLKODÁS ÉS -KEZELÉS	124
3.1. SZÜRKEVÍZ-KEZELÉSI TECHNOLÓGIÁK	125
3.1.1. Fizikai kezelés (előkezelés)	127
3.1.2. Kémiai kezelés	128
3.1.3. Biológiai kezelés	128
3.2. FERTŐTLENÍTÉS	136
3.3. KARBANTARTÁS	137
3.4. TELJESÍTMÉNY	137

2. RÉSZ
2. FEJEZET



3.5. EGÉSZSÉGÜGYI TÉNYEZŐK	137
3.6. KÖRNYEZETI HATÁS	138
3.7. GAZDASÁGI ELŐNYÖK	138

4. JÓ PÉLDÁK **140**

4.1. „BLOCK 6” INTEGRÁLT VÍZÜGYI KONCEPCIÓ	140
4.2. ARNIMPLATZ	144
4.3. ARABELLA-SHERATON-HOTEL OFFENBACHBAN	148
4.4. SZÜRKEVÍZ ÚJRAHASZNOSÍTÁSA MEMBRÁN BIOREAKTOR SEGÍTSÉGÉVEL EGY LAKÓÉPÜLETBEN	150
4.5. KERACOLL „GREENLAB” SASSUOLO KÖZELÉBEN, OLASZORSZÁGBAN	151
4.6. ESŐ ÉS SZÜRKEVÍZHASZNOSÍTÁS ZUGLÓBAN	152

5. TOVÁBBI BIBLIOGRÁFIA **153**

ESŐVÍZGAZDÁLKODÁSI ESZKÖZÖK - MELLÉKLET
154



1. Bevezetés

A víztakarékosság, a hatékonyság és az újrafelhasználás egyre fontosabbá vált az elmúlt években, mivel folyamatosan komoly problémákkal kell szembenéznünk, többek között a vízhiánnyal, a talajvízszint csökkenésével, a szélsőséges aszályos időszakokkal és a változó éghajlati viszonyokkal. A széles körű vízhiány és a vízkészletek növekvő igénybevétele a víztakarékosság és a vízhatékonysági intézkedések alkalmazása mellett jelentős érdeklődést váltott ki a víz újrahasznosítása iránt.

A fenntartható vízgazdálkodás alapelvei segíthetnek olyan alternatív vízkészletek azonosításában, amelyek az ivóvízminőséget nem igénylő alkalmazások növekvő vízigényének kielégítésére használhatók. A helyi vízkészletek felhasználása kapcsolódik a városi fenntartható fejlődésről folyó vitához is, amely elismeri a helyi megoldások fontosságát, valamint a helyi önkormányzatok és a polgárok kulcsszerepét a fenntartható fejlődésre irányuló keresésekben. Ezt az elvet Európában és máshol a helyi Agenda 21¹ program révén ültették át a gyakorlatba.

Ma a szennyvíz értékes víz-, energia- és tápanyagforrásnak számít, a szennyvíz újrahasznosítása pedig a centralizált, folyamatvégi megközelítés alternatívája, amely részleges decentralizált megoldásokat kínál, és minimalizálja a környezeti hatásokat. A szennyvíz annak keletkezésénél szétválasztható és kezelhető, így zártláncú vízrendszer érhető el. A vízigény egy részét, ha nem is az egészet, a helyi vízforrások - beleértve az esővizet, a szennyvizet és a szürkevizet² - biztosíthatják.

A víz újrahasznosítása rendkívül hatékony városi vízgazdálkodási stratégiát jelent, mivel csökkenti a hálózati vízigényt és enyhíti a vízhiánnyal kapcsolatos problémákat a városi területeken. Így a helyi vízkörök hatékonyan lezárhatók.

1.1. A víz újrafelhasználására vonatkozó uniós szabályozás

A közelmúltig az uniós jogszabályok nem határozták meg a víz újrafelhasználásának feltételeit. A víz újrafelhasználását európai uniós szinten szabályozó iránymutatások vagy szabványok szinte teljesen hiányoztak. Az uniós jogszabályok azonban két eszköz útján is lehetővé teszik és ösztönzik a víz újrafelhasználását:

- A vízügyi keretirányelv (2000/60/EK, WFD)³:
amely jogi keretet határoz meg annak érdekében, hogy Európa-szerte megfelelő mennyiségű, jó minőségű víz álljon rendelkezésre a különböző vízhasználatok és a környezetminőség szempontjából. A víz újrafelhasználását az egyes vízgyűjtőkre vonatkozó intézkedési programokba beépítendő lehetséges intézkedésként sorolja fel
- A települési szennyvíz kezeléséről szóló irányelv (91/271/EGK, UWWTD)⁴:
A 12. cikk előírja, hogy „a kezelt szennyvizet adott esetben újra kell hasznosítani”, és „az ártalmatlanítási útvonalaknak minimalizálniuk kell a környezetre gyakorolt káros hatásokat”, azzal a céllal, hogy megvédjék a környezetet a szennyvízkibocsátás káros hatásaitól.

1 Agenda 21. United Nations Conference for Environment and Development. Rio de Janeiro, 1992 <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

2 Domènech, L. (2011) Rethinking water management: From centralised to decentralised water supply and sanitation models. Documents d'Anàlisi Geogràfica 2011, vol. 57/2 293-310

3 https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html

4 https://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/legislation/directive_en.htm



2. RÉSZ

Annak ellenére, hogy uniós szinten nincsenek kritériumok a víz újrafelhasználására, 6 tagállam rendelkezik a víz újrafelhasználására vonatkozó követelményekkel, akár jogszabályokban, akár nem szabályozási jellegű szabványokban, amelyek szigorú jelentősen eltér egymástól. Cipruson, Franciaországban, Olaszországban, Görögországban és Spanyolországban jogszabály írja elő a víz újrafelhasználására vonatkozó követelményeket, míg Portugáliában az újrafelhasznált víz minőségére vonatkozóan nem szabályozási szintű előírások vannak érvényben (1. táblázat).

1. táblázat: A víz újrafelhasználását szabályozó különböző jogszabályok és szabványok 6 uniós tagállamban⁵.

Country	Standards reference	Issuing institution
Cyprus	Law 106 (I) 2002 Water and Soil pollution control and associated regulations KDP 772/2003, KDP 269/2005	Ministry of Agriculture, Natural resources and Environment Water development Department (Wastewater and reuse Division)
France	JORF num.0153, 4 July 2014 Order of 2014, related to the use of water from treated urban wastewater for irrigation of crops and green areas	Ministry of Public Health Ministry of Agriculture, Food and Fisheries Ministry of Ecology, Energy and Sustainability
Greece	CMD No 145116 Measures, limits and procedures for reuse of treated wastewater	Ministry of Environment Energy and Climate Change
Italy	DM 185/2003 Technical measures for reuse of wastewater	Ministry of Environment Ministry of Agriculture, Ministry of Public Health
Portugal	NP 4434 2005 Reuse of reclaimed urban water for irrigation	Portuguese Institute for Quality
Spain	RD 1620/2007 The legal framework for the reuse of treated wastewater	Ministry of Environment Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, Ministry of Health

2018 májusában az Európai Bizottság javaslatot terjesztett elő egy rendeletre, amely uniós szintű előírásokat állapít meg, és amely szerint a visszanyert víznek megfelelőnek kell lennie ahhoz, hogy mezőgazdasági öntözésre felhasználható legyen - célja, hogy ösztönözze a visszanyert víz nagyobb mértékű felhasználását, és hozzájáruljon a vízhiány enyhítéséhez (Javaslat: (2018) 337, 2018.5.28)^{6,7}. Az ENVI bizottság által 2020. január 21-én jóváhagyott javaslatot a Tanács 2020. április 7-én első olvasatban elfogadta. A mezőgazdasági öntözővíz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelményekről szóló új rendelet 2020. május 25-én lépett hatályba⁸.

5 Alcalde-Sanz, L. and Gawlik, B.M. (2014) Water reuse in Europe. Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation: A synoptic overview. JRC Science and Policy Reports. European Commission, Joint Research Centre
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC92582>

6 <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EN/COM-2018-337-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>

7 Alcalde-Sanz, L. and Gawlik, B.M. (2017) Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge - Towards a legal instrument on water reuse at EU level. EUR 28962 EN, Publications Office of the European union, Luxembourg 2017, ISBN 978-92-97-77175-0, doi:10.2760/804116, JRC109291 <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/minimum-quality-requirements-water-reuse-agricultural-irrigation-and-aquifer-recharge>



2. RÉSZ

Az új szabályok 2023. június 26-tól lesznek alkalmazandók, és várhatóan ösztönözni fogják és meg fogják könnyíteni a víz újrafelhasználását az EU-ban.

A víz újrafelhasználására vonatkozó **minimumkövetelményekről** szóló új rendelet **kizárólag** a következőkre vonatkozik:

- Mezőgazdasági öntözés
- A víztározók feltöltése

Ebben a rendeletben:

- A felelősség a rekultivációs üzemek üzemeltetőit terheli
- Négy vízminőségi osztályt határoznak meg a vonatkozó növénykultúrák és öntözési módszerek alapján
- Fizikai-kémiai és mikrobiológiai paramétereket határoznak meg
- Kockázatkezelési megközelítést és a víz újrafelhasználására vonatkozó adatok átláthatóságát is tartalmazza
- A visszanyert víz szolgáltatása a tagállamok illetékes hatóságai által kiadott engedélyekhez kötött.

A 2. táblázat és a 3. táblázat felsorolja az EU-ban a mezőgazdasági öntözésre használt visszanyert víz minőségi osztályait (2020/741/EU rendelet), illetve a visszanyert víz minimális minőségi követelményeit.

2. táblázat: A visszanyert víz minőségi osztályai, engedélyezett mezőgazdasági felhasználás és öntözési módszer (2020/741/EU rendelet).

Minimum reclaimed water quality class	Crop category (*)	Irrigation method
A	All food crops consumed raw where the edible part is in direct contact with reclaimed water and root crops consumed raw	All irrigation methods
B	Food crops consumed raw where the edible part is produced above ground and is not in direct contact with reclaimed water, processed food crops and non-food crops including crops used to feed milk- or meat-producing animals	All irrigation methods
C	Food crops consumed raw where the edible part is produced above ground and is not in direct contact with reclaimed water, processed food crops and non-food crops including crops used to feed milk- or meat-producing animals	Drip irrigation (**) or other irrigation method that avoids direct contact with the edible part of the crop
D	Industrial, energy and seeded crops	All irrigation methods (***)

(*) If the same type of irrigated crop falls under multiple categories of Table 1, the requirements of the most stringent category shall apply.

(**) Drip irrigation (also called trickle irrigation) is a micro-irrigation system capable of delivering water drops or tiny streams to the plants and involves dripping water onto the soil or directly under its surface at very low rates (2–20 litres/hour) from a system of small-diameter plastic pipes fitted with outlets called emitters or drippers.

(***) In the case of irrigation methods which imitate rain, special attention should be paid to the protection of the health of workers or bystanders. For this purpose, appropriate preventive measures shall be applied.

8 Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse. Official Journal of the European Union 5.6.2020. L 177/32 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0741&from=EN>



2. RÉSZ

3. táblázat: A mezőgazdasági öntözésre használt visszanyert víz minőségi követelményei (2020/741/EU rendelet).

Reclaimed water quality class	Indicative technology target	Quality requirements				
		E. coli (number/100 ml)	BOD ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Other
A	Secondary treatment, filtration, and disinfection	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella spp.: < 1 000 cfu/l where there is a risk of aerosolisation Intestinal nematodes (helminth eggs): ≤ 1 egg/l for irrigation of pastures or forage
B	Secondary treatment, and disinfection	≤ 100	In accordance with Directive 91/271/EEC (Annex I, Table 1)	In accordance with Directive 91/271/EEC (Annex I, Table 1)	-	
C	Secondary treatment, and disinfection	≤ 1 000			-	
D	Secondary treatment, and disinfection	≤ 10 000			-	

(A 91/271/EGK irányelvvel összhangban (I. melléklet, 1. táblázat): BOD₅: 25 mg/l; TSS: 35 mg/l).

(A 91/271/EGK települési szennyvíztisztítási irányelvvel összhangban (I. melléklet, 1. táblázat): BOD₅ = 25 mg/l; TSS = 35 mg/l).

2. Mi az a szürkevíz?

A szürkevíz meghatározása: „olyan szennyvíz, amely nem tartalmaz WC-kből származó anyagokat, pl. vizeletet, ürüléket és WC-papírt, azaz háztartások, irodaházak, iskolák, stb. fürdőkádaiban, zuhanyzóiban, kézmosóiban, mosógépeiben és konyhai mosogatóiban keletkező szennyvíz.

A szürkevizet általában származási forrása és így szennyezettségi foka alapján jellemzik:

- A világosszürke víz vagy alacsony erősségű (alacsony terhelésű) szürkevíz általában zuhanyzóból, fürdőkádból és kézmosóból származik, amelyek általában alacsonyabb szennyezettségűek, míg
- A sötétszürke víz vagy nagy erősségű (nagy terhelésű) szürkevíz szennyezettebb forrásokból származik, például a konyhai mosogatókból és a mosodából.

A szennyezés mértéke és a keletkező szürkevíz mennyisége nagymértékben függ a felhasználói magatartástól és a szürkevíz forrásától. A szürkevíz a WC-ből származó szennyvízzel (feketevíz) összehasonlítva tápanyagokban (foszfor és nitrogén) szegény, amelyek szintje általában alacsonyabb a szürkevízben, mint sok kommunális szennyvíztisztító telep szennyvizében. Ugyanez vonatkozik a mikrobiális terhelésre is, amely a szürkevízben alacsonyabb, mint a feketevízben. A szürkevíz azonban sosem mentes a mikroorganizmusoktól, és a zuhanyzókból és fürdőkádakból származó szürkevíz jelentős koncentrációban tartalmazhat ürülék eredetű baktériumokat.

Ezért a szürkevíz megfelelő és hatékony kezelése elengedhetetlen a szürkevíz újrafelhasználásából eredő higiéniai kockázatok kizárása, a szagok és egyéb kellemetlenségek elkerülése, valamint a nem ivóvízcélú felhasználásra alkalmas, magas minőségű kezelt víz elérése érdekében. A szürkevíz összegyűjtése keletkezési forrásánál és külön kezelése, mielőtt más szennyvízáramokkal, például fekete vízzel keveredne, hatékonyabbá teszi ennek az alternatív vízforrásnak a felhasználását.

2.1. A szürkevíz újrafelhasználására vonatkozó iránymutatások és előírások

A háztartási újrahasznosított vízre vonatkozó szabályozás célja annak biztosítása, hogy a vizet újrahasznosító rendszerek működése védje a közegészséget és a környezetet. Ezek az iránymutatások általában minőségi és műszaki követelményeket tartalmaznak, és célmeghatározó eszközként szolgálhatnak a szürkevíz-újrahasznosító rendszerek gyártói számára.

A világ legtöbb országában nincsenek szürkevízre vonatkozó szabályozások. Néhány országban, például Németországban, az Egyesült Királyságban és Kanadában a helyi hatóságok és szakmai testületek iránymutatásokat vagy ajánlásokat fogalmaztak meg, amelyek a szürkevízrendszerek megvalósításához és működtetéséhez, valamint a szürkevíz minőségére vonatkozó követelményekhez nyújtanak útmutatást, a tervezett felhasználástól függően (fbr¹⁰; BSI British Standards^{11,12}; Health Canada¹³).

9 Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M. and Ledin, A. (2002) Characteristics of grey wastewater. Urban Water, 4(1), 85

10 fbr Hinweisblatt H 202 (2017) Hinweise zur Auslegung von Anlagen zur Behandlung und Nutzung von Grauwasser und Grauwasserteilströmen. Association for Rainwater Harvesting and Water Utilisation (fbr) (identical to DWA-M 277E)

11 BSI (2010) Greywater Systems - Part 1: Code of Practice. BS8525-1:2010 BS Press

12 BSI (2011) Greywater Systems - Part 2: Domestic greywater treatment, requirements and methods. BS 8525-2:2011. BS Press



2. RÉSZ

Az Egyesült Államokban nincsenek a szürkevíz újrafelhasználására vonatkozó nemzeti irányelvek. A szabályozási teher az egyes államokra hárul, ami azt eredményezi, hogy a szürkevíz újrafelhasználására vonatkozó kritériumokat kidolgozó államok között eltérő előírások vannak. Az 50 államból mindössze 30-ban van olyan szabályozás, amely valamilyen formában engedélyezi, tiltja vagy szabályozza a szürkevíz újrafelhasználását¹⁴.

Bár Ausztrália vezető szerepet tölt be a szürkevíz-politika terén, a szürkevíz újrafelhasználására vonatkozóan még nincs ausztrál nemzeti szabvány. Ehelyett az egyes államok és területek saját jogszabályokkal rendelkeznek a szürkevíz gyűjtésére, kezelésére és újrafelhasználására vonatkozóan. A víz újrahasznosítására vonatkozó ausztrál iránymutatások szintén útmutatást nyújtanak a szürkevíz biztonságos és fenntartható újrahasznosításához¹⁵.

A WC- és piszoáröblítésre használt háztartási visszennyert vízre vonatkozó kanadai irányelveket az ipari víz biztonságos és fenntartható használatára vonatkozó nemzeti megközelítésként dolgozták ki (Health Canada, 2010).

Németországban nincsenek a szürkevíz újrahasznosítására vonatkozó kötelező előírások. Az épületekben nem ivóvízként használt ipari víz higiéniai minőségi követelményeinek szabályozásához azonban az EU fürdővízről szóló irányelvét vették alapul (2006/7/EK)¹⁶.

4. táblázat: Az épületekben használt ipari vízre vonatkozó minőségi követelmények az EU fürdővízről szóló irányelve (2006/7/E irányelv) alapján¹⁷. Ezek a minőségi követelmények az iparivíz szerves-, szilárdanyag- és mikrobataralmán alapuló kritériumokat tartalmazzák.

A szürkevíz megfelelő kezelése az újrafelhasználás előtt elengedhetetlen a kórokozók átvitele kockázatának csökkentése és a későbbi fertőtlenítés hatékonyságának javítása érdekében. A szürkevíz kezelése és fertőtlenítése egyaránt elengedhetetlen ahhoz, hogy biztonságos és esztétikailag is megfelelő vizet biztosítsunk az újrafelhasználáshoz.

(*Az „ipari víz” az újrahasznosított vagy visszanyert víz szinonimájaként használatos).

4. táblázat: Az épületekben használt ipari vízre vonatkozó minőségi követelmények az EU fürdővízről szóló uniós irányelve (2006/7/E irányelv) alapján.

Minőségi cél	Minőségi cél
Csaknem mentes a lebegőanyagoktól, csaknem szagtalan, szintelen és tiszta	Zavarosság < 2 NTU
Oxigénben gazdag	> 50% telítettség
Áteresztés (254 nm) (1 cm)	> 60%
Alacsony BOD-tartalom	BOD ₇ < 5 mg/l
Higiéniai/mikrobiológiai biztonságos	Összes kólibaktérium < 10 000/100 ml
	E. coli < 1 000/100 ml
	Pseudomonas aeruginosa < 100/100 ml

13 Health Canada (2010) Canadian Guidelines for Domestic Reclaimed Water for Use in Toilet and Urinal Flushing. Ottawa, Ontario. January 2010

14 Sheikh, B. (2010) White paper on graywater. Report sponsored by the American Water Works association, Water Environment Federation and the Water Reuse Association

15 Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks (2006) National Water Quality Management Strategy

16 EU Directive for Bathing Water (2006) Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. Jo L 64, 4.3.2006. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:064:0037:0051:EN:PDF>

17 Berlin Senate Department for Urban Development (2007) Innovative water concepts: service water utilisation in buildings. Ecological urban Planning. Department VI, Ministerial Building Affairs. Berlin Senate Department for Urban Development https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/download/index.shtml



2. RÉSZ

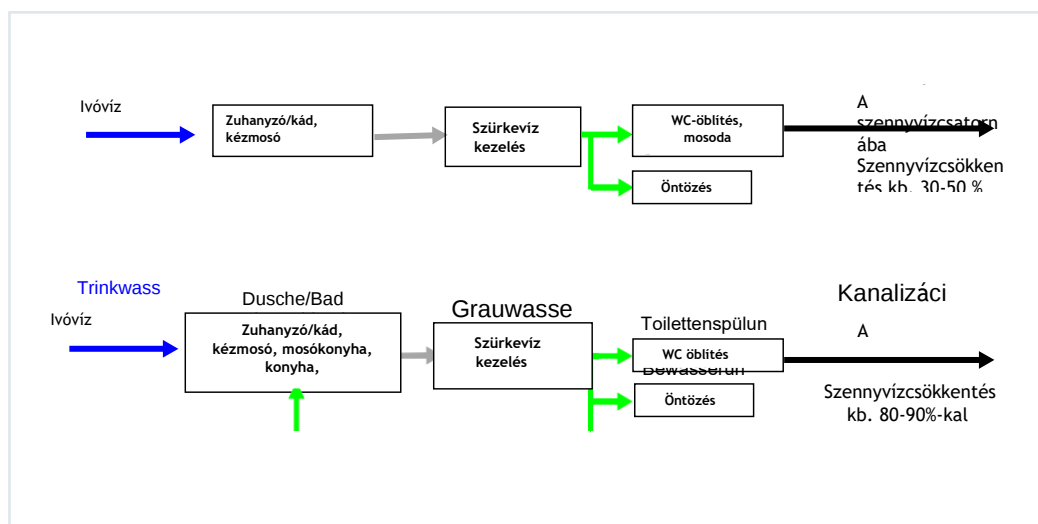
A H 202-es fbr-tájékoztató (fbr, 2017) és a DWA-M 277E¹⁸ átfogó műszaki tájékoztatást nyújt az épületekben található szürkevíz-újrahasznosító rendszerek tervezéséről, kialakításáról, üzemeltetéséről és karbantartásáról.

A pr EN 16941-2:2017 európai szabvány, amely a kezelt szürkevíz felhasználására szolgáló rendszerekkel foglalkozik, jelenleg az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN)¹⁹ jóváhagyása alatt áll. A szabvány meghatározza a szürkevízrendszerek tervezésének, méretezésének, telepítésének és karbantartásának alapelveit azzal a céllal, hogy a kezelt szürkevizet a helyszínen használják WC-öblítésre, kertészkedésre, mosásra és tisztítási célokra. Ez a dokumentum meghatározza a szürkevízkezelő rendszerekre vonatkozó minimumkövetelményeket is.

2.2. A szürkevíz jellemzői és összetétele

Az átlagos háztartásokban keletkező szennyvíz legnagyobb részét a szürkevíz teszi ki, amely a teljes szennyvízmennyiség 50-75%-át jelenti, és több mint 90%-át, ha vákuumos WC-t használnak. A szürkevíz tipikus mennyisége 60 és 120 l/nap között változik, az életszínvontól, a felhasználói magatartástól, a népesség szerkezetétől, a szokásoktól és gyakorlatoktól, a vízvezeték-berendezésektől és a vízkészletektől függően. Ezek az értékek 20-30 l/napra csökkenhetnek az alacsony jövedelmű, vízhiányos és elemi vízellátású országokban²⁰. A szürkevíz újrahasznosításával az ivóvizigény könnyen 45 l/napra csökkenthető (fbr, 2017).

A rendelkezésre álló szürkevíz forrásaitól és a szürkevíz szükséges újrafelhasználásától függően különböző újrahasznosítási potenciálok érhetők el, amelyek 30 és 80% között változnak (1. ábra)



1. ábra: Egyetlen háztartás lehetséges szennyvízcsökkenése

¹⁸ Guideline DWA-M 277E (2017) Information on design of systems for the treatment and reuse of greywater and grey-water partial flows. DWA Set of Rules, German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA), Hennef. October 2017

¹⁹ pr EN 16941-2:2017 (2017) On-site non-potable water systems - Part 2: Systems for the use of treated greywater. The European Committee for Standardisation (CEN). German and English version prEN 16941-2:2017 (Draft version)

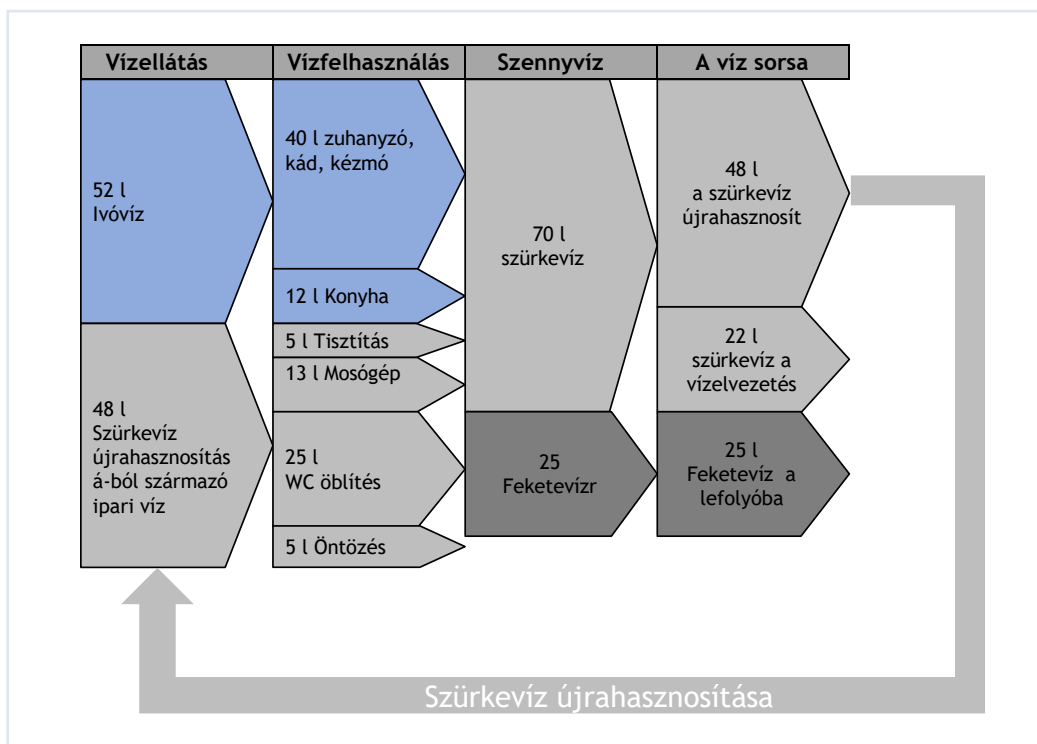
²⁰ Morel, A. and Diener, S. (2006) Greywater management in low and middle-income countries. Water and Sanitation in Developing Countries (Sandec). Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/947>



2. RÉSZ

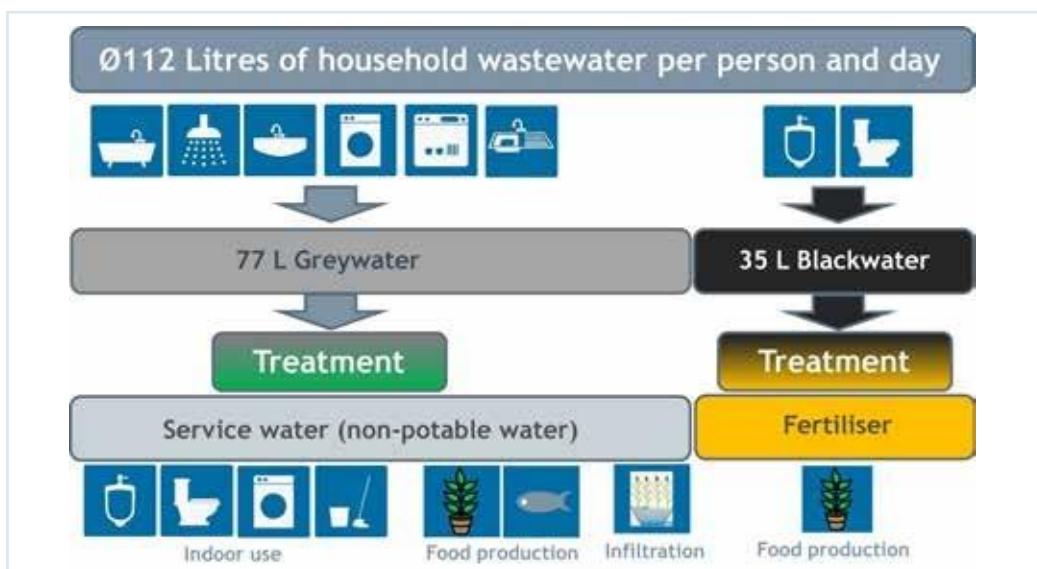
a különböző szürkevízforrások újrahasznosításának bevonásától függően.

A 2. ábra a magánháztartásokban a különböző tevékenységekből származó részleges vízáramlás átlagos mennyiségét (liter/fő/nap) és a szürkevíz újrahasznosítási potenciált²¹ mutatja.



2. ábra: Átlagos részleges vízáramlás (l/nap) az új és felújított épületekben lévő magánháztartásokban (Forrás: Mehlhart, 2001)

A 3. ábra a szürkevíz és a feketevíz forrásait és átlagos mennyiségét mutatja be egy átlagos német háztartásban naponta. A keletkező szürkevíz átlagos mennyisége 77 liter, amely kezelhető és újrafelhasználható különböző nem ivóvíz célú felhasználási módokra, például WC-öblítésre, mosásra, öntözésre és tisztításra.



²¹ Mehlhart, G. (2001) Grauwasser auf dem Vormarsch. fbr Wasserspiegel 2/200, Seiten 14-16

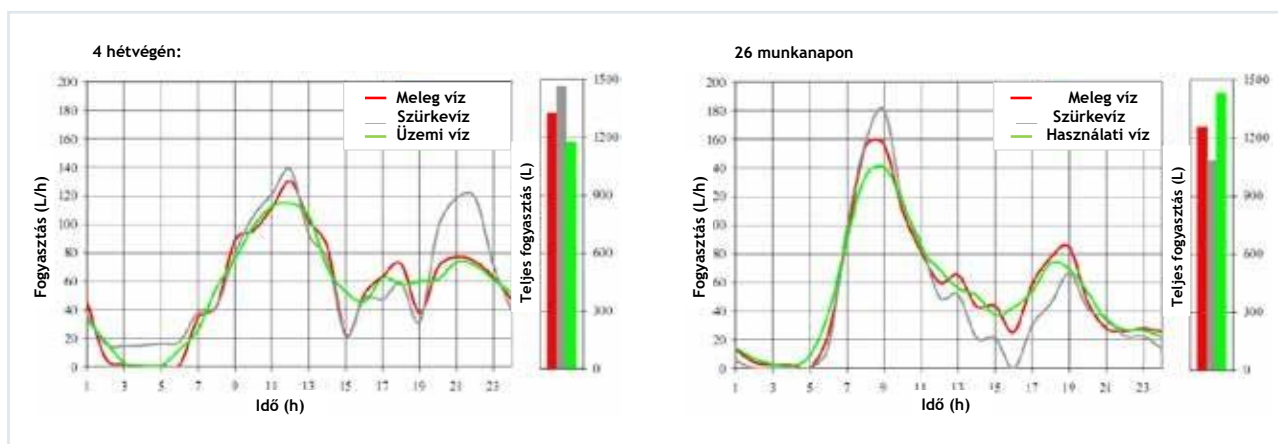


2. RÉSZ

3. ábra: A háztartási szennyvíz forrásai és mennyisége egy átlagos német háztartásban (E. Nolde).

A szürkevíz minősége és mennyisége az épület típusától (családi ház, többszintes épület), a felhasználói szokásoktól, a háztartásokban mosogathoz, tisztításhoz és mosáshoz használt vegyi anyagoktól (zsírok, olajok, szappanmaradékok, mosószerek, stb.), a csatlakoztatott készülékektől és a szürkevízforrástól függően is nagymértékben változik. A fekete vízhez képest a szürkevíz általában csak feleannyi szerves szennyezőanyagot tartalmaz, de ez az érték magasabb is lehet, ha a háztartásokban víztakarékos intézkedéseket és eszközöket alkalmaznak²².

A keletkező szürkevíz minősége és mennyisége nem állandó a nap folyamán, hanem a háztartási tevékenységektől és a háztartásban élő személyek számától függően nagymértékű változékonyságot mutat. Például zuhanyozás és borotválkozás reggel jellemző, a gyakori kézmosás és WC-öblítés napközben, a fürdés és a bőrápolás pedig este. A 4. ábra a vízhasználati szokásokat és a felhasználói szokásokat, valamint a vízforgalom napi átlagát mutatja be egy 4 hetes időszak (munkanapok és hétvégék) során egy többszintes épületben (45 lakos), ahol a zuhanyzókából és fürdőkádakból származó szürkevizet WC-öblítésre használják.



4. ábra: Napi átlagos vízforgalom és vízfelhasználási szokások 4 hét alatt egy többszintes épületben, ahol a szürkevíz újrahasznosítását alkalmazzák. A szürkevíz zuhanyzókából és fürdőkádakból származik (45 fő), és a kezelést követően újra felhasználják WC-öblítésre (E. Nolde).

2.2.1. Szerves szennyezőanyagok

A szürkevíz összetétele jelentősen változik, és a szakirodalomban a szerves terhelés és a tápanyagok széles skáláját tették közzé. A konyhai mosogatókból, mosogatógépekből vagy mosógépekből származó szürkevíz általában nagyobb szerves terhelést tartalmaz, mint a zuhanyzóból, fürdőkádból és kézmosókból származó szürkevíz. A mosodai szürkevíz általában több sót, míg a konyhai szürkevíz több olajat és zsírt tartalmaz.

A szürkevíz jellemzően nagy koncentrációban tartalmaz biológiailag könnyen lebomló szerves anyagokat, például főzésből származó zsírt és olajat, ételmaradékokat, szappanok, mosószerek és egyéb háztartási takarítótermékek maradványait. A konyhai mosogató és a mosogatógép szürkevíze a szürkevízben lévő főbb szerves szennyezőanyagok 40-60%-át adhatja.

A szerves szürkevíz-terhelés, amelyet általában biokémiai oxigénigényként (BOD) vagy kémiai oxigénigényként (COD) mérnek, a szennyezés mértékét mutatja, és magasabb is lehet

²² Otterpohl, R., Braun, U. and Oldenburg, M. (2003) Innovative technologies for decentralised water, wastewater and biowaste management in urban and peri-urban areas. Water Science & Technology 48 (11/12): 23-32



2. RÉSZ

a feketevízben mért értékeknél, ha a háztartásokban víztakarékos intézkedéseket és eszközöket alkalmaznak.

Az 5. táblázat az egy háztartásban keletkező fekete- és szürkevíz mennyiségét (személyenként és naponta literben), valamint a két szennyvízáram szerves- és tápanyagtartalmának százalékos arányát mutatja. A feketevízzel összehasonlítva a szürkevíz sokkal kevesebb nitrogént, foszfort és káliumot tartalmaz - három olyan alapvető tápanyagot, amelyek a növények növekedéséhez és a talaj termékenységéhez szükséges.

5. táblázat: A szervesanyagok és a tápanyagok mennyisége és napi terhelése a szürke- és a feketevízben.

	Total wastewater stream (daily load)	Blackwater	Greywater
		Faeces + Urine + 30 litres toilet flush water	
Volume	112 l/p/d	31.3%	68.7%
COD	117 g/p/d	59.8%	40.2%
N	12.9 g/p/d	92.2%	7.8%
P	2.0 g/p/d	75.0%	25.0%
K	4.2 g/p/d	76.2%	23.8%
S	3.8 g/p/d	23.7%	76.3%

A 6. és a 7. táblázat a különböző országok szürkevízadatai alapján készült európai felmérés^{23,24} alapján mutatja be a különböző szürkevízparaméterek mennyiségének és terhelésének eltéréseit. az adatok 60%-a Németországból, 20%-a Svédországból, 10%-a Hollandiából, a többi pedig más országokból származik. A referenciák 45 %-a a világos-szürkevízzel foglalkozott.

6. táblázat: A szürkevíz mennyiségének és szennyezőanyag-terhelésének (személyenként és naponta) változása különböző paraméterek esetén a szürkevízzel kapcsolatos európai felmérés alapján (Sievers et al., 2014; Sievers & Londong, 2018).

Parameter	n	Unit	Mean	STD	Median	Range
Volume	43	l/(c*d)	82	23	74	33 - 150
TSS	25	g/(c*d)	26	24	13	1 - 71
BOD ₅	28	g/(c*d)	17	6	18	4 - 27
COD	40	g/(c*d)	40	14	41	9 - 71
TP	41	g/(c*d)	0.5	0.2	0.5	0.1 - 0.8
TN	40	g/(c*d)	1.1	0.5	0.9	0.4 - 2.9
NH ₄ -N	11	g/(c*d)	0.2	0.2	0.2	0.1 - 0.7

23 Sievers, J. és Londong, J. (2018) Characterization of domestic greywater and greywater-solids. Water Science & Technology 77 (5): 1196-1203

24 Sievers, J., Oldenburg, M., Albold, A. és Londong, J. (2014) A szürkevíz jellemzése - tervezési értékek becslése. IFAT 2014. EWA 17. Nemzetközi Szimpózium, 2014.05.07



2. RÉSZ

7. táblázat: A különböző szürkevízparaméterek koncentrációjának eltérései egy európai felmérés alapján (Sievers és mtsai, 2014; Sievers & Londong, 2018).

Parameter	n	Unit	Mean	STD	Median	Range
TSS	16	mg/l	158	154	92	23 - 570
BOD ₅	30	mg/l	228	96	217	56 - 427
COD	47	mg/l	501	231	490	102 - 1581
TP	42	mg/l	6	4	5	0.5 - 15
TN	42	mg/l	17	10	13	17593
NH ₄ -N	27	mg/l	5.7	5.4	3.7	0.5 - 25

A gyakorlatban a szürkevíz minden típusa, beleértve a konyhai és mosóvizet is, jó biológiai lebonthatóságot mutat, ami azt jelzi, hogy a szürkevíz újrafelhasználás céljából kezelhető. A biológiai lebonthatóságot mérő KOI/BOD⁵ arány általában magasabb, mint a feketevízé, 2 és 3,6 között mozog, és magasabb a világos-szürkevízben, ami azt jelzi, hogy a szürkevízben lévő szerves anyag kevésbé lebontható²⁵.

2.2.2. Tápanyagok a szürkevízben

A szürkevíz tápanyagtartalma a normál szennyvízhez képest általában alacsonyabb. Egyes esetekben a foszfor koncentrációja magas lehet, de a nitrogénszint mindig alacsony. A foszfor elsősorban a mosó- és mosogatószerből származik, ahol vízlágyításra használják. Ha a háztartásokban csak foszformentes mosószereket használnak, a foszfortartalom a tisztított szennyvízben általában előforduló szintnél alacsonyabbra csökkenthető.

A szürkevíz a kombinált szennyvízrendszerbe kerülő teljes foszforbevétel 10-30%-át teszi ki, és a koncentrációkat elsősorban a használt mosószerek típusa határozza meg. A szürkevíz a szennyvíz teljes nitrogéntartalmának kevesebb mint 10%-át teszi ki, és a szürkevíz nitrogénkoncentrációja a kezelés előtt gyakran kevesebb, mint 10 mg/l²⁶.

A szürkevíz alacsony N- és P-koncentrációja ellenére számos tanulmány kimutatta, hogy ezek az alacsony koncentrációk nem korlátozzák a baktériumok növekedését, és ezért nem gátolják a szürkevíz biológiai kezelési folyamatát.

2.2.3. Kórokozók a szürkevízben

A potenciális kórokozók jelenléte a szürkevízben főként a zuhanyozásból, fürdésből vagy pelenkamosásból származó szennyvízzel való szennyeződésből ered. A szürkevíz azonban általában kevesebb fekáliszennyeződést tartalmaz, mint a fekete víz, általában a 10¹ - 10² közötti tartományban (fbr, 2017).

²⁵ Jefferson, B., Palmer, A., Jeffrey, P., Stuetz, R. and Judd, S. (2004) Grey water characterisation and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. *Water Science and Technology*, 50 (2): 157-164

²⁶ Vinnerås, B., Palmquist, H., Balmér, P. and Jönsson, H. (2006) The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste - A proposal for new Swedish design values. *Urban Water Journal* 3 (1): 3-11



2. RÉSZ

Mivel a szürkevíz nem tartalmaz ürüléket, általában ártalmatlannak tekintik. Ezért a fertőzés fő kockázata a szürkevíz fekális szennyeződésének függvénye, amit soha nem lehet kizárni.

A szürkevízben található fekális indikátor baktériumok, mint például a székletkoliform baktériumok csoportja és különösen az *E. coli* spp. kimutatása, amelyek általában a székletben fordulnak elő anélkül, hogy betegséget okoznának, a széklettel terjedő kórokozók, mint például a szalmonella vagy az enterális vírusok lehetséges jelenlétét mutatja^{27,28}

A szürkevízben lévő indikátor baktériumok átlagos koncentrációja hasonló a másodlagos tisztított szennyvízben lévő baktériumokéhoz. A szürkevízben gyakran jelentik a bélsárgeltő kólibaktériumok, *E. coli* vagy enterococcusok jelenlétét, ami azt mutatja, hogy a szürkevíz bélsárszennyezettsége nem alkalmi, hanem várható.

A szürkevízben a fekális indikátor baktériumok nagy száma a könnyen biológiailag lebomló szerves vegyületek jelenlétének és az uralkodó magasabb hőmérsékletnek tudható be, ami a szürkevizet ideális közeggé teszi a mikrobák szaporodásához²⁹. A szürkevízben található fekális indikátorbaktériumokra való összpontosítás azonban a fekális terhelések és ezáltal a higiéniai kockázat túlbecsléséhez vezethet. Ebben az esetben az adatok értelmezésénél óvatosan kell eljárni a baktériumok újbóli elszaporodásának lehetősége miatt, ami a mikrobiális kockázat túlbecslését eredményezheti.

2.3. A szürkevíz újrahasznosítására vonatkozó követelmények

2.3.1. Minőségi követelmények

Az újrahasznosított szürkevíznek általában négy kritériumnak kell megfelelnie az újrafelhasználáshoz³⁰:

- Higiéniai biztonság
- Esztétika (nincs komfortvesztés vagy zavaró tényező a felhasználó számára)
- Környezeti tolerancia, és
- Gazdaságos kivitelezhetőség.

A szürkevíz különböző újrafelhasználási alkalmazásai különböző vízminőségi követelményeket és így különböző kezelési szinteket és technológiákat igényelnek, az egyszerűbb eljárásoktól a fejlettebbekig. A 4. táblázatban felsorolt fizikai-kémiai és mikrobiológiai követelmények teljes körű betartásuk esetén magas és higiéniai szempontból biztonságos használati vízminőséget biztosítanak. Ezek garantálják továbbá a használati víz hosszú távú tárolását anélkül, hogy a felhasználók számára szagokat vagy komfortvesztést okozna, és olyan vizet biztosítanak, amely szinte mentes mindenféle színeződéstől és/vagy lebegő szilárd anyagtól, ami kiválóan alkalmas nem ivóvíz célú felhasználásra.

A higiéniai biztonság mellett a kiválasztott technológia környezeti toleranciáját is figyelembe kell venni a szürkevíz-újrahasznosító rendszer tervezésekor, például a szürkevíz-kezelés alacsony fajlagos energiaigényét

27 Winward, G.P., Avery, L.M., Frazer-Williams, R., Pidou, M., Jeffrey, P., Stephenson, T., Jefferson, B. (2008a) A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment technologies for reuse. *Ecological engineering* 32: 187-197

28 Ottoson, J. and Stenström, T.A. (2003) Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research* 37 (3): 645-655

29 Lazarova, V., Hills S. and Birks R. (2003) Using recycled water for non-potable, urban uses. A review with particular reference to toilet flushing. *Water Science & Technology* 3 (4): 69-77

30 Nolde, E. (2005) Greywater recycling systems in Germany - results, experiences and guidelines. *Water Science & Technology* 51 (10): 203-210



2. RÉSZ

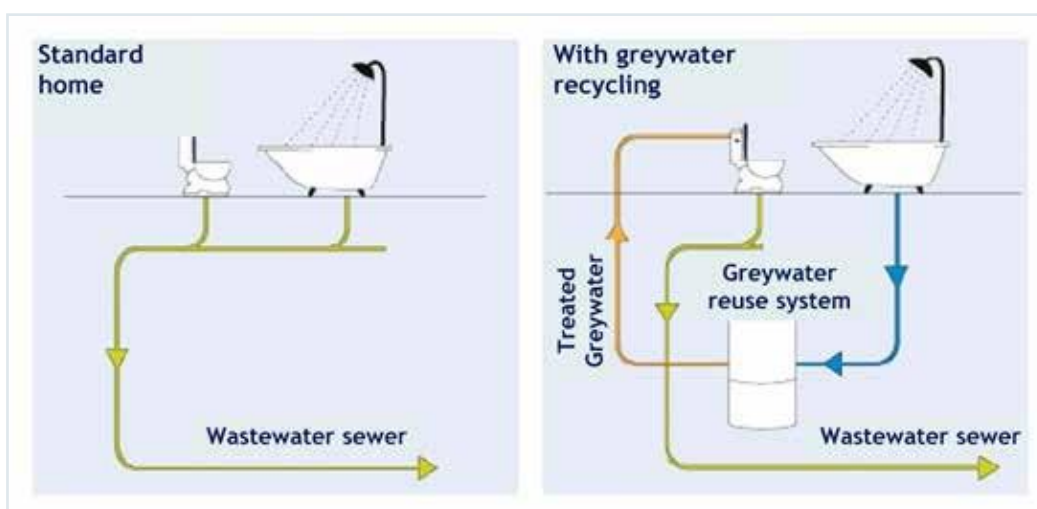
(< 1,5 kWh/m³), vegyszerek használatának mellőzését és UV fertőtlenítés használatát klórozás helyett végső kezelési lépésként.

A szürkevíz-kezelési technológiának gazdaságosan megvalósíthatónak kell lennie, és észszerű amortizációs időn belül meg kell térülnie. A költségek nem haladhatják meg túlzottan a hagyományos szennyvízkezelő rendszer költségeit. Alacsonyabb üzemeltetési költségeket lehet elérni, ha kiváló minőségű rendszerelemeket telepítenek, amelyek alacsony karbantartást és energiafogyasztást igényelnek.

2.3.2. Műszaki követelmények

2.3.2.1. Kétcsöves rendszer

Ha új épületben vagy felújítás során a szürkevíz újrahasznosítását fontolgatjuk, kétcsöves vízvezetékrendszert kell telepíteni a két fő szennyvízáramlás: a feketevíz (WC-kből származó) és a szürkevíz külön gyűjtésére. A csatlakoztatott forrásokból (pl. zuhanyzó, fürdőkád, mosógép, konyhai mosogató) származó szürkevíz közvetlenül a szürkevízcső-hálózaton keresztül a szürkevíz-újrahasznosító rendszerbe folyik. Az ipari víz különböző felhasználási helyekre történő elosztására külön csőhálózatot kell kiépíteni (5. ábra). A hálózat szétválasztásához a DIN EN 1717³¹ szabványra kell hivatkozni.



5. ábra: Egy háztartás egy- és kétcsöves rendszerének egyszerűsített ábrája.

Az építkezés során biztosítani kell, hogy ne legyenek keresztkapcsolatok az ipari víz és az ivóvízellátó hálózatok között. Minden csővezetékét és szerelvényt megfelelően meg kell jelölni és fel kell címkézni. A különböző csőhálózatoknak általában különböző színűeknek kell lenniük, és a használati vízvételi helyeket megfelelően fel kell címkézni, hogy megkülönböztethetők legyenek az ivóvíz-berendezésektől. Biztosítani kell azt is, hogy a szürkevíz-újrahasznosító rendszerből származó szürkevíz semmilyen ponton ne kerüljön az ivóvízhálózatba. A keresztkapcsolatokat a szürkevízrendszer üzembe helyezése előtt ellenőrizni kell (például festékp próbával).

A szürkevíz-rendszereknek rendelkezniük kell egy túlfolyócsatlakozással is a csatornába, amely lehetővé teszi, hogy az összegyűjtött víz karbantartás vagy a rendszer meghibásodása esetén közvetlenül a csatornába folyjon. Olyan visszaáramlást gátló berendezésről is gondoskodni kell, amely megakadályozza a nem ivóvíznek az ivóvízhálózatba történő visszaáramlását.

³¹ DIN EN 1717:2011-08 (2011) Protection against pollution of potable water installations and general requirements of devices to prevent pollution by backflow; German version EN 1717:2000; Technical rule of the DVGW. Beuth Publications

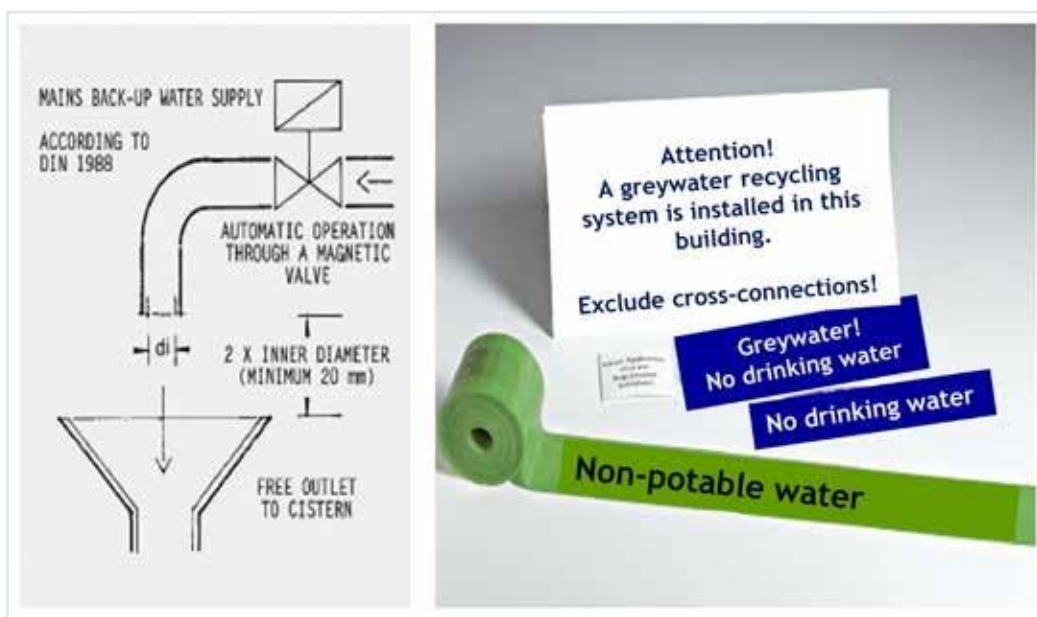


2. RÉSZ

2.3.2.2. Tartalék vízellátás

A szürkevíz újrafelhasználó rendszereket automatikus tartalék vízrendszerrel kell ellátni a folyamatos ipari vízellátás biztosítása érdekében (6. ábra). Használható ivóvíz, esővíz vagy más, megfelelő minőségű vízforrás.

A tárolótartályban elhelyezett úszókapcsoló aktiválja a tartalék vízellátást, amikor a tárolótartályban a vízszint eléri az alacsony szintet. Az úszókapcsoló egy előre beállított szintnél kikapcsolja a tartalék vízellátást, hogy helyet hagyjon a bejövő újrafelhasznított víznek. A tartalék vízrendszer telepítésére vonatkozóan a DIN 1989-1:2002-04³² és a DIN EN 1717:2011-08 (2011) szabványokra hivatkozunk.



6. ábra: A tartalék vízellátást (balra) és a használati vízhálózat csővezetékeinek és csapolási pontjainak jelölésére használt anyagokat bemutató ábra (fbr).

2.3.2.3. Szivattyúk

A szivattyúknak korrózióállónak kell lenniük, és a tárolótartály feltöltéséhez szükséges nyomásig kell tudniuk szivattyúzni, vagy megfelelő áramlást kell biztosítaniuk, ha a szivattyúzás közvetlenül a felhasználási helyre történik. Általában búvárszivattyúkat és külső önfeltöltő szivattyúkat kell használni, és az alacsony energiaigényű, alacsony zajszintű és robusztus szivattyúkat kell előnyben részesíteni. A szivattyúkat úgy kell méretezni, hogy minden egyes szivattyú képes legyen a statikus emelés és a csővezetékekben és szelepekben fellépő súrlódási veszteségek leküzdésére. A szivattyúvezérlő egységnek az igényeknek megfelelően kell működtetnie a szivattyút, meg kell védenie a szivattyúkat a szárazon futástól, meg kell védenie a motort a túlmelegedéstől és az elektromos túlterheléstől, és lehetővé kell tennie a kézi vezérlést. A szivattyúkat jól szellőző helyen, szélsőséges hőmérséklettől védve, hang- és rezgésmentes szereléssel kell elhelyezni.

³² DIN 1989-1:2002-04 (2002) Rainwater harvesting systems - Part 1: Planning, installation, operation and maintenance. Beuth publications.



2. RÉSZ

2.3.2.4. Vezérlőpanel

A vezérlőpanelnek jeleznie kell:

- A rendszer megfelelő működését
- A rendszerelemek meghibásodását jelző riasztásokat (pl. szivattyú, szintszabályozás, UV fertőtlenítés)
- Az egyes tartályok szintjét
- A tápellátás állapotát
- A vízfolyásokat
- Az üzemórát (a be-/kikapcsolási ciklusok és az áramlások nyilvántartása)
- A tartalék vízellátás automatikus vezérlését a kínálat és a kereslet ingadozásának kielégítésére
- A folyamatosan mérhető vízminőségi paramétereket (pH, T °C, zavarosság, DO stb.)
- Az online ellenőrzés eredményeit a kezelt szürkevíz minőségének ellenőrzésére.

2.3.3. Telepítési követelmények

A szürkevíz-újrahasznosító rendszerek telepítését engedéllyel rendelkező és képzett személyeknek/ vízvezeték-szerelőknek kell elvégezniük.

Az épületben történő telepítéshez a következő előzetes adatokra van szükség:

- A szerelőhelyiség méretei
- Legkisebb szabadméret (ajtók)
- A talaj teherbírása
- Egyéb befolyásoló tényezők, mint például fokozott porképződése megnövekedett helyiséghőmérséklet, levegőztetés és szellőztetés.

A földbe történő telepítéshez a következő adatokra van szükség:

- Beépített térfogat
- Talajállapotok
- Talajvízszint
- Távolság az épülettől.

A személyenként körülbelül 0,1 m²-es helyigény a szürkevíz kezelésére használt biológiai rendszerek esetében jellemző. Ez elsősorban a szürkevíz szennyezési terhelésétől, a szürkevíz és a használati víz csúcsforgalmához szükséges puffertároló térfogattól, valamint a helyi használati víz minőségi követelményeitől függ. A rendszereket úgy kell telepíteni, hogy karbantartás céljából a rendszer minden részéhez bármikor hozzáférhessenek.

2.3.4. Működési követelmények

A rendszer megfelelő működéséhez bizonyos kritériumokat figyelembe kell venni:

- A rendszernek robusztusnak, ingadozásokkal szemben ellenállónak és a rendszerelemeknek hosszú élettartamúnak kell lennie
- A szürkevíz-újrahasznosító rendszer energiafelhasználása nem haladhatja meg a hagyományos szennyvízkezelő rendszer energiafelhasználását. Ennek 1,5 kWh-nál kevesebbnek kell lennie, beleértve egy köbméter ipari víz elosztását is
- Alacsony üzemeltetési és karbantartási költségek
- Kerülni kell a vegyszerek használatát a kezelés, üzemeltetés és karbantartás során.



2. RÉSZ

2.3.5. Karbantartási követelmények

Ide tartoznak többek között a következők:

- A sziták/szűrők automatikus és rendszeres tisztítása
- Ha a nagy terhelésű szürkevíz-áramlás (pl. konyhai és mosógépekből származó) is a szürkevíz-áramlás részét képezi, a karbantartási költségek várhatóan valamivel magasabbak lesznek, mint amikor csak alacsony terhelésű szürkevizet kezelnek
- Könnyű hozzáférés a rendszerelemekhez (tartályok, szivattyúk, szűrők, stb.) a biztonságos és hatékony működés érdekében
- Az internetalapú felügyeleti egység segít optimalizálni a rendszer működését, és csökkenti a karbantartási és üzemeltetési költségeket.

2.4. Az újrahasznosított szürkevíz felhasználási területei

Az újrahasznosított szürkevíz (ipari víz) leggyakoribb felhasználási területe a WC/piszoár öblítése, amely önmagában akár 30%-kal is csökkentheti a háztartások vízigényét, irodákban és kereskedelmi épületekben pedig meghaladhatja a 60%-ot. A megfelelően kezelt szürkevizet nem ivóvízként történő felhasználásra, például WC-öblítésre, mosásra, takarításra, öntözésre, autómosásra, tűzvédelemre, hidropóniás művelésre, akvakultúrára, utcák takarítására és vizes élőhelyek védelmére tartják alkalmasnak. A vízminőségi követelmények hely- és alkalmazáspecifikusak, és a szükséges kezelés mértéke a nyers szürkevíz minőségétől, valamint a tervezett újrafelhasználási céltól függ, és mindkettő egyaránt befolyásolja a kezelési technológia kiválasztását.

Mezőgazdasági felhasználás esetén a használati vízminőségnek megfelelőnek kell lennie az emberi egészség védelmére, amikor az újrahasznosított szürkevízzel történő öntözésből származó nyers élelmiszereket fogyasztanak. A legtöbb esetben a sótartalom fontos tényező, amely szoros megfigyelést és ellenőrzést igényel, amikor a kezelt szürkevizet öntözésre használják. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) iránymutatásokat tett közzé a szürkevíz biztonságos mezőgazdasági felhasználásáról³³.

Az újrahasznosított vizet az iparban elsősorban hűtési célokra használják, akár zárt, akár nyitott rendszerben. Zárt körfolyamatokban nem érintkezik közvetlenül az emberrel vagy a környezettel, míg nyitott körfolyamatokban aeroszokok képződhetnek, amelyek a *Legionella* spp. jelenlétével kapcsolatos kockázatokat jelentenek. E gyakorlat helyes alkalmazásának a csővezetékek és edények védelme érdekében a korróziót és a mészlerakódásokat is meg kell akadályoznia.

33 WHO (2006) WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4. Excreta and greywater use in agriculture. 3rd Edition. World Health Organisation (WHO), Geneva, Switzerland.
<https://www.who.int/publications/i/item/9241546859>



2. RÉSZ

2.5. A szürkevíz újrahasznosításának előnyei

A szürkevíz újrafelhasználása számos előnnyel jár, mint például a fenntartható vízellátás helyszíni növelése és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodáshoz való hozzájárulás. Ezek közé tartoznak:

- Csökkenő ivóvízigény
- A szennyvíztisztító telepek vagy a helyszíni kezelőrendszerek csökkenő terhelése (pl. szeptikus tartályok)
- Csökkenő energiaszükséglet a vízszállításhoz
- Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkenése
- Csökkenő függőség a közüzemi vízellátástól
- Csökkenő vízszámlák
- Vízkészletek megőrzése
- Az egyébként esetleg elpazarolt tápanyagok újrahasznosítása, mint értékes erőforrás a tereprendezés és a növénytermesztés számára
- Zöld épületekre vonatkozó szabályzat szerinti tanúsítás.

2.6. A szürkevíz újrahasznosításának kockázatai

A szürkevíz újrahasznosításának kockázatai minimálisak, ha a szürkevíz újrahasznosító rendszerek telepítésére és üzemeltetésére vonatkozó érvényes műszaki szabályokat és előírásokat alkalmazzák. A megfelelő vízkezelési technológiával és a rendszer karbantartásával garantálható a magas használati vízminőség, amely kizár minden higiéniai vagy környezeti kockázatot.



3. A szürkevíz kezelése

A szürkevíz nagy mennyiségben tartalmazhat biológiailag könnyen lebomló szerves vegyületeket, amelyek könnyen lebomlanak, és a közeget anaerob állapotba hozzák, ami rossz szagokat okozhat. Ezért a kezelés elsődleges célja a szürkevízben található szerves szennyezőanyagok szintjének csökkentése. Másodlagos cél a szürkevízben található potenciális kórokozók és egyéb mikroorganizmusok szintjének csökkentése.

A kezelt szürkevíz végső minősége fontos, mert hatással van az újrafelhasználási alkalmazásokra, valamint a fertőtlenítési folyamatra, amelyet általában a végső kezelési szakaszban alkalmaznak. A szürkevízben lévő lebegő szilárd anyagok eltávolítása is fontos, mivel a részecskék megakadályozhatják a mikroorganizmusok fertőtlenítésének hatékonyságát³⁴.

A kezelési technológia kiválasztása elsősorban a következőktől függ:

- A szürkevíz szennyezettségi szintje (használt szürkevízforrások)
- Rendeltetésszerű végfelhasználás
- A használati vízzel szemben támasztott (helyi) minőségi követelmények.

A technológia kiválasztását befolyásoló egyéb tényezők közé tartozik a tervezett helyszín, a rendelkezésre álló hely, valamint a beruházási és karbantartási költségek.

Napjainkban a szürkevízkezelési technológia kiválasztásának központjában a biológiai rendszerek állnak fő kezelési szakaszként, mivel nem valószínű, hogy pusztán fizikai eljárások, például durva szűrés vagy rostálás megfelelőek lennének az újrafelhasználásra alkalmas szürkevíz kezelésére.

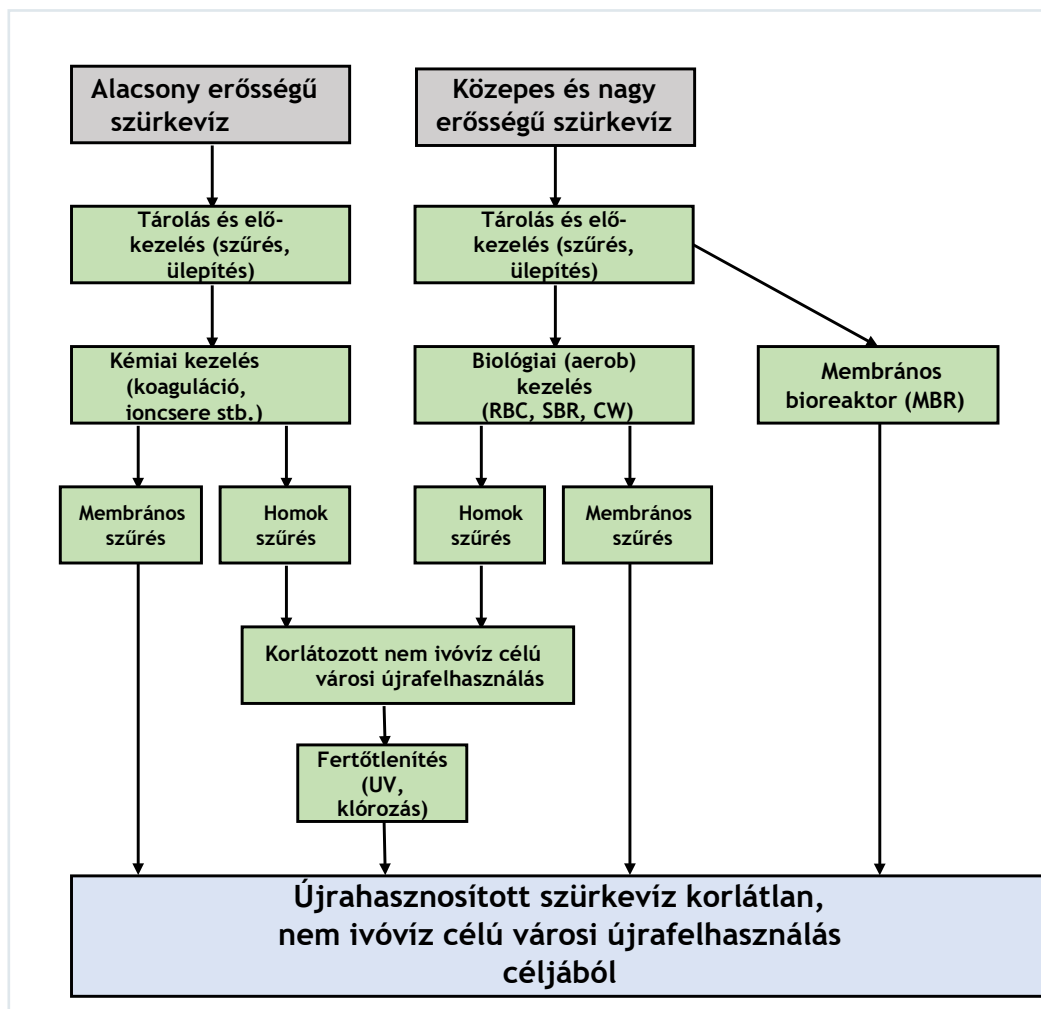
A szürkevíz kezelésére számos technológia alkalmazható, beleértve a fizikai, kémiai és biológiai eljárásokat, illetve ezek kombinációját. A 7. ábra néhány újrahaznosítási rendszert javasol a szürkevíz kezelésére a befolyó szürkevíz jellemzői és a nem ivóvíz célú alkalmazásokhoz szükséges használati vízminőségi követelmények alapján³⁵. Ezek a technológiák jól bevált kezelési módszerek, amelyeket a hagyományos szennyvíztisztítási ágazatban is gyakran alkalmaznak.

34 Winward, G.P., Avery, L.M., Stephenson, T. and B. Jefferson, B. (2008b) Ultraviolet (UV) disinfection of grey water: particle size effects. *Journal of Environmental Technology* 29 (2): 235-244.

35 Li, F., Wichmann, K. and Otterpohl, R. (2009) Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. *Science of the Total Environment* 407: 3439-3449.



2. RÉSZ



7. ábra: Szürkevíz újrahasznosítási rendszerek nem ivóvíz célú városi újrafelhasználásra (Li és m társai 2009).

3.1. Szürkevízkezelési technológiák

A szürkevíz-kezelési technológiáknak robusztusnak és hatékonynak kell lenniük a szürkevíz szerves és mikrobiális terhelésének változatai kezelése során, és következetesen magas és biztonságos minőségű kezelt szennyvizet kell előállítaniuk, hogy megfeleljenek az újrafelhasználáshoz szükséges szabványoknak. A szürkevíz kezelésére a legmegfelelőbbnek az alacsony technológiai színvonalú, egyszerű szűrőrendszerektől a biológiai kezelést, a membránszűrést és az UV fertőtlenítést is magában foglaló high-tech, többszörös gátlórendszerekig terjedő rendszereket tartják a szerves vegyületek hatékony eltávolítása miatt³⁶.

A háztartási szürkevíz kezelése általában fizikai és biológiai kezelési folyamatok kombinációját igényli a részecskék és az oldott szerves anyagok eltávolításához. Az olyan kémiai eljárások, mint a koaguláció, az ioncsere, a fotokatalitikus oxidáció és a szemcsés aktív szén, általában az alacsony erősségű szürkevíz esetében javasoltak. Ezek az eljárások azonban nagy energia- és anyagfogyasztással, valamint hulladék melléktermékek keletkezésével járnak, és általában nem ajánlottak szürkevíz újrahasznosítására.

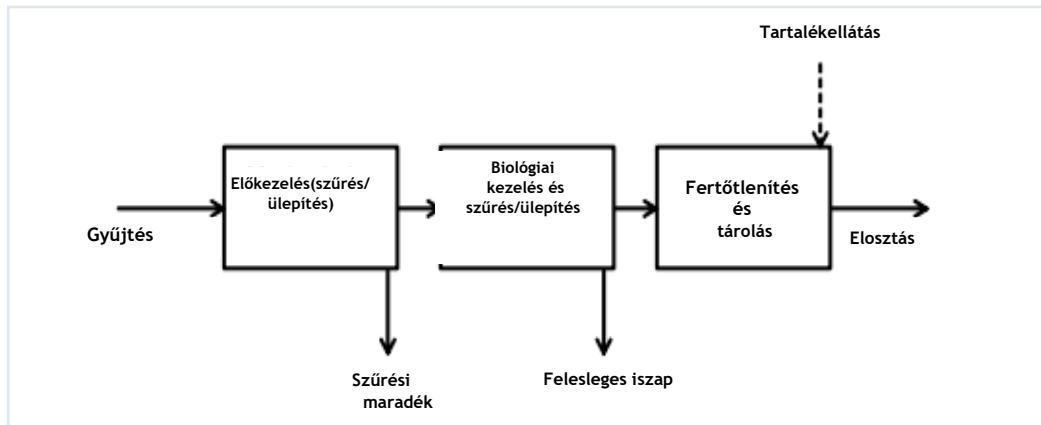
³⁶ Pidou, M., Memon, F.A., Stephenson, T. Jefferson, B. and Jeffrey, P. (2007) Greywater recycling: treatment options and applications. *Engineering Sustainability* 160 (3): 119-131.



2. RÉSZ

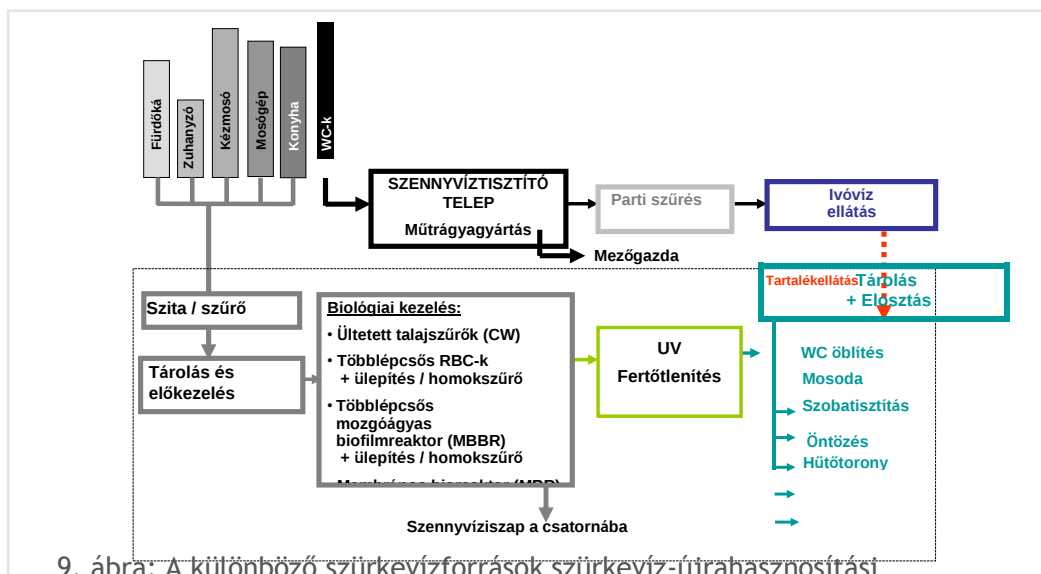
A szürkevízrendszerek jellemzően a következő összetevőkből állnak (8. ábra):

- Előülepítő/puffer tartály a szürkevíz összegyűjtésére
- Kezelőrendszer (biológiai)
- Utóülepítő tartály
- Tárolótartály a kezelt szürkevíz számára
- Fertőtlenítő rendszer
- Tartalék ellátórendszer
- Nyomásfokozó szivattyú, amely a felhasználási helyekre juttatja a vizet.



8. ábra: A szürkevíz újrahasznosító rendszer egyszerű vázlata.

A szürkevíz kezelésére számos, a hagyományos szennyvíztisztítási ágazatban általánosan használt aerob, biológiai kezelési rendszer alkalmazható sikeresen, beleértve a rotációs biológiai kontaktorokat (RBC), a szekvenáló szakaszos reaktort (SBR), a mozgóágyas biofilmreaktort (MBBR), a membrán bioreaktort (MBR) és a mesterséges vizes élőhelyeket. A biológiai rendszereket általában egy durva szűrési szakasz (előkezelés), a biológiailag kezelt szennyvizet pedig egy ülepítési/szűrési szakasz (utókezelés) előzi meg az iszap eltávolítása érdekében. A mikroorganizmusok eltávolítása érdekében elengedhetetlen a végső fertőtlenítési szakasz. Az aerob biológiai folyamatok nagyon jó szervesanyag- és zavarosság-eltávolítási arányt képesek elérni, ami lehetővé teszi a kezelt szürkevíz hosszabb ideig történő tárolását.



9. ábra: A különböző szürkevízforrások szürkevíz-újrahasznosítási lehetőségeinek vázlatos ábrája (E.Nolde).

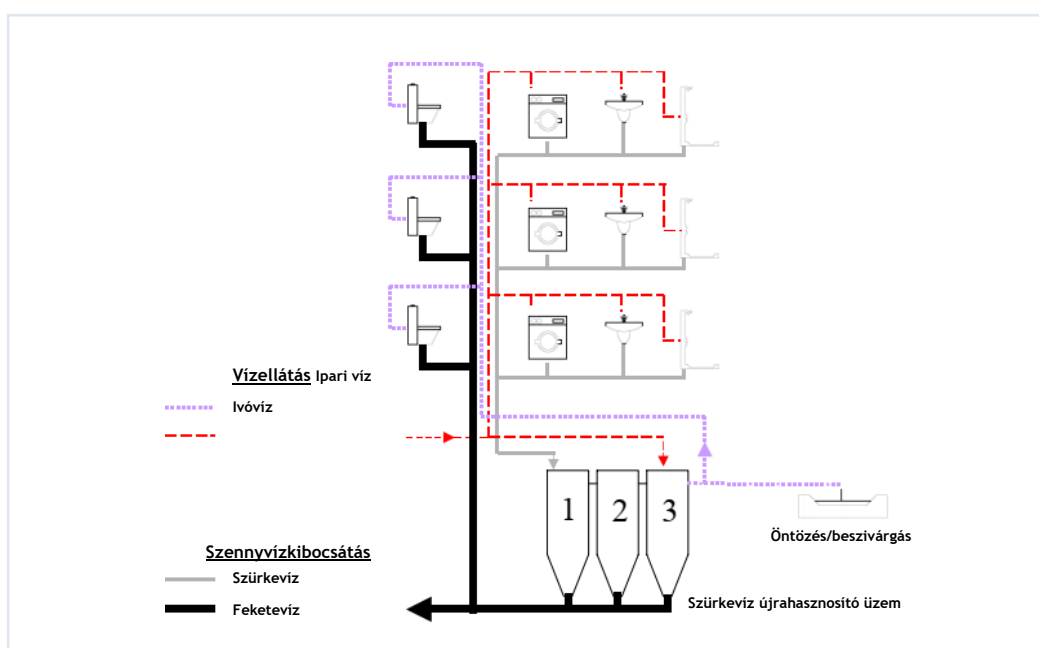


2. RÉSZ

A durva anyagok (haj, szősz, homok és egyéb részecskék) eltávolítására általában minden rendszerbe öntisztító szitákat vagy szűrőket alkalmazó előkezelési szakaszt építenek be. Ha konyhai szürkevíz is bekerül a szennyvízáramba, ajánlott egy kombinált olaj-/zsír- és üledékfogó telepítése.

Mivel a háztartásokban a szürkevíz keletkezése időszakos, általában pufferelt gyűjtőtároló tartályra van szükség, hogy a kezelési folyamat során viszonylag egyenletes beáramlást biztosítson.

A 10. ábra egy többszintes épület szürkevíz-újrahasznosító rendszerének vázlatos ábráját mutatja, ahol a használati vizet WC-öblítésre és/vagy öntözésre/szűrésre használják. A mosógépnek a használati vízhálózathoz való csatlakoztatása, illetve hogy az ipari vizet ivóvíz helyett mosásra lehessen használni, továbbra is opcionális.



10. ábra: Egy többszintes épületek szürkevíz-újrahasznosító rendszerének vázlatos ábrája:
1. Gyűjtés, pufferelés és üleptetés; 2. Biológiai kezelés; 3. Tárolás és ellátás (fbr)

3.1.1. Fizikai kezelés (előkezelés)

A szürkevíz előkezelése szükséges a lebegő szilárd anyagok (SS), a zsírok és olajok, valamint a durva anyagok eltávolításához, amelyek eltömíthetik a rendszert vagy rossz szagokat okozhatnak. A fizikai szürkevízkezelési módszerek közé tartozik a szűrés és az üleptetés (szilárd anyag-folyadék elválasztása). A szűrési technikák hatékonysága a szürkevíz-szennyező anyagok szemcseméretétől és a szűrő porozitásától függ. A szűrést általában elő- és/vagy utókezelési módszerként alkalmazzák (pl. fertőtlenítés előtt). A szűrési technikák közé tartoznak a sziták és szűrők, a homokszűrés, a kavicsszűrés és a membránszűrés (MF, UF). A szürkevíz kezelésére nem elegendő a fizikai folyamatok alkalmazása egyedüli kezelési módszerként, kivéve a membránszűrést, mivel nem biztosítja a szerves anyagok, tápanyagok és egyéb szennyező anyagok megfelelő csökkentését, kivéve olyan helyzetekben, amikor a szürkevíz szervesanyag-tartalma rendkívül alacsony.

A membránszűrés, mint például a mikroszűrés (MF), az ultraszűrés (UF) és a nanoszűrés (NF) kiváló minőségű szürkevíz-elvezetést eredményez. Az NF-membránokkal nyert permeátum a legjobb minőségű, mivel eltávolítja az oldható szerves anyagokat, ionos vegyületeket, kórokozókat és még a vírusokat is. Ezekhez a rendszerekhez azonban nagyobb energiafogyasztás, valamint a membránok eltömődése és szennyeződése kapcsolódik, ami csökkenti gazdaságosságukat.



2. RÉSZ

A homokszűrés egyszerű és költséghatékony technológia, de önmagában alkalmazva korlátozott kezelési lehetőséget biztosít a szürkevíz számára. A homokszűrés azonban rendkívül hatékony, ha az UV fertőtlenítés előtti végső szennyvíztermék polírozási szakaszaként alkalmazzák.

3.1.2. Kémiai kezelés

A kémiai szürkevízkezelő rendszerek közé tartozik a koaguláció és a flokkuláció, az elektrokoaguláció, az adszorpció szemcsés aktív szénrel (GAC) és természetes zeolitokkal, a mágneses ioncserélő gyanta (MIEX), a porított aktív szén (PAC) és a fejlett oxidációs eljárások (AOP), például az ózonizáció és a fotokatalízis. Ezeket a módszereket általában szűrés és/vagy fertőtlenítés követi. Ezek a rendszerek hatékonyak a világos szürkevíz és bizonyos esetekben a mosodai szürkevíz esetében. A szürkevíz kezelésére használt fizikai eljárásokkal összehasonlítva a kémiai eljárások bizonyos mértékig képesek csökkenteni a szürkevíz szerves anyagokkal való terhelését és zavarosságát, de nem elegendőek a nem ivóvízként történő újrafelhasználásra vonatkozó előírások teljesítéséhez, különösen a nagy erősségű szürkevíz esetében³⁷.

Általánosságban elmondható, hogy a vegyi kezelési folyamatok magas energia- és anyagigénye, valamint a keletkező hulladék melléktermékek indokolják széles körű alkalmazásukat.

3.1.3. Biológiai kezelés

A szürkevíz biológiai rendszerek kezelési mechanizmusai eltérőek, de az alapelv ugyanaz, mint a települési szennyvíz másodlagos tisztítására alkalmazott biológiai rendszereké. Ezekben a rendszerekben baktériumokat használnak a szürkevízben lévő főbb szerves szennyező anyagok eltávolítására. A szürkevizet általában levegőztetik, hogy fokozzák a baktériumok növekedését és a szerves anyagok lebomlását. Egyes rendszerek teljesen mechanikusak, míg mások inkább természetalapúak, mint például a mesterséges vizes élőhelyek. A biofilm kialakulása ezekben a rendszerekben különböző formákat ölthet, például szuszpendált biomassza vagy rögzített biofilm formájában. A szuszpendált biomasszán alapuló biológiai eljárások (pl. az aktíviszapos eljárás) hatékonyan távolítják el a szerves szennyezőanyagot és a tápanyagokat. Ezek a rendszerek azonban problémákat mutatnak az iszap ülepedettségével, a nagyméretű reaktorok és ülepítőmedencék szükségességével, valamint a biomassza újrahasznosításával kapcsolatban. A membrán bioreaktorok (MBR), amelyek szintén a szuszpendált biomassza eljárásán alapulnak, nagyon hatékonyak a szürkevíz magas színvonalú kezelésében^{38, 39}.

A rögzített biofilmes eljárásán alapuló rendszerek megbízhatóbbnak bizonyultak a szerves anyagok és tápanyagok eltávolításában, az aktív iszapos eljárás során felmerülő problémák nélkül. Ezek közé tartoznak a forgó biológiai kontaktorok (RBC)^{40,41}, a szekvenáló szakaszos reaktorok (SBR)⁴² és a mozgóágyas biofilm

37 Pidou, M., Avery, L., Stephenson, T., Jeffrey, P., Parsons, S.A., Liu, S., Memon, F.A., Jefferson, B. (2008) Chemical solutions for greywater recycling. *Chemosphere* 71: 147-155.

38 Merz, C., Scheumann, R., Hamouri, B.E. and Kraume M. (2007) Membrane bioreactor technology for the treatment of greywater from a sports and leisure club. *Desalination* 215 (1-3): 37-43.

39 Fountoulakis, M.S., Markakis, Petousi, I. and Manios, T. (2016) Single house on-site grey water treatment using a sub-merged membrane bioreactor for toilet flushing. *Science of the Total Environment* 551-552: 706-711.

40 Nolde, E. (1999) Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings - over ten years' experience in Berlin. *Urban Water* 1: 275-284.

41 Friedler, E., Kovalio, R., Galil, N.I. (2005) On-site greywater treatment and reuse in multi-storey buildings. *Water Science & Technology* 51 (10): 187-194.

42 Hernández-Leal, L., Temmink, H., Zeeman, G. and Buisman, C.J.N (2010) Comparison of three systems for biological greywater treatment. *Water* 2: 155-169.



2. RÉSZ

reaktorok (MBBR)⁴³. A kezelt elfolyó szürkevíz egy utolsó szűrési szakaszon megy keresztül, például homokszűrő és/vagy fertőtlenítés segítségével, hogy megfeleljen a nem ivóvízként történő újrafelhasználásra vonatkozó előírásoknak.

3.1.3.1. Forgó biológiai kontaktorok (RBC)

A forgó biológiai kontaktor (RBC) egy fix biofilmes, aerob reaktor, ahol a közeg mechanikusan fel-le gördül a vízben. Az RBC-k vízszintes tengelyre szerelt, szorosan egymás mellé helyezett műanyag kör alakú tárcsákból állnak, amelyek a szennyvízáramlás irányára merőlegesen, a szennyvízmedencében félig elmerülve lassan forognak. A forgó tárcsán kialakuló biofilmet folyamatosan vízzel táplálják, így fokozva a szürkevízben lévő szerves anyagok lebontását. Utókezelésként általában egy ülepítési szakaszra van szükség, amelyet fertőtlenítés követ. Az RBC-k nagymértékben eltávolítják a biológiailag lebomló szerves szennyeződések (a BOD akár 95%-át). A rendszert az is jellemzi, hogy alacsony az energiaigénye.

Hidraulikai és szerves terhelési kritériumokat egyaránt használnak a másodlagos kezeléshez használt RBC-k méretezéséhez. A megfelelően megtervezett RBC-rendszerek általában nagyon megbízhatóak, mivel nagy mennyiségű biológiai tömeget tartalmaznak. Ez a nagy biomassza lehetővé teszi, hogy ezek a rendszerek hatékonyabban ellenálljanak a hidraulikus és szerves hullámterhelésnek.



11. ábra: Forgó biológiai kontaktorok (RBC) egy többszintes épületben. Első generációs rendszer a szürkevíz újrahasznosítására 1995-ből (Fotó: E. Nolde).

Előnyök:

- Rövid hidraulikus tartózkodási idő (HRT) a nagy aktív felületnek köszönhetően
- Széles áramlási és terhelési ingadozást képes kezelni
- Alacsony iszaptermelés
- Alacsony működési költségek és energiaigény
- Jó folyamatirányítás

⁴³ Jabri, K.M., Fiedler, T., Saidi, A., Nolde, E., Ogurek, M., Geissen, S.U. and Bousselmi, L. (2019) Steady-state modeling of the biodegradation performance of a multistage moving bed biofilm reactor (MBBR) used for on-site greywater treatment. Environmental Science & Pollution Research 26:19047-19062.



2. RÉSZ

Hátrányok:

- Nagy helyigény
- Magas páratartalom, ami megfelelő szellőzést tesz szükségessé a szerelőhelyiségben
- A tengelycsapágys és a mechanikus meghajtás gyakori karbantartást igényelnek

3.1.3.2. Mozgóágyas biofilmreaktor (MBBR)

A mozgóágyas biofilmreaktor (MBBR) rendkívül hatékony biológiai tisztítórendszer, amely az aktív iszapos (szuszpendált növekedés) és a fixfilmes (immobilizált) növekedési folyamaton alapul a szerves anyagok és tápanyagok szennyvízből történő eltávolítására. Ez egy aerob, teljesen kevert és folyamatosan működő biofilmreaktor. Az MBBR egy hordozóanyag-ágyat használ (habkockák, HDPE stb.), amely nagy felületet biztosít a biofilm növekedéséhez, ami nagyobb biológiai aktivitást eredményez a reaktorban. Az MBBR-ben a biomassza két formában létezik: a közegben szuszpendált növekedés és a hordozó közeghez rögzített biofilm formájában.

Az MBBR nagy szerves terhelés mellett is üzemeltethető, mivel kevésbé érzékeny a terhelés ingadozására⁴⁴. A hordozó közeg döntő szerepet játszik a rendszer teljesítményében. Nagy fajlagos felületet kínál, amely lehetővé teszi a mikroorganizmusok számára a rögzülést, a növekedést és a biofilm kialakulását. Mivel a hordozók folyamatos mozgásban vannak, a biofilm hozzájárul a jó anyagátadási hatáshoz, így növelve a kezelés hatékonyságát.



12. ábra: Többlépcsős mozgóágyas biofilmreaktor (MBBR) a szürkevíz újrahasznosítására egy lakóépületben (Fotó: F: E. Nolde).

⁴⁴ Borkar, R.P., Gulhane, M.L. and Kotangale, A.J (2013) Moving Bed Biofilm Reactor - A New Perspective in Wastewater Treatment. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology & Food Technology (IOSR-JESTFT) Volume 6 (6): 15-21.



2. RÉSZ



13. ábra: Szellőztetett mozgóágyas biofilmreaktor (MBBR) (balra) és habkockák mint hordozó közeg (Fotó: E. Nolde).

Előnyök:

- Magas biológiai aktivitás és kezelési hatékonyság
- Kevésbé érzékeny a szerves terhelés ingadozására
- Teljes szilárdanyag-eltávolítás
- Csökkentett iszaptermelés és jobb ülepedési jellemzők
- Alacsony helyigény
- Alacsony karbantartási és üzemeltetési költségek
- Alacsony energiaigény
- Alacsony lábnyom
- Nincs szükség vegyszerekre
- A hordozóanyagot nem kell cserélni vagy tisztítani (élettartam több mint 15 év)

Hátrányok:

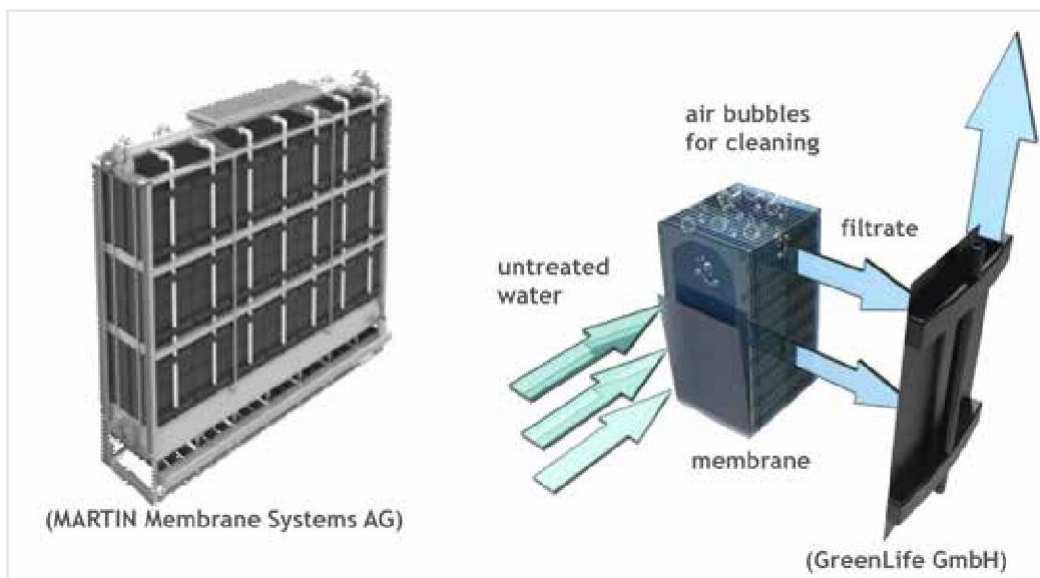
- A magas COD:BOD⁵ terhelés rossz ülepedési feltételekhez vezethet
- A hordozó közeg áthelyezése szükséges a reaktor karbantartási munkákhoz történő kiürítése előtt

3.1.3.3. Membrán bioreaktorok (MBR)

A membrán bioreaktorok (MBR) a membránszűrés és az aktív iszapos biológiai kezelés kombinációja (AS-MBR). Az MBR-rendszer mikroporózus membránokat használ (0,02 - 0,4 μm) a szilárd anyag/folyadék elválasztáshoz másodlagos tisztítók helyett. A kezelt szennyvíz 0,1-0,3 bar nyomáson halad át a membránon, míg az iszapot a vízbe merülő membrán visszatartja, így kiváló minőségű szennyvíz keletkezik. A mikroporózus membránok indikatív szennyvízminőségéhez tartozik az $\text{SS} < 1 \text{ mg/l}$, a zavarosság $< 0,2 \text{ NTU}$ és a vírusok akár 99,99%-os eltávolítása (a membrán névleges pórusméretétől függően). A szerves anyagok és tápanyagok eltávolítása a szűrkevízből az MBR-ek segítségével az MBR-ben zajló biológiai folyamatoktól függ, nem pedig a membránoktól.



2. RÉSZ



14. ábra: A szürkevíz kezelésére szolgáló membránszűrők (balra) és tisztítómechanizmusuk.

Az MBR-ek előkezelésként egy ülepítési szakaszt igényelnek, és kevesebb helyet, mint a hagyományos aktíviszap-rendszerek, mivel egy adott szilárdanyag-visszatartási idő (SRT) eléréséhez kevesebb hidraulikus jelenléti időre (HRT) van szükség. Az MBR-k leginkább kis terhelésű szürkevíz kezelésére alkalmasak, és további előnyük, hogy nincs szükség a szennyvíz végső szűrésére vagy ülepítésére a biomassza eltávolítása érdekében. A membrános bioreaktorok a magas szennyvízminőség miatt nagyon vonzó megoldásnak tűnnek. Ugyanakkor számos hátrányuk is van, mint például a membránok elszennyeződése és eltömődése, és hosszú távú működésük során tisztítást és karbantartást igényelnek. Következésképpen rendszeres visszamosásra, öblítésre és kémiai kezelésre van szükség a szükséges fluxus visszanyeréséhez.



15. ábra: Moduláris rendszerű (AQUALOOP) membrános bioreaktor ultraszűréssel a szürkevíz újrahasznosítására (Forrás: AQUALOOP): INTEWA).



16. ábra: Merülő ultraszűrő rendszer (AQQA®) membrános bioreaktorokhoz, ahol a membránlemez egy egymásra helyezhető dobozban vannak elhelyezve (Forrás: AQQA®): Weise Water GmbH).



2. RÉSZ

Membrán szennyeződések

A membránok szennyeződését a tápvíz (szürkevíz) és a membránfelület közötti összetett fizikai és kémiai kölcsönhatások okozzák. A membrán megfelelő működésében számos változó játszik szerepet, mint például a tápvíz minősége, a membrán anyaga és pórusmérete, valamint az üzemi körülmények. A membrán szennyeződésének ellenőrzése mindezen változók optimalizálásával az MBR-fejlesztés egyik fő témája volt az elmúlt években.

A membrán tisztítása, amely idő- és anyagigényes, történhet mechanikusan, például légsúrolással vagy nagynyomású víz bevezetésével a membránba, vagy kémiai úton, mosószeres, marószeres, savak, vízkőoldó szerek vagy diszpergálószeres használatával. A membrán tisztítása 3-4 havonta ajánlott.

Előnyök:

- Magas és stabil szennyvízminőség magas higiéniai szabványokkal
- Magas szerves terhelési arány
- Csökkentett reaktortérfogat
- Kompakt szerkezet és kis helyigény
- Csökkentett nettó iszaptermelés
- Csökkentett helyigény a másodlagos tisztítók és a harmadlagos szűrési folyamatok elhagyása miatt

Hátrányok:

- Érzékenység a szürkevízben található vegyi anyagokra
- A membránok szennyeződésére és eltömődésére való hajlam
- Magas tőkebefektetési (membránmodulok) és üzemeltetési költségek
- A szürkevíz előkezelésének szükségessége
- Vegyszereket szükségessége a tisztításhoz
- Magas energiaigény

3.1.3.4. Természetalapú megoldások (NBS) a szürkevíz kezeléséhez

A szürkevíz kezelésére szolgáló természet-alapú megoldások (NBS) olyan növényzettel borított rendszerek, amelyek kihasználják a növényzet és a baktériumok természetes tisztító képességét. A legfontosabb NBS-ek közé tartoznak a mesterséges vizes élőhelyek (CW), az élő falak (LW) és a zöld tetők (GR). A mesterséges vizes élőhelyek lehetnek felszín alatti áramlású vizes élőhelyek vagy szabad felszíni vizes élőhelyek, ez utóbbiakat általában befejező lépésként használják. A felszín alatti áramlású vizes élőhelyek olyan, egy adott közeggel (kavics vagy homok) feltöltött vízálló tartályokból állnak, amelyekben megfelelő növényfajok nőnek. A kezelendő szürkevíz vízszintes (HF) vagy függőleges (VF) áramlással kerül a tartályba, áthalad a közegen, majd egy lefolyócsövön keresztül a tartály alján összegyűlik.



2. RÉSZ



17. ábra: HF rendszer a szürkevíz szétválasztására, kezelésére és újrafelhasználására WC-öblítéshez Preganziol (TV - Olaszország)⁴⁵.



18. ábra: VF rendszer a szürkevíz elválasztására, kezelésére és újrafelhasználására WC-öblítéshez a mérnöki főiskola egyik kollégiumában, Pune (India)⁴⁵.

⁴⁵ <http://www.irdra.eu/en/applicazioni-en/recupero-acque-grigie-en.html>



2. RÉSZ

A zöldfalak vagy élőfalak általában a falakra függesztett modulokból állnak, amelyeket több olyan közeggel töltött edény alkotja, amelyben megfelelő vízi növényzetet termesztnek. Ezeket a cserepeket aztán egy tápláló rendszer táplálja a szürkevízzel, amely sorban átszivárog a cserepeken, majd egy vízelvezető rendszer gyűjti össze.

A zöldtetők az épületek tetejére épített vízszintes növényzettel borított felületek, amelyeket alulról egy vízhatlan réteggel szigetelnek, és a növényzet a vízhatlan réteg fölé helyezett termő aljzatrétegben növekszik. A szürkevíz áthalad az aljzatrétegen, majd egy vízelvezető rendszeren keresztül összegyűlik az alján.



19. ábra: Zöldfal a kezelt szürkevíz kertészeti újrafelhasználására, Margarita strand, Marina di Ragusa (RG - Olaszország)⁴⁵.

Ezek a rendszerek a talaj, a növényzet gyökerei, a víz és a légkör közötti összetett kölcsönhatást használják ki, és a szennyező anyagok biológiai lebontása, adszorpciója, szűrése, kicsapódása és növényi felvétele révén csökkentik a szennyező anyagok mennyiségét. Az NBS nagy kapacitással rendelkezik a TSS, BOD, COD és zavarosság eltávolítására, ha megfelelő hidraulikus terhelési sebességgel (HLR), hidraulikus tartózkodási idővel (HRT) és szerves terhelési sebességgel (OLR) tervezik, de előkezelésként zsírtalanítót igényel. Az NBS szintén jól eltávolítja a kórokozókat, azonban a nem ivóvíz célú újrafelhasználás határértékeinek eléréséhez további fertőtlenítési szakaszra van szükség.

A CW-k hatékonysága a szürkevíz kezelésében már jól ismert a jelentős valós léptékű alkalmazásokban. Kimutatták, hogy megfelelő fertőtlenítési fázissal (klórozás vagy UV) kombinálva a CW-k kezelési hatékonysága elegendő a nem ivóvíz célú újrafelhasználáshoz, a BOD-csökkentés az RVF-rendszerek (Recycled Vertical Flow bioreaktorok)⁴⁶ esetében elérheti a 98%-ot.

A közelmúltban végzett felülvizsgálati munkák megerősítik, hogy az élőfalak és zöldtetők alkalmasak a szürkevíz kezelésére és újrafelhasználására, a BOD és a COD⁴⁷ 90-99%-os eltávolítási arányának elérésével. Ezért az NBS, ha megfelelően tervezik,

46 Arden, S., & Ma, X. (2018). Constructed wetlands for greywater recycle and reuse: A review. In Science of the Total Environment (Vol. 630). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.218>

47 Boano, F., Caruso, A., Costamagna, E., Ridolfi, L., Fiore, S., Demichelis, F., Galvão, A., Pisoeiro, J., Rizzo, A., & Masi, F. (2020). A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits. In Science of the Total Environment (Vol. 711). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134731>



2. RÉSZ

megfelelő zsírtalanító és fertőtlenítő rendszerekkel olyan szennyvízkoncentrációkat garantálhatnak, amelyek megfelelnek a legtöbb nem ivóvízként történő újrafelhasználás határértékeinek.

Előnyök:

- Magas tisztítási hatékonyság és kiváló környezeti integráció
- Robusztus a terhelésingadozásokkal szemben (CW)
- Alacsony beruházási költségek és alacsony karbantartási költségek (CW), valamint a technológiai megoldásoknál könnyebb karbantartás (LW)
- A mesterséges vizes élőhelyekkel (LW) összehasonlítva kisebb felszíni méretek (GR)
- Az épületek homlokzatának átalakítási lehetősége (LW)
- A zöldtetők és élőfalak tipikus további előnyei (hőszigetelés, a levegőminőség javítása és az épületek esztétikája) (LW) (GR)
- Alacsony energiafogyasztás lehetséges (gravitációs táplálás) (CW), és nem szükséges további levegő a biológiai eltávolításhoz (LW) (GR)

Hátrányok:

- Elegendő felületre van szükség (CW)
- Innovatív műszaki megoldás, még mindig kevés valós tapasztalat (LW) (GR)
- Magas építési költségek (GR) (LW) a mesterséges vizes élőhelyekkel összehasonlítva
- Nagy teherbírású épületre van szükség (GR) (LW)

3.2. Fertőtlenítés

A kezelt szürkevíz (ipari víz) újrafelhasználása előtt javasolt fertőtlenítése. A szürkevízben lévő részecskék/lebegő anyagok a mikroorganizmusok leárnyékolásával korlátozzák a klórral, ultraibolya fénnel vagy ózonnal történő fertőtlenítés hatékonyságát. Ezért ajánlott a szürkevíz zavarosságát nagyon alacsony szintre csökkenteni a végtermék hatékony fertőtlenítése érdekében.

Az UV fertőtlenítést leginkább a kezelt szürkevíz esetében ajánlják, mivel ez egy nagyon hatékony és megbízható módszer, és kevés karbantartást igényel, vegyszerek használata nélkül. Az UV-lámpa élettartama a sugárzó típusától és az üzemi körülményektől függően kb. 8000 óra.

8. táblázat: A kezelt szürkevíz (ipari víz) különböző fertőtlenítési módszerei.

Módszer	Előnyök	Hátrányok
Klórozás	Rendkívül hatékony és gyors hatású; jelentős maradványtisztító hatás; alacsonyabb költségek, mint más fertőtlenítési módszereknél	A szürkevízben lévő szerves vegyületekkel reakcióba lépve rákkeltő melléktermékeket képezhet (triha- lometánok, klóraminok)
Ultraibolya fény (UV)	Rendkívül hatékony; nincs szükség vegyszerre; könnyű használat; nincs túlادagolás kockázata	Nincs maradványhatás; a hatékonyságot befolyásolhatja a szürkevízben lévő törmelék jelenléte
Ózon	Rendkívül hatékony számos mikroorganizmus ellen; oxigénné redukálódik; helyben is előállítható.	Nem túl hatékony nyílt rendszerben; a víz zavarossága csökkentheti a hatékonyságot



2. RÉSZ

3.3. Karbantartás

A szürkevíz-újrahasznosító rendszerek karbantartási költségei a rendszer típusától és a kezelt szürkevíz végső felhasználásától függenek. A membrán bioreaktorok például több karbantartást és felügyeletet igényelnek, mint más biológiai kezelőrendszerek. Általánosságban elmondható, hogy minden egyes újrahasznosító rendszerhez karbantartási ütemtervet kell készíteni a problémamentes kezelési folyamat és az ipari víz magas minőségének biztosítása érdekében.

3.4. Teljesítmény

Az esővízgyűjtő rendszerekhez hasonlóan a jó tervezés, a helyes méretezés és a telepítés elengedhetetlen a szürkevíz-újrahasznosító rendszer megbízható és tartós működéséhez. A modern szürkevíz-rendszerek általában nem használnak vegyszereket, és gyakran olyan üzembiztos mechanizmussal tervezték őket, amely megszakítja a szürkevíz-ellátást, és átkapcsol a hálózati vízellátásra, ha a rendszer nem működik megfelelően. A fejlettebb vezérlőrendszerek olyan mechanizmusokkal vannak felszerelve, amelyek azonnal figyelmeztetik a kezelőt vagy a felhasználót a hibákra.

A vízviszaforgató rendszer teljesítménye hatással van a karbantartási ütemtervre is. Sok szürkevíz-rendszer működési problémákkal és meghibásodásokkal küzd, ami következtében gyorsan felhagynak ezen rendszerek használatával. A leggyakrabban felmerülő üzemeltetési probléma a rendszer alacsony tisztítási hatékonysága, ami kellemetlen szagokat és nagyon rossz vízminőséget eredményez.

A szürkevíz-rendszerekben használt szivattyúk működésük mechanikai jellege miatt jelentős kopásnak vannak kitéve. A legtöbb gyártó által kínált garancia egy év, a szivattyúk élettartama azonban valószínűleg 10 év. A kezelés egyes részelemei, például a membránrendszerek és az UV fertőtlenítő egységek izzói viszonylag rövid élettartamúak, 1-2 évente cserére szorulnak. A biológiai szürkevíz-rendszerek érzékenyek a szürkevízben található bizonyos vegyi anyagokkal való szennyeződésre, amelyek csökkenthetik a biológiai lebontó képességet.

A szürkevíz újrahasznosítását és újrafelhasználását nemcsak a gazdasági teljesítménye szempontjából kell vizsgálni, hanem az általa kínált társadalmi és környezeti előnyök szempontjából is, miközben hozzájárul a fenntartható fejlődéshez és az erőforrások optimális felhasználásához. A szürkevíz-rendszerek nagyobb gazdasági értéket kínálnak, ha szélesebb körű felhasználásra, például WC-öblítésre, mosásra, tisztításra és kerti öntözésre használják. Általában a szürkevíz biológiai kezelési rendszerei a leghatékonyabbak a többlakásos épületekben történő alkalmazásokban, mint például a többszintes lakó- és irodaházak, szállodák, sportlétesítmények, stb. esetében, ahol a rendszerhez több felhasználó csatlakoztatásával kedvezőbb gazdaságossági és szürkevíz-minőségi méretek érhetőek el.

Az automatizált üzemelés növelheti a szürkevíz-újrahasznosító rendszer teljesítményét, és csökkentheti az üzemeltetési és karbantartási költségeket.

3.5. Egészségügyi szempontok

A szürkevíz újrafelhasználásának elfogadásában elsődleges fontosságú a közegészségügyi védelem. Ezt tükrözik a kialakulóban lévő kormányzati politikák és szabályozási iránymutatások, amelyek a szürkevíz újrafelhasználását az átfogó fenntartható vízstratégia részeként foglalják magukban. A gyakorlatban a szürkevíz újrafelhasználásának egészségügyi kockázata minimálisnak bizonyult. Mindazonáltal a szürkevíz tartalmazhat kórokozó organizmusokat, amelyek betegséget okozhatnak. Ezért a szürkevíz-újrahasznosító rendszerek megfelelő kezelése, üzemeltetése és karbantartása elengedhetetlen, ha a fertőző útvonalakat meg akarjuk szakítani.



2. RÉSZ

Bizonyos óvintézkedéseket kell tenni a szürkevíz újrafelhasználásából eredő egészségügyi kockázatok elkerülése érdekében:

- Ki kell zárni az ivóvíz- és a szürkevíz-vízvezetékrendszerek közötti keresztkapcsolatokat. Ezt az ivóvíz- és a szürkevíz-csőhálózat, valamint a vízvételi helyek különböző színű és feliratú címkékkel biztosítják
- El kell kerülni a rendszer túlterhelését
- A szürkevizet nem szabad kezeletlenül tárolni.

3.6. Környezeti hatás

A szürkevíz-rendszerek jelentős megtakarítást eredményeznek az ivóvízben, emellett csökkentik a keletkező szennyvíz mennyiségét, így enyhítve a környezetre nehezedő nyomást. Általánosságban az alacsony energiaigényű rendszereket kell előnyben részesíteni a magas költségű rendszerekkel szemben.

A szürkevíz újrahasznosító rendszerek áramot használnak a szivattyúkhoz, a kezeléshez (pl. levegőztetés), a fertőtlenítéshez és a vezérlőrendszerekhez. Ez a folyamatos működési energiaigény a rendszer életciklus-hatásának jelentős részéért felelős. Egy esettanulmány $1,9 \text{ kWh/m}^3$ ⁴⁸ működési energiafelhasználásról számolt be a szürkevíz újrahasznosítása során, ami összhangban van a Berlinben üzemeltetett szürkevízrendszerek energiafelhasználásával, amely $1,5\text{-}3 \text{ kWh/m}^3$ között mozog.

3.7. Gazdasági előnyök

Általában a víz újrafelhasználására vonatkozó projekteket alulértékelik más vízügyi projekkel összehasonlítva, mivel nem számszerűsítik megfelelően az újrafelhasználás összes előnyét, beleértve a társadalmi és környezeti előnyöket is. Ha a társadalmi és környezeti előnyöket magában foglaló nem pénzbeli előnyöket számszerűsíteni lehetne, akkor számos vízvisszaforratási projekt előnyei meghaladnák a költségeket, és gazdaságilag megvalósíthatóvá válnának.

A szürkevíz-újrahasznosító rendszer teljes költségei általában a következő összetevőkre oszlanak:

- Kettős csőrendszer
- Rendszertechnológia
- Telepítési költségek
- Működési költségek (energia, személyi költségek, felügyelet)
- Karbantartási és javítási költségek.

A szürkevíz újrafelhasználási technológiák gazdaságilag megvalósíthatóbbnak tűnnek többszintes épületek esetében a nagyobb vízigény és a keletkező szennyvízmennyiség miatt. A decentralizált szürkevíz-újrahasznosítási technológiák többszintes épületekbe történő telepítésének a méretet- és a költségmegosztási elrendezéseken alapuló gazdaságok kedvelik, amikor a rendszer költségeit a lakók között oszlanak meg.

A szürkevíz újrahasznosítása még nem széles körben elfogadott, részben a látszólag alacsony gazdasági előnyök miatt, különösen kereskedelmi épületekben, például irodákban, ahol napi szinten csak kis mennyiségű szürkevíz keletkezik. A vízköltségek emelkedésével és az előregedő és egyre romló víz- és szennyvíz-infrastruktúrára nehezedő nyomás növekedésével azonban az édesvízigényt csökkentő megoldások,

⁴⁸ Brewer, D., Brown, R. and Stanfield, G. (2001) Rainwater and greywater in buildings. Project report and case studies. BSRIA Technical Note TN 7/2001



2. RÉSZ

mint például a szürkevíz újrahasznosítása, pénzügyi szempontból egyre életképesebbé válnak. Tekintettel arra, hogy az épületek ellátására létrehozott közmű-infrastruktúra tervezési élettartama általában 20-40 év, komolyan meg kell fontolni és végre kell hajtani olyan rendszerek elfogadását, amelyek most még csak kis mértékben drágábbak, de a jövőben jelentős előnyökkel járnak.

A helyi vízköltségektől, az ivóvíz rendelkezésre állásától és az alkalmazott újrahasznosítási technológiától függően a piacon elérhető szürkevíz-újrahasznosító rendszerekkel ma már általában 10 évnél rövidebb amortizációs idő érhető el.

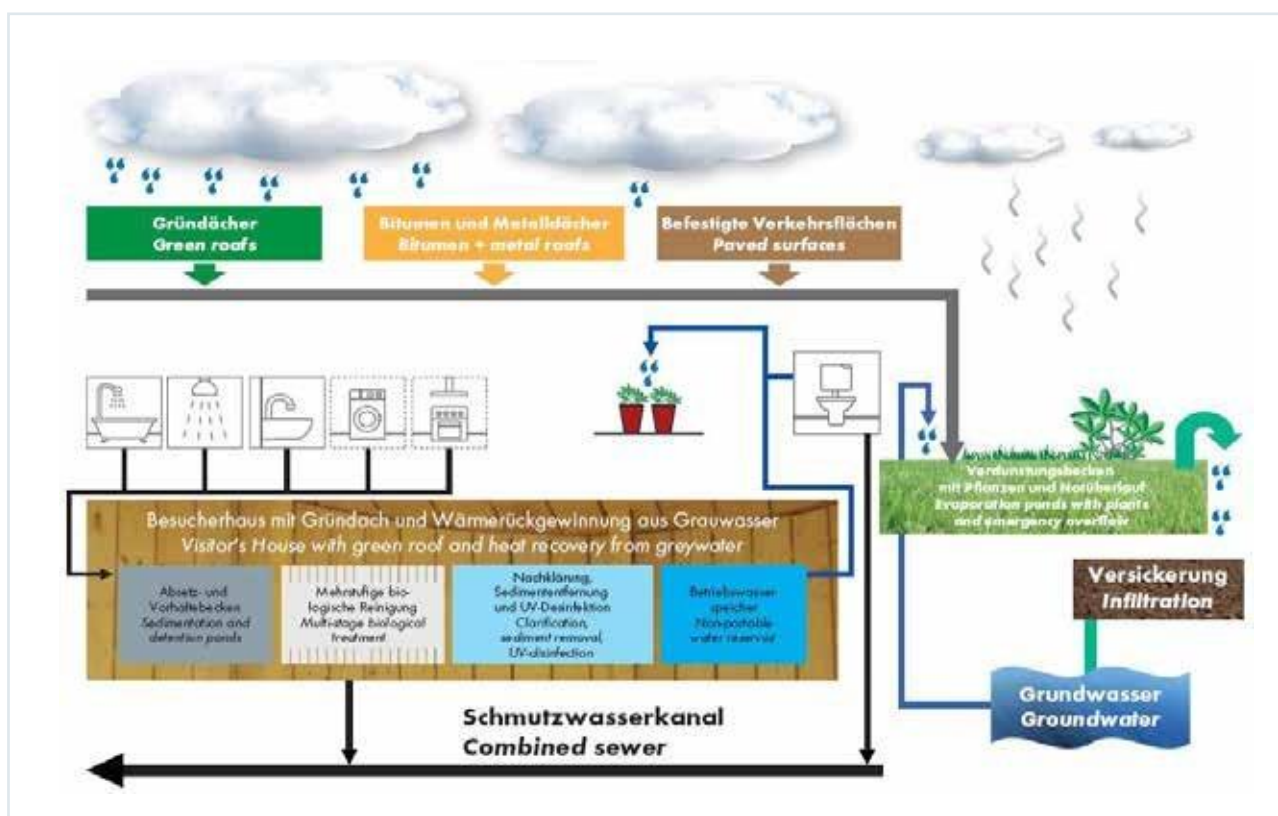


4. Jó példák

4.1. „Block 6” integrált vízgazdálkodási koncepció

A „Block 6” integrált vízgazdálkodási koncepció magában foglalja az esővízgazdálkodást és a szürkevíz újrahasznosítását városi, lakossági szinten. A 71 lakásból származó alacsony és magas terhelésű szürkevizet kezelik és újrahasznosítják WC-öblítéshez és öntözéshez egy Berlin központjában található, körülbelül 250 személy számára épült többszintes lakótömbben⁴⁹.

A 2006-os felújítási és optimalizálási fázist követően a szürkevizet egy többlépcsős mozgóágyas biofilmreaktorban (MBBR) kezelik, és az újrahasznosított szennyvizet három lakóépületben újra felhasználják WC-öblítésre és öntözésre. A kiváló minőségű szennyvizet végül UV-fénnyel fertőtlenítik, mielőtt a felhasználási helyekre szivattyúzzák. A rendszer a fürdőkádakból, zuhanyzókból és kézmosókból származó szürkevíz mellett a konyhai mosogatókból és mosodákból származó nagy terhelésű szürkevizet is kezeli, és 2006 óta nagy hatékonysággal és stabilitással működik.

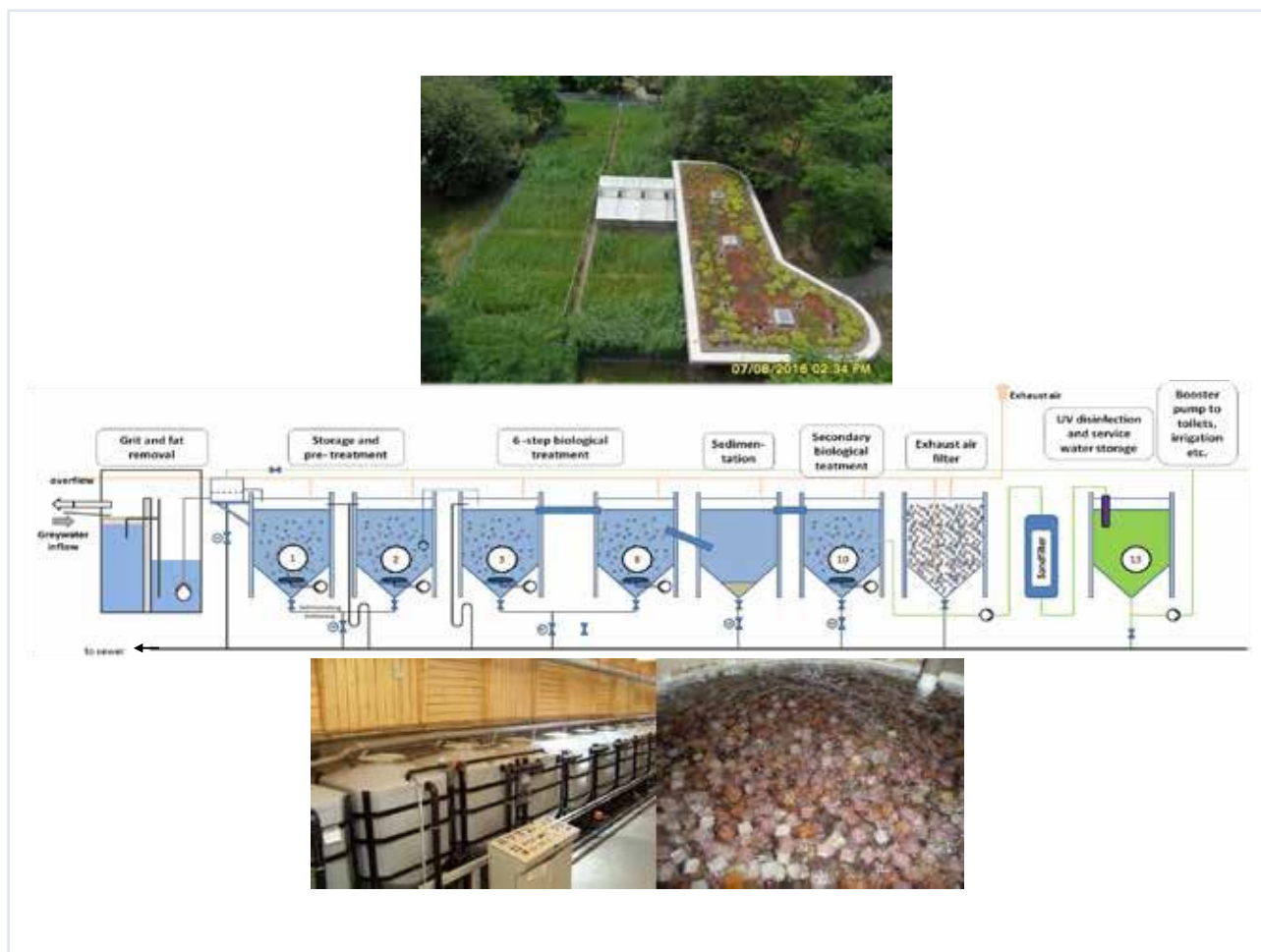


20. ábra: A „Block 6” integrált vízügyi koncepció vázlatos ábrája Berlin központjában.

⁴⁹ Berlin Senate. Block 6: Integrated Water Concept - Ecological Integrated Concept. Berlin Senate Department for Urban Development and Housing. https://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/download/modell-vorhaben/flyer_block6_engl.pdf



2. RÉSZ



21. ábra: A szürkevíz-újrahasznosító rendszert tartalmazó úgynevezett „vízház” (fent) és a különböző MBBR kezelési szakaszok sematikus ábrája. A levegőztetett MBBR hordozóanyaggal (jobbra lent).



2. RÉSZ

9. táblázat: A "Block6" projekt adatai.

Integrated water concept „Block 6”: 1987 - 1993		
Phase I	Rainwater Management	Greywater Recycling
Site description	A block of 3 multi-storey residential buildings with approx. 250 persons in the centre of Berlin	
Infrastructure	Dual pipe system, water-saving fittings and measures, water metres; disconnection from municipal sewer (no rainwater fees due)	
Space requirement	100 m ² reed bed + rainwater pond	900 m ² reed bed
System design	Rainwater pond bordering the constructed wetland; reed bed; evaporation	Constructed wetland: 790 m ² planted soil filter + 110 m ² maturation pond
Rainwater/greywater sources and reuses	2,350 m ² roof surfaces 650 m ² sealed surfaces	Hand washbasins, showers, bath tubs, kitchen and washing machines <u>Reuses</u> : toilet flushing and irrigation
Problems		High evaporation rates, massive algal growth, clogging of soil filter. Constructed wetland was shut down in 1993 due to high operating costs
Integrated water concept „Block 6”: Since 2006		
Phase II*	Rainwater Management	Greywater Recycling
Space requirement	1,000 m ²	50 - 100 m ² placed on former maturation pond site
System design	Rainwater pond and a vegetated swale; evaporation, reed beds	Biological-mechanical treatment using a multi-stage moving-bed biofilm reactor (MBBR) followed by UV disinfection Daily treatment capacity: 10 m ³
Rainwater/greywater sources and reuses	2,350 m ² roof surfaces 650 m ² sealed surfaces	Hand washbasins, showers, bath tubs, kitchen and washing machines <u>Reuses</u> : toilet flushing and irrigation
Advantages		Less space requirement, higher process stability, high service water quality, low maintenance and operating costs; annual savings in drinking water: 3 million litres

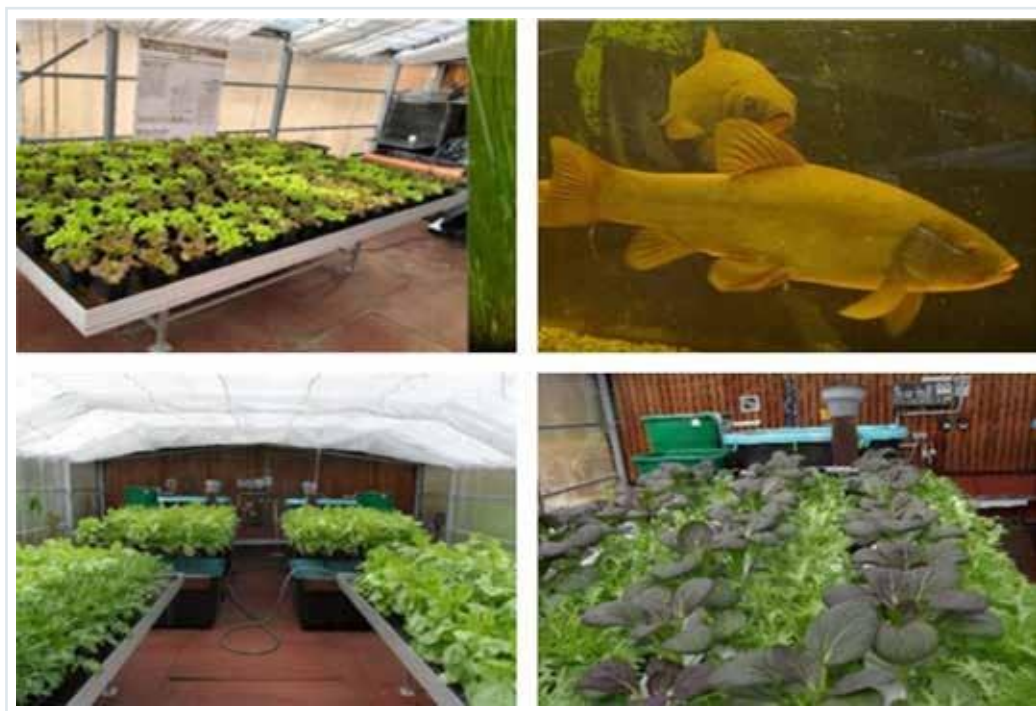
*Az első generációs szürkevízrendszer leszerelését és rekonstrukcióját követően.

Technical data	
Inflow COD concentrations	500 - 1,000 mg/l
Pre-treatment	Grease/grit chamber and sieve
Moving-bed biofilm reactor (MBBR)	10 tanks with a capacity of 1.5 m ³ each
Post-treatment	Sand filter
UV disinfection unit	50 Watt
Other units	Booster pump, mains water backup supply
Service water price	3.50 €/m ³



2. RÉSZ

Egy másik projektben⁵⁰ a vízházban keletkező tisztított szürke- és feketevizet egy 50 m²-es kísérleti üvegházban használták fel egy integrált akvapónia (hal- és növénytermesztés) és hidroponikus rendszer (talaj nélküli növénytermesztés) moduljaiban városi élelmiszertermelésre (halak és zöldségek). A kapott termékeket tesztelték, amely eredményei emberi fogyasztásra alkalmas, magas és biztonságos minőséget mutattak.



22. ábra: Városi akvapónia és hidroponikus rendszerek tisztított szürke- és szennyvizet használva a „Block 6.” projektben.

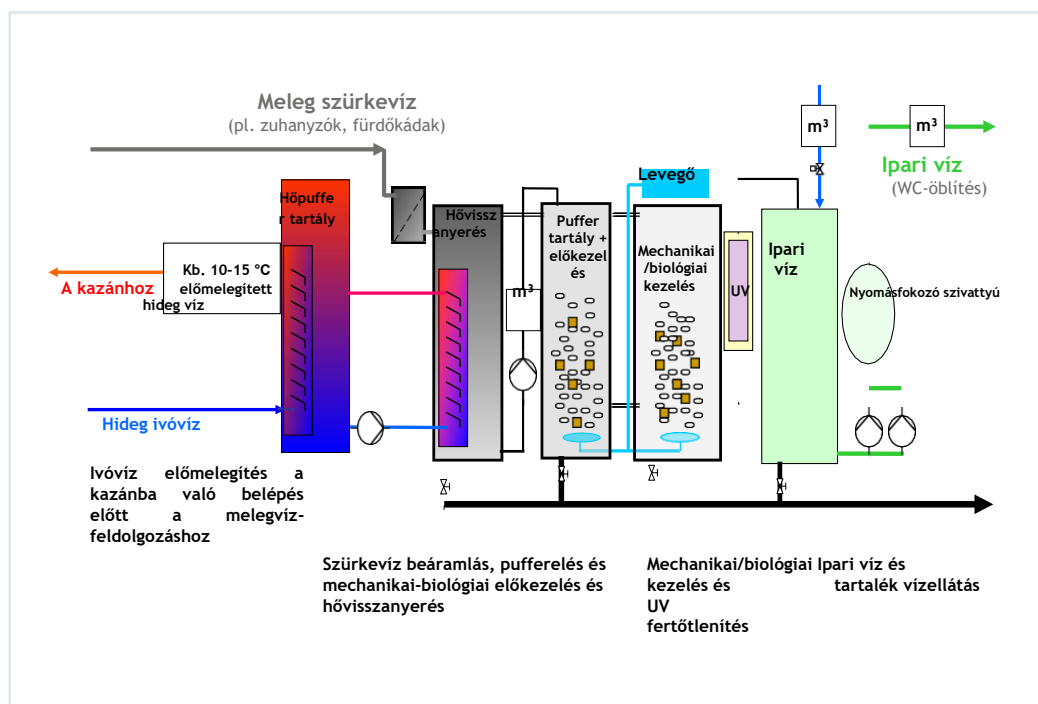
⁵⁰ <http://www.roofwaterfarm.com/>



2. RÉSZ

4.2. Arnimplatz

Egy 123 lakó számára épült berlini többszintes épületben 2011-ben telepítettek egy szürkevíz-újrahasznosító rendszert, amely a szürkevíz hővisszanyerésével kombinálva napi 3-4 m³ kiváló minőségű ipari vizet biztosít a lakóknak WC-öblítéshez. A rendszer beruházási költsége a telepítési költségekkel együtt 11,38 €/m² lakóterület volt. Megtakarítás 2019-re: 1300 m³ ivóvíz és 14 MWh hőenergia.



23. ábra: A szürkevíz-újrahasznosító rendszer (MBBR) vázlatos ábrája az Arnimplatzon, a szürkevízből történő hővisszanyeréssel kombinálva.



2. RÉSZ



24. ábra: Szürkevíz újrahasznosító rendszer, beleértve a szürkevízből történő hővisszanyerést az épület pincéjében.

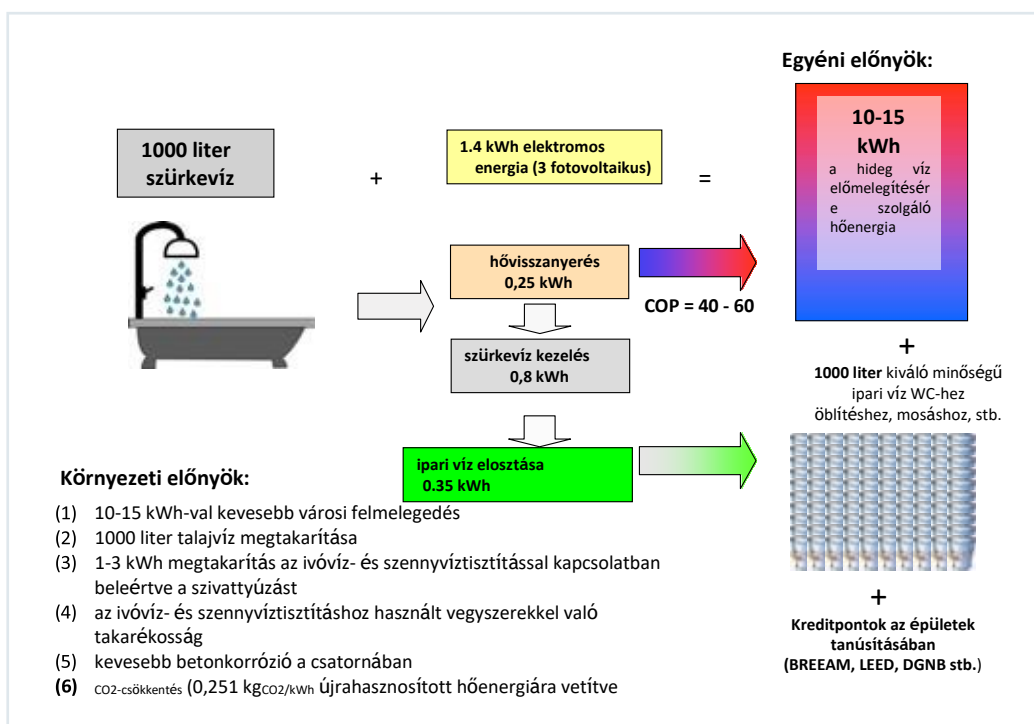
10. táblázat: Az Arnimplatz projekt adatai.

Living space	4,600 m ²	Number of tenants	123
Number of flats	41	Commercial area	650 m ²
Underground car park	23	Number of commercial units	4
Land area	2,083 m ²	Gross floor space	6,620 m ²
Heat insulation	26 cm	Garden area	1,100 m ²
Space heating	73,400 kWh/a	Warm water heating	103,636 kWh/a (284 kWh/d)
Gas heating operated by CHP plant	16 kW _{elec.} 35 kW _{therm.}	Photovoltaic: 92 Modules mit 20 kWp	18,000 kWh/a
Greywater recycling and heat recovery			
Greywater recycling	3 m ³ /d (1,000 m ³ /a)	Heat recovery from greywater	12.5 kWh _{therm.} /m ³ approx. 13,000 kWh/a
Water quality: BOD ₅	< 3 mg/l	Water quality: turbidity measurement	< 1- 2 NTU
Water quality: Hygiene	In accordance with the EU-Guidelines for Bathing Water		
Total area for greywater recycling and heat recovery plant	9 m ²	Total plant costs (incl. installation and taxes) per m ² living space	11.30 €/m ²



2. RÉSZ

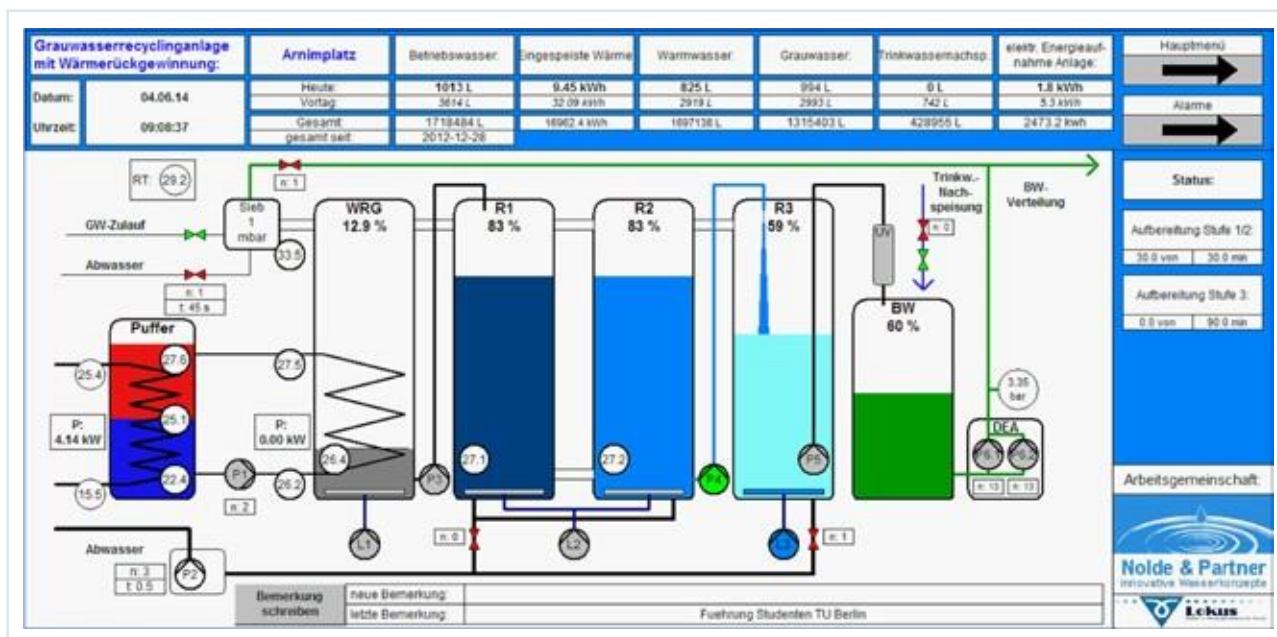
Technical data	
Inflow COD concentrations	approx. 200 mg/l
Pre-treatment	Sieve
Moving-bed biofilm reactor (MBBR)	3 tanks with a capacity of 1 m ³ each
Post-treatment	Integrated sedimentation in the final bioreactor
UV disinfection unit	50 Watt
Other units	Booster pump, mains backup system
Electricity demand (greywater + heat recovery)	2,300 kWh
Service water price	3.50 €/m ³



25. ábra: Szűrkevíz újrahasznosításának becsült egyéni és környezeti haszna hővisszanyeréssel kombinálva az Arnimplatzon.



2. RÉSZ



26. ábra: Szürkevíz újrahasznosításának és hővisszanyerésének vezérlése és felügyelete intelligens mérési és telemetriai rendszer segítségével.

11. táblázat: Környezeti és pénzügyi előnyök a szürkevíz újrahasznosításából és a hőhasznosításból 2020-ban.

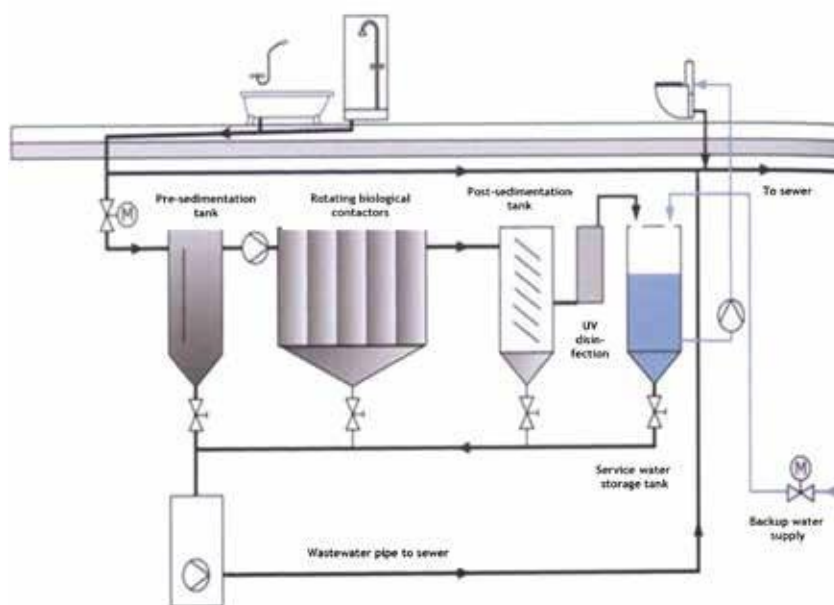
Környezeti előnyök az Arnimplatzon (szürkevíz újrahasznosítása integrált hővisszanyeréssel)	
Megtakarítások 2020-ban	
1.152,856	Ivóvíz literje
1.152,856	Liter szennyvíz (amelyet újrahasznosítottak)
0	Vízkezeléshez használt vegyi anyagok
0	kW _{elec} . Nincs többlet energiafelhasználás a hagyományos vízkezeléshez képest
15,345	kW _{term} kevesebb globális felmelegedés
1,534	m ³ földgáz a szürkevíz hővisszanyerésének eredményeként*
3,713	kg CO ₂ megtakarítása a hővisszanyerés eredményeként a földgázzal történő vízmelegítéshez képest*
* Primerenergia-tényező (ENE) = 1,1; 0,22 kg _{CO2} / kWh; 10 kWh/m ³ földgáz	



2. RÉSZ

4.3. Arabella-sheraton-Hotel Offenbachban

A 221 szállodai szoba fürdőkádjából és zuhanyzóiból származó szürkevizet előüleptítő tartályokban gyűjtik. Az előzetes ülepetést követően a szürkevizet 6-fokozatú forgó biológiai kontektorokban (RBC) kezelik. A biológiai lebontáshoz szükséges oxigént az RBC-edényekben lévő forgó rotorok biztosítják. A felesleges iszapot közvetlenül a csatornába vezetik. A végső szennyvizet UV-fénnyel fertőtlenítik, és a használati víztartályban tárolják, ahonnan kiszivattyúzzák a WC-öblítéshez és a szabad területek öntözéséhez történő újrafelhasználásra. A szürkevíz-rendszert $20\text{m}^3/\text{nap}^{51}$ kapacitásra tervezték.



27. ábra: Az Arabella-Sheraton Hotel RBC rendszerének vázlatos ábrája (E.Nolde).

⁵¹ Werner, C. et al. (2006) Greywater recycling in Hotel ArabellaSheraton Am Büsing Palais in Offenbach, Germany - Data sheets for ecosan projects. Sustainable Sanitation alliance
<https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/1989?pgid=1>



2. RÉSZ



28. ábra: A szürkevíz-újrahasznosító rendszer a 6 RBC-modullal és az utóülepítő tartállyal.

12. táblázat: A szálloda szürkevízrendszerének projektadatai.

Szürkevíz újrahasznosítása a 4 csillagos ArabellaSheraton szállodában Offenbachban	
Leírás	A biológiai szürkevíz-újrahasznosító rendszerek első generációja Németországban
Kezelőrendszer	Többlépcsős forgó biológiai kontaktorok (RBC)
A működés kezdete	1996/1
Tisztítási kapacitás	20 m ³ /d (221 szoba, 380 ágy)
Helyigény	2 parkolóhely, 5,7 m x 6,7 m = 38 m ²
Szürkevíz források	Zuhanyok és fürdőkádak
Újrafelhasználási lehetőségek	WC-öblítés, öntözés
Teljes energiaigény	1,35 kWh/m ³ , beleértve a használati víz elosztását is
Vízmegetakarítás	5000 m ³ /a; megtérülési idő < 7 év
Műszaki adatok	
Szürkevíz gyűjtőcsövek	DN150 x 2
Gyűjtő- és előülepítő tartályok	összesen 6,8 m ³
Forgó biológiai kontaktorok	6 x 1 m ³ Teljes HRT: 8 h
Ülepítő tartály	2,4 m ³
UV fertőtlenítő egység	50 Watt
Használati víztartályok	összesen 6,8 m ³
Booster szivattyúállomás	3 x 1 kW-os szivattyú, 5 bar



2. RÉSZ

		Total Annual costs (Euro/year)
Initial investment		
Treatment system incl. planning	72,000 €	
Dual piping system incl. planning	approx. 100,000 €	
Operational costs		5,680
Energy costs	Energy demand: 1.35 kWh/m ³ of treated greywater Electricity price: 0.3 €/kWh	2000
Internal maintenance costs		1,040
Maintenance by manufacturer		1,200
Repair costs		1,440
Cost savings		
Reduction in drinking water consumption	5,000 m ³ of drinking water saved per year (drinking water price: 6 €/m ³)	30,000

4.4. Szürkevíz újrahasznosítása membrán bioreaktorrakóépületben

Egy berlini többszintes épületben membrán bioreaktor (MBR) kezeli 123 személy szürkevizét, napi 4 m³ kezelési kapacitással.





2. RÉSZ

13. táblázat: A projekt adatai.

Greywater recycling using membrane bioreactor (MBR)	
Site description	○ A multi-storey building in Berlin ○ Greywater input from 55 apartments ○ Greywater sources: showers and bathtubs only ○ Use of recycled water in 63 apartments for toilet flushing
Start of operation	2018
Space requirement	3 m ²
GW Collection	Outdoor greywater collection in a 5 m ³ concrete cistern
System design	Greywater treatment takes place indoors (cellar) in a membrane bioreactor (MBR); booster pump unit also placed in the cellar
Treatment capacity	4 m ³ /d
Energy consumption	1.5 kWh/m ³ for MBR 2.3 kWh/m ³ for total system operation
Operation	○ 2015-2018: Initial problems with membrane fouling and clogging ○ Restructuring and installation of new membrane ○ Since 05/2018 trouble-free operation and high water quality effluent following membrane replacement and installation of a new electronic device

4.5. Keracoll „GreenLab” Sassuolo közelében, Olaszországban

A Keracoll „GreenLab”, a Sassuolo közelében található kutatóközpont természetes szűrőrendszereket használ az esővíz visszanyerésére, amelyet azt követően öntözésre és bioklimatikus hűtésre használnak fel. A mosdókból és öltözőkből származó szürkevizet külön gyűjtik, és az épületben elhelyezett SBR típusú kompakt rendszerrel kezelik. A zöldterületek öntözőrendszereit a WC-kben fel nem használt tisztított szürkevíz maradékával, valamint a tetőkről visszanyert és esőkertekben szűrt esővízzel táplálják. Az összegyűjtött esővizet egy nyitott, bioklimatikus célokra tervezett vízgyűjtő medence táplálására is használják. Ezenkívül víztakarékos berendezéseket alkalmaznak a különböző átadási pontokon (elektronikus csapok a fürdőszobai mosdókhoz, termosztatikus csapok az öltözői zuhanyzókhoz, dupla gombos WC-tartályok és száraz piszoárok).

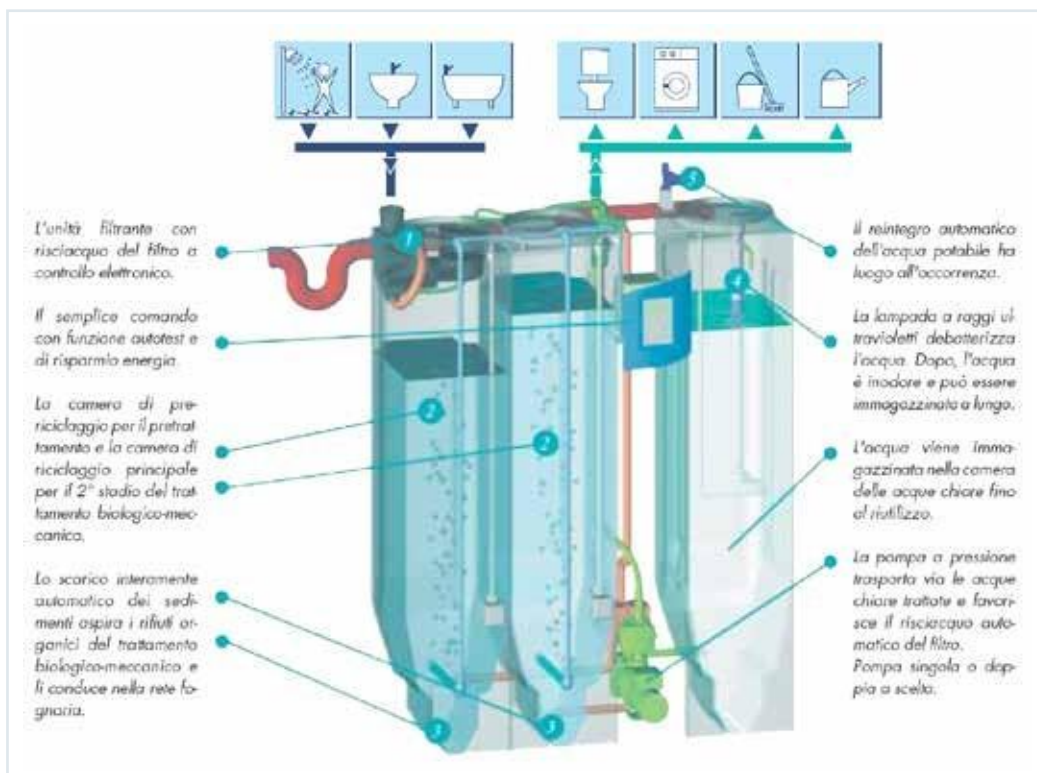
Ezek a beavatkozások lehetővé teszik a vízvezetékéből kivett víz mennyiségének jelentős csökkentését. A WC-öblítés kizárólagos újrafelhasználása esetén kb. 3 m³/nap, ami kb. 700 m³/év mennyiségnek felel meg, míg a zöldterületek (kb. 3000 m²) öntözésére és az udvarok mosására szolgáló gyűjtőtartályok megcsapolásával akár 700-800 m³/év víz is megtakarítható.



29. ábra: Keracoll „GreenLab” képe (fent), nyitott víztartály és esőkert (lent). Forrás: Bios IS Srl (www.bios-is.it) és IRIDRA Srl (www.iridra.com).



2. RÉSZ



30. ábra: A Keracoll „GreenLab” szürkevíz kezeléséhez használt SBR-rendszere (Forrás: Bios IS Srl www.bios-is.it).

14. táblázat: A Keracoll „GreenLab” projekt adatai.

Greywater recycling in Keracoll GreenLab	
Description	Research center
Number of employees	100
Rainwater sources	Parking and Rooftop raingarden
Greywater sources	toilets and changing rooms
Reuse options	toilets, irrigation, and bioclimatic cooling
Water savings	700 m ³ /year for toilets 700-800 m ³ /year for irrigation
Technical data	
Treatment system	SBR (Sequencing Batch Reactor)
Treatment potential	3000 L/day
Maximum power	4,5 KW
Average current consumption	3,2 kWh/gg



2. RÉSZ

4.6. Esővízgyűjtés és szürkevíz-újrahasznosítás a Zuglói Hétszínvirág Óvodában

A Zuglói Hétszínvirág Óvodában (Budapest, XIV. kerület) a Városi Vízkör keretében az épület tetejéről lefolyó esővizet és az óvodai kézmosókból származó szürkevizet gyűjtik, és hasznosítják újra.

Az összegyűjtött esővizet és szürkevizet először egy előszűrő zónába vezetik, ami egy vízzáró réteggel ellátott, különböző szemcseméretű kavicssal és homokkal feltöltött árok, amelyet növényekkel ültetnek be. Ebben a zónában a kavicsréteg és a gyökerek végzik az átszivárgó víz tisztítását, vagyis kiszűrik a legtöbb szennyezőanyagot: a szerves anyagokat, nehézfémeket, biológiai szennyezőanyagokat, kolloidokat. Az előszűrt esővizet és a szürkevizet az udvaron két, egyenként 7 m³-es, földbe süllyesztett tartályban gyűjtik össze.

Ezt a megtisztított és tárolt vizet kétféleképpen hasznosítják újra:

- Egy részét a WC-k öblítésére használják, ahonnan az öblítővíz a szokott módon a szennyvízcsatornába kerül.
- Az összegyűjtött víz másik részét a kert öntözésére használják.

A föld alatti tartályokban összegyűjtött víz nem kerülhet bele az ivóvízhálózatba, így nem szennyezi a vezetékes vizet, a fenti célokra azonban tökéletesen megfelel. Az újrahasznosított víz megfelelő minősége a működés peremfeltétele.

A beruházás több előnnyel is jár: a kisebb ivóvízfogyasztás pénzt takarít meg az önkormányzatnak, a begyűjtött esővíz száraz időszakban a kertnek biztosít öntözővizet, a visszatartott esővíz enyhíti a csatornarendszer terhelését nagy esőzéskor. Emellett a projekt hozzájárul a gyerekek, szülők, tanárok szemléletformálásához.

A beruházás költsége: 84 000 EUR





5. További bibliográfia

DWA (2019) DWA-Topics BIZ-11.4 E: Non-Potable Water Reuse - Development, Technologies and International Framework Conditions for Agricultural, Urban and Industrial Uses. German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA), Hennef.

DWA (2014) Working Paper DWA-A 272E: Principles for the planning and implementation of New Alternative Sanitation Systems (NASS). The German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA), Hennef.

Li, Z., Boyle, F. and Reynolds, A. (2010) Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland. *Desalination* 260: 1-8.

Parkes, C., Kershaw, H., Hart, J., Sibille, R. and Grant, Z. (2014) Energy and carbon implications of rainwater harvesting and greywater recycling. Report: SC090018. Environment Agency, UK. <https://www.gov.uk/government/publications/energy-and-carbon-implications-of-rainwater-harvesting-and-greywater-recycling>

Ridderstolpe, P. (2004) Introduction to greywater management. EcoSanRes Publications Series. Report 2004-4. EcoSanRes Programme. Stockholm Environment Institute (SEI).

USEPA (2012) Guidelines for Water Reuse. EPA/600/R-12/618. US Environmental Protection Agency Washington, Cincinnati.

WHO (2006) Overview of Greywater Management: Health Considerations. World Health Organisation (WHO), Regional Office of the Eastern Mediterranean, Centre for Environmental Health Activities (CEHA), Geneva.

WHO (2006) Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. World Health Organisation.

Volume 1: Policy and regulatory aspects

https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gsuweg1/en/

Volume 2: Wastewater use in agriculture

https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gsuweg2/en/

Volume 3: Wastewater and excreta use in aquaculture

https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gsuweg3/en/

Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture

https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gsuweg4/en/

WWDR (2017) Wastewater - The Untapped Resource. The United Nations World Water Development Report 2017. <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2017/>

Zimmermann, M., Felmeden, J. and Michel, B. (2018) Integrated Assessment of Novel Urban Water Infrastructures in Frankfurt am Main and Hamburg, Germany. *Water* 10, 211. doi:10.3390/w10020211. <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/2/211/html>



2. RÉSZ
MELLÉKLET

Esővízgazdálkodási eszközök

Melléklet



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: BESZIVÁROGTATÓ ÁROK	
LEÍRÁS	A beszivárogtató árok egy lineáris, sekélyen kiásott földdarab, amelyet vízáteresztő szemcsés anyaggal (pl. kavics/kő) vagy beszivárogtató blokkokkal töltenek fel, amelyek összegyűjtik a vízáteresztő felületekről lefolyó felszíni vizet, és fokozatosan a talajba szűrik azt. A lefolyás az üregekben tárolódik, lehetővé téve, hogy lassan beszivárogjon a talajmátrixba, így ideiglenes földalatti víztározóként működik
FUNKCIÓ	Csúcs hozam-csökkentés és a lefolyó víz átmeneti tárolása és kezelése, majd fokozatos beszivárgása a talajba
HELYSZÍNRE ÉS KIVÁLASZTÁSRA VONATKOZÓ KRITÉRIUMOK	• Alacsony vagy váltakozó talajáteresztő képességű talajokon alkalmazva • A legjobb, ha vízhatlan felületek, például utak vagy parkolók mellett vagy mellett helyezik el • Általában viszonylag sík területekre korlátozódnak • Keskeny formájuknak köszönhetően könnyen és minimális területigény mellett integrálhatóak a helyszínbe • Nem szabad közvetlenül épületek, bokrok vagy fák mellé telepíteni őket
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Jó minőségű kezelés biztosítása ülepítés, szűrés és biológiai lebontás révén
MÉRETEK	• A beszivárogtató árok maximális vízgyűjtő területe nem haladhatja meg az 5 hektárt • A beszivárogtató árkok általában 1-2 m mélyek, és azokat kő töltőanyaggal töltik fel. A töltőanyag üreghatárainak kellően nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy lehetővé tegye a megfelelő beszivárgást és csökkentse az eltömődés kockázatát (40-60 mm átmérőjű) • A földalatti tárolótározó mérete a talaj áteresztőképességétől, az elvezetendő fojtott áramlás mennyiségétől és a töltőanyag teljes térfogatától függ (a kavicsos töltések üres térfogata 40%, a műanyag töltőanyagé 95%) • Méretezés: 300-400 m³/ha (a talaj kf-jétől függően) • Általában nem szőtt geotextil membránba csomagolva (felül, oldalt és alul), hogy megakadályozza az üledék bejutását a tározóba, ami eltömődést okozhat • A perforált vízelvezető csőnek (legalább 100 mm belső átmérőjű) az árok hosszában kell húzódnia • A kezelési mennyiségnek 24 órán belül teljesen be kell szivárognia az árkokba • A hosszirányú lejtés nem haladhatja meg a 2%-ot a szennyezőanyagok visszaszivárgásának és az üledékképződés a fokozása érdekében • A maximális oldalirányú lejtésnek 1:3 arányúnak kell lennie



2. RÉSZ - MELLÉKLET

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Alkalmazható lakó-, kereskedelmi és ipari területeken • A beszivárogtató árkokat általában úgy tervezik, hogy összegyűjtsék és beszivárogtassák a kis területről, például egy parkolóból vagy tetőfelületekről lefolyó szennyvizet • Általában alacsony üledékterhelésű felületek kezelésére alkalmazzák, mint például zöld és nem fémből készült tetők, parkolók és gyalogosfelületek. Más felületek esetében az esővíz előkezelése szükséges (pl. árok, szűrőcsík) • A beszivárogtató árok ideálisak sportpályák, szabadidős területek vagy közterületek köré is
ELŐNYÖK	• Víz ideiglenes tárolásának biztosítása • A lefolyás mennyiségének és a csúcsáramlás csökkentése • tBeszivárgás és ülepedés elősegítése • Szűrés és adszorpció révén történő lefolyáskezelés biztosítása • A felszín alatti vizek feltöltésének elősegítése • Alacsony helyigény
KORLÁTOK	• Eltömődés lehetősége a nagy üledékterhelésű területeken • Földalatti szennyeződés lehetősége • A felszínen nem mindig látható működési problémák • A beszivárogtató árok 5 évenként történő egyszeri cseréjének lehetőségét eltömődés miatt figyelembe kell venni • Az árok rossz megközelíthetősége a karbantartási követelmények miatt • Nem nyújt esztétikai előnyöket
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Esővízgyűjtéssel vagy vegetatív árokrendszerrel (füvesített árok-föld alatti szikkasztó blokk rendszer) vagy más előkezelési intézkedésekkel kombinálva
KARBANTARTÁS	Rendszeres ellenőrzésre és karbantartásra van szükség a törmelékek és a szemet eltávolításához a helyszínről. Egyéb karbantartási igények: a beömlők, kivezetések és ellenőrzési pontok ellenőrzése és tisztítása a dugulás jeleinek feltárása érdekében, az iszap eltávolítása az előkezelő funkciókból, valamint az iszap ellenőrzése és eltávolítása a kamrákból és csövekből szükség szerint. A helyreállítási munkálatok magukban foglalják a szűrőkö eltávolítását és szükség szerinti cseréjét, valamint az eltömődött geotextília cseréjét és helyreállítását Az élettartam 5-10 év a karbantartástól függően
KÖLTSÉGEK	A beszivárogtató árok nyersanyagigénye jelentős, valószínűleg 3 méteres árkonként egy tonna követ használnak fel. A karbantartási és csereköltések magasak lehetnek. A beszivárogtató árok építési költségei a mélységtől és a helyspecifikus körülményektől függően változnak. A rendszer általában mérsékelt költséghatékony. A tőkeköltések 70 és 90 €/m³ közötti tartományban mozognak



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TELJESÍTMÉNY	
Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Közepes
Lassú lefolyás	Alacsony
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Közepes
Vízminőség-kezelés	Közepes
Víztárolás	Közepes
Felszín alatti víz feltöltése	Magas
Biodiverzitás	Alacsony
Kényelmi potenciál	Alacsony

Hivatkozások

Anglian Water. Towards sustainable water stewardship. Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual. Anglian Water Services Limited.

https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/developers/aw_suds_manual_aw_fp_web.pdf

Minnesota Stormwater Manual. Minnesota pollution Control Agency.

https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Main_Page

Sieker - Die Regenwasserexperten: <https://www.sieker.de/de/home.html>

Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott T., Ashley, R. and Kellagher, R. (2015) The SuDS Manual. Department for Environment, Food and Rural Affairs. CIRIA 2015.

https://www.susdrain.org/resources/SuDS_Manual.html



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: VISSZATARTÓ MEDENCÉK	
LEÍRÁS	A vízgyűjtő medencék száraz, növényzettel borított mélyedések, amelyeket arra terveztek, hogy ideiglenesen tárolják a lefolyó vizet, és lehetővé tegyék, hogy az a talajba szivároгjon, vagy szabályozott sebességgel elfolyjon. Általában olyan tájképi elemként tervezik őket, amelyek száraz állapotban más felhasználást is lehetővé tesznek, beleértve a játszóterérn, sportlétesítményben vagy élőhely kialakításában történő alkalmazást
FUNKCIÓ	A lefolyási csúcssebesség szabályozása az esővíz ideiglenes tárolásával és lassú kibocsátásával, amint az árvízveszély elmúlt
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• A vízgyűjtő medencékhez nagy, viszonylag sík, hozzáférhető területre van szükség • Nem szabad instabil talajon elhelyezni • Be kell építeni a terület kialakításába, hogy vizuális, társadalmi és biológiai sokféleséggel kapcsolatos előnyöket biztosítson, és értékes tájképi teret képezzen
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Jó tisztító kapacitás ülepedés, adszorpció és biológiai folyamatok révén
MÉRETEZÉS	• A visszatartó tavakat úgy kell megtervezni, hogy iszaptól mentes, alacsony szennyezési terhelésű lefolyások érkezzenek bele • Az erózió kockázatának csökkentése érdekében a lefolyó víznek szabályozott lefolyás formájában kell a medencébe folynia • A visszatartó medencéknek 2:1 és 5:1 közötti hosszúság-szélesség aránnyal kell rendelkezniük, hogy a beömlésnél maximális üledékképződést és a lefolyás szűrését biztosítsák • Tipikus mélység: 3 - 5 m • Tipikus méretezés: kb. 500 - 5000 m³ a kezelni kívánt vízgyűjtő területtől függően • A gravitáció segítségével történő felszíni áramlás ösztönzéséhez körülbelül 1:100 arányú enyhe esésre van szükség a kifolyó irányába • A medencéhez vezető oldal lejtése legfeljebb 1:3 lehet • A visszatartó medencéknek túlfolyással kell rendelkezniük a tervezési értékek túllépése vagy a kifolyó eltömődése esetén • 75-100 mm-es fű vagy réti növényzet fokozott kezelést és rugalmas felületet biztosít a szokásos használathoz
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Széles körben alkalmazható lakó-, kereskedelmi és ipari területeken • A visszatartó medencéket nem szabad beépíteni, de sportolásra és rekreációra lehet használni, és a közterületek részét képezhetik
ELŐNYÖK	• A lefolyási csúcssebesség csökkentése • Csapadékesemények széles skálájának kezelése • Egyszerű tervezés és kivitelezés • Könnyen karbantartható • Kettős felhasználás lehetősége • Hosszú élettartam (több mint 20 év)



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• Lefolyás mennyiségének kis mértékű csökkenése • A nagy területigényű területeken a földhasználatot korlátozó, nagy területigényű intézkedés
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Ideális esetben kombinálható a vízgyűjtő medencébe kerülő iszap mennyiségének csökkentése érdekében a vízgyűjtő medencébe kerülő SUDS-elemekkel
KARBANTARTÁS	A rendszeres karbantartás magában foglalja a szemét eltávolítását, a be- és kivezetőnyílás tisztítását, a növényzet kezelését, valamint az üledék ellenőrzését és eltávolítását, ha szükséges
KÖLTSÉGEK	A visszatartó tavakhoz hasonló

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Közepes
Térfogatcsökkentés	Alacsony
Lassú lefolyás	Magas
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Közepes
Vízminőség-kezelés	Közepes
Víztárolás	Magas
Felszín alatti víz feltöltése	Nulla és magas között
Biodiverzitás	Magas
Kényelmi potenciál	Közepes

Hivatkozások

Anglian Water. Towards sustainable water stewardship. Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual. Anglian Water Services limited.

https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/developers/aw_suds_manual_aw_fp_web.pdf

Rural Sustainable Drainage Systems (RSuDS) (2012) Environment Agency, UK.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291508/scho0612buwh-e-e.pdf

Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott T., Ashley, R. and Kellagher, R. (2015) The SuDS Manual. Department for Environment Food and Rural Affairs.

https://www.susdrain.org/resources/SuDS_Manual.html



2. RÉSZ MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: SZŰRŐSÁVOK	
LEÍRÁS	A szűrősávok enyhén lejtő, növényzettel borított földcsávok, amelyek lassan vezetnek el és szivároztatják be a lefolyó vízmennyiséget a szárazföldi lefolyás formájában. Általában az esővízkezelés első szakaszát biztosítják
FUNKCIÓ	A lefolyás a szűrősávon keresztül lepedő formában folyik, ami lelassítja a víz áramlását, és felfogja az iszapot és a szennyeződések a talajba való beszivárgás során
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• A szűrősávokat közvetlenül vízelvezető területük mellett kell elhelyezni, hogy befogadassák a szárazföldi lefolyást • Jó vízelvezetésű talajra van szükség • Alkalmos kis vízgyűjtő területekre (2 hektárig)
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Jól kezeli az alacsony szennyezettségű lefolyásokat és eltávolítja az iszapot
MÉRETEZÉS	• Mérete a csatlakozó felületek kb. 10%-a • Ajánlatos legalább 1 m hosszú szűrősávot kialakítani a vízgyűjtő terület minden 6 m-es hosszára (CIRIA, 2007) • A növényzettel borított szűrősáv megfelelő lejtése 2-5%. A meredekebb lejtők az erózió és az áramlás csatornázódásának kockázatával járnak, míg a sekélyebb lejtőkön tározás alakulhat ki • A szűrősávokat úgy tervezték, hogy áteresztőképeseek legyenek, bár az alacsony tartózkodási idő miatt valószínűleg kevés lesz a beszivárgás • Tervezést korlátozó tényező a szűrősávba vezetett áramlás hossza • A szűrősávoknak legalább 6 m szélesnek kell lenniük. Meredekebb lejtők esetén szélesebb szűrősávokra van szükség, mivel a sebességek valószínűleg nagyobbak lesznek • A szűrősávba történő vízelvezetés maximális hossza nem haladhatja meg az 50 métert (CIRIA, 2007)
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Általában a SUDS-rendszerek első szakaszaként használják, például egy mederbe vagy tóba táplálva • Leginkább viszonylag kis vízelvezető területek, például parkoló, útfelület, tetőlefolyó vagy kis mező elfolyó vizének kezelésére alkalmasak A szűrősávokat gyakran integrálják a környező földterületekbe, például közterületekbe vagy útszegélyekbe
ELŐNYÖK	• Hatékony előkezelési intézkedés • Ösztönzi a párolgást • Jó vízminőségi kezelést biztosít • Lebegő szilárd anyagok szűrése és üledéke • Könnyen integrálható kertépítésbe • Esztétikai előnyök biztosítása • Könnyen kivitelezhető és alacsony építési költségekkel rendelkezik • Robusztus rendszer



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• Nem alkalmas meredek helyekre • Korlátozottan járul hozzá a felszín alatti víz feltöltéséhez a rövid tartózkodási idő miatt • Alacsony árvíz kockázat-csökkentés • Nincs jelentős tárolási potenciál • A talaj tömörödése csökkenti a hatékonyságot
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Más SUDS-intézkedések, mint például füvesített árkok és beszivárogtató árkok előkezelő rendszereként, vagy az esővíz kezelésére szolgáló egyedi intézkedésként
KARBANTARTÁS	Költséghatékony. Az eredményes működéshez fontos a rendszeres ellenőrzés és karbantartás. A rendszeres karbantartás magában foglalja a szemét és a törmelék eltávolítását és a fűnyírást. A kevésbé gyakori karbantartási tevékenységek közé tartoznak: a gyengén fejlődő növényzetű területek újbóli bevetése, az erodált vagy sérült területek javítása, valamint üledék és más szennyező anyagok eltávolítása
KÖLTSÉGEK	A tőkeköltségek jelentősen eltérnek a növényzet kialakításától, sűrűségétől és változatosságától, valamint a hatékonyságot növelő aljzatanyagok, például kavics használatától függően. A karbantartási költségek is jelentősen eltérnek a kialakításuktól függően



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: ZÖLDTETŐK	
LEÍRÁS	Természetes réteges anyagokon növényekkel borított tető, teraszokon, tetőkön és vízszintes felületeken használható. A növényzet segít a szennyező anyagok megkötésében és a csapadékvíz lefolyási sebességének csökkentésében
FUNKCIÓ	A zöldtetők mérséklék a városi hőszigetelést, és segítenek az épületek belső hőmérsékletének szabályozásában. A felszíni lefolyás lassítása és a víz későbbi felhasználása a növények öntözésére
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• Megfelelő padlóterheléssel rendelkező épületekhez és infrastruktúrákhoz alkalmas • Alkalmas sík és lejtős területekhez egyaránt • Legjobban városi területeken használható
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Jó és természetes biológiai tisztítási teljesítmény a réteges talajon való áthaladásnak köszönhetően. Közepes vízminőségi kezelést biztosít. A fűfélék, évelő növények és cserjék segíthetnek a légszennyezés elnyelésében
MÉRETEZÉS	• Gyep, rét, fűfélék, fűszernövények, évelő növények, varjúháj, cserjék, fák • Öntözőrendszer • Extenzív talajkeverék • Intenzív talajkeverék • Elválasztó szövet • Szemcsés vízelvezető vagy vízelvezető lemezek • Védőszőnyeg / vízálló membrán • Extenzív: legalább 8 cm, súlya 90-180 kg/m² • Intenzív: legalább 20 cm, súlya > 180 kg/m²
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Széles körben alkalmazható lakó-, kereskedelmi és ipari területeken, ahol többnyire beton-, fém- vagy aszfaltfelületeket használnak • Kis vagy nagy területekre, nagyon rugalmas rendszer • Középületekhez és magánépületekhez alkalmas
ELŐNYÖK	• Szennyező anyagok megfelelő eltávolítása a növények okos megválasztásával • A meglévő vízelvezető rendszer lefolyási sebességének és mennyiségének csökkentése • Könnyű karbantartás • Tökéletesen integrálja az új és meglévő épületeket a tájba és a köztérbe • Vegetáció és tervezés végtelen lehetőségei • Élőhely biztosítása beporzó rovarok számára, valamint a biológiai sokféleség és a természetes táj növelése • Az épületek és városi területek esztétikájának és értékének növelése • Hőszigetelés növelése télen és nyáron • Evapotranspiráció elősegítése



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• Meglévő tető esetlegesen alacsony teherbírása • Meredeken lejtő tető • Hozzáférhető vagy nem hozzáférhető tető (különböző műszaki megoldások)
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Esővízgyűjtéssel vagy újrahasznosított szürkevízrel; zöld homlokzatokkal
KARBANTARTÁS	Közepes vagy minimális karbantartási igény a növényválasztástól függően. Megfelelő kivitelezés és rendszeres karbantartás esetén a zöldtetők korlátlan ideig fennmaradhatnak. A fenntartási célok közé tartozik a sűrű és egészséges fű/növénytakaró fenntartása. Egyéb karbantartási tevékenységek közé tartozik az időszakos gyomirtás
KÖLTSÉGEK	Közepes/magas költségű technológia. A tőke- és fenntartási költségek a zöldtervezéstől, a növényválasztástól és a tetőtartók változatosságától függően változhatnak A fenntartási költségek a zöldterület kialakításától és a növényzet típusától függően változnak, és magukban foglalják a növények újratelepítését, az ellenőrzéseket és a gyomok eltávolítását szükség szerint

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Közepes
Lassú lefolyás	Magas
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Magas
Vízminőség-kezelés	Közepes
Víztárolás	Közepes
Felszín alatti víz feltöltése	Alacsony
Biodiverzitás	Magas
Kényelmi potenciál	Magas

Hivatkozások

European Federation Green Roofs & Walls.
<https://efb-greenroof.eu/>

Green Roof Technology.
<http://www.greenrooftechnology.com/greenroof-system>

Optigrün.
<https://www.optigruen.de/produkte/>



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: ZÖLDFALAK/BURKOLATOK	
LEÍRÁS	Az épület homlokzatának zöldítése talajon vagy rendszerbe kötött kúszónövényekkel, tartószerkezetek segítségével és esővízzel történő öntözéssel. A talajhoz kötött növényzet olyan kúszónövényeket használ, mint a tapadó vadszőlő, a borostyán vagy a hortenzia, amelyeket a földbe ültetnek, míg a rendszerhez kötött növények ültetőládákban, lógó vödrökben vagy más moduláris kialakításban nőnek, amelyeket öntöznek és karbantartanak
FUNKCIÓ	Növények használata a lefolyási csúcsáramok csökkentésére, a párolgás fokozására és a városi klíma javítására, valamint az épületek hűtésére, mint építészeti tervezési elem
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• Kis helyigény • A növények elsődleges fény-, talaj- és éghajlati követelményei fontosak minden homlokzati növényzet esetében, és ezt egész évben biztosítani kell • Szakszerű növényválasztást és megfelelő és megbízható zöldítési technológiát igényel • Tiszta esővízre van szükség, amelynek pH-ja < 7
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Jó és természetes biológiai tisztítási teljesítmény a réteges talajon való áthaladásnak köszönhetően. Közepes vízminőségi kezelést biztosít. Jól hozzájárul a légszennyezés csökkentéséhez a légszennyező anyagok növények általi felvételének köszönhetően
MÉRETEZÉS	• A rendszer főbb elemei közé tartoznak a növények, a termesztőközeg (szubsztrátum), a növényeket a homlokzatra tartó és rögzítő szerkezetek és az öntözőrendszer (esővíz mint vízforrás) • Tervezési paraméter: 0,5 - 0,8 l/m² zöld homlokzati felületre, az expozíciótól és a növényfajtól függően • A növények kiválasztásának siker döntő fontosságú tényezője • Ajánlott az öntözést a vízfogyasztás folyamatos ellenőrzésével kombinálni
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	Széles körben alkalmazható minden épülettípusnál
ELŐNYÖK	• Csökkenti a lefolyási sebességet és mennyiséget • Növeli a hőszigetelést télen és nyáron • Evapotranspiráció elősegítése • Az épületek energiahatékonyságának növelése • Hőszigetelések csökkentése • Védi az épületeket a napsugárzástól és a felesleges hőtől • A légszennyezés csökkentése a finom részecskék növények általi felvételével • Zajcsökkentés elősegítése • A nyílt területek minőségének és biológiai sokféleségének növelése • Az épületek esztétikájának és értékének növelése a városi területeken



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	Magas beruházási, üzemeltetési és karbantartási költségek
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Szürkevíz-újrahasznosító rendszerekkel az épületekben öntözési célokra
KARBANTARTÁS	Az öntözési technológia és a növényzet rendszeres karbantartása és gondozása szükséges Földhöz kötött ültetvények esetében évente 1-2 alkalommal kell elvégezni, beleértve a metszést, a kúszást segítő eszközök beszövezését, az épület bizonyos részeinek szabadon tartását, az elhalt növényi részek eltávolítását, valamint szükség esetén a trágyázást és a kártevők elleni védekezést Rendszerhez kötött ültetvények esetében évente 5-10 alkalommal kell elvégezni, és olyan karbantartási intézkedéseket tartalmaz, mint a metszés, az épületek bizonyos részeinek szabadon tartása, a hibás növények cseréje, a víz- és tápanyagellátó rendszer karbantartása, az öntözőrendszer fagyvédelme, valamint a trágyázás és a kártevők elleni védekezés A kúszónövények esetében az épületet évente ellenőrizni kell, és a károk megelőzése érdekében minden gyökeret, indát, csavarodó szarát és egyéb növényi részt el kell távolítani az ablakokból és az ereszcatornákban
KÖLTSÉGEK	A beruházási, üzemeltetési és karbantartási költségek viszonylag magasak, különösen rendszerhez kötött homlokzati zöldítés esetében. Az erőforrás-fogyasztás alacsony, különösen földhöz kötött zöldítések esetében

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Közepes
Térfogatcsökkentés	Közepes
Lassú lefolyás	Közepes
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Magas
Vízminőség-kezelés	Magas
Víztárolás	Közepes
Felszín alatti víz feltöltése	Alacsony
Biodiverzitás	Magas
Kényelmi potenciál	Magas

Hivatkozások

Hermý M., Schauvliege M. & Tijskens G. (2005) Groenbeheer - een verhaal met toekomst; Velt i.s.m.afdeling Bos & Groen, Berchem.

Köhler (2012) ((Hsg.) Handbuch Bauwerksbegrünung - Planung, Konstruktion, Ausführung. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln.

SenStadt (2010) Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung: Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung. Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin.
http://www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt_Regenwasser_dt_gross.pdf



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: BESZIVÁROGTATÓ MEDENCE	
LEÍRÁS	A beszivárogtató medence természetes vagy épített, sekély, növényzettel borított bemélyedés, amely átmenetileg tárolja és több napon keresztül beszivároztatja a lefolyt csapadékvizet a környező, természetesen áteresztő talajba. Általában kis területekről lefolyó felszíni vizeket gyűjt össze, és általában száraz, kivéve a heves esőzések idején
FUNKCIÓ	Csúcssterhelés-szabályozás, tárolás, kezelés és az esővíz több napon át történő beszivárgása. Egyéb funkciókat is szolgálhatnak, például rekreációs célokat
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• A beszivárogtató medencék könnyen integrálhatók egy adott földterületbe és közterületekbe • Nem alakíthatók ki instabil talajon, és az építés előtt ellenőrizni kell a talaj stabilitását • Nagy, viszonylag sík területre van szükség • Az előkezelés (pl. szűrősáv vagy árok) elengedhetetlen az iszap és a szennyeződés felfogásához és a felszín eltömődésének megakadályozásához • A földterület lejtésének 20%-nál kisebbnek kell lennie
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Előkezelési intézkedésekkel együtt nagy tisztítási teljesítményt nyújt. Nagyon hatékony a szennyező anyagok eltávolításában
MÉRETEZÉS	• A beszivárogtató medencéket általában kis vízelvezető területek kezelésére tervezik, amelyek jellemzően több ingatlanra terjednek ki. Általában 20 hektárig terjedő vízgyűjtő területek kiszolgálására használják őket • Ezeket úgy kell megtervezni, hogy az éves lefolyási mennyiség 85%-át elfogják • A növényzet stresszhatásának elkerülése érdekében 24 órán belül félig ki kell ürülniük • A tárolás maximális mélységét 0,8 m-re kell korlátozni a víznyomás növényzetre gyakorolt hatásának csökkentése érdekében • Biztonsági okokból az oldalak lejtése legfeljebb 1:3 lehet • Nagyobb viharok esetére túlfolyót kell biztosítani
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Lakó-, kereskedelmi és ipari területekre; városokra korlátozódik • A beszivárogtató medencék beépíthetők új fejlesztésekbe • Ideális játszótéren, rekreációs területeken vagy közterületeken való használatra
ELŐNYÖK	• Csúcszomamok szabályozása • Lefolyási sebesség és mennyiség csökkentése • Jó vízminőségi kezelés biztosítása • Hozzájárul a felszín alatti vizek feltöltéséhez • Párolgás fokozása a városi területeken • Élőhely biztosítása a vadon élő állatok számára • A természetes tájkép javítása • Egyszerű és költséghatékony kivitelezés



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• A beszivárgtató medencék viszonylag nagy területet igényelnek • A nem megfelelő elhelyezés, a helytelen kialakítás vagy a karbantartás lmaradása miatt potenciálisan magas a meghibásodási arányuk, különösen, ha nem építenek be megfelelő előkezelést • Eltömődés kockázata a nagy üledékterhelésű területeken • Pangó állóvíz kialakulásának kockázata alacsony vízáteresztő képességű talajokon vagy túl magas talajvízszint esetén
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Előkezelési intézkedésekkel, például szűrősávokkal és mederkotrásokkal
KARBANTARTÁS	• Alacsony karbantartási igény. A havi ellenőrzések magukban foglalják a kaszálást, az esetleges előkezelési intézkedésekből származó üledék alkalmi eltávolítását, a sérült növényzet évenkénti pótlását, szikesedés, kiálló részek és üledék eltávolítását szükség szerint (általában 5 évente)
KÖLTSÉGEK	Alacsony költségű intézkedés. Az építési költségek a konfigurációtól, a helyszíntől, a helyspecifikus körülményektől, stb. függően nagymértékben változhatnak

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Magas
Lassú lefolyás	Magas
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Magas
Vízminőség-kezelés	Közepes/magas
Víztárolás	Magas
Felszín alatti víz feltöltése	Közepes
Biodiverzitás	Közepes
Kényelmi potenciál	Közepes

Hivatkozások

Anglian Water. Towards sustainable water stewardship. Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual. Anglian Water Services limited.

https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/developers/aw_suds_manual_aw_fp_web.pdf

NWRM. Natural Water Retention Measures (NWRM). EU Directorate General Environment.

<http://nwrn.eu/measure/infiltration-basins>

Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott T., Ashley, R. and Kellagher, R. (2015) The SuDS Manual. Department for Environment, Food and Rural Affairs. CIRIA 2015.

https://www.susdrain.org/resources/SuDS_Manual.html



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: ESŐKERTEK (BIOLÓGIAI VISSZATARTÓ RENDSZEREK)	
LEÍRÁS	Az esőkert olyan sekély mélyedés, amely mesterségesen kialakított termőföldet és őshonos növényzetet használ a kemény felületekről, például tetőkről, parkolókról és felhajtókról lefolyó víz felfogására és természetes kezelésére. Az esőkert megtelik vízzel, ideiglenes „tavacsát” képez, amely magas beszivárgási aránnyal rendelkezik. A növényfajoknak tűnniük kell az időszakos árvizeket és a szárazságot is
FUNKCIÓ	Kis vízgyűjtő területek, például lakónegyedek és parkolók esővizének összegyűjtése, beszivárgtatása és kezelése
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	- Ezeket úgy kell elhelyezni, hogy a vízzáró felületekről lefolyó vízmennyiséget a szárazföldön átfolyva vagy csővezetéken keresztül oda lehessen vezetni - A talajnak vízáteresztőnek kell lennie
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	A talajon való áthaladás miatt nagy a lefolyó víz megtisztításpotenciálja. Nagyon hatékony az esővíz kezelésében és a szennyező anyagok eltávolításában
MÉRETEZÉS	- Az esőkert méretének mérésére a sík alsó területet (alapterület) használják. Az oldalsó lejtőkhöz szükséges területet hozzáadják az alapterülethez, és ezt a teljes területet veszik figyelembe az esőkertnek a helyszínbe való illesztéséhez - Az alapterületnek az át nem eresztő vízgyűjtő terület legalább 5%-át kell kitennie - Egyenletes mulcsrétegek, természetközeg és vízelvezető kövek borítják az esőkert alapterületét - Általában perforált csővel ellátott vízelvezető réteget és csatornába vezető túlfolyást igényelnek - A víznek 24 órán belül le kell folynia, hogy fogadhassa a következő viharból származó folyadékot - Oldalirányú lejtők: legfeljebb 3:1 lejtés - Maximális tározott vízmélység: 15 cm - Ültetési talajmélység: 30 - 45 cm - Mulcsréteg: kb. 8 cm
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	- Széles körben alkalmazható lakó-, kereskedelmi és ipari területeken - Könnyen beépíthető a tájba és a közterületekbe - Hatékony vízelvezetés biztosítása a tetőfelületekről, járdákról, útpadkákról és parkolókról - Viszonylag egyszerűen tervezhető és karbantartható, és sokféle városi környezetbe illeszthető
ELŐNYÖK	- Csökkentli a lefolyás csúcsáramlását és mennyiségét - Nagyon hatékony az esővíz kezelésében és a szennyező anyagok eltávolításában - Jelentősen hozzájárul a párolgáshoz és a beszivárgáshoz - Tervezés variálhatósága és rugalmasság - Növelheti az ingatlan értékét



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• A legtöbb esőkert viszonylag kicsi, mivel a nagy esőkertek építése és fenntartása nehézségekbe ütközik • Tiszta lefolyó vizet kell kapniuk
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Előkezelő intézkedésekkel, például szűrőszávokkal vagy víznyelőkkal, illetve esővízgyűjtő rendszerekkel kombinálva, ahol a csiszterna túlfolyása az esőkerthez csatlakoztatható
KARBANTARTÁS	Az esőkertek rendszeres karbantartást igényelnek. Rendszeresen ellenőrizni kell, hogy nincsenek-e dugulások, és el kell távolítani a lerakódást és a felesleges földet. Be- és kiömlőnyílások és túlfolyók tisztítása, visszavágás, trimmelés és általános tájapolás Eseti feladatok szükség szerint: iszap eltávolítása az előkezelő szerkezetből; mulcs cseréje 3 évente. A helyreállítási munkálatok magukban foglalják a következőket: erózió vagy sérülés miatt a szint helyreállítása, valamint a beömlőnyílások, kifolyók vagy túlfolyószerkezetek javítása és cseréje szükség szerint Az esőkertek telepítése gondozást és öntözést igényel, amíg meg nem erednek, általában az építés utáni első 1-2 évben
KÖLTSÉGEK	Költséghatékony intézkedés az esővíz elfolyásának szabályozására. A költségek számos tényezőtől függenek, beleértve a méretet, a helyszínt, a talajviszonyokat, a kialakítást és a felhasznált növények típusát. A vízelvezetést igénylő esőkertek általában drágábbak, mint azok az esőkertek, amelyek kizárólag a talajt használják beszívárogtató közegként

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Magas
Lassú lefolyás	Közepes
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Magas
Vízminőség-kezelés	Magas
Víztárolás	Magas
Felszín alatti víz feltöltése	Magas
Biodiverzitás	Közepes
Kényelmi potenciál	Közepes

Hivatkozások

Bray, B., Gedge, D., Grant, G and Leuthvilay, L. Rain Garden Guide. Thames Water, UK.
<https://raingardens.info/>

NWRM. Natural Water Retention Measures (NWRM). EU Directorate General Environment.
<http://nwrn.eu/measure/rain-gardens>

Rain Garden Alliance. <http://raingardenalliance.org/what/faqs>



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: ESŐVÍZGYŰJTÉS (RWH)	
LEÍRÁS	A tetőkről és más vízzáró felületekről származó esővizet elvezetik és esővízgyűjtő hordókba vagy ciszternákba gyűjtik, amelyek ivóvízként vagy nem ivóvíz-forrásként szolgálnak. A hálózati tartalékrendszer biztosítja a vízellátást száraz időszakokban is
FUNKCIÓ	Forrásszabályozás és a lefolyás csillapítása, az esővíz tárolása és kezelése. A vízellátás bővítése
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• Az alacsony szennyezettségű és sima tetőfelületek előnyben részesülnek • A föld felett elhelyezett ciszterna könnyebben kezelhető és karbantartható • A ciszterna túlfolyását lehetőleg egy helyszíni beszivárogtató rendszerhez kell csatlakoztatni a csatornába való elvezetés helyett
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Magas tisztítási teljesítmény a speciális sziták és szűrők használata és a rendszer rendszeres karbantartása révén
MÉRETEZÉS	• Az RWH-rendszer méretezése egyszerűen úgy történik, hogy az adott felületről összegyűjthető esővíz mennyiségét egyensúlyba hozzák a háztartás vízigényével • Magánházak és lakóházak esetében általában egy becslés is elegendő. Hozzávetőleges irányérték: ha 20 m² lefolyófelületre 1000 liter tárolótérfogat jutna, vagy ha a tárolótartályt úgy méreteznék, hogy 3-4 hetes szárazságot is át lehessen hidalni • Nagyobb rendszerek esetében a csapadékadatok (az elmúlt 20 év napi/havi adatai) és a vízfogyasztási adatok számítógépes modell segítségével történő szimulációja szükséges
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Széleskörűen alkalmazható családi házakban, lakó-, kereskedelmi és ipari épületekben • Új és felújított épületekben • Megfelelő kezelést követően ivóvízként • Beltéri és kültéri alkalmazásokhoz ivóvíz helyettesítésére nem ivóvízként, például WC-öblítéshez, tisztításhoz, mosáshoz, öntözéshez, tűzoltáshoz, hűtőtornyokhoz vagy technológiai vízként az iparban
ELŐNYÖK	• A lefolyás sebességének és mennyiségének csökkentése • Megbízható és megújuló vízforrás biztosítása • Az ivóvízkészletek és a felszín alatti vizek kitermelésének csökkentése • A mosáshoz használt mosószerek mennyiségének megtakarítása az esővíz lágyága miatt • Alacsonyabb vízszámlák • Alacsonyabb energiaköltségek a víz szivattyúzásához és kezeléséhez • Csökkentett üvegházhatású gázkibocsátás és légszennyezés • Autarkia (önellátás) növelése száraz időszakokban • Víztakarékosság fokozása



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• Meglévő épületekben csak felújítás és kettős csőrendszer telepítése után lehetséges • A tető anyaga befolyásolhatja az összegyűjtött víz végső felhasználását
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Csatlakozás az utána következő beszivárogtatási rendszerekhez, mint például füvesített árok vagy árok a túlfolyás elvezetésére
KARBANTARTÁS	A vízgyűjtő, gyűjtő- és elosztórendszerek rendszeres tisztítása. A leveleket és egyéb törmelékét gyakran el kell távolítani a tető ereszcatornáiból, a lefolyócsövekből és a finomhálós csatornafedelekből, hogy csökkentsük a ciszternába kerülő törmelék és üledék lerakódását (évente 2-3 alkalommal történő tisztítás). A szűrőket évente 1-2 alkalommal kell tisztítani, a szennyezőanyag-terheléstől függően. Évente egyszer ajánlott a tartály szemrevételezéses vizsgálata, és szükség szerint el kell távolítani a felesleges üledéket
KÖLTSÉGEK	Egy családi házban történő kiépítés teljes költsége körülbelül 2500 és 5000 € között van, a munka mennyiségétől, valamint a tárolótartály méretétől és a termék minőségétől függően. A fenntartási költségek évente kb. 100 €-t tesznek ki.

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Közepes
Térfogatcsökkentés	Közepes
Lassú lefolyás	Közepes
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Közepes
Vízminőség-kezelés	Magas
Víztárolás	Magas
Felszín alatti víz feltöltése	Alacsony
Biodiverzitás	Jó
Kényelmi potenciál	Jó

Hivatkozások

DIN EN 16941-1 (2018) On-site non-potable water systems - Part 1: Systems for the use of rainwater. Beuth Verlag

DIN 1989-100 (2020) Rainwater harvesting systems - Part 100: Regulations in connection with DIN EN 16941-1 (Draft version)

fbr-Hinweisblatt H 101 (2016) Kombination der Regenwassernutzung mit der Regenwasserversickerung. Hrsg.: fbr. DIN-A 4, 32 Seiten, ISBN: 978-3-9811727-6-8



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: VISSZATARTÓ TAVAK	
LEÍRÁS	A visszatartó tavak olyan vizes tavak, amelyeket úgy terveztek, hogy állandóan visszatartanak némi vizet, és ideiglenesen tárolják a lefolyó vizet
FUNKCIÓ	Az esővizet átmenetileg tárolják, és az árvízveszély elmúltával lassan engedik ki, így csökkentve a csúcsvízhozamot heves esőzések idején
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• A tavakat egy kezelési vonulat végén kell elhelyezni, hogy tiszta víz jusson a tóba, szabályozott áramlással • A visszatartó tóhoz szükséges terület általában a vízgyűjtő terület 1-3%-a • A tó alatti talajnak kellően vízzárónak kell lennie, hogy megakadályozza a víz kiszáradását • Az állandó vízfelület fenntartásához megfelelő beáramlási forrásra van szükség
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	A biológiai lebomlás, a növényi adszorpció és az ülepedési folyamatok eredményeként a lefolyó szennyezőanyagok tisztító képessége nagy
MÉRETEZÉS	• A visszatartó tavak általában szabálytalan alakúak, szigetekkel és sávokkal, amelyeket változó mederfenékkel terveztek • Méretüket úgy kell meghatározni, hogy a mennyiséget megfelelő minőségben kezeljék, és ha szükséges, a nagyobb csapadékesemények csúcscsúrtékeit mérsékeljék • A tó állandó vízmennyiségének a tóban való megtartásához szükség lehet bélése • Egy vagy több elő-öblöt kell tartalmazniuk a durva üledék felfogása, a túlzott üledékfelhalmozódás megelőzése, a beáramlás okozta erózió minimalizálása és a karbantartás megkönnyítése érdekében • Az állandó medence mélysége 1,2 m és 1,8 m között legyen; a mélyebb medencékben rétegződés és anoxikus állapotok alakulhatnak ki • Az oldalsó lejtők nem lehetnek meredekebbek 1:3-nál közbiztonság és karbantartás céljából való hozzáférés biztosítása érdekében • A szennyeződések hatékony eltávolításához legalább 20 napos tartózkodási idő ajánlott
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Elsősorban az utakról, parkolókból, lakó-, ipari és kereskedelmi területekről származó városi szennyvíz minőségének javítására használják • Hatékony a kis és közepes vízgyűjtő területek lefolyásának tárolására • Használható más, az üledékterhelést csökkentő SUDS-elemekkel együtt, mint például a növényzettel borított szűrősávok és füvesített árkok
ELŐNYÖK	• Csökkenti a lefolyási csúcscsúrtékeket a tárolás és a szabályozott lefolyás kibocsátása révén, ezáltal csökkentve az árvíz kockázatot • A szennyező anyagok magas színvonalú kezelése és szűrése • Költséghatékony kiegészítő tárolókapacitás biztosítása • Jelentős ökológiai, esztétikai és kényelmi előnyökkel járhat • Hosszú élettartam



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• Nem csökken a lefolyás mennyisége, mivel nem történik beszívargás • Iszapmentes lefolyást kell fogadnia (előkezelés szükséges) • Rendszeres beáramlás hiányában anaerob állapotok alakulhatnak ki • Nem alkalmas meredek lejtésű területeken, mivel magas padkákra van szükség • A nagy területigényű területeken a földhasználatot korlátozó, nagy területigényű intézkedés
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Elsődleges kezelést biztosító, a folyásirányba vezető intézkedésekkel, például kisebb visszatartó medencékkel és vízgyűjtőkkel való kombinálás
KARBANTARTÁS	A hatékony működéshez fontos a rendszeres ellenőrzés és karbantartás, mint például a szemét és a törmelék eltávolítása, a növényzet karbantartása, a be- és kimeneti nyílások ellenőrzése és karbantartása, valamint az üledék eltávolítása az előtérből
KÖLTSÉGEK	Alacsony fenntartási költségek: éves ellenőrzések, az oldalsó lejtők havi kaszálása, a partok éves tisztítása és a növények kezelése, az üledék eltávolítása az üledékfogóból 3-7 évente; a fő tó üledékének eltávolítása 20 évente A nagy területigényű intézkedésként magas költségek merülnek fel a visszatartó tavak építésével és a földterület értékével kapcsolatban. A hosszú élettartam (több mint 20 év) miatt azonban az általános határköltségek alacsonyak

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Alacsony
Lassú lefolyás	Magas
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Közepes
Vízminőség-kezelés	Magas
Víztárolás	Magas
Felszín alatti víz feltöltése	Nincs vagy alacsony
Biodiverzitás	Magas
Kényelmi potenciál	Magas

Hivatkozások

Anglian Water. Towards sustainable water stewardship. Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual. Anglian Water Services Limited. https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/developers/aw_suds_manual_aw_fp_web.pdf

Rural Sustainable Drainage Systems (RSuDS) (2012) Environment Agency, UK.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291508/scho0612buwh-e-e.pdf

Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott T., Ashley, R. and Kellagher, R. (2015) The SuDS Manual. Department for Environment Food and Rural Affairs. https://www.susdrain.org/resources/SuDS_Manual.html



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: FELSZÍNI ÁRAMLÁSÚ MESTERSÉGES VIZES ÉLŐHELYEK	
LEÍRÁS	A mesterséges vizes élőhelyek (CW-k) olyan növényzettel borított/mocsaras rendszerek, amelyek tartósan visszatartanak bizonyos mennyiségű vizet. Ezek olyan tavak, amelyek sekély területeket tartalmaznak, amelyek lehetővé teszik a növények növekedését. A CW-k csillapítják a felszíni vizek lefolyásának csúcspontját, és a növényzet gondoskodik azok kezeléséről
FUNKCIÓK	A vízgyűjtők ideiglenesen tárolják a lefolyást, és csökkentik az áramlási sebességet, lehetővé téve az üledékképződést. A tápanyagok jelentős részét az üledékképződés és a biológiai aktivitás távolítja el a víz, a növényzet és a talaj kölcsönhatásának köszönhetően
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• Alkalmas lakóövezetek számára • Alkalmas nem meredek lejtésű, stabil talajú területekhez • Ha nincs bélés, a CW-k alatti talajnak kellően vízzárónak kell lennie a telített állapot fenntartásához és a kiszáradás megakadályozásához • Nem túl közel a talajvízszinthez a szennyeződés elkerülése érdekében
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Jó vízminőségi kezelés az ülepítés, szűrés, adszorpció, mikrobiális bomlás és növényi felvétel révén Az Egyesült Államokban kiterjedt felszíni áramlású vizes élőhelyeket is használnak az egyesített szennyvízcsatornák túlfolyásának egylépcsős kezelésére
MÉRETEZÉS	• A CW teljes felületének a belefolyó terület 1-2%-át kell kitennie • Az áramlási útvonal hosszának és szélességének aránya legalább 3:1 (ideális esetben 4:1 vagy 5:1) legyen • A maximális mélység nem haladhatja meg a 2 m-t • Az állandó medence feletti ideiglenes tároló maximális mélysége nem haladhatja meg a 0,5 m-t • Gyenge lejtők javasoltak, azaz 1:3, 1:4 arányúak • Vizes élőhelyek felső talajmélysége: 400-450 mm a cserjék és lágyszárúak esetében, 100-150 mm a fű/vadvirág vetésnél • Az altalaj vagy kavics rétege jellemzően 50-150 mm mélységben
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Lakó- és nem lakóterületek • Nagy kiterjedésű nyílt területek, de a kisebb CW-k városi környezetbe is integrálhatók • Új fejlesztések és átépítések
ELŐNYÖK	• A szennyező anyagok jó eltávolítása • Csúcsáramlás csökkentése • Csökkenti a lefolyási arányt • A biológiai sokféleség növelése • A helyszín esztétikájának és értékének növelése



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• Az üledék visszaszívargásának veszélye, ha a CW túl sekély a kifolyó közelében • Algavirágzás veszélye a nyári hónapokban • Kiszáradás veszélye a nyári hónapokban • Az alacsony hőmérséklet csökkenti a biológiai aktivitást • Jobban megfelel a városkörnyéki területeken, ahol nagyobb területek állnak rendelkezésre a megvalósításhoz
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Ülepítő előöböllel, amely lehetővé teszi az üledékképződést és csökkenti a befolyó áramlást Felszín alatti áramlású vizes élőhelyrendszerrel a kezelési teljesítmény növelése érdekében
KARBANTARTÁS	A rendszeres karbantartás és ellenőrzés fontos a CW-k kezelési teljesítménye szempontjából Havi szemét- és törmelékeltávolítás, 1-5 évente egyszer az iszap eltávolítása az előöbölből
KÖLTSÉGEK	Változó tőkekötségek, a helyszíntől, a helyszín változékonyságától és az üzem kiválasztásától függően Alacsony üzemeltetési és karbantartási költségek

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Magas
Lassú lefolyás	Magas
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Magas
Vízminőség-kezelés	Közepes
Víztárolás	Magas
Felszín alatti víz feltöltése	Nincs
Biodiverzitás	Magas
Kényelmi potenciál	Magas

Hivatkozások

Kadlec, Robert & Wallace, Scott (2009) Treatment Wetlands. 10.1201/9781420012514.

Rizzo, A., Tondera, K., Pálffy, T.G., Dittmer, U., Meyer, D., Schreiber, C., Zacharias, N., Ruppelt, J.P., Esser, D., Molle, P., Troesch, S., Masi F. (2020) Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment: A state-of-the-art review. Science of The Total Environment, p.138618

Tondera, Katharina & Blecken, Godecke & CHAZARENC, FLORENT & Tanner, Chris (2018) Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows. 10.1007/978-3-319-70013-7.

Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott T., Ashley, R. and Kellagher, R. (2015) The SuDS Manual. Department for Environment Food and Rural Affairs. CIRIA 2015.
<https://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/filtration/filter-strips.html>



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: FELSZÍN ALATTI ÁRAMLÁSÚ MESTERSÉGES VIZES ÉLŐHELY	
LEÍRÁS	A felszín alatti áramlású mesterséges vizes élőhelyek olyan vizes élőhelyrendszerek, amelyekben a csapadékvíz egy kiválasztott méretű porózus közegen (jellemzően homok vagy kavics) keresztül áramlik A felszín alatti áramlású vizes élőhelyek egyik jól ismert alkalmazása a csapadékvíz kezelésére az úgynevezett talajvisszatartó szűrő (RSF), amely szűrőanyagként homokból (amelyhez 20-30 térfogatszázalék CaCO_3-t adnak), egy kavicsból és a szűrőtest alá telepített vízelvezető csövekből álló vízelvezető rétegből áll, és az esővizet a befogadó víztestbe való bevezetése előtt kezeli. Az RSF-et membránnal zárják le, hogy megvédjék az alatta lévő talajrétegeket és a talajvizet a szennyeződéstől. Az RSF-eket náddal ültetik be, hogy elkerüljék az eltömődést
FUNKCIÓK	Csúcsvízhozam-csökkentés és esővízkezelés szűrés, ad- sorpció és a szennyező anyagok biológiai lebontása révén a nádas növényekkel termesztett talajszűrőkben
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	Alkalmas nem meredek lejtésű, stabil talajú területekhez
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	A szennyező anyagok nagy tisztító képessége a biológiai lebomlás, a növényi adszorpció és az ülepedési folyamatok eredményeként. Magas vízminőségi kezelés biztosítása A felszín alatti áramlású vizes élőhelyek, beleértve az RSF-eket is, sikeresen alkalmazhatók a kombinált csatornatúlfolyások kezelésére is, amelyekben a csapadékvíz keveredik a szennyvízzel
MÉRETEZÉS	- Az RSF területigénye a csatlakozó vízelvezethetetlen vízelvezető terület kb. 2%-a - A szűrő túlfolyási gyakorisága: $n = 0,1/a$ (teljes áramlású kezelés esetén); az előfokozat bemenetén lévő elválasztó szerkezeten keresztül történő előkiemelés - A szűrő fojtott áramlási sebessége a kezelési cél alapján kerül kiválasztásra, és jellemzően 0,01 és 0,05 l/s.m² szűrőfelület között van
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	- A felszín alatti áramlású vizes élőhelyeket általában akkor választják, ha a vízminőség a fő cél, a magas tisztítási hatékonyság miatt - Nagy kiterjedésű nyílt területek, de kisebb CW-k is integrálhatók a következőkbe városi környezetben - Új fejlesztések és átépítések
ELŐNYÖK	- Magas szennyezőanyag-eltávolítás - Csúcsáramlás csökkentése - A nyitott terek minőségének javítása
KORLÁTOK	Jobban megfelel a városkörnyéki területeken, ahol nagyobb területek állnak rendelkezésre a megvalósításhoz
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	A felszín alatti áramlású rendszer kombinálható a felszíni áramlású vizes élőhelyekkel, különösen, ha más mellékes előnyöket is megcélznak (pl. a biológiai sokféleség előmozdítása, rekreációs terület, térfogatcsökkentés)



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KARBANTARTÁS	A rendszeres karbantartás és ellenőrzés fontos a CW-k kezelési teljesítménye szempontjából Az előkezelés tisztítása (pl. szemét eltávolítása, ha használják) évente egyszer Nádszedés (2-3 évvel az indítás után) és zöldfelület karbantartása évente egyszer
KÖLTSÉGEK	Az erőforrás-fogyasztás és a költségek (beruházás és üzemeltetés) viszonylag alacsonyak a nagy csatlakoztatott területnek köszönhetően Alacsony fenntartási költségek

TELJESÍTMÉNY	
Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Alacsony
Lassú lefolyás	Magas
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Közepes
Vízminőség-kezelés	Magas
Víztárolás	Alacsony
Felszín alatti víz feltöltése	Nincs
Biodiverzitás	Közepes
Kényelmi potenciál	Közepes

Hivatkozások

MUNLV 2015. Retentionsbodenfilter. Handbuch für Planung, Bau und Betrieb. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen. 2 Auflage.

https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/retentionbodenfilter_handbuch.pdf

KURAS. Concepts for urban rainwater management, drainage and sewage systems. Research project: 2013-2016. Funded by the German Federal Ministry of Education and Research under the funding measure "Smart and Multifunctional Infrastructural Systems for Sustainable Water Supply, Sanitation and Stormwater Management" (INIS).

http://www.kuras-projekt.de/fileadmin/Dokumenten_Verwaltung/pdf/Steckbrief_12_Retentionsbodenfilter.pdf

Langergraber, G., Dotro, G., Nivala, J., Rizzo, A., & Stein, O. R. (Eds.) (2020) Wetland Technology: Practical Information on the Design and Application of Treatment Wetlands. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781789060171>

Rizzo, A., Tondera, K., Pálffy, T.G., Dittmer, U., Meyer, D., Schreiber, C., Zacharias, N., Ruppelt, J.P., Esser, D., Molle, P., Troesch, S., Masi F. (2020) Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment: A state-of-the-art review. Science of The Total Environment, p.138618



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: BESZIVÁROGTATÁS FÜVESÍTETT ÁROKKAL	
LEÍRÁS	A felszíni víz visszatartás és -tisztítás kombinációja egy növényzettel borított árokkal és kővel töltött földalatti árokkal. A víz az árok felső talaján keresztül egy vízáteresztő árokzónába jut, ahol a víz vagy beszivárog a mélyebb rétegekbe, vagy a felszíni víztestbe vagy a csatornába jut. Ha a füvesített árok tárolási térfogata kimerül, akkor az árokból közvetlenül a föld alatti blokkba történő túlfolyás is kialakítható
FUNKCIÓ	Csúcsáramok csökkentése és a lefolyás kezelése beszivárgás, ideiglenes földalatti tárolás, adszorpció és biológiai lebontás a talajban
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• Alkalmas olyan helyszínekre, ahol a hely korlátozott • Az árokrendszerek helyigénye kisebb, mint a felszíni vagy az árokba történő beszivárgásé, a vízgyűjtő terület kb. 10 %-a • Alkalmas alacsony vízáteresztő képességű talajok, például agyagos talajok ($K_f < 10^{-6}$ m/s) számára
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Az esővíz jó tisztítása az altalajba és a kavicságyba való bejutás révén
MÉRETEZÉS	• Felső talajréteg (30 cm) és kavicsréteg (5 cm) a füvesített árok és a föld alatti beszivárogtató árok között • Árok mint tárolómedence, kavicsal (szemcseméret 16/32 mm) vagy műanyag blokkokkal és lefolyócsővel • Fojtott aknával, a lefolyócső végén lévő fojtóelemmel • A hidraulikai csúcsterhelés idején a vészhelyzeti túlfolyás a csatornából közvetlenül az árokba enyhítheti a csatornára nehezedő nyomást • Az árok lefolyócső végén egy fojtószerkezet biztosítja az árokban lévő csapadékvíz csapadékcatornába történő lassított elvezetését • Általában 50%-os beszivárgási arányt érnek el, ahol az esővíz 10%-a elpárolog, 40%-a pedig fojtott áramlással az esővízcsatornába kerül A lefolyócső átmérőjének legalább 15 cm-nek kell lennie
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Alkalmazható lakó-, kereskedelmi és ipari területeken, ahol korlátozott a hely
ELŐNYÖK	• A lefolyás csúcsáramlásának és mennyiségének szabályozása • A lefolyó víz ideiglenes tárolása • Jó vízkezelés biztosítása • A felszín alatti vizek feltöltésének fokozása • Növekvő párolgási potenciál a növényzet révén • A nyitott terek és a tereprendezés minőségének javítása



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• A nem megfelelő elhelyezés, tervezés és karbantartás hiánya miatti lehetséges meghibásodás, különösen, ha az előkezelést nem építették be a tervezésbe • Hajlamos az üledék általi eltömődésre, ha nem jól van kialakítva • A talajviszonyoktól, a földhasználatától és a talajvíz mélységétől függően fennállhat a talajvízszennyezés veszélye
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Esővízgyűjtő rendszerekkel való összekapcsolás lehetősége
KARBANTARTÁS	A fenntartási költségek hasonlóak a füvesített árkok és a vízelvezető árkok fenntartási költségeihez. Fontos, hogy a beszivárgási felületet és a víznyelőket tisztán tartjuk a törmeléktől, üledéktől és egyéb anyagoktól. Ha a beszivárgási kapacitás csökken, a fűvet fel kell kapálni. Az árkok karbantartása alacsony, ha megfelelő előkezelést (üledékfogó, szűrőszív) vesznek figyelembe. A tengelyeket rendszeres időközönként (legalább évente egyszer) ellenőrizni kell az eltömődés ellen, és szükség esetén meg kell tisztítani, valamint át kell öblíteni a lefolyócsőrendszert
KÖLTSÉGEK	Az erőforrás-fogyasztás a közepes tartományban van, míg a beruházási költségek alacsonyak

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Közepes
Lassú lefolyás	Alacsony
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Magas
Vízminőség-kezelés	Magas
Víztárolás	Közepes
Felszín alatti víz feltöltése	Magas
Biodiverzitás	Alacsony
Kényelmi potenciál	Alacsony

Hivatkozások

Ingvertsen, S. T., Sommer, H., Cederkvist, K., Régent, Y., Jensen, M.B. and Magid, J. Infiltration and treatment of urban stormwater: how well do swale-trench systems work? NOVATECH 2010.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1005.3950&rep=rep1&type=pdf>

Sieker, H (2018) Planungshilfe für eine dezentrale Strassenentwässerung.
<https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/wasser/download/planungshilfe.pdf>



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: NÖVÉNYZETTEL BORÍTOTT FÜVESÍTETT ÁRKOK	
LEÍRÁS	Nyílt, széles és sekély csatornák, amelyeket általában fű borít, és amelyek a csapadékvizet a burkolt felületekről elvezetik, kezelik, megszűrik és a talajba szivároztatják. A növényzet segít a szennyező anyagok megkötésében és a csapadékvíz lefolyási sebességének csökkentésében
FUNKCIÓ	A lefolyó víz ideiglenes tárolása és az azt követő felszíni beszivároztatás a növényzettel borított felső talajon keresztül
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• Alkalmas olyan területekre, ahol nincs elég hely a felszíni beszivároztatáshoz • A víznyelők általában kis vízgyűjtőkön, vízáteresztő felszíneken alkalmazhatók • Alkalmas nem sík vagy meredek lejtésű területekhez • Legjobb a forrás közelében használni • Jó vízáteresztő képességű talajra van szükség: a beszivárgási együttható (kf) legfeljebb 1×10^{-6} m/s
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Jó és természetes biológiai tisztítási teljesítmény az altalajon való áthaladásnak köszönhetően. Jó vízminőségi kezelés biztosítása
MÉRETEZÉS	• A döntő paraméter a csatlakozó vízgyűjtő terület. Alapszabály, hogy az árok teljes felületének a csatornába lefolyó terület 10-20%-ának kell lennie • Maximális árokmélység: 30 cm • Maximális oldalirányú lejtés 1:2 • A növényzettel borított árkokat úgy kell megtervezni, hogy a fenék szélessége 0.5 - 2 m legyen, ami lehetővé teszi a sekély áramlást és a megfelelő vízminőségi kezelést • A vízfelhalmozódás elkerülése érdekében a tervezési esemény során lefolyó vízmennyiségnek 24 órán belül félig ki kell ürülnie • 1% és 4% közötti hosszirányú lejtés ajánlott • Felső talaj szubsztrátummal (általában fű): > 10 cm. A jó tisztításhoz kb. 30 cm-es tisztítási kapacitás ajánlott
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Széles körben alkalmazható lakó-, kereskedelmi és ipari területeken, ahol a korlátozott hely miatt nem megengedett a felszíni beszivároztatás • Különösen alkalmas jó és mérsékelt vízáteresztő földalatti talajban • Hatékony vízelvezetés biztosítása a tető lefolyásaihoz, egyenesutakhoz, járdákhoz, autópályákhoz és parkolókhöz
ELŐNYÖK	• Csökkenti a befogadó vízbe jutó csúcsáramlást • Csökkenti a lefolyási sebességet és mennyiséget • A szennyező anyagok jó eltávolítása • Alacsony karbantartási és műszaki költségek • Könnyen integrálható a tájba és a közterületekbe • Élőhely biztosítása a vadon élő állatok számára és a természetes tájkép javítása • A helyszín esztétikájának és értékének növelése



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	• Nehezen használható sűrűn beépített városi erületeken, ahol a hely korlátozott • Általában eltávolítják a szennyező anyagokat a gyakori kisebb viharok idején; nagyobb viharok esetén ez lehetetlen lehet • Ügyelni kell az erózió elkerülésére
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Előkezelési intézkedésekkel, például szűrősávokkal. Alacsony beszivárgási potenciállal rendelkező altalajok esetében lehetséges beszivárogtató árokrendszerrel való kombináció
KARBANTARTÁS	Minimális karbantartási követelmények. Megfelelő tervezés és rendszeres karbantartás esetén a növényzettel borított füvesített árkok korlátlan ideig tarthatnak. A karbantartási célok közé tartozik a hidraulikai és eltávolítási hatékonyság fenntartása, valamint a sűrű és egészséges fűborítás fenntartása. Az egyéb karbantartási tevékenységek közé tartozik az időszakos kaszálás, a gyomirtás, a szemét/szemét és az eltömődések eltávolítása
KÖLTSÉGEK	Alacsony költségű technológia. A tőke- és karbantartási költségek a csatornatervezéstől és a helyszín egyéni adottságaitól függően változhatnak

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Közepes
Lassú lefolyás	Magas
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Magas
Vízminőség-kezelés	Közepes
Víztárolás	Alacsony
Felszín alatti víz feltöltése	Közepes
Biodiverzitás	Közepes
Kényelmi potenciál	Közepes

Hivatkozások

Anglian Water. Towards sustainable water stewardship. Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual. Anglian Water Services limited.

https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/developers/aw_suds_manual_aw_fp_web.pdf

NWRM. Natural Water Retention Measures (NWRM). EU Directorate General Environment.

<http://nwrn.eu/>

Sieker - Die Regenwasserexperten: <https://www.sieker.de/de/home.html>

Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott T., Ashley, R. and Kellagher, R. (2015) The SuDS Manual. Department for Environment, Food and Rural Affairs. CIRIA 2015.

https://www.susdrain.org/resources/SuDS_Manual.html



2. RÉSZ - MELLÉKLET

TÁJÉKOZTATÓ: VÍZÁTERESZTŐ BURKOLATOK	
LEÍRÁS	Felszíni beszivárogtatás vízáteresztő vagy porózus burkolatrétegen keresztül, amely lehetővé teszi az esővíz beszivárgását a talajba több réteg különböző finom szemcséjű anyagon keresztül. A leggyakrabban használt anyagok közé tartozik a vízáteresztő beton, a porózus aszfalt, a térkő és a fű-beton blokkok
FUNKCIÓ	Csökkenti a lefolyási csúcssebességet a beszivárgás és az esővíz ideiglenes tárolása révén, mielőtt a föld alá szivárogná
HELYSZÍN ÉS KIVÁLASZTÁSI KRITÉRIUMOK	• A leghatékonyabb, ha a SUDS-sor elején alkalmazzák • Az elhelyezésnél figyelembe kell venni a meglévő adottságok, például a magánvízellátás és a nyílt csatornák közelségét • A különböző típusú vízáteresztő burkolatok építése és beépítési költségei eltérőek
TISZTÍTÁSI TELJESÍTMÉNY	Közepes vagy magas tisztítási teljesítmény
MÉRETEZÉS	• A tervezés jelentősen eltér a felhasznált anyag típusától és attól függően, hogy a helyszínen engedélyezik-e a beszivárogtatást. A burkolólapokba vezethető lefolyás mennyiségének növelése érdekében a burkolólapokat vízelvezető csővel és alatta elhelyezett sziklatárolóval is be lehet építeni • A hidraulikai tervezésnek a csapadék és a lefolyás közötti kapcsolaton alapuló tárolást kell biztosítania a viharesemények során • A vízáteresztő burkolat vízelvezető területe általában maga a burkolat területe, mivel az felfogja a közvetlenül rá hulló esőt, például egy parkoló vagy egy út esetében • A vízáteresztő burkolatokhoz vezető vízelvezető terület nem haladhatja meg a végleges burkolatfelület kétszeresét
ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	• Leggyakrabban utakon, felhajtókon, parkolóknak, járdákon, tenispályákon, játszótérekben és kis forgalmú utcai felületeken használják • Egyre gyakrabban használják városi területeken, ahol a fejlesztési területek túlnyomórészt szilárd burkolatúak, ahol a nem vízáteresztő burkolatokat vízáteresztő burkolatokkal lehet helyettesíteni a beszivárgás elősegítése érdekében
ELŐNYÖK	• A csapadékvíz forrásnál történő szabályozása és a csúcsvízhozam csökkentése • A vízminőség javítása azáltal, hogy a talaj alatti rétegekben történő áthaladás során megszűri a szennyező anyagokat • Ideiglenes tárolás biztosítása a csúcsterhelés szabályozásához • A vízáteresztő burkolat általában a lefolyáskezelés első szakaszát biztosítja, mivel közvetlenül a nem vízáteresztő vagy alacsony vízáteresztő képességű területekről származó lefolyást fogja fel. Mint ilyen, nincs szükség előkezelésre • A járművek és a gyalogosforgalom számára a megfelelő használat és a tartósság fenntartása • Nincs szükség külön terület elfoglalására, mivel a vízáteresztő burkolat egy vízhatlan felületet helyettesít



2. RÉSZ - MELLÉKLET

KORLÁTOK	- Ahol a talajvíz esetleges szennyezésével kapcsolatban aggodalom merül fel, ott vízzáró membránt kell építeni, és a kezelt csapadékvizet megfelelő vízelvezető rendszerbe kell vezetni - Nem ajánlott, ha a talaj áteresztőképessége alacsony és a talajvíz szintje magas (1 m-nél kisebb)
KOMBINÁCIÓS LEHETŐSÉGEK	Kombinálható egy szomszédos füvesített árokkal vagy beszivárogtató medencével
KARBANTARTÁS	A hatékony működéshez fontos a rendszeres ellenőrzés és karbantartás, különösen heves esőzések idején és után; a burkolat ellenőrzése a gyomnövényzet és az üledék felhalmozódása szempontjából; a sérült burkolólapok és az aljzatburkolat javítása. A rendszer évi egyszeri tisztítása az eltömődés megelőzése és az anyag porozításának előzetes kiszolgálása érdekében
KÖLTSÉGEK	A tökeköltségek jelentős eltéréseket mutatnak, ami tükrözi a különböző tervezési megközelítések és építőanyagok választékát. A vízáteresztő burkolatok életciklus-alapon kevesebbe kerülnek, mint a hagyományos burkolatok, mivel a csökkentett karbantartási költségek (1-5 €/m ² /év) meghaladják a megnövekedett tökeköltségeket. Ezek az árak jelentősen eltérnek (40-90 €/m ²), a tervezési megközelítéstől és az építőanyagoktól függően. Az újrahasznosított anyagok használata jelentősen csökkentheti a költségeket

TELJESÍTMÉNY

Csúcsáramlás csökkentése	Magas
Térfogatcsökkentés	Közepes
Lassú lefolyás	Magas
Lebegő szilárd anyagok visszatartása	Közepes
Vízminőség-kezelés	Közepes
Víztárolás	Közepes
Felszín alatti víz feltöltése	Közepes
Biodiverzitás	Alacsony
Kényelmi potenciál	Alacsony

Hivatkozások

Dierkes, C. Lucke, T. and Helmreich, B. (2015) General Technical Approvals for Decentralised Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) - The Current Situation in Germany. Sustainability 2015, 7: 3031-3051.

Rural Sustainable Drainage Systems (RSuDS) (2012) Environment Agency, UK.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291508/scho0612buwh-e-e.pdf

Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott T., Ashley, R. and Kellagher, R. (2015) The SuDS Manual. Department for Environment Food and Rural Affairs. CIRIA 2015.

https://www.susdrain.org/resources/SuDS_Manual.html



3. RÉSZ

Intelligens irányítási eszközök a körkörös városi vízhasználatotban

Tartalom

1. BEVEZETÉS	187
2. VÍZDÍJRENDSZER	188
2.1. VÍZ- ÉS SZENNYVÍZDÍJAK	189
2.2. SZABÁLYOZÁSI KÖRNYEZET ÉS FŐBB ÉRDEKELT FELEK	190
2.3. VÍZ- ÉS SZENNYVÍZDÍJSZABÁS KIALAKÍTÁSA	191
2.3.1. Fix díj	192
2.3.2. Egységes volumetrikus tarifa	193
2.3.3. Növekvő blokkdíj	193
2.3.4. Csökkenő blokkdíj	195
2.4. PÉLDA: EGY ÚJ TARIFA KIALAKÍTÁSA A BOLOGNAI BLUEAP-BAN	196
3. VÍZVÉDELMI PROGRAMOK	199
3.1. CHICAGO ÖNKÉNTES MÉRŐÓRA-MEGTAKARÍTÁSI PROGRAMJA	199
3.2. KÖZÖS TERVEZÉS A POLGÁROKKAL - START PARK, PRATO - OLASZORSZÁG	200
3.3. A FENNTARTHATÓ VÁROSI VÍZGAZDÁLKODÁS RÉSZVÉTELEN ALAPULÓ MODELLEZÉSI MEGKÖZELÍTÉSE , EBBSFLEET GARDEN CITY, UK	201
4. A VÍZKÖRFORGÁS NYOMON KÖVETÉSE	205
4.1. INTELLIGENS MEGKÖZELÍTÉS AZ ESŐVÍZGYŰJTÉS ELLENŐRZÉSÉRE	206
4.2. AZ ESŐVÍZGYŰJTŐ RENDSZEREK VÍZMINŐSÉGE	207
4.3. AZ INTELLIGENS VÍZMÉRŐK ADATAINAK HASZNOS INFORMÁCIÓVÁ ALAKÍTÁSA	208
4.4. A HÁZTARTÁSI VÍZFOGYASZTÁS ELŐREJELZÉSE INTELLIGENS MÉRŐÓRÁK LEOLVASÁSÁBÓL	210

Tartalom

5. ÖSZTÖNZŐK ÉS PÉNZÜGYI TÁMOGATÁS (ÚJRAHASZNOSÍTOTT VÍZPROJEKT ÉS VÍZGYŰJTŐ RENDSZEREK ÉPÍTÉSE)	212
5.1. ÉGHAJLATPOLITIKAI FINANSZÍROZÁS: PÉNZÜGYI ÉS GAZDASÁGI MEGFONTOLÁSOK	212
5.1.1. A vízügyi projektek éghajlati beruházásainak típusai	214
5.1.2. Multilaterális éghajlat-politikai finanszírozás vízügy számára	214
5.1.3. Vízügy nemzeti éghajlati finanszírozása	216
5.2. PÉNZÜGYI ESZKÖZÖK AZ ÖNKORMÁNYZATOK SZÁMÁRA	217
5.2.1. Adó- és illetékedvezmények	217
5.2.2. Támogatások	218
5.2.3. Részvételi költségvetések	219
5.3. GAZDASÁGI ÖSZTÖNZŐK A VÍZFOGYASZTÁS CSÖKKENTÉSÉRE: ESETTANULMÁNY SÃO PAULO VÁROSÁRÓL	220
6. OKTATÁSI PROGRAMOK	222
6.1. A FELSŐFOKÚ VÍZÜGYI OKTATÁS ÉS A VÍZÜGYI ÁGAZAT SZAKMAI KÉPESSÉGEINEK FEJLESZTÉSE	222
6.2. A VÍZÜGYI TECHNIKUSOK SZAKKÉPZÉSÉNEK ÉS TOVÁBBKÉPZÉSÉNEK KEZELÉSE	223
6.3. VÍZÜGYI OKTATÁS GYERMEKEK ÉS FIATALOK SZÁMÁRA	223
6.4. A VÍZZEL KAPCSOLATOS TUDATOSSÁG ELŐMOZDÍTÁSA INFORMÁLIS VÍZÜGYI OKTATÁS RÉVÉN	224
6.5. OKTATÁS A HATÁROKON ÁTNYÚLÓ VÍZÜGYI EGYÜTTMŰKÖDÉS ÉS IRÁNYÍTÁS ÉRDEKÉBEN	224
6.6. INTELLIGENS ESZKÖZÖK ÉS JÁTÉKOSÍTÁS	225
KÖVETKEZTETÉSEK	228



1. Bevezetés

A Városi Vízkör projekt célja a vízkészletekkel való körkörös gazdálkodás innovatív megközelítésének meghatározása és bevezetése. Ez a megközelítés, az intelligens vízgazdálkodás, az érdekelt felek aktív részvételét és elkötelezettségét kívánja elősegíteni, és a technológiai eszközöket jól hasznosítja.

Fontos kiemelni, hogy egy olyan probléma esetében, mint a körkörös vízgazdálkodás, ha az érdekelt felek nem működnek együtt aktívan, a körforgást nehéz vagy inkább lehetetlen előmozdítani. Az érdekelt felek tapasztalata, támogatása és együttműködése kulcsfontosságú. Sok szereplő vesz részt, és a jó eredmények eléréséhez szükséges, hogy mindenki elvégezze a saját feladatait. A multidiszciplináris megközelítés megvalósításához szükséges továbbá az érdekelt felek aktív bevonása a tervezésbe és az irányításba. A döntéshozatali folyamatoknak, szerepeknek és felelősségi köröknek átláthatónak és megosztottnak kell lenniük. Az érdekelt feleknek, beleértve a polgárokat is, szerepüknek megfelelően megfelelő elkötelezettséget és eszközöket kell kapniuk az aktív részvételhez.

Az intelligens vízügyi irányítás szerinti megközelítés akadályokba ütközhet a döntéshozók nem megfelelő szakértelme, a gyakran nem létező jogszabályi keret, a polgárok gyenge alulról felfelé irányuló ösztönzése, valamint a vállalatok és a lobbik érdekei kapcsán.

A műszaki berendezésekben való nyilvánvaló hasznosságukon túlmenően a technológiai eszközök javíthatják a tudást és a kommunikációt, növelhetik a polgárok tudatosságát valamint adatgyűjtési és -megosztási képességüket. Az intelligens ellenőrzési eszközök javíthatják a projekt végrehajtásának ellenőrzését is, és segíthetnek a folyamatok és eredmények átlátható megosztásában.

Bár az intelligens vízügyi irányítás nem határozható meg általános szabályok és beavatkozások összességeként, 5 olyan beavatkozási területet soroltunk fel, amelyek megfelelően alkalmazva az intelligens vízügyi irányítás elemeit képezhetik.

A szerzők minden egyes beavatkozási területre vonatkozóan meghatározzák azokat a jellemzőket, eszközöket, amelyeket figyelembe kell venni az adott helyszíni irányítási rendszer megtervezésekor.

Az egyes beavatkozási területek egy vagy több általános célkitűzésre vonatkoznak:

1. A szennyvíz újrahasznosítása és újrafelhasználása
2. A vízfelhasználás és -elosztás hatékonyságának növelése
3. A víztestek jó minőségének biztosítása
4. A víz minél hosszabb ideig történő visszatartása a helyszínen
5. A többszörös vízhasználat és a víz fenntarthatóságának előmozdítása
6. A víztestek áramlásának megőrzése

Az intelligens vízgazdálkodást beavatkozási kategóriái:

1. Vízdíjrendszer
2. Vízvédelmi programok
3. Az esővízgyűjtés és a szürkevíz nyomon követése: mennyiségi és minőségi szinten
4. Ösztönzők és pénzügyi támogatás (újrahasznosított víz projekt és vízgyűjtő rendszerek építése)
5. Oktatási programok

A következő fejezetekben az egyes kategóriák jelenlegi helyzetének általános áttekintése következik, beleértve az információforrásokat is. Az egyes kategóriák esetében a hangsúly a már alkalmazott vagy a jelenlegi állapot javítására alkalmas potenciális intelligens megközelítésen van, elsősorban az új technológiák és/vagy az érdekelt felek bevonásának előnyeit kihasználva.



2. Vízdíjszabási rendszer

(Fő forrás: Ricato Martina, Vízárak, sswm.info, 2019)

„2010. július 28-án az ENSZ Közgyűlése 64/292. számú határozatában kifejezetten elismerte a vízhez és a szennyvízelvezetéshez való emberi jogot, és elismerte, hogy a tiszta ivóvíz és a szennyvízelvezetés alapvető fontosságú valamennyi emberi jog megvalósításához. Az állásfoglalás felszólítja az államokat és a nemzetközi szervezeteket, hogy biztosítsanak pénzügyi forrásokat, segítsenek a kapacitásépítésben és a technológiaátadásban, hogy az országok, különösen a fejlődő országok számára biztonságos, tiszta, hozzáférhető és megfizethető ivóvizet és higiéniai biztosítsanak mindenki számára.

2002 novemberében a Gazdasági, Szociális és Kulturális Jogok Bizottsága elfogadta a vízhez való jogról szóló 15. általános megjegyzést. Az I. cikk (1) bekezdése kimondja, hogy „A vízhez való emberi jog nélkülözhetetlen az emberi méltóságban való élethez. Ez előfeltétele a többi emberi jog megvalósításának”. A 15. számú megjegyzés a vízhez való jogot úgy is meghatározta, hogy „mindenkinek joga van elegendő, biztonságos, elfogadható, fizikailag hozzáférhető és megfizethető vízhez személyes és háztartási célokra.”

Források: A/RES/64/292 határozat. ENSZ Közgyűlés, 2010. júliusi 15. sz. általános megjegyzés. Ávízhez való jog. ENSZ Gazdasági, Szociális és Kulturális Jogok Bizottsága, 2002. november

Ugyanakkor a víz kitermelése, szennyvízelvezetése és elosztása is költséges tevékenység.

A víz árképzésében szükség van e két szempont egyensúlyára.

A víz és a szennyvízelvezetés fenntartása és kiterjesztése érdekében fontos a víz igazságos és egyenlő díjszabása. Sok országban a fogyasztók nem fizetnek eleget a vízszolgáltatások fenntartásához. A vízdíjakból származó bevételek még a vízművek üzemeltetését és karbantartását sem fedezik, ami gátolja az infrastrukturális beruházásokat.

A víz- és szennyvízdíjak határozzák meg a szolgáltatók által a felhasználóktól az édesvíz megfelelő kezeléséért, tisztításáért és elosztásáért, valamint a szennyvíz begyűjtéséért, kezeléséért és elvezetéséért kapott bevételek mértékét.

A vízdíjszabás fontos gazdasági eszköz a vízfelhasználás hatékonyságának javítására, a társadalmi igazságosság fokozására, valamint a vízművek és a vízszolgáltatók pénzügyi fenntarthatóságának biztosítására.

Előnyök

- Ösztönzőket biztosít a hatékony vízhasználat és a vízminőség védelme érdekében
- A díjszámlák jelzést biztosítanak a felhasználóknak, hogy tudatosítsák bennük a vízhasználat és a vízhiány közötti összefüggést
- A víz díjszabása olyan forrásokat biztosít, amelyeket a szükséges infrastruktúra-fejlesztésre és a lakóházak építésére lehet felhasználni
- A vízdíjszabás középtávon elősegítheti, hogy a vízszolgáltatást minden polgár számára megfizethető áron biztosítsák

Kritikus tényezők

- A vízdíjszabás és a tarifa kialakításának céljait illetően nézeteltérések vannak
- A tarifák megállapítása politikai folyamat, amely meglehetősen ellentmondásos
- Nem könnyű átlátható díjszabási folyamatot elérni



3. RÉSZ

- A díjszabás kialakítása összetett folyamat, amely nagy mennyiségű adatot igényel ahhoz, hogy tudományos alapokon nyugodjon
- „Tudományosan optimális tarifa” nem létezik, és a tarifák megállapítása mindig bizonyos fokú szubjektivitással jár
- A fogyasztók számára nehezen érthetőek a vízdíjak

2.1. Víz- és szennyvízdíjak

A vízdíj a közüzemi szolgáltatók által szolgáltatott víz ára, általában mind a frissvíz-ellátás, mind a szennyvízkezelés esetében. A kifejezést gyakran alkalmazzák a szennyvízdíjakra is. A víz- és szennyvízdíjak határozzák meg a szolgáltatás feltételeit és a különböző kategóriákba és osztályokba tartozó vízhasználók havi számláit. A díjakat gyakran szabályozó ügynökségek határozzák meg az édesvíz megfelelő gyűjtésére, tisztítására és elosztására, valamint a szennyvíz összegyűjtésére, kezelésére és elvezetésére.

A szennyvízdíjak lehetnek a vízdíjak rögzített százalékos aránya, vagy külön-külön is megállapíthatók. A vízügyi térképek gyakran tartalmazzák a szegénység kezelésére szolgáló elemeket. A hálózathoz való csatlakozási díjakat vagy a szivattyúk telepítési költségeit általában külön számítják fel (Cardone és Fonseca 2004).

A díjszabási gyakorlatok világszerte igen eltérőek, és nincs konszenzus arról, hogy melyik díjszabási struktúra teremti meg a legjobb egyensúlyt a közműszolgáltató, a fogyasztók és a társadalom céljai között (Whittington 2002).

Miért kell a vízre tarifát kivetni?

(Fő forrás Rogers et al. 2001)

Gyakran előfordul, hogy a fogyasztók a víz- és szennyvízelvezetési szolgáltatásokért kevesebbet fizetnek, mint amennyibe maga a szolgáltatás kerül. Az emberek nincsenek tisztában a vízellátás és a szennyvízelvezetés valós költségeivel, mivel ezeket a szolgáltatásokat a kormányok történelmileg nagymértékben támogatták. Ennek oka, hogy a víz a szociális javak közé tartozik, és olcsó és bőséges erőforrásnak tekintették. A népességnövekedés és a vízszolgáltatásokhoz való hozzáférést igénylő, sokkal nagyobb közösségek miatt azonban a világ számos régiójában drámaian csökken az édesvízkészlet.

A vízdíjak olyan gazdasági eszközök, amelyek hozzájárulhatnak mind a víz- és szennyvízszolgáltatás megfizethető áron történő biztosításához, mind pedig a vízkészletek megőrzéséhez. A megfelelő vízdíjak ösztönzik a fenntartható víz- és csatornaszolgáltatások javítását és a vízkészletek hatékonyabb felhasználását:

- A tarifák bevételt generálhatnak bizonyos költségek (pl. üzemeltetési és karbantartási költségek) fedezésére
- A tarifák forrásokat teremthetnek a szükséges infrastruktúra fejlesztéséhez és bővítéséhez, valamint a szennyvízkezeléshez, ezáltal biztosítva a vízminőség védelmét.
- A díjak megfelelő árjelzéseket küldhetnek a felhasználóknak a vízhasználat és a vízhiány közötti kapcsolatról
- A vízdíj megfizetése arra ösztönözheti az embereket, hogy csökkentsék a víz pazarlását
- Az alacsony jövedelmű csoportok számára nyújtott díjtámogatás biztosítja, hogy a szegény háztartások is elegendő és megfizethető vízszolgáltatáshoz jussanak.

Ha a vízszolgáltatást nem más ágazatok adóbevételeiből finanszírozzák, megfelelő vízdíjakra van szükség a jól működő víz- és szennyvízrendszerek biztosításához. A felhasználók és más forrásokból származó költségtérítés alacsony szintje miatt a szolgáltatás hatékony és eredményes működéséhez és irányításához nem elegendő a bevétel. Ez azt jelenti, hogy az ágazatba való beruházási képesség -



3. RÉSZ

akár humán, akár tőkebefektetések révén - gyenge. Ennek eredményeképpen rossz szolgáltatás következik be, ami a felhasználók elégedetlenségéhez vezet, így csökken a fizetési hajlandóság, ami a már amúgy is gyenge költségtérítési szinteken felül tovább súlyosbítja a rendszert (Cardone és Fonseca 2004).

Vízdíjak - egy vitatott téma

(Fő forrás Cardone & Fonseca 2004)

A víz árazása igen ellentmondásos téma, és sokan nem értenek egyet a „helyes” módszerrel kapcsolatban.

A vízdíjak hatékony irányítási eszközként szolgálnak a víz- és szennyvízágazat különböző céljainak eléréséhez. A tarifák megállapítása azonban politikai folyamat, amely meglehetősen ellentmondásos. Az alacsony tarifákat gyakran inkább politikai célokból, mintsem a gazdasági fenntarthatóság érdekében határozzák meg. Az ingyen víz tekinthető kampányígéretnek, politikai haszonszerzés céljából, másrészt pedig a szegényeknek szociális céllal nyújtott alapszolgáltatásnak.

A tarifaszervezetek gyakran összetettek és nehezen érthetők a fogyasztók számára. Az emberek általában nincsenek tisztában a víz- és csatornaszolgáltatás költségeivel, ezért nehéz megítélniük, hogy mi a „méltányos” vagy megfelelő ár. Ezenkívül figyelembe kell venni, hogy a közüzemi vízhálózathoz való hozzáféréssel nem rendelkező szegények már most is jövedelmük nagy részét fizetik meg vagy a vízárusoktól a rossz minőségű vízért fizetett túlzott díjak formájában, vagy a termelékenységük elvesztése miatt, mivel a távoli forrásokból való vízgyűjtésre fordított idő - főként a nők esetében - sok időt vesz el. Sok szegény hajlandó és képes lenne fizetni a megfelelő, alacsony költségű szolgáltatásokért, ha azok kényelmesnek és megbízhatónak bizonyulnának. A vizet mindenkinek mindenképpen garantálni kell, mint az emberiség alapvető jogát.

A vízdíjszabás és a tarifa kialakításának céljait illetően nézeteltérések vannak. A tarifa kialakításának gyakorlat ellentétes módon befolyásolja a különböző érdekelt felek céljait: a fogyasztóknak megfizethető és egyenlő vízszolgáltatásokra van szükségük, míg a közműszolgáltatóknak stabil bevételekre van szükségük a költségmegtérülés és a gazdasági hatékonyság érdekében. A tarifaszervezet önmagában nem fedhet le minden igényt.

Gyakran hiányoznak az empirikus adatok arról, hogy a különböző díjszabási struktúrák alkalmazása hogyan befolyásolja a különböző fogyasztói osztályok vízhasználatát, és hogy az árváltozások befolyásolnák-e a fogyasztóknak a vízellátó rendszerhez való csatlakozásra (vagy a csatlakozás fenntartására) vonatkozó döntését.

A különböző vízdíjszabási struktúrákra vonatkozóan nincsenek piaci tesztek. A fogyasztókat általában nem vonják be a tarifaszervezetek kialakításába és meghatározásába, és nem tudják elutasítani a nem megfelelő tarifaszervezeteket, mivel azokat jellemzően a szabályozó ügynökség határozza meg (WHITTINGTON 2006).

2.2. Szabályozási környezet és főbb érdekelt felek

(Fő forrás LE BLANC 2008)

A víz- és szennyvízdíjakat meg kell állapítani, és időről időre felül kell vizsgálni és ki kell igazítani. A folyamat gyakran összetett, és az alább említett érdekelt felek egy részét vagy mindegyikét magában foglalhatja. Külső tanácsadó cégek, hitelintézetek és politikai vezetők is bevonhatók. A tarifa meghatározható a nemzeti jogszabályokban foglalt képlet alapján (pl. Ukrajna), amelyet egy nemzeti szabályozó szerv is kezelhet és szabályozhat (pl. Kolumbia).



3. RÉSZ

Nemzeti szinten általában a következő szervezetek szólnak bele annak a környezetnek a meghatározásába, amelyben a víz- és szennyvízgazdálkodás folyik:

- Az állam (vízügyi és csatornázási minisztériumok, szociális programokért felelős minisztériumok a támogatási szempontok tekintetében),
- A szabályozó ügynökség,
- Önkormányzatok, amelyek jellemzően az alapvető szolgáltatások nyújtásáért felelősek saját joghatóságuk területén, és helyi közműszolgáltatók tulajdonosai lehetnek.
- Vízművek (állami vagy magán);
- Alternatív szolgáltatók (közösségek, magánszektorbeli szervezetek);
- Fogyasztók (háztartások, mezőgazdasági, kereskedelmi és ipari fogyasztók), közvetlenül vagy pl. közösségi képviselőkön keresztül.

2.3. Víz- és szennyvízdíjszabás kialakítása

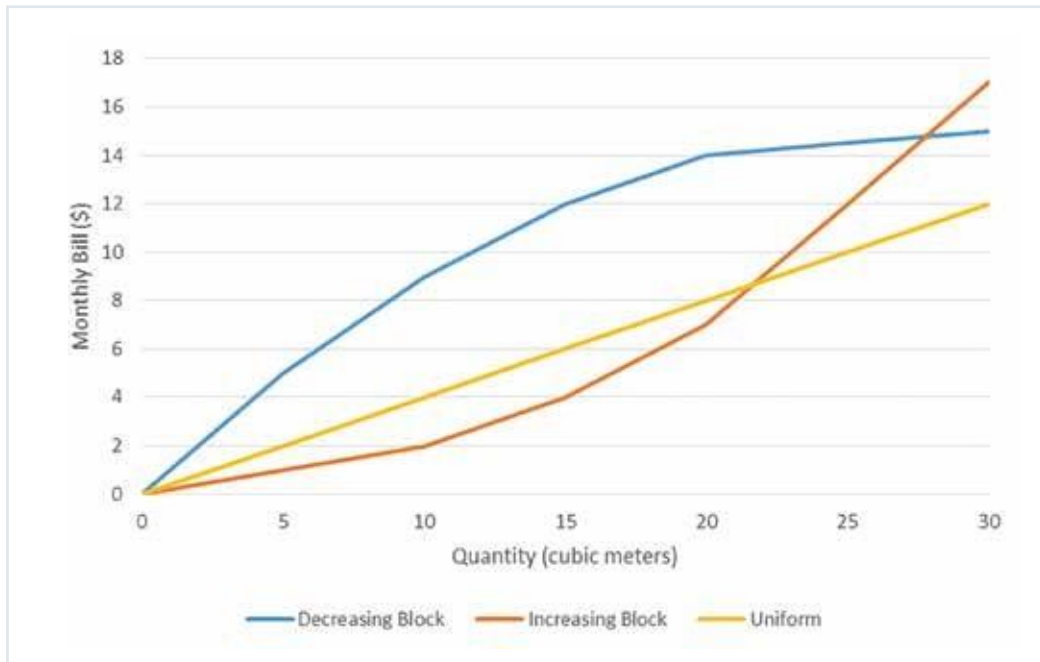
(Főbb források: Whittington 2003, 2006; Cardone & Fonseca 2003, 2004)

A víz- és szennyvízdíjakat általában egyrészes díjszabásként vagy két díjszabási struktúra kombinációjaként alakítják ki. A díjakat az elfogyasztott vízmennyiségtől függően vagy attól függetlenül lehet megállapítani. Az első esetben vízmérésre van szükség. Az alábbiakban röviden áttekintjük a vízszolgáltatók által általában elfogadott víz- és szennyvízdíjakat:

- Fix díj: a havi vízszámla független a fogyasztott mennyiségtől.
- Egységes volumetrikus díj: a vízfogyasztással arányos volumetrikus díj (mérés szükséges). Minden egység (köbméter) ára azonos, függetlenül a teljes fogyasztástól.
- Emelkedő blokkdíj: fokozatosan emelkedő volumetrikus díj (mérés szükséges). Ennél a díjszabásnál az egységszám a vízfelhasználási blokkok egy meghatározott tartományában állandó, majd a fogyasztás növekedésével növekszik.
- Csökkenő blokkdíj: a növekvő blokkdíj ellentéte: az egységnyi vízdíj a kezdeti (alacsonyabb) fogyasztási blokk esetében magas, és a fogyasztás mennyiségének növekedésével csökken.
- Kétrészes díjszabás: van egy fix díjkomponens és egy változó díj, amely a felhasznált vízmennyiségtől függ (pl. növekvő blokk vagy egységes díjszabás). A Világbank által széles körben támogatott, két részből álló tarifák célja a költségek megtérülése és a gazdasági hatékonyság elérése. A fix rész általában a termelés és az adminisztráció fix költségeinek felel meg, az arányos rész pedig a határköltséghez igazítható.



3. RÉSZ



Havi vízszámla a felhasznált vízmennyiséghez viszonyítva a kiválasztott díjszabási struktúrák esetében. Az ábra azt mutatja, hogy a fogyasztó havi vízszámlája hogyan változik a felhasznált vízmennyiség növekedésével a kiválasztott díjszabási struktúrák esetében. Forrás: A Whittington 2006.

A vízdíjakat különböző szinteken lehet alkalmazni: azokat vagy a szolgáltató, vagy a nemzeti (vagy helyi) kormányok állapíthatják meg. A tarifák fogyasztói kategóriákba és osztályokba sorolhatók, és a különböző igényeket kielégítő politikai keretben alakíthatók ki.

A politikai döntéshozóknak el kell dönteniük, hogy mely célok élveznek legnagyobb prioritást, és ahol lehetséges, többféle eszközt kell alkalmazniuk döntéseik meghozatalához.

A helyi közösségek bevonása a díjszabási folyamatba fontos a valós helyi igények, a jó minőségű szolgáltatás nyújtásának költségei és a felmerülő költségek megtérülésének legjobb módjainak meghatározása érdekében.

2.3.1. Fix díj

A fix vízdíjjal a fogyasztó havi vízszámlát fizet, amely a fogyasztott mennyiségtől függetlenül azonos. Vízmérő rendszer hiányában a fix vízdíj az egyetlen lehetséges tarifaszervezet.

A fix vízdíjakat általában olyan országokban alkalmazzák, ahol a víz történelmileg bőséges volt, és ezért nem volt szükség mérőórákra ahhoz, hogy az embereket a vízfogyasztás csökkentésére ösztönözzék. A rögzített díjakat még mindig széles körben alkalmazzák az iparosodott országokban, például Kanadában, Norvégiában és az Egyesült Királyságban (és egészen a közelmúltig New Yorkban). A gyakori vízhiány ellenére India számos kis és közepes méretű városában is találunk fix díjat, ahol még mindig ez a legelterjedtebb módja a havi vízszámla kiszámításának.

Maga a fix díj a fogyasztók jellemzőitől függően háztartásonként vagy fogyasztói osztályonként eltérő lehet. A rögzített díj megállapításának paraméterei például a magasabb jövedelem és/vagy a nagyobb fizetési képesség. Az értékes lakóingatlanokra hagyományosan magasabb fix díjakat állapítottak meg, abból a feltételezésből kiindulva, hogy a magasabb jövedelemmel rendelkezők általában több vizet használnak és/vagy nagyobb mértékben képesek megfizetni az általuk használt vízdíjat. Ugyanebből az okból kifolyólag a kereskedelmi egységek számára a háztartásoktól eltérő átalánydíjat szoktak megállapítani.



3. RÉSZ

A fix díj megállapításának másik gyakori paramétere a fogyasztó által az elosztórendszerhez való csatlakozáshoz használt cső átmérője. A háztartásoknak, amelyek általában kisebb csövet igényelnek, mint a nagyobb vállalatok (pl. vállalkozások, kórházak), általában alacsonyabb fix díjat állapítanak meg.

A fix vízdíj bizonyos előnyökkel jár, amelyek az egyszerűségéből és abból a tényből erednek, hogy mérési rendszer nélkül alkalmazható, amely bevezetése költséges. Másrészt a fogyasztókat nem ösztönzi a vízhasználatból való takarékoskodásra a rögzített tarifa, mivel a több víz felhasználása nem növeli a vízszámlát. Ezenkívül a víz egy részét az utcai árusok magas áron adhatják el a csapokhoz vagy csatlakozókhoz nem férő háztartásoknak. A költségmegtérülés szempontjából „egy fix díj, amely egy adott időpontban elegendő bevételt biztosít, a gazdaság és a jövedelmek növekedésével, valamint a vízfelhasználás növekedésével egyre kevésbé lesz megfelelő. A vízszolgáltatók vonakodnak a lefedettség kiterjesztésétől, mivel a több ügyfél több pénzügyi veszteséget jelenthet. A fix díjas tarifák ezért különösen hajlamosak arra, hogy a közösségeket alacsony szintű egyensúlyi csapdába zárják, amely kevés ügyfélből, alacsony bevételekből és gyenge szolgáltatásból áll”.

2.3.2. Egységes volumetrikus tarifa

Az egységes volumetrikus díj vagy állandó volumetrikus tarifa esetében minden vízegység ára a felhasználástól függetlenül azonos, és a fogyasztók a vízfogyasztásukkal arányosan fizetnek. Ennél a díjtípusnál minden fogyasztó (háztartási, ipari és kereskedelmi) ugyanazt az egységszámot fizeti, és a vízszámla közvetlenül a felhasznált vízmennyiségnek felel meg. Az egységes volumetrikus díj megállapításának előfeltétele, hogy a fogyasztóknak mérőórával ellátott csatlakozása legyen a vízhálózathoz. Az állandó volumetrikus tarifa kialakítható egyetlen tarifaként vagy két részből álló, fix díjjal kombinált tarifaként. Ez a díjtípus a legelterjedtebb vízdíj az OECD-országokban, és az egész világon nagyon elterjedt. A volumetrikus árrendszerek több előnnyel járnak: először is a fogyasztók számára könnyen érthető - mivel a legtöbb más árucikket így árazzák -, továbbá egyértelmű jelzést ad a fogyasztóknak a több vízzel való ellátásuk költségéről. A díjszabás továbbá magában foglalja a víztakarékoskodikás koncepcióját, mivel a vízszámla a fogyasztással együtt nő.

Az egységes volumetrikus díj mindenütt alkalmazható, ahol vízszolgáltatás és/vagy szennyvízgyűjtés történik, és ahol mérési rendszer működik. Az egységes díjszabást a szolgáltatók, illetve a nemzeti vagy helyi önkormányzatok állapíthatják meg. A helyi közösségek bevonása a díjszabási folyamatba fontos a valós helyi igények, a jó minőségű szolgáltatás nyújtásának költségei és a felmerülő költségek megtérülésének legjobb módjainak meghatározása érdekében.

2.3.3. Emelkedő blokkdíjak

A víz- és szennyvízdíjak határozzák meg azt a bevételi szintet, amelyet a szolgáltatók a központosított vagy félközpontosított rendszerek felhasználóitól kapnak az édesvíz megfelelő gyűjtéséért, tisztításáért és elosztásáért, valamint a szennyvíz későbbi gyűjtéséért, kezeléséért és elvezetéséért. A vízdíjszabás fontos gazdasági eszköz a vízfelhasználás hatékonyságának javítására, a társadalmi igazságosság fokozására, valamint a vízművek és a vízszolgáltatók pénzügyi fenntarthatóságának biztosítására. A díjmegállapítási gyakorlatok világszerte igen eltérőek. A következőkben az emelkedő blokkdíjat, mint a számos országban általánosan alkalmazott, fokozatosan emelkedő volumetrikus díjtípust mutatjuk be.

Előnyök



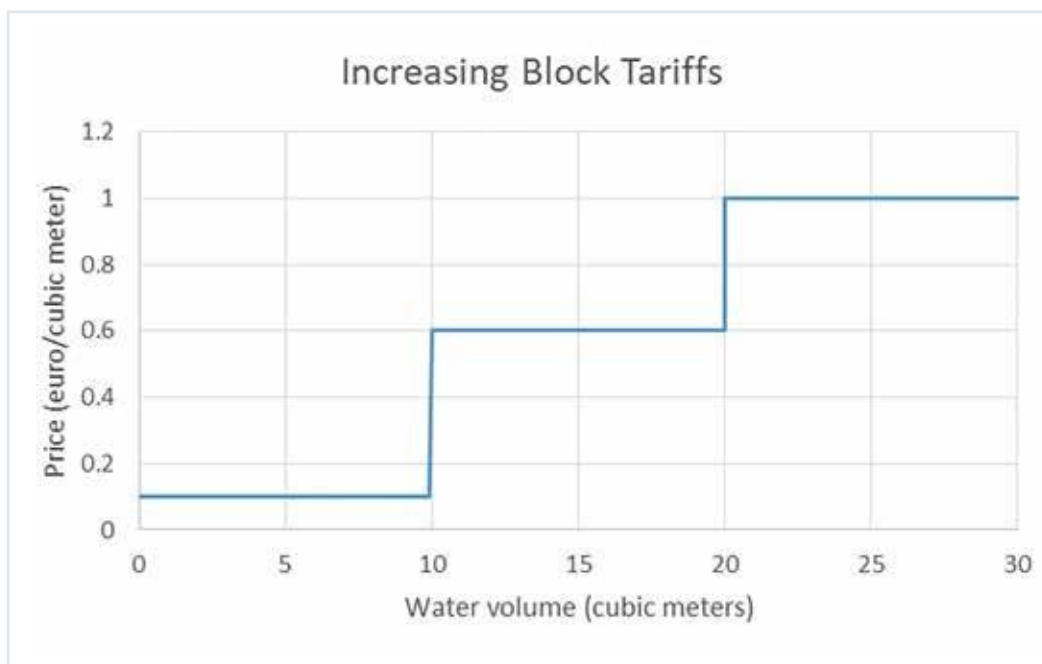
3. RÉSZ

- Biztosítja a költségmegtérülést a blokkok jól megtervezett mérete és magassága révén
- A hálózatra csatlakozó szegény háztartások megfizethető áron jutnak vízhez
- Elősegíti a víztakarékosságot

Hátrányok

- A tarifatervezés összetett
- Nehéz megvalósítani, különösen, ha nincs mérési rendszer
- Büntetik a nagy háztartásokkal és/vagy közös kapcsolatokkal rendelkező szegény családokat

Emelkedő blokkdíjak esetén az egységnyi vízdíj a fogyasztás mennyiségének növekedésével párhuzamosan nő. A fogyasztók az első fogyasztási blokkig alacsony árat fizetnek, a második blokk határáig pedig magasabb árat, és így tovább a legmagasabb fogyasztási blokkig. A legmagasabb blokkban a fogyasztók annyi vizet használhatnak, amennyit csak akarnak, de minden egyes további felhasznált vízegység után a legmagasabb árat fizetik a díjszabási struktúrákban. A vízszolgáltatások díjai közül messze az emelkedő blokkdíjak a legelterjedtebbek. Olyan országokban használják, ahol a víz történelmileg kevés volt, például Spanyolországban és a Közel-Keleten, és széles körben elterjedt a fejlődő országokban.



Az ábra egy példát mutat arra, hogy hogyan változik a víz fogyasztói ára a felhasznált víz mennyiségének növekedésével emelkedő blokkdíj esetén. Forrás: WHITTINGTON (2006) alapján adaptálva

Emelkedő blokkszerkezet kialakításához a szabályozónak a vízfelhasználás minden egyes kategóriájára vonatkozóan döntenie kell:

- A blokkok száma.
- Az egyes blokkokhoz kapcsolódó vízfelhasználás mennyisége.
- Az e blokkokon belül a vízhasználatért felszámítandó árak.

A vízhasználati blokkok kialakítása általában a lakosság fogyasztási szokásain és az egy főre jutó vízfogyasztáson alapul.



3. RÉSZ

Az ideális progresszív tarifaszervezet három blokkot tartalmazna:

- Egy „szociális” blokk az alapvető minimális fogyasztásnak megfelelő vízmennyiséggel (pl. havi 4-5 m³ háztartásonként (5 fő), ami megfelel a minimálisan szükséges vízmennyiségnek)
- A határkötség alapján meghatározott átlagos fogyasztásnak megfelelő „normál” blokk (pl. havi 5-12 vagy 15 m³ egy 5 fős átlagos család esetében)
- A havi 12 vagy 15 m³ feletti „magas” blokk, amely ára a szolgáltatás teljes költségének finanszírozását fedezi

Az első blokk, más néven „mentőöv blokk” díja általában a tényleges költség alatt van meghatározva. A cél az, hogy a szegények számára olcsó vizet biztosítsanak, miközben a legmagasabb árakat a gazdagabb fogyasztóknak és vállalatoknak számítják fel - akik köztudottan több vizet használnak és nagyobb fizetőképességgel rendelkeznek. Azáltal, hogy a magas fogyasztásért magasabb árat számítanak fel, a növekvő blokkdíjak célja az is, hogy csökkentsék a túlzott vízhasználatot. A blokkdíjak emelése kétrészes tarifaként is kialakítható. Ebben az esetben a fogyasztáson alapuló változó tarifa mellett egy havi fix díjat is felszámítanak minden fogyasztónak.

A valóságban a blokkdíjak gyakran összetettebbek, és a tervezési folyamat nem mindig átlátható.

A mentőöv blokk kialakítása kényes kérdés, mivel jelentős társadalmi következményekkel jár. A szabályozó hatóságok politikai nyomás miatt vonakodhatnak a kezdeti blokk méretének korlátozásától.

Bizonyos esetekben az emelkedő blokkok díjának nem szándékolt hatásai lehetnek a szegényekre. Elméletileg az alacsony jövedelmű, saját fogyasztásmérővel rendelkező háztartások részesülnek a támogatott tarifából, de ez nem mindig van így, ha a szegény háztartások egyetlen csatlakozón osztoznak - ahogyan ez például Indiában nagyon gyakori -, ami a fogyasztást és a tarifákat magasabbra emeli, aminek következtében a szegény háztartások végül többet fizetnek, mint a tehetősebb felhasználók.

Az emelkedő blokk díjai mindenütt alkalmazhatók, ahol vízellátás és/vagy szennyvízgyűjtés folyik. Szükség van azonban egy mérőrendszerre. A blokkdíjakat a szolgáltatók, illetve a nemzeti vagy helyi önkormányzatok állapíthatják meg. A helyi közösségek bevonása a díjszabási folyamatba fontos a valós helyi igények, a jó minőségű szolgáltatás nyújtásának költségei és a felmerülő költségek megtérülésének legjobb módjainak meghatározása érdekében.

2.3.4. Csökkenő blokkdíjak

Csökkenő blokkdíjak esetén az egységnyi vízdíj a kezdeti (alacsonyabb) fogyasztási blokk esetében magas, és a fogyasztás mennyiségének növekedésével csökken.

Ezt a fajta tarifaszervezetet azért alakították ki, mert "mikor a nyersvízkészletek bőségesek, a nagy ipari fogyasztók gyakran alacsonyabb átlagköltséget jelentenek, mivel lehetővé teszik a közműszolgáltató számára, hogy méretgazdaságossági előnyöket érjen el a vízforrás-fejlesztés, a szállítás és a kezelés terén. Az ipari felhasználók is jellemzően a nagyobb törzshálózatokról veszik az ellátást, így nem igénylik a szomszédos elosztóhálózatok bővítését."

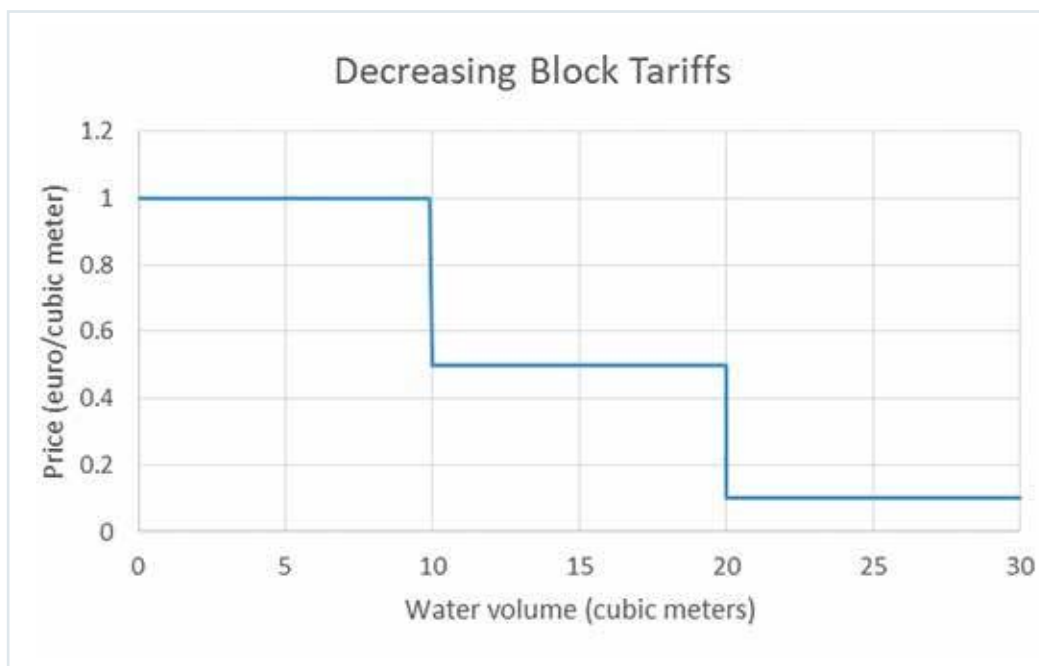
A jól megtervezett, csökkenő blokktarifák lehetővé teszik a közműszolgáltatók számára a költségek megtérülését. Ugyanakkor büntetik az alacsony fogyasztású fogyasztókat, és visszatartó erőt jelentenek a vízpazarlás csökkentése terén. Az ilyen típusú díjszabásokról való lemondás tendenciája alapvetően azért figyelhető meg, mert a vízvédelem számos kormány politikai napirendjén helyet kapott, és a vízellátás határkölségei ma már sok országban viszonylag magasak, így a csökkenő blokkdíjak nem jövedelmezőbbek a közműszolgáltatók számára. Az USA és Kanada egyes közösségeiben még mindig alkalmaznak csökkenő blokkos árrendszert, bár az utóbbi években egyre gyakrabban alkalmaznak más volumetrikus tarifákat (pl. egységes ár és növekvő blokk).



3. RÉSZ

A csökkenő blokkszerkezet kialakításához a szabályozónak a vízhasználat minden egyes kategóriájára vonatkozóan döntenie kell:

- A blokkok száma.
- Az egyes blokkokhoz kapcsolódó vízfelhasználás mennyisége.
- Az e blokkokon belül a vízhasználatért felszámítandó árak.



Az ábra példát mutat be arra, hogy hogyan változik a víz fogyasztói ára ha a felhasznált víz mennyisége növekszik a csökkenő blokkdíj esetén. Forrás: Whittington (2006) alapján adaptálva

A csökkenő blokkdíj mindenütt alkalmazható, ahol vízellátás és/vagy szennyvízgyűjtés folyik. Mérőrendszerre van szükség. A blokkdíjakat a szolgáltató, illetve a nemzeti vagy helyi önkormányzat állapíthatja meg. Ez a fajta díjszabás azonban sem társadalmi, sem ökológiai szempontból nem tekinthető fenntarthatónak, mivel azok fizetik a legmagasabb egységárat, akik a legkevesebbet fogyasztják (általában a szegények). Ráadásul ez a tarifa a kevesebb helyett több víz fogyasztására ösztönöz, ami a korlátozott vízkészleteket nyomás alá helyezheti.

2.4. Példa: Egy új tarifa tervezése Bolognában BLUEAP



(Fő forrás <http://www.blueap.eu/>)

A bolognai (Olaszország) BLUEAP alkalmazkodási terv egyik intézkedése arra irányul, hogy 2025-re tovább csökkentse az egy főre jutó háztartási vízfelhasználást, 130 l/napra. A korábbi cél 2016-ra 150 l/nap volt.

A cél eléréséhez át kell alakítani a vízdíjat, hogy a 130 liter feletti napi fogyasztást a víz árának emelésével visszaszorítsák. A díjszabás nem növelheti azoknak a polgároknak a költségeit, akik már most is kevesebbet fogyasztanak napi 130 l-nél.



3. RÉSZ

Az új díjszabás kialakítása az új díjszabás miatti magatartásváltozás hatásairól szóló előzetes tanulmányokat és szimulációkat követi. A tervezést több érdekelt fél, például a regionális vízszolgáltatási ügynökség, a helyi vízszolgáltató vállalat, valamint a társadalmi és környezetvédelmi egyesületek bevonásával végzik el.

E döntés negatív társadalmi hatásának megelőzése érdekében az új díjszabások kialakításával együtt figyelemfelkeltő kampányt is indítanak. A polgárokat be kell vonni és tájékoztatni kell a víztakarékosság fontosságáról víztakarékos eszközök telepítésével és a viselkedés megváltoztatásával. A polgároknak tudomásul kell venniük, hogy az új díjszabás a fenntartható magatartást díjazza, és hogy a vízfogyasztás csökkentése gazdasági megtakarítással is járhat.

Áttekintő táblázat: Vízdíjrendszer az intelligens irányítás keretében

Általános célkitűzés

- A vízfelhasználás és -elosztás hatékonyságának növelése
- A többszörös vízhasználat és a víz fenntarthatóságának előmozdítása

Konkrét célok

- Az édesvízfogyasztás csökkentése (a vízértékesítés mértékének növelésével)
- Az újrahasznosított víz használatának elősegítése és ösztönzése (a visszanyert víz árának csökkentésével)
- A víztakarékosság előmozdítása
- Megfelelő vízellátás biztosítása tisztességes áron, hogy mindenki számára garantált legyen a szabványos vízhasználat
- Törekvés a társadalmi elfogadottságra, ne csökkentse az életminőséget

Standard megközelítés nehézségei

- Nincs vízmérő minden lakáshoz
- Egyes felhasználók számára népszerűtlen politika
- A díjszabás megállapítása ellentmondásos politikai folyamat
- A díjszabás kialakítása összetett folyamat, amely nagy mennyiségű adatot igényel, ezért nehéz az árakat rögzíteni
- A vízfogyasztás csökkentése ellentétes a vízszolgáltatók gazdasági érdekeivel:
 - a víz- és szennyvízkozművek a fix költségek nagy részét képezik
 - a víztakarékosság miatt csökken az értékesítési volumen, csökken a bevétel, a költségek változatlanok maradnak

Intelligens irányítási megközelítések

- A bevételeknek a beruházásokat, a működést és a karbantartást kell fedezniük
- A víznek mindenki számára megfizethetőnek kell lennie
- A tarifák kialakítása mint közös döntés
- Az intelligens tarifáknak minden ember számára alacsony áron kell garantálniuk az alapvető vízszükségletet, a túlzott vízfogyasztás visszaszorítása
- A szürkevíz újrafelhasználását és az esővíz összegyűjtését ösztönző tarifák
- A vízhasználattal kapcsolatos tudatosságot támogató eszközök
- Új tarifák bevezetés előtti tesztelése és a hatások nyomon követése



3. RÉSZ

Áttekintő táblázat: Vízdíjrendszer az intelligens irányítás keretében

Polgári szerepvállalás és kommunikációs stratégiák

A vízdíjak kiválasztásába be kell vonni az érdekelt feleket, különösen a polgárokat a döntéshozatali folyamatba. A polgárok körében felmérést lehetne végezni annak érdekében, hogy a tarifákat az eredményeknek megfelelően lehessen kialakítani.

A polgárok egy mintacsoportját be lehetne vonni a víz intelligens felhasználásának tesztelésébe, hogy értékelni lehessen az alternatív vízdíjakhoz kapcsolódó víztakarékosság előnyeit.

A tesztnek bizonyítania kell a vízdíjak változásának lehetséges társadalmi elfogadottságát, és növelnie kell a városlakók víztakarékossági tudatosságát.

A vízdíjak megváltoztatása nagyon kényes téma, amely a polgárok egy részének rosszallását válthatja ki. Ezt az intézkedést a megvalósítás előtt nagyon gondosan kommunikálni kell, hogy megelőzzük az elkedvetlenedést azáltal, hogy megértetjük a polgárokkal az intézkedés céljait és előnyeit az egyes felhasználók és a közösség számára.

A legfontosabb üzenetek a következők:

- Az intézkedés célja a tiszta víz pazarlásának csökkentése
- A víztakarékosság nem befolyásolja az életminőséget
- A vízkészletekkel való takarékoskodás fontos hatással van a környezetre
- Végül a választott díjszabástól függően a víz ára nem emelkedik, sőt csökken az együttműködő polgárok számára

Mindezen kulcsfontosságú üzeneteket valós és átlátható adatokkal kell kommunikálni.

A megoldások tesztelésére - a megvalósítás előtt - jelentőségteljes kísérleti esetek hajthatók végre. Az eset sikere a legjobb módja annak, hogy a javasolt megoldások előnyét kommunikáljuk. Ezen túlmenően a polgárok jobban bíznak a megoldás tényleges hatásaiban és átláthatóbbnak találják azt, ha azt más polgárok tesztelik, mint a felülről lefelé irányuló tájékoztatást.

Források és további példák

Ricato Martina, Water Pricing, sswm.info, 2019

Cardone, R. Fonseca, C. (2003): Financing and Cost Recovery. Delft (The Netherlands): IRC (International Water and Sanitation Centre). Thematic Overview Paper 7

Whittington, D. (2002): Tariffs and Subsidies in South Asia: Understanding the Basics. Washington, D.C.: Water and Sanitation Program; World Bank Institute

Blanc, D. le (2008): A Framework for Analyzing Tariffs and Subsidies in Water Provision to Urban Households. New York: DESA Working Paper n°6

Rogers, P.; Silva, R. de ; Bathia, R. (2001): Water is an Economic Good: How to use Prices to Promote Equity, Efficiency, and Sustainability. In: Water Policy : Volume 4 , 1-17.

Water Tariffs in Cyprus, Theodoros Zachariadis (Cyprus University of Technology)

<https://www.wbl.com.cy/en/page/water-rates>

<https://lwb.org.cy/en/charges-and-fees.html>

<http://www.blueap.eu/>



3. Vízvédelmi programok

A vízvédelmi programok célja a vízkészletek kiaknázásának csökkentése. Ezek jelentősen eltérhetnek az általuk követendő konkrét célok szerint.

A vízvédelmi programok vonatkozhatnak az egész társadalomra, beleértve a magánszemélyeket, az ipart, a mezőgazdaságot és az összes vízfogyasztó ágazatot, vagy a vízfogyasztók egy bizonyos kategóriájára összpontosíthatnak.

A víztakarékossági programok intézkedései a céltól függően szintén nagyon különbözőek lehetnek: oktatás, pénzügyi támogatás a háztartási víztakarékos berendezések vagy nagyobb víztisztító rendszerek telepítéséhez, magatartásváltozást ösztönző intézkedések.

A vízvédelmi program ezután számos intelligens vízgazdálkodási jellemzőből állhat össze, ahogyan az ebben a részben le van írva, és figyelembe veheti a 2. részben leírt innovatív mérnöki és természetalapú megoldások végrehajtásának támogatását.

A háztartásokban a víztakarékosság a víztakarékos eszközök bevezetésével és a felhasználók fenntarthatóbb és körültekintőbb vízfogyasztásra való nevelésével valósul meg.

Számos lehetőség van arra, hogy hozzájáruljunk a víztakarékossághoz: egy ház összes vízforrását fejleszteni lehet a vízfogyasztás csökkentése érdekében.

A fürdőszobában, és végül a konyhában található összes csaptelep, például mosdók, bidék, zuhanyzók és kádak felszerelhetők áramlásszabályozóval és/vagy levegőztetővel, amelyek csökkentik a vízáramlást.

A WC-öblítést úgy lehet átalakítani, hogy minden egyes használat során csökkenjen az elvesztett friss víz mennyisége. A mosógépet a vízfogyasztásra való odafigyeléssel kell megvásárolni.

A WC-öblítéshez nem friss vizet is lehet használni - például kezelt szürkevizet vagy esővizet. A mosógép és esetleg a zuhanyzók és fürdők is használhatják az esővizet.

A polgárokat fel lehet kérni arra, hogy javítsák vízhasználatukat, különösen azáltal, hogy csökkentik az édesvíz pazarlását, például elzárják a csapot, amikor nincs rá szükség, például fogmosás vagy rövidebb zuhanyzás közben és/vagy elzárják a csapot szappanozás közben.

A virágok és a növények konyhai szennyvízzel is öntözhetők, pl. zöldségek és gyümölcsök mosása után. Egy vízvédelmi programnak mind a berendezéseket, mind a szokásokat össze kell hangolnia, és ezt olyan kommunikációs kampányokkal lehet elősegíteni, amelyek mind a berendezések vásárlását, mind a viselkedésbeli változást támogatják.

Ebben a fejezetben néhány példa mutatja be a vízvédelmi programba illeszthető lehetséges alkalmazásokat.

3.1. Chicago önkéntes „Meter-Save” programja

A chicagói Meter-Save program, amely a lakossági vízmérőket ingyenesen telepíti, a víztakarékosságot hivatott elősegíteni. A programban minden olyan lakos részt vehet, akinek vízszámlája van, és aki egy- vagy kétlakásos családi házzal rendelkezik. A program 2009-es indulása óta több mint 117 000 új fogyasztásmérőt szereltek fel.



3. RÉSZ

Ez a program azért sikeres, mert az emberek jelentős megtakarításokat tapasztalnak a teljesen ingyenes telepítés és a hétéves garancia mellett: a számlák nem lesznek magasabbak, mint mérő nélkül lennének, nincs hátránya a részvételnek.

A nem mért fogyasztók félévente átalánydíjat fizetnek a vízért. A fogyasztásmérővel rendelkező ügyfelek csak a ténylegesen felhasznált vízért fizetnek. Ez az összeg általában jóval alacsonyabb, mint a nem mért fizetési képlet alapján számított becslés. A program a regisztráció ösztönzésére beltéri vagy kültéri víztakarékossági készleteket is kínál.

3.2. Közös tervezés a polgárokkal - Start Park, Prato - Olaszország

(Forrás <https://www.startpark.org/>)

Az NBS területén a polgárokkal való közös tervezés sikeres példája a városi vízkörforgás javítása érdekében az olaszországi Pratóban található Start Park. A Start Park a Climate-KIC által támogatott Climathon 2017 során született meg, és a GreenApes, a Codesign Toscana és az Impact Hub Firenze együttműködésének köszönhetően került megszervezésre. Ez alkalommal multidiszciplináris csapatoknak 24 órán belül innovatív megoldásokat kellett kidolgozniuk az éghajlatváltozás hatásainak és a szélsőséges időjárási jelenségeknek a mérséklésére.

Az „Ellenállóképesség és víz” kategóriában a tervezési kihívás a következő volt: „Hogyan járulhatnak hozzá a városlakók és a helyi szereplők a város ellenállóképességének növeléséhez az egyre gyakoribbá váló szélsőséges éghajlati események (az aszályos időszakoktól az intenzív légköri eseményekig) kezeléséhez?” Ebből a kihívásból egy olyan rendszerszintű szolgáltatás született, amely egyesíti a köz- és a magánszféra érdekeit, elősegíti az ellenálló városi parkok növekedését és a klímaválsággal kapcsolatos közös tudatosságot.





3. RÉSZ

A Start Park mögött álló csapat 2018 ősze óta dolgozik a Start Park projekt fejlesztésének megszervezésén és irányításán, együttműködő tervezési technikákat és „lean” menedzsment eszközöket alkalmazva. Szakemberek (építészek, tervezők, mérnökök, társadalmi aktivisták és társadalmi innovátorok) számára nyitott workshopot szerveztek a koncepció újrafogalmazására (2019. január). Ezt követően a Start Park két Designscares (Horizon 2020) | Design-alapú innováció a városi környezetekben elnyerte a díjat. Nekik köszönhetően Prato városában a helyi közösség és az önkormányzat bevonásával prototípust készítettek egy Start Parkról, és jelenleg Luccában is méretarányosan alakítják ki, szintén az önkormányzat és a helyi polgárok egy csoportjának együttműködésével.

3.3. Részvételen alapuló modellezési megközelítés a fenntartható városi vízgazdálkodás érdekében, Ebbsfleet Garden City, Egyesült Királyság

(Forrás: A participatory system dynamics model to investigate sustainable urban water management in Ebbsfleet Garden City, Irene Pluchinotta et al., Sustainable Cities and Society - January 2021)

Ebbsfleet Garden City (Egyesült Királyság) városi vízgazdálkodási (UWM) kihívásait egy részvételi folyamat keretében vizsgálták, és a lehetséges fenntartható megoldásokat egy rendszerdinamikai modell (SDM) segítségével tárták fel. Az Ebbsfleet Learning and Action Alliance által közösen kidolgozott SDM fejlesztette az érdekeltek megértését a jövőbeli UWM-lehetőségekről, és lehetővé tette a jelenlegi UWM-rendszeren belüli kölcsönös függőségek strukturált feltárását. Az érdekeltek közötti megbeszélések eredményeként az ivóvízhasználatra és a fenntartható fejlődési modell kidolgozására összpontosítottak annak vizsgálatára, hogy Ebbsfleet Garden Cityben hogyan lehetne csökkenteni a lakossági ivóvízfogyasztást különböző beavatkozások, pl. társadalmi-környezeti és gazdaságpolitikai ösztönzők révén.

Az SDM megközelítés támogatja a stratégiai, rendszerszintű döntéshozatalt, és megkönnyíti az alternatív stratégiák hosszú távú következményeinek feltárását, különösen azokat, amelyeket a kvantitatív modellekben nehéz figyelembe venni. Míg az SDM-et szakértők egyedül is kidolgozhatják, a közös építkezés lehetővé teszi, hogy a helyi ismeretekből profitáljon a folyamat, ami kollektív tanulási folyamatot és nagyobb elfogadási potenciált eredményez.

Az elsődleges modellező kutatási kérdés és a tanulmány korai eredménye a következő lett: „Hogyan lehetne csökkenteni a lakossági ivóvízfogyasztást Ebbsfleet Garden Cityben különböző beavatkozásokkal, például társadalmi-környezetvédelmi és gazdaságpolitikai ösztönzőkkel vagy fizikai beavatkozásokkal?”

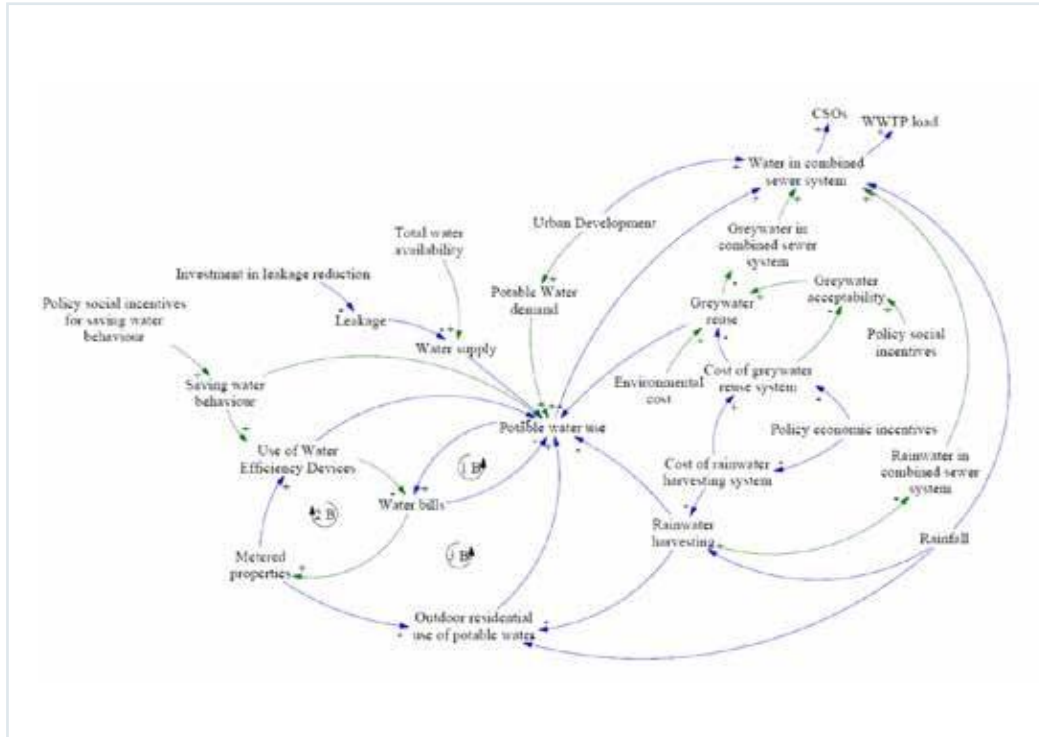
Az SDM közös kidolgozása az érdekelt felek öt műhelytalálkozóján zajlott:

- Workshop 1 - A probléma meghatározása
- Workshop 2 - A probléma dimenzióinak feltárása
- Workshop 3 - Egy előzetes CLD ok-okozati hurokdiagram felé
- Workshop 4 - A CLD validálása
- Workshop 5 - Az SDM validálása és forgatókönyvek készítése
- Workshop 6 - Forgatókönyv-elemzés bemutatása

A műhelytalálkozó eredményeként készült ok-okozati hurok diagramot az ábra mutatja be.



3. RÉSZ



Ábra: Végleges ok-okozati hurokdiagram (CLD) az Ebbsfleet ivóvízfelhasználási problémadimenzióhoz

A modell Ebbsfleet Garden City városi vízellátó rendszerének szisztematikus elemzésére összpontosít. A modell a vízmérleg elvére épül, összehasonlítja a vízigényt és a vízellátást, és figyelembe veszi az olyan stratégiák lehetséges hatását, mint az esővízgyűjtés (RWH) és a szürkevíz újrafelhasználása (GWR). A program 30 éves időtávlatot ölel fel, és a város fejlődését 2019 és 2049 között mutatja be. A szimuláció éves időbeli lépésen alapul (azaz a vízmérleget évente számítják ki), és a jövőbeli lakóépületfejlesztésre összpontosít (azaz nem veszi figyelembe a meglévő épületeket). Az egyes érdekelt felek viselkedését összesítik az elemzéshez. Az olyan változók, mint a „parancs- és ellenőrzési szabályozási politikai eszközök”, „társadalmi-környezeti ösztönző politikai eszközök” és „gazdasági ösztönző politikai eszközök” a stratégiák és intézkedések lehetséges makroszintű beavatkozási területeit képviselik, amelyeket az érdekelt felek a legutóbbi részvételi műhelytalálkozó során javasoltak.

Az érdekelt felek ötödik műhelytalálkozóján részvételi gyakorlat keretében különböző stratégiákat javasoltak és alakítottak ki, amelyeket különböző szakpolitikai eszközökre bontottak. A forgatókönyv-elemzés célja a különböző stratégiáknak a modell kimeneti változóira gyakorolt hatásának félkvantitatív értékelése volt a stratégiák megfelelő kombinációinak azonosítása, hatékonyságuk, lehetséges következményeik, mellékhatásaik és szinergikus hatásaik megértése, valamint a kiválasztott stratégiák megvalósíthatóságának és relevanciájának megvitatása volt, tekintettel a fő célkitűzésre (a vízgazdálkodás fenntarthatóságának javítása Ebbsfleet Garden Cityben).

Több lehetséges jövőbeli forgatókönyv vizsgálatával az érdekeltek feltérképezhették, hogy a különböző stratégiák hogyan működhetnek hosszabb távon, és hogyan kombinálhatók a különböző stratégiák az optimális városi vízfogyasztás elérése érdekében.



Áttekintő táblázat: Vízvédelmi programok az intelligens irányítás területén

Általános célkitűzés

- A vízfelhasználás és -elosztás hatékonyságának növelése
- A víztestek jó minőségének biztosítása
- A többszörös vízhasználat és a víz fenntarthatóságának előmozdítása
- A víztestek áramlásának megőrzése

Konkrét célok

- A vízkészletek megtakarítása és a vízmennyiség növelése a vízhiányos területeken élő emberek számára
- A vízkivétel csökkentése
- A nedves területektől függő növények és állatok élőhelyének és életfeltételeinek biztosítása
- Energiatakarékosság a vízkivételhez és a víz elosztásához
- Az ellátóhálózat és a csatornahálózat anyagainak csökkentése (kisebb átmérőjű csövek, vagy akár végül nincs is szükség csatornavezeték telepítésére)
- A kimenő szennyvíz kezelésével kapcsolatos költségek és erőfeszítések minimalizálása (kisebb mennyiség)
- Vzművektől érkező havi számla csökkentése

A szabványos megközelítés nehézségei

A víztakarékossághoz mind az infrastruktúrák/létesítmények megfelelő rendelkezésre állására, mind a polgárok tudatosságára és viselkedésük megváltoztatására szükség van.

Ha a polgárokat nem vonják be megfelelően a víztakarékossági beavatkozásokba, az előnyök elmaradhatnak a várttól, vagy nem lesznek tartósak.

A csapvíz mérése és a vízfogyasztás felügyelete nélkül elég nehéz elérni a víztakarékossági hatást.

A legjobb víztakarékossági intézkedés a háztartások vízfogyasztásának egyéni mérése.

Intelligens irányítási megközelítések

A szabványos megközelítést tovább lehetne fejleszteni az érdekelt felek fokozottabb bevonásával, innovatív technológiák alkalmazásával, valamint a vízvédelmi programok szélesebb körű környezeti és társadalmi fenntarthatósági stratégiába való beillesztésével.

A háztartásoknak szánt vízvédelmi program intelligenciájának növelése érdekében a hangsúly az intelligens mérőkön van, amelyek jobb adatelérhetőséget és a fogyasztók tudatosságának növelését biztosítják.

Az intelligens vízmérők lehetővé teszik a vízfogyasztás pontos mérését, nemcsak a havi vagy éves vízfogyasztás, hanem részletes napi vagy óránkénti mérését is. Ráadásul a vízfogyasztás mérése az egyes lakásokra bontva történik, és nem nagyjából társasházi szinten számolják.



Áttekintő táblázat: Vízvédelmi programok az intelligens irányítás területén

Polgári szerepvállalás és kommunikációs stratégiák

A polgárokat nemcsak a vízvédelmi program végső felhasználójaként kell figyelembe venni, hanem be kell vonni őket a politika és a beavatkozás kialakításába is.

A polgárok bevonása a beavatkozások tényleges végrehajtásába növeli tudatosságukat és odafigyelésüket.

A fejlett modellezési eszközök tervezése számára előnyös lehet a polgárok hozzájárulása, ha megfelelő közös fejlesztési tevékenységeket terveznek.

Források és további példák

www.metersave.org/MeterSave

www.startpark.org

www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670721000044

www.valleywater.org/water-conservation-programs ncsd.ca.gov/resources/save-water-save-money

www.toolkit.bc.ca/elements-water-conservation-programs

www.snwa.com/business/water-conservation-programs/index.html



4. A vízkörforgás nyomon követése

A megfigyelés számos, a vízzel kapcsolatos összefüggésben alkalmazható: nyomon követhető a felhasználók vízhasználati magatartása, valamint a létesítmények telepítésének eredményei. Az ellenőrzés vonatkozhat az édesvíz- és a szennyvízfelhasználásra, valamint az esővíz összegyűjtésére vagy a szűrkevíz újrafelhasználására.

A nyomon követési folyamat célja lehet a városi vízkörforgással kapcsolatos ismeretek bővítése, de az is, hogy teszteljék, hogy a végrehajtott beavatkozások képesek-e elérni céljaikat, másrészt pedig az, hogy azonnal felismerjék az esetleges nem kívánt hatásokat, és korrekciós intézkedéseket fogadjanak el, beleértve a mérséklési és kompenzációs intézkedéseket is.

A megfigyelési folyamat három szakaszból áll: elemzés, diagnózis, terápia. Az elemzési szakaszban a végrehajtott beavatkozások hatásainak elemzése érdekében információkat gyűjtenek. A diagnosztikai szakaszban, ha a hatások nem az előre jelzetteknek megfelelően alakulnak, és nem kívánt hatások jelentkeznek, meg kell érteni az eltérés okait. Végül a terápiás szakaszban döntést hoznak arról, hogy megértsék, hogy be kell-e avatkozni, és ha igen, hogyan, hogy a dolgok jobban működjenek.

A nyomon követési folyamat megtervezéséhez és végrehajtásához azonosítani kell:

- az irányítási rendszert, azaz az érintett alanyokat/szereplőket, valamint hatáskörüket és szerepüket.
- a felügyeleti jelentések tartalmát és gyakoriságát
- a különböző alanyok részvételének szerepét
- a beavatkozások szükség szerinti átirányításához alkalmas eljárásokat és szabályokat

A nyomon követés hatékonysága nagymértékben függ a különböző alanyok közötti kölcsönhatásoktól, amelyeknek maguknak is szükségük van bizonyos feltételekre, mint például a közös tudásbázis és a hozzáférhető információk megléte, az eljárások átláthatósága, az információk időszerűsége és a folyamatok megfelelő ütemezése.

A különböző léptékekben való megfelelő használhatóság érdekében a monitoring mutatókat és az irányítást úgy kell megtervezni, hogy a különböző közigazgatási szintek és ágazatok maximálisan integrálva legyenek.

A vízgazdálkodásban az adatok alapvető fontosságúak a megfelelő nyomon követéshez és a jobb tervezéshez szükséges modell kialakításához. A vízkörforgásra vonatkozó adatok jobb hozzáférhetősége segíthet a helyes döntések meghozatalában, és különösen a víz okosabb felhasználásában, ami lehetővé teszi a jobb víztakarékosságot.

A tudományt és a technológiát a társadalommal összekötő transzdiszciplináris megközelítések egyik példája a Nemzetközi Árvízi Kezdeményezés által támogatott, a vízzel szembeni ellenálló képességgel és a katasztrófákkal foglalkozó platform létrehozása. További erőfeszítéseket tesz a vízzel kapcsolatos társadalmi információk hozzáférhetőségének javítására az UN-Water SDG 6 adatportál és az Aqueduct Water Risk Atlas, egy globális vízkockázat-térképező eszköz, amely segít a vállalatoknak, befektetőknek, kormányoknak és más felhasználóknak megérteni, hogy világszerte hol és hogyan alakulnak ki a vízzel kapcsolatos kockázatok és lehetőségek.

Az adatintegráció és -elemzés fontos és erősíteni kell annak érdekében, hogy csökkenteni lehessen a vízzel kapcsolatos katasztrófák - beleértve az árvizeket, a földcsuszamlásokat és az aszályokat - kockázatát és hatásait, amelyek előrejelzése nagymértékben támaszkodik a tudományra és a technológiára a korai figyelmeztetés érdekében. A hidrológiai adatokat továbbá integrálni kell a társadalmi és gazdasági elemzésekkel, mivel a viselkedés és az ellenálló képesség nagymértékben függ attól, hogy ki rendelkezik hozzáféréssel és ellenőrzéssel a különböző erőforrások felett (2030 WRG/UNDP, 2019).



3. RÉSZ

4.1. Intelligens megközelítés az esővízgyűjtés nyomon követésére

Az okos városokban a tárgyak internetének fejlesztése alkalmazható az esővízgyűjtésre. Példák ezekre a technikákra az "Esővízgyűjtés és nyomon követés intelligens megközelítése IoT használatával", V S P Chandrika Kota et al., 2020 és „Okos város esővíz betakarítási (IOT) technikák J.Vinoj és Dr.S., 2020. Gavaskar, 2018.

Az intelligens megközelítés olyan elektronikus eszközök telepítéséből áll, amelyek mérik az összegyűjtött víz mennyiségét, és kommunikálnak egy központi rendszerrel, amely képes nyomon követni az esővízgyűjtés folyamatát. Minden eszköz megjelölhető geocímkevel, hogy feldolgozhassa adott helyére vonatkozó információkat, például az időjárás-előrejelzéseket.

Az indiai Andhra Pradesh kormánya összesítette az elmúlt évtized csapadékmennyiségére vonatkozó statisztikákat, és statisztikákat készített az állam különböző kerületeinek csapadékmennyiségéről és talajvízszintjéről.

A geocímkézés lehetővé teszi egy földrajzi hely hozzáadását, adatai általában koordinátákból állnak, de tartalmazhatnak magasságot, irányt, távolságot, pontossági adatokat, helységneveket és esetleg időbélyeget is. A geocímkézés segíthet a felhasználóknak abban, hogy sokféle helyspecifikus információt találjanak egy eszközről. Például egy adott hely közelében készült képeket úgy találhat valaki, ha egy megfelelő képkeresőbe beírja a szélességi és hosszúsági koordinátákat. A geocímkevel ellátott információk szolgáltatások potenciálisan felhasználhatók helyalapú hírek, weboldalak vagy más források megtalálására is. A geocímkézés meg tudja mondani a felhasználóknak egy adott kép vagy más média tartalmának vagy nézőpontjának helyét, és fordítva, egyes médiaplatformokon megmutatja az adott helyen releváns médiát.

Az intelligens megközelítéshez roboteszközökre és szoftverekre van szükség. Az említett példákban az összegyűjtött esővíz megfigyelésére szolgáló eszközök Arduino alapúak voltak, és a KoBoCollect alkalmazással voltak összekapcsolva.

Az Arduino egy nyílt forráskódú elektronikai platform, amely könnyen használható hardveren és szoftveren alapul. Az Arduino lapok képesek bemeneteket - fényt egy érzékelőn, ujj egy gombon, vagy egy Twitter-üzenetet - olvasni, és kimenetté alakítani - egy motor aktiválását, egy LED bekapcsolását, valaminek az online közzétételét.

A felhasználó megmondhatja a táblának, hogy mit csináljon, ha a táblán lévő mikrokontrollernek utasításokat küld a (Wiring alapú) Arduino programozási nyelv és a Processing alapú Arduino szoftver (IDE) segítségével.

A KoBoToolbox egy eszközkészlet a terepi adatgyűjtéshez, amely kihívást jelentő környezetben használható. Ez egy ingyenes és nyílt forráskódú szoftver. Az intelligens esővízgyűjtő gödörhöz a KoBoCollect alkalmazás telepítése és megfelelő beállítása szükséges. Miután a fő beállítások, például a hosszúság, szélesség, magasság és pontosság megadásra kerültek, az alkalmazás elkezdi az adatgyűjtést.

A kapcsolódó gödrök integrálásával az összegyűjtött víz mennyisége és a feltöltött talajvíz mennyisége a helyével együtt nyomon követhető.



3. RÉSZ

4.2. Esővízgyűjtő rendszerek vízminősége

(Luke Mosley, Water quality of rainwater harvesting systems, 2005 SOPAC Miscellaneous Report 579.)

A jó ivóvízminőség alapvető fontosságú minden ember egészsége és jóléte szempontjából. Elfogadható vízminőség akkor áll fenn, ha:

- nincsenek jelen olyan bélsár eredetű baktériumok, amelyek emberi hasmenést és más életveszélyes betegségeket (pl. tífusz) okozhatnak,
- nincs jelen az emberi egészséget károsító vegyi anyagok (pl. nehézfémek) vagy vegyi anyagok szintje,
- a víznek nincs rossz íze vagy szaga.

Az emberi egészség védelme érdekében a vízforrásokat meg kell védeni a szennyeződéstől, és a fogyasztókhoz vezető csőrendszert jó állapotban kell tartani (nem szabad, hogy törések vagy szivárgások legyenek). A legtöbb települési vízellátó rendszerben a vizet olyan forrásokból nyerik, mint a fúrt kutak, folyók és tavak. Ezek a források viszonylag könnyen szennyeződnek, ha a szennyvízelvezető rendszerekből (pl. széptikus tartályokból, latrinákból) származó emberi hulladékot vagy állati hulladékot a vízforráshoz közeli földterületre juttatják. Ez szükségessé teszi a biztonságos ivóvíz előállításához szükséges vízkezelést, például szűrést és klórozást.

Az esővízgyűjtő rendszerekről általában úgy gondolják, hogy kezelés nélkül is biztonságos ivóvizet biztosítanak, mivel a gyűjtőfelületek (tetők) el vannak szigetelve a szokásos szennyezőforrásoktól (pl. szaniterek). Szinte minden csendes-óceáni szigetországban a megfelelően összegyűjtött és tárolt esővíz valószínűleg jobb, mint a kezeletlen felszíni és fúrt vízkészletek, de ez nem mindig van így. Bár a tetők magasabbak a talajnál, a por és más törmelék ráfújódhat, a fákról levelek hullhatnak le, a madarak és a mászó állatok pedig üríthetnek rájuk. Az ivóvíz minősége sokat javulhat, ha ez a törmelék nem kerülhet a tárolótartályba.

Az esővízgyűjtő rendszerekben gyakran előforduló szennyeződések típusait az alábbiakban soroljuk fel:

Szennyezőanyag	Forrás	Az esőtartályba való belépés veszélye
Por és hamu	Környező szennyeződés és növényzet Vulkanikus tevékenység	Mérsékelt: A tető és az ereszcsontra rendszeres karbantartásával és az esőzés első részét elvezető eszköz használatával minimalizálható.
Kórokozó baktériumok	Madár- és egyéb állati ürülék a tetőn, a porhoz tapadva	Mérsékelt: A porban vagy a tetőre hulló állati ürülékben baktériumok lehetnek. Minimálisra csökkenthető az első öblítéssel, valamint a tető és a tartály megfelelő karbantartásával.
Nehézfémek	Por, különösen a városi és porosodó területeken, tetőanyagok	Alacsony: Kivéve, ha ipari tevékenység, például fémkohó és/vagy nagyon savas csapadék (ez vulkanikus szigeteken előfordulhat).
Egyéb szervesetlen szennyező anyagok (pl. só a tengeri permetből)	Tengeri permet, bizonyos ipari légszennyezések, nem megfelelő tartály- és/vagy tetőanyagok használata	Alacsony: Kivéve, ha nagyon közel van az óceánhoz, vagy nagy ipari tevékenységtől szélárnyékban van.
Szúnyoglárva	A szúnyogok tojásokat raknak az ereszcsontra és/vagy a tartályba	Mérsékelt: Ha a tartályok beömlőnyílása át van szűrve, és nincsenek rések, a kockázatok minimálisra csökkenthetők.



3. RÉSZ

A vízminőség vizsgálatát ideális esetben egy illetékes országon belüli ügynökségnek, például az Egészségügyi Minisztériumnak kellene rendszeresen elvégeznie. A WHO (World Health Organization, Ivóvízminőségre vonatkozó irányelvek, 4. kiadás, 2017) iránymutatást ad annak megállapítására, hogy a vízminőségi előírások teljesülnek-e. Sajnálatos módon az esőtartályok vízminőségének vizsgálatát nem gyakran végzik el, mivel ezek a rendszerek nem részei a városi vízellátásnak, és ezért gyakran úgy tekintik, hogy az egyes háztartások felelőssége. Egyes helyeken azonban az Egészségügyi Minisztérium vizsgálatokat végez és felvilágosítást ad az esővíztartályokról. Ahol nem végeznek vizsgálatokat, ott a közösségeknek lobbizniuk kell az illetékes kormányzati szerveknél, hogy kezdjék meg a rendszeres vizsgálatokat. Ez útmutatást adhat arra vonatkozóan, hogy mikor kell a tartályokat tisztítani vagy fertőtleníteni. Egyszerű vízminőség-vizsgáló berendezéseket (pl. hidrogén-szulfid, H₂S, tesztek) lehetne biztosítani a közösségek számára, hogy azok saját maguk tudják ellenőrizni a vizüket. Ezek a vizsgálatok jól korrelálnak az esővízgyűjtő tartályok fekális kólibaktérium-szintjével (Faisst és Fujioka 1994).

Ha a vízminőség vizsgálata lehetséges, a fő hangsúlyt a mikrobiológiai vizsgálatokra kell helyezni, olyan tesztek segítségével, mint a bélsárcólibaktériumok, az enterokokkuszok és az egyszerű H₂S-teszt. Az Egészségügyi Világszervezet iránymutatásai (WHO 1996) szerint a bélsárbaktériumok nem lehetnek kimutathatók 100 ml mintában. Fujioka (1994) azonban azt állította, hogy realisztikusabb szabvány lehet a 10 fekális kólibaktérium/100 ml-ben. Az esővíztartály valószínűleg nem szennyeződik emberi ürülékektől. Az összes kólibaktérium-tesztek nem tekinthetők az emberi egészségre jelentett kockázat megbízható mutatójának a trópusokon, mivel a talajban és a vízben természetes módon is jelen vannak és szaporodhatnak (Fujioka 1994; WHO 1996).

A fizikai paramétereket, a pH-t és a zavarosságot is meg kell mérni, és össze kell hasonlítani a WHO irányadó értékeivel. Az eső savasnak minősül, ha a pH <5,6, és az ez alatti értékek a fémzetők és szerelvények korrózióját okozhatják. A nehézfémeket (pl. ólom, réz, kadmium, cink) is rendszeresen ellenőrizni kell, különösen ott, ahol vulkanikus vagy ipari kibocsátások jutnak a levegőbe.

Tekintettel arra, hogy jelenleg nem vizsgálják az esőtartályok vizét, elengedhetetlen, hogy a háztartások megfelelő oktatásban részesüljenek (workshopok, nyomtatott anyagok) a tartályok karbantartásáról. Ennek minden esővíztartály-szerelési projekt szerves részét kell képeznie.

4.3. Intelligens vízmérő adatainak hasznos információvá alakítása

(Forrás: Intelligens vízmérő adatainak hasznos információvá alakítása Esettanulmány a södertäljei bérlakásokról, Philip Dahlström, Anna Söderberg, 2017)

Philip Dahlström és Anna Söderberg cikke kiemeli, hogy a városi területek vízellátása egyre összetettebb kihívást jelent, és a technológia integrált intelligens mérési megoldásokkal lehetővé teszi a fenntartható városi vízgazdálkodást. A végfelhasználók vízfogyasztási adatai nagy mennyiségben gyűjthetők össze, és tanulságos információkat szolgáltathatnak, ami potenciális előnyöket jelenthet az üzemeltetés vezetői és a végfelhasználók számára egyaránt.



3. RÉSZ



Ábra: Lakásokba telepített intelligens mérőórák

Az elemzett esettanulmány a svédországi Södertälje 79 bérlakásának nagy gyakoriságú végfelhasználói vízfogyasztási adatait tartalmazó adathalmazra vonatkozik. Az adathalmazt elemezték, hogy lássák, milyen lehetséges információkat lehet kinyerni és értelmezni egy feltárási adatelemzés (EDA) alapján.

Továbbá interjút készítettek a vizsgált épületek üzemeltetési vezetőjével, valamint szakirodalmi áttekintést végeztek annak megértése érdekében, hogy az összegyűjtött adatokat hogyan használják ma, és milyen összefüggésekben lehet azokat extrapolálni, hogy az épületek szintjén potenciális előnyöket biztosítsanak.

Elemzéssel azonosították az időbeli változásokat, a vízfogyasztási mintákat és a túlzott vízfelhasználókat, valamint a szivárgásazonosítási folyamatot. Az adatok értelmezésénél is nagyobb kihívást jelent az adatelemzésen alapuló cselekvések, döntések és intézkedések elindítása. A feltárt információk felhasználhatók az épületek jobb üzemeltetéséhez, az ügyfelek felhatalmazásához, az üzleti és kampánylehetőségekhez, valamint egy integrált döntéstámogató rendszerhez.

Összefoglalva megállapítható, hogy az intelligens vízmérési adatok felhasználása kiaknázatlan lehetőséget kínál a víz-, energia- és pénzmegtakarításra. A fenntarthatóbb és intelligensebb város felé vezető úton a végfelhasználók intelligens vízmérőinek adatai lehetővé teszik az intelligensebb épületirányítást és az intelligensebb vízszolgáltatást.



3. RÉSZ

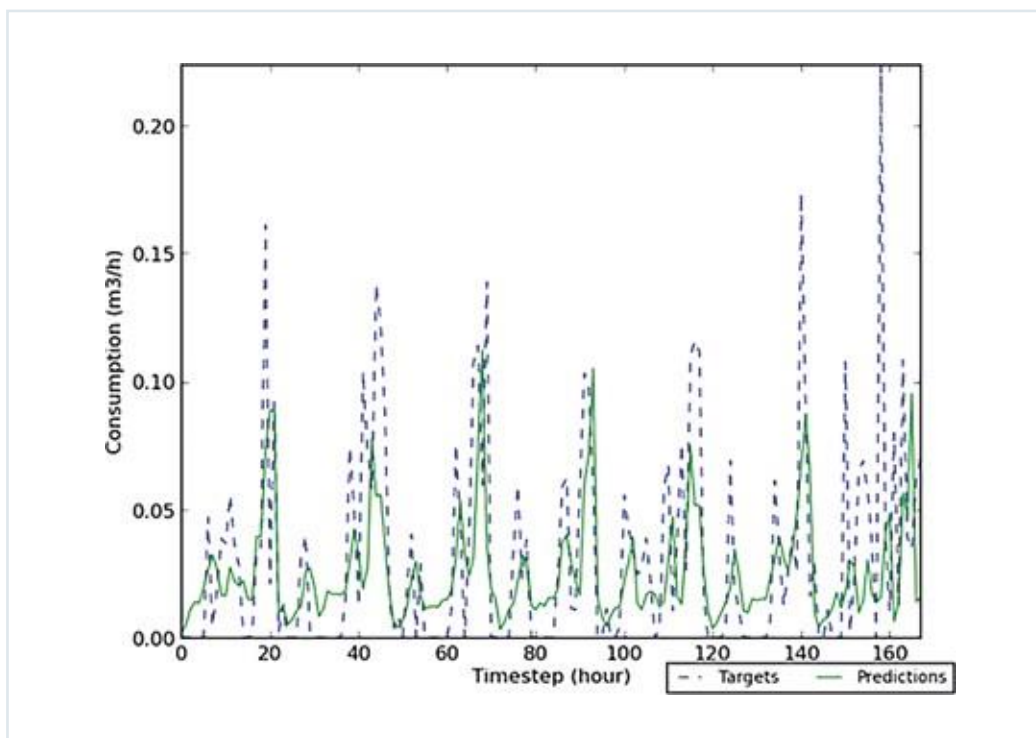
4.4. Háztartási vízfogyasztás előrejelzése intelligens mérőórák leolvasásából

(Forrás: Forecasting Domestic Water Consumption from Smart Meter Readings using Statistical Methods and Artificial Neural Networks, David Walkera, Enrico Creacoa, Lydia Vamvakieridou-Lyroudiaa, Raziye Farmania, Zoran Kapelana, Dragan Savic, 13th Computer Control for Water Industry Conference, CCWI 2015).

A háztartási vízfelhasználás előrejelzése létfontosságú a vízszolgáltató vállalatok számára, miközben az intelligens vízmérők növekvő elterjedtsége, amelyek nagy felbontású adatokat gyűjtenek az egyes felhasználóktól, nagy mennyiségű adatot szolgáltat, amelyekre előrejelző modelleket lehet alapozni.

Az iWIDGET projekt a közelmúltban kezdte meg nagy mennyiségben a mérőórák leolvasását, amelyek 15 perces időközönként mérik a vízfogyasztást a háztartási ingatlanok esetében Európa-szerte. Ebben a munkában egy görögországi kísérleti esettanulmány adatait használták fel egy olyan modell kifejlesztésére, amely képes óránkénti felbontásban előre jelezni a vízhasználatot az iWIDGET projektben részt vevő háztartások számára. Az ezen a frekvencián történő előrejelzések hasznosak például a szivárgás felderítéséhez.

A mesterséges neurális hálózatokról (ANN) köztudott, hogy kiválóan alkalmasak a nemlineáris összefüggések modellezésére, és már használták őket a háztartási vízfogyasztás előrejelzésére, valamint számos hidroeinformatikai környezetben is alkalmazzák őket. Az ANN képzése evolúciós algoritmussal történik.



Ábra: A modell előrejelzésének és a vízfogyasztás valós értékeinek összehasonlítása

A modell alkalmasnak bizonyult a háztartási vízfogyasztás előrejelzésére, de a váratlan csúcsértékek előrejelzésében nem volt elég pontos. A jövőbeni munkák e kérdés megoldásának lehetőségeit fogják feltárni, megvizsgálva a neurális hálózati megközelítés kiterjesztéseit, miközben a statisztikai modellezési megközelítések hatékonyságát is vizsgálják.



3. RÉSZ

Áttekintő táblázat: A vízkörforgás nyomon követése intelligens irányítás keretében

Általános célkitűzés

- A szennyvíz újrahasznosítása és újrafelhasználása
- A vízfelhasználás és -elosztás hatékonyságának növelése
- A víztestek jó minőségének biztosítása
- A víz minél hosszabb ideig történő visszatartása a helyszínen
- A többszörös vízhasználat és a víz fenntarthatóságának előmozdítása

Konkrét célok

- Az adatvezérelt szakpolitikai döntéshozatal előmozdítása
- Adatok szolgáltatása a projektek eredményeiről befektetők számára

Szabványos megközelítés nehézségei

- A vízkörforgást figyelő megfelelő eszközök hiánya
- Nehéz homogén adatokat gyűjteni, így nehézséget okoz az érdekelttek és a politikai döntéshozók számára hasznos megfelelő elemzés.
- Az integrált megközelítés hiánya

Intelligens kormányzási megközelítések

A szabványos megközelítést a következőkkel lehetne továbbfejleszteni

- az érdekelt felek fokozottabb bevonásának bevezetése,
- innovatív technológiák alkalmazása és
- a monitoringprogramok beépítése egy szélesebb körű környezeti és társadalmi fenntarthatósági monitoringstratégiába

Polgári szerepvállalás és kommunikációs stratégiák

- Egyszerű vízminőség-vizsgáló berendezéseket (pl. hidrogén-szulfid, H₂S, tesztek) lehetne biztosítani a közösségek számára, hogy azok saját maguk is ellenőrizhessék vizüket
- A vízi létesítmények és a monitoring eszközök karbantartására vonatkozó megfelelő oktatás biztosítása.

Források és további példák

Smart Approach of Harvesting Rainwater and Monitoring Using IoT, V S P Chandrika Kota et al., 2020 and "Smart city rain water harvesting (IOT) techniques by J.Vinoj and Dr.S. Gavaskar, 2018

Luke Mosley, Water quality of rainwater harvesting systems, 2005 SOPAC Miscellaneous Report 579

Turning Smart Water Meter Data Into Useful Information A case study on rental apartments in Södertälje , Philip Dahlström, Anna Söderberg, 2017

Forecasting Domestic Water Consumption from Smart Meter Readings using Statistical Methods and Artificial Neural Networks, David Walkera, Enrico Creacoa, Lydia Vamvakeridou-Lyroudiaa, Raziye Farmania, Zoran Kapelana, Dragan Savic, 13th Computer Control for Water Industry Conference, CCWI 2015



5. Ösztönzők és pénzügyi támogatás (újrahasznosított víz projekthez és vízgyűjtő rendszerek építéséhez)

A vízgazdálkodási beavatkozások nagyon interdiszciplinárisak, és világunk számos dimenziójában hasznot hoznak. A vízügyi projektek finanszírozása különböző forrásokból történhet, de a legígéretesebbek azok, amelyek az éghajlatváltozás tágabb témájához és a fenntartható fejlődési célokhoz (SDG) kapcsolódnak.

Az ENSZ 2020-as vízügyi világjelentése: „Water and Climate Change” című jelentés szerint az éghajlatváltozással kapcsolatos finanszírozás iránti növekvő érdeklődés, valamint a források, eszközök és rendeltetési helyek sokfélesége érdekes lehetőséget teremt arra, hogy a 6. fenntartható fejlesztési célhoz kapcsolódó vízügyi projektekhez - „A víz és a szennyvízelvezetés elérhetőségének és fenntartható kezelésének biztosítása mindenki számára” - forrásokat kapjanak.

Az éghajlat-politikai finanszírozás felépítése összetett és változó. Többféle mechanizmus, intézmény, program és tevékenység létezik különböző léptékekben. Az éghajlat-politikai finanszírozás növekedésének potenciális forrásai a nemzeti szinten meghatározott hozzájárulásokat finanszírozó nemzeti intézmények és a Zöld Éghajlatvédelmi Alap. A zöld bankok, a zöld kötvények, a szubnacionális éghajlati alapok és a köz- és magánszféra közötti partnerségek további újonnan megjelenő területek, amelyeket a jövőbeni éghajlat-politikai finanszírozási lehetőségek szempontjából érdemes figyelni.

5.1. Éghajlatfinanszírozás: pénzügyi és gazdasági megfontolások

(Fő forrás: Az ENSZ 2020-as vízügyi világjelentés: Víz és éghajlatváltozás)

A vízkészlet-gazdálkodás jelenleg alulfinanszírozott, és a kormányok részéről nagyobb figyelmet igényel. Az éghajlatváltozás veszélyezteti a vízkészlet-gazdálkodást, növeli az időjárással kapcsolatos események kockázatát, és világszerte befolyásolja a vízellátási és szennyvízelvezetési szolgáltatások elérhetőségét és minőségét. Ugyanakkor lehetőséget is jelent: az éghajlat-politikai finanszírozási mechanizmusok felhasználásával további finanszírozást lehet biztosítani a vízgazdálkodás javítására, és ezáltal a biztonságos vízhez és a szennyvízelvezetéshez való hozzáférés javítására olyan intézkedések révén, amelyek az éghajlatváltozással szembeni ellenállóképességet is mérséklik és/vagy növelik, gyakran más járulékos előnyöket is biztosítva ezzel egyidejűleg.

A víz és az éghajlatváltozás összekapcsolása lehetővé teheti a nemzetközi közösség számára, hogy további forrásokat mozgósítson az éghajlati és a vízügyi kihívások közötti nagyfokú átfedés kezelésére, és ezáltal javítsa a 6. fenntartható fejlődési célban (SDG) megfogalmazott átfogó vízgazdálkodási célok elérésének kilátásait.

Az éghajlati kockázatok figyelmen kívül hagyása és a vízügyi beruházások növelésének elmulasztása egyértelműen veszélyeztetné a 6. fenntartható fejlődési cél elérésének esélyeit, és szélesebb körű visszhangja is lenne. Mivel a víz számos ágazatban kritikus termelési tényező, a vízkészletek növekvő szűkössége és sérülékenysége világszerte veszélyeztetné a megélhetést. A vízzel kapcsolatos veszteségek egyes régiókat „tartósan negatív növekedésbe” taszíthatnak, és egyes régiókban fennáll a veszélye annak, hogy 2050-re a bruttó hazai termék 6%-ával csökken a növekedés (Világbank, 2016a, vi. o.). Ezek a változások a szegény háztartásokat terhelik a leginkább. Ezért a vízügyi infrastruktúra finanszírozásának költségeit mérlegelve értékelni kell „az infrastruktúra finanszírozásának elmaradásával járó ellenténybeli kockázatot” is (WWC, 2018, 15. o.). A megelőző intézkedések tehát a jövőbeni veszteségek elkerülése révén pozitívan megtérülhetnek, miközben a jelenlegi vízgazdálkodási gyakorlatot is javíthatják. Ehhez azonban a vízgazdálkodóknak megfelelően



3. RÉSZ

be kell építeniük a tervezést és a beruházások tervezését az elemzési módszerekbe, amelyek lehetővé teszik az éghajlati és nem éghajlati kockázatok és bizonytalanságok megfelelő azonosítását. Ezért fontos, hogy olyan alkalmazkodási stratégiák és beruházások kerüljenek előtérbe, amelyek képesek kezelni ezeket a kockázatokat és bizonytalanságokat. Ha a jelenlegi vízügyi finanszírozás nem megfelelő, és a vízügyi finanszírozás növelése jelentős potenciális előnyökkel jár, akkor mit lehet tenni a finanszírozáshoz való hozzáférés növelése és ezen előnyök megvalósítása érdekében? Miközben a vízgazdálkodás nagyobb figyelmet igényel a hagyományos források, például a kormányzat és a fejlesztésfinanszírozás részéről, a válasz az éghajlatváltozás elleni finanszírozás kiegészítésében is rejlik. Az Éghajlatpolitikai Kezdeményezés (CPI) jelentése szerint az éghajlatváltozással kapcsolatos finanszírozás az elmúlt években növekedett, a 2012-es 360 milliárd USD-ről 2017-re becslések szerint 510-530 milliárd USD-re. A 2016-ban befektetett 455 milliárd dollárból 11 milliárd dollár az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra irányuló víz- és szennyvízgazdálkodásra, 0,7 milliárd dollár pedig az éghajlatváltozás mérséklésére irányuló víz- és szennyvízgazdálkodásra ment el. Ez azt jelenti, hogy a 2016-os éghajlat-politikai finanszírozásnak mindössze 2,6%-a ment közvetlenül a vízgazdálkodásra, még akkor is, ha ez elfedheti a vízzel kapcsolatos projekteket más ágazatokban, például a katasztrófa kockázatkezelésben; a mezőgazdaságban, az erdészetben, a földhasználatban és a természeti erőforrások kezelésében; a partvidék védelmében; és más ágazatokban (CPI, 2018). A vízügyi projektek támogatói arra törekedhetnek, hogy növeljék a vízügyi ágazat részesedését az éghajlat-politikai finanszírozásból, és hangsúlyozzák a víznek az éghajlattal kapcsolatos más ágazatokhoz való kapcsolódását, hogy nagyobb finanszírozást biztosítsanak a vízgazdálkodásra.

Az éghajlatváltozásra való reakció két lehetséges megközelítést foglal magában: az üvegházhatású gázok légköri szintjének csökkentése és stabilizálása („mérséklés”) és/vagy a már folyamatban lévő éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás („alkalmazkodás”).

Két ígéretes tendencia egyre inkább elősegíti a vízügyi projektek hozzáférését az éghajlatváltozással kapcsolatos finanszírozáshoz.

Az első a víz- és csatornázási projektekben rejlő hatáscsökkentési potenciál növekvő elismerése. Ez a tendencia különösen előnyös lehet, mivel 2016-ban a klímavédelmi finanszírozás 93,8%-át tette ki az éghajlatváltozás mérséklése, de a vízügyi projektek ennek az összegnek a töredékét, 1%-át tették ki (CPI, 2018). Nagy kiaknázatlan potenciál rejlik a víz és az éghajlatváltozás hatásainak enyhítése közötti szándékos összekapcsolásban, ami a vízgazdálkodási célokra irányuló finanszírozás növelését vonzza. Egyre inkább felismerik azonban a vízgazdálkodási lehetőségek enyhítési potenciálját. A víz- és szennyvízközművek nagy energiaigényűek lehetnek, ezért jelentős enyhítési potenciál rejlik mind a víz-, mind az energiahatékonyság növelésében, valamint a szennyvízáramból származó energia, víz és tápanyagok visszanyerésében.

A víz és az éghajlat szempontjából egyaránt előnyös egyéb megoldások közé tartozik a regeneratív mezőgazdaság, a zöld infrastruktúra, az ökoszisztéma helyreállítása és más innovatív kezdeményezések, mint például a „floatovoltaika” - a víztározókon úszó napelemek, amelyek tiszta energiát szolgáltatnak, miközben megakadályozzák a párolgás okozta vízvesztéseket.

A második tendencia az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás finanszírozásának egyre nagyobb hangsúlyozása. Az éghajlat-politikai finanszírozás jellemzően inkább az enyhítésre, mint az alkalmazkodásra irányul, de ez az utóbbi időben kezdett megváltozni.

A Zöld Éghajlatvédelmi Alap célja, hogy 50%-ban enyhítést és 50%-ban alkalmazkodást finanszírozzon, a Világbank 50 milliárd dollárt szán az alkalmazkodásra a következő öt évben, és az éghajlati kötvények tanúsításának kritériumai között szerepelnek az ellenállóképességgel kapcsolatos beruházások (Tall és Brandon, 2019). Ezekkel a fejleményekkel a vízügyi szakemberek, akik az éghajlatváltozás elemzését beépítik a projekttervezésükbe, növelik esélyeiket az éghajlatváltozással kapcsolatos finanszírozáshoz való hozzáférésre, legyen szó akár az éghajlatváltozás hatásainak enyhítéséről, akár az alkalmazkodásról. A katasztrófa kockázatkezelés az alkalmazkodásra fordított 2016-os éghajlat-politikai finanszírozás valamivel kevesebb mint 14%-át, mintegy 3 milliárd USD-t tett ki (CPI, 2018).



3. RÉSZ

5.1.1. Vízügyi projektekre vonatkozó éghajlati beruházások típusai

Kockázatmentes és alacsony kockázatú befektetések

Az éghajlati hatások nem mindig kiszámíthatóak, különösen mikroszinten. A tudományos ismeretek és az előrejelző éghajlati modellezés folyamatosan fejlődik, de addig is döntéseket kell hozni a közösségek felkészülésének és alkalmazkodásának elősegítése érdekében. A kockázatmentes és az alacsony kockázatú befektetések választ adnak erre a bizonytalanságra.

A kockázatmentes beruházások olyan befektetések, amelyek az éghajlati hatásoktól függetlenül előnyösek - éghajlatváltozás hiányában, valamint potenciális éghajlati veszélyek egész sora esetén is hasznot hoznak. Az alacsony kockázatú beruházások az „éghajlatváltozással kapcsolatos kockázatok ellensúlyozására további költségekkel járhatnak, de ezek a költségek a jövőbeli költségek elkerüléséből származó előnyökhöz képest csekélyek” (GWP-Caribbean/CCCCC, 2014, 1. o.). Az ilyen projektek növelik az ellenállóképességet. Emellett több ágazat és érdekelt fél számára is előnyösek, rugalmasan fogadják a jövőbeli kiigazításokat, és minimalizálják a kompromisszumokat.

A vízzel és az éghajlatváltozással kapcsolatos, kockázatmentes beavatkozások közé tartozhat az esővízgyűjtés, a fenntartható talajvízgazdálkodás, a mikro-öntözési technológiák, a szennyvíz újrafelhasználása és a jobb víztárolás (Vermeulen et al., 2013). Minden olyan beavatkozás, amely javítja a hatékonyságot és a takarékoskosságot, például a szivárgások csökkentésével, általában szintén kockázatmentes vagy alacsony kockázatú döntésnek számít. Ezek a beavatkozások a mérsékléshez és az alkalmazkodáshoz is kapcsolódnak, mivel a hatékonyság és a takarékoskosság egyaránt csökkenti az energiafelhasználást és növeli a víz rendelkezésre állását.

Eredményalapú klímafinanszírozás

Az eredményalapú klímafinanszírozás olyan beruházástípus, amelyben „a forrásokat a beruházó vagy az adományozó a kedvezményezettnek egy előre egyeztetett [mérséklési vagy alkalmazkodási] eredménykészlet elérését követően folyósítja, és ezen eredmények elérését független ellenőrzésnek vetik alá” (Világbank, 2017d, 1. o.). Használható önmagában vagy előzetes finanszírozással együtt, és különböző léptékekben és különböző projektalanyoknál alkalmazható.

Az eredményalapú klímafinanszírozás többféleképpen is megközelíthető, de mint módozat, potenciálisan javíthatja a nyomon követési, jelentéstételi és ellenőrzési kapacitást, erősítheti a hazai intézményeket, mozgósíthatja a magánszektor, és piacokat hozhat létre vagy erősíthet az éghajlati eredmények előállítása érdekében. Az eddigi legtöbb eredményalapú beruházás az éghajlatváltozás mérséklésére irányuló projektekbe történt, mivel a szén-dioxid-kibocsátás jól meghatározott és mérhető mutató, de ez a fajta finanszírozás az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás céljaira is felhasználható. E tekintetben az új, eredményalapú éghajlat-változási mechanizmusok a természet alapú megoldásokat (NBS) célozhatják meg, ahol a finanszírozási hiány várhatóan a legnagyobb lesz (WWC/ GWP, 2018). Azok a projektek, amelyek szinergiát találnak a vízgazdálkodási célok és az éghajlatváltozás mérséklése vagy az ahhoz való alkalmazkodás között, kihasználhatják ezt az ígéretes finanszírozási módot.

5.1.2. Multilaterális klímafinanszírozás a vízügyi terület számára

Három multilaterális finanszírozási intézmény létezik kifejezetten az éghajlati és környezetvédelmi projektek finanszírozására: A Zöld Éghajlatvédelmi Alap, a Globális Környezetvédelmi Eszköz és az Alkalmazkodási Alap. Emellett a fejlesztési bankok is elkezdtek az éghajlatváltozást prioritásként kezelni és beépíteni fejlesztési tevékenységeikbe, és néhányuk rendelkezik kifejezetten az éghajlatra vonatkozó alapokkal. A vízgazdálkodók igénybe vehetik ezeket az alapokat, amelyek 2016-ban 51 milliárd USD-t, azaz az összes éghajlat-politikai finanszírozás 11%-át biztosították (CPI, 2018).



3. RÉSZ

A Zöld Klíma Alap

A Zöld Klíma Alapot a Párizsi Megállapodás finanszírozási mechanizmusaként hozták létre, hogy segítse a fejlődő országokat az éghajlatváltozás enyhítésében és az ahhoz való alkalmazkodásban. 2019-ig 10,3 milliárd dollárnyi felajánlást kapott az alap az évi 100 milliárd dolláros célból, és ebből mintegy 5 milliárd dollárt már lekötött jóváhagyott éghajlat-változási projektekre (12.4. keretes szöveg). Bár a legtöbb, ha nem az összes eredményterület és beruházási prioritás a vízgazdálkodással kapcsolatos, a vízzel kapcsolatos legegységesebb eredményterület az egészségügy, az élelmezés- és vízbiztonság, amely az alkalmazkodás területéhez tartozik (Green Climate Fund, n.d.).

A Globális Környezetvédelmi Eszköz

A Globális Környezetvédelmi Eszköz többféle környezetvédelmi projekthez nyújt támogatást, többek között az éghajlatváltozás hatásainak enyhítéséhez és az ahhoz való alkalmazkodáshoz. Emellett az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményének (UNFCCC) pénzügyi mechanizmusaként is szolgál. 1992-es alapítása óta közel 1000 éghajlatváltozási projektet és 330 alkalmazkodási projektet finanszírozott. Egy közelmúltbeli projekt, amely a kímával és a vízügyi előnyökkel egyaránt foglalkozott, „segített eszközöket létrehozni a gleccserek visszahúzódása hatásainak értékeléséhez és az éghajlatváltozás szempontjainak a stratégiai tervezésbe való integrálásához”, valamint „a vízellátással vagy öntözéssel kapcsolatos sürgető fejlesztési kérdésekkel foglalkozott Bolíviában, Ecuadorban és Peruban” (GEF, é.n.d.).

Az Alkalmazkodási Alap

Az Alkalmazkodási Alapot eredetileg a Kiotói Jegyzőkönyv alapján hozták létre, és olyan projekteket finanszíroz, amelyek segítik a fejlődő országok alkalmazkodását az éghajlatváltozáshoz. Az Alap 2010 óta több mint 80 alkalmazkodási projektet támogatott, és 564 millió USD-t fordított az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra és az ellenállóképességgel kapcsolatos tevékenységekre (Adaptációs Alap, 2019). Az ENSZ 24. éghajlat-változási konferenciáján (COP24) 2018 decemberében a résztvevő országok úgy döntöttek, hogy az Alkalmazkodási Alap 2019-től kezdődően a Párizsi Megállapodás szolgálatába áll. A vízgazdálkodás az Alkalmazkodási Alap egyik projektszektora, és az Alap határokon átnyúló projektjavaslatokat is elfogad.

Fejlesztési bankok

Az éghajlatváltozás veszélyezteti a fejlesztési és szegénység megszüntetésére irányuló célokat, míg az éghajlatváltozás elleni fellépés a fejlődés és a méltányosság szempontjából is előnyös lehet. Ezért a COP24 konferencián a Világbank vállalta, hogy 2021-2025 között 200 milliárd USD-re megduplázza az éghajlatváltozással kapcsolatos beruházásait, hogy támogassa az ambiciózus éghajlat-politikai intézkedéseket hozó országokat (World Bank, 2018b). Ebből az összegből 50 milliárd USD-t az alkalmazkodás finanszírozására fordítanak. A Világbank összehangolja belső folyamatait és mérőszámait az éghajlati kockázatok és lehetőségek figyelembevételével, és értékeli műveleteit az éghajlati hatások és a társhasznok szempontjából. A Világbank forrásaihoz hozzáférni kívánó vízgazdálkodóknak tehát érdemes a klímavédelmet és/vagy az alkalmazkodást beépíteniük terveikbe (Világbank/IFC/MIGA, 2016). Több multilaterális fejlesztési bank is megfogalmazott iránymutatásokat az éghajlatelemzésnek a tervezésbe és a beruházások tervezésébe való beépítésére. Az elmúlt néhány évben a multilaterális fejlesztési bankok útmutatókat is kidolgoztak, amelyek segítenek az operatív csapatoknak az éghajlatváltozást figyelembe vevő beruházási portfóliók irányába elmozdulni, és maximalizálni az egyes beruházások éghajlathoz való alkalmazkodása és az éghajlatváltozás mérséklése terén elért eredményeit. A regionális fejlesztési bankok szintén rendelkeznek olyan éghajlat-változási kezdeményezésekkel, amelyeket a vízügyi szakemberek is igénybe vehetnek. A 23 nemzeti és regionális fejlesztési bankot tömörítő Nemzetközi Fejlesztésfinanszírozási Klub tagjai 2017-ben 196 milliárd dollárt fordítottak éghajlatváltozás elleni finanszírozásra, elsősorban az éghajlatváltozás hatásainak enyhítésére. Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra elkülönített 10 milliárd USD 58%-át a víz „megőrzésére” fordították, ami magában foglalja a vízgyűjtéshez kapcsolódó gazdálkodást, az esővízgyűjtést és a vízhálózatok helyreállítását. A Nemzetközi Fejlesztési Klub zöldfinanszírozási kötelezettségvállalásainak 72%-át (beleértve az éghajlati és egyéb környezetvédelmi finanszírozást) a kelet-ázsiai és csendes-óceáni régióknak nyújtotta, míg az Európai Unió (EU) a zöldfinanszírozás 14%-át, Latin-Amerika és a Karib-térség pedig 6%-át kapta. A Kelet-Európa és Közép-Ázsia, a Közel-Kelet és Észak-Afrika, Dél-Ázsia, valamint a Szaharától délre fekvő afrikai országok esetében kisebb, régióként 1-3%-os volt a zöld finanszírozási kötelezettségvállalás (IDFC, 2018).



3. RÉSZ

5.1.3. Vízügyi szempontú nemzeti éghajlati finanszírozás

Kétoldalú klímafinanszírozás

Számos országban és régióban, többek között az EU-ban, Németországban, Japánban, a skandináv országokban, Svájcban, az Egyesült Királyságban, az Egyesült Arab Emírségekben, az Amerikai Egyesült Államokban és más országokban léteznek klíma célú finanszírozási kezdeményezések vagy fejlesztési ügynökségek.

A legtöbb klímafinanszírozóhoz hasonlóan a kétoldalú források elsősorban az enyhítést (a kétoldalú finanszírozás 66%-a 2017-ben) finanszírozták az alkalmazkodással (21%) szemben, és a kétoldalú források között a több területet érintő tevékenységek gyakoribbak (2017-ben 14%), mint a multilaterálisak (4%) (OECD, 2018).

Nemzeti és szubnacionális klímafinanszírozás

Ahogy az egyes országoknak a Párizsi Megállapodáshoz való nemzeti szinten meghatározott hozzájárulása (NDC) beépül a kormányzati kiadási tervekbe, a nemzeti kormányok belföldi kiadásai az éghajlatváltozás elleni küzdelem finanszírozásának növekvő forrását jelenthetik. Az UNFCCC becslése szerint 2015-ben és 2016-ban évente 232 milliárd USD-t költöttek hazai közpénzekből, ebből évente 157 milliárd USD-t a fejlődő országokban és 75 milliárd USD-t a fejlett országokban. Azonban „a hazai éghajlati kiadásokra vonatkozó átfogó adatok nem állnak rendelkezésre, és ezeket az adatokat nem gyűjtik rendszeresen vagy következetes módszertannal” (UNFCCC, 2018, 62. o.). Ha a vízgazdálkodók projektjeiket hozzá tudják igazítani országuk NDC-jeihez, akkor hozzáférhetnek az éghajlatváltozással kapcsolatos finanszírozás ezen hazai forrásaihoz. Átfogó adatok nélkül azonban nehéz olyan következtetéseket levonni, amelyek iránymutatóak lehetnek a vízellátás és a szennyvízelvezetés finanszírozására irányuló erőfeszítésekhez. A nemzeti hazai pénzügyi intézmények is nyújthatnak éghajlat-politikai finanszírozást. Latin-Amerikában és a Karib-térségben a nemzeti fejlesztési bankok, mint például a Brazil Fejlesztési Bank „már most is a hazai piacokon az éghajlatváltozással kapcsolatos állami finanszírozás legnagyobb forrása (NRDC, 2017, 4. o.). Az elmúlt években számos ország és szubnacionális joghatóság kezdett zöld befektetési bankokat, más néven zöld bankokat létrehozni. A zöld bankok „nyilvánosan tőkésített, belföldre összpontosító, szakosodott pénzügyi intézmények, amelyeket kifejezetten azért hoztak létre, hogy magántőkét vonzzanak be” éghajlati és környezetvédelmi beruházásokba (NRDC, 2017, 1. o.). Míg a zöld bankok kezdetben szinte kizárólag az OECD-országokban jöttek létre, a jelenlegi erőfeszítések a modellt afrikai, ázsiai és latin-amerikai országokra is kiterjesztik (Green Bank Network, 2018). Ahogy a zöld bankok kezdenek elterjedni, a vízügyi projektek irányítói a jövőbeni finanszírozási lehetőségek szempontjából figyelemmel kísérhetik ezt a területet.

Magánszektor általi finanszírozás

2016-ban a magánszektorból származó finanszírozás tette ki a klímafinanszírozás többségét (54%, azaz 230 milliárd USD), amelynek nagy része projektfejlesztőktől származott (CPI, 2018). A magánfinanszírozás egyéb forrásai lehetnek szén-dioxid-piacok, közvetlen külföldi befektetések, biztosítások vagy kereskedelmi pénzügyi intézmények. A becslések szerint a multilaterális fejlesztési bankok 15,7 milliárd USD magánfinanszírozást mozgósítottak (UNFCCC, 2018). A magánfinanszírozás forrásai és rendeltetési helyei azonban nem jól dokumentáltak. A magánfinanszírozás egyik újonnan megjelenő forrása, amely hasznos lehet a vízügyi szakemberek számára, a zöld kötvények piaca. A 2007-ben útjára indított zöld kötvények és az éghajlati kötvények „jelentős globális lehetőségeket kínálnak a tőke széles körű mozgósítására az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, az éghajlatváltozással szemben ellenálló infrastruktúra és fejlesztési erőfeszítések számára” (Világbank, 2018c). A zöld kötvények piaca gyorsan nőtt, a 2012-es 3,4 milliárd dollárról 2018-ra 168 milliárd dollárra. A Climate Bonds Standard, egy, a FairTrade tanúsításhoz hasonló címkézési rendszer, újra bérbe vette a vízinfrastruktúra-kritériumokat, hogy a vízzel kapcsolatos kötvényeket az alacsony szén-dioxid-kibocsátású és az éghajlatváltozással szemben ellenálló vízgazdálkodási szabványok tekintetében tanúsítsa (Climate Bonds Initiative, 2018). A zöld kötvények kibocsátásának felgyorsítása érdekében 2018-ban elindult a Globális Zöldkötvény Partnerség. A partnerség tervezi, hogy eszközkészleteket dolgoz ki a zöld kötvények kibocsátásában érdekelt vállalatok, szubnacionális szervezetek és más csoportok számára, hogy a vízgazdálkodók kihasználhassák ezeket az erőforrásokat, amint azok megjelennek (Világbank, 2018c). A környezetvédelmi kötvények más típusai is megjelennek, mint például a katasztrófa-kötvények, a környezeti hatásra szóló kötvények és az ellenállóképességre vonatkozó kötvények.



3. RÉSZ

Köz- és magánszféra partnerségek

Az éghajlatváltozáshoz igazodó köz- és magánszféra közötti partnerségek egy másik lehetséges módját jelentik a klíma szempontjából ellenálló vízügyi infrastruktúra-beruházások finanszírozási igényeinek kielégítésére. A PPIAF (Public-Private Infrastructure Advisory Facility) a 2018-2022-es pénzügyi évekre stratégiai prioritásként határozta meg az éghajlatváltozást. Az eszköz az éghajlatváltozással kapcsolatos kezdeményezésekre fog összpontosítani, és az éghajlat-változási tevékenységeket be fogja építeni technikai segítségnyújtási és ismeretterjesztési munkájába (Suriyagoda, 2017). A PPIAF Éghajlatváltozási Infrastrukturális Vagyonkezelői Alap elősegíti az éghajlatváltozást figyelembe vevő intelligens modelleket és az éghajlatváltozást figyelembe vevő köz- és magánszféra közötti partnerségeket támogató környezetet. A vízellátás és szennyvízelvezetés az Alap tervezett programkezdeményezéseinek egyik ágazata. Bár az éghajlatváltozás jelenleg nem játszik jelentős szerepet a köz- és magánszféra közötti partnerségekben, a Világbank és a PPIAF által az éghajlatváltozásnak a kezdeményezéseikbe és a tudásalapú tevékenységekbe való beépítése meghatározza majd a jövőbeli infrastrukturális trendeket, és ez egy újabb terület, amelyet a vízgazdálkodóknak figyelniük kell.

Vegyes finanszírozás

A vegyes finanszírozás „különböző finanszírozási típusokat foglal magában egyetlen projektben vagy alapon” (Világbank, 2019, 24. o.). A vegyes finanszírozás a kedvezményes hitelek (azaz a piaci kamatláb alatti hitelek) vagy támogatások felhasználásával tömegesítő hatást fejthet ki, hogy a projekteket vonzóbbá tegye a hagyományos tőkeforrások számára, és segíthet a projektgazdáknak a kockázatok jobb kezelésében. Számos fejlesztési bank, klímaalap és kétoldalú alap kezdte el használni ezt a paradigmát a kereskedelmi finanszírozás bevonására és olyan projektek támogatására, amelyek potenciálisan nagy hatással bírnak, de amelyeknek le kell küzdeniük az akadályokat ahhoz, hogy gazdaságilag életképesek legyenek. A Zöld Klíma Alap és az éghajlat-változási finanszírozás más kiemelkedő forrásainak bankképességi kritériumai általában kiszűrik a kisebb léptékű, szubnacionális szintű projekteket. E finanszírozási hiányosság kezelése érdekében az R20 Regions of Climate Action és a BlueOrchard Finance 2019 elejétől kezdve egy szubnacionális éghajlatvédelmi alap létrehozásán dolgozik Afrika számára. Az alap a vegyes finanszírozást a feltörekvő piacokon az éghajlatváltozásra pozitív hatást gyakorló szubnacionális infrastrukturális projektek finanszírozására fogja felhasználni (R20 for Climate Action, 2018). A vízügyi projektek fejlesztői számára, különösen Afrikában, ez egy olyan finanszírozási forrás lehet, amelyet a jövőbeni lehetőségek szempontjából érdemes figyelni. Különös figyelmet kell fordítani az alacsony jövedelmű országokra, mivel "a legnagyobb beruházási igényű országok gyakran kockázatosnak és kormányzási problémákkal küzdőnek tűnnek". A 2012-2015 közötti időszakban a kevert finanszírozás felhasználásával mobilizált magánfinanszírozásnak mindössze 3,6%-a áramlott az alacsony jövedelmű országokba (Hedger, 2018b, 6. o.).

5.2. Pénzügyi eszközök önkormányzatok számára

(Fő forrás: Az éghajlatváltozás kezelése a városokban - Politikai eszközök a városi természetalapú megoldások előmozdítására", 2020, az Ökológiai Intézet és a Sendzimir Alapítvány által) az Ecologic Intézet és a Sendzimir Alapítvány által 2020-ban kiadott „Az éghajlatváltozás kezelése a városokban - szakpolitikai eszközök a városi természetalapú megoldások előmozdítására” című dokumentum áttekintést nyújt azokról az eszközökről, amelyeket az önkormányzatok alkalmazhatnak a nem természetalapú megoldások városi területeken való szélesebb körű elterjedésének finanszírozására vagy előmozdítására.

Az önkormányzatok számára három pénzügyi eszközt ismertetünk: Adó- és illetékkedvezmények, támogatások és részvételi költségvetések.

5.2.1. Adó- és illetékkedvezmények

Az adó- és illetékkedvezményeket leggyakrabban a fenntartható városi vízelvezető rendszerek telepítésének ösztönzésére alkalmazzák, hogy növeljék a helyszíni vízelvezetést, a párologtatást vagy a csapadékvíz újrafelhasználását, és csökkentsék a városi csapadékvíz-infrastruktúrába történő beáramlást.



3. RÉSZ

Ezek a pénzügyi eszközök arra ösztönzik az ingatlantulajdonosokat, hogy a városi zöldfelületek létrehozását vagy fenntartását elősegítő NBS-t telepítsenek az ingatlanukra.

A zöld infrastruktúra megvalósításának előmozdítása érdekében az önkormányzat a „szürke” infrastruktúra használatára vonatkozó díjakat is bevezethet, de az új díjak bevezetése népszerűtlen megoldás lehet.

Az adókedvezmények és a díjcsökkentések között gondos egyensúlyt kell teremteni:

- a megvalósított NBS olyan közhasznú hatásai, mint a települési csapadékvíz-infrastruktúra iránti igény csökkenése, az árvíz-kockázat csökkenése vagy a levegőszennyezés csökkenése.
- az ingatlantulajdonosok előnye, hogy csökkentsék a „szürke” felület nagyságát.

Az adókedvezmény vagy díjcsökkentés nem a kívánt módon fog működni, ha az NBS telepítésének költségei meghaladják az elért előnyöket és megtakarításokat.

Az önkormányzatoknak esetleg figyelemfelkeltő kampányokat kellene fontolóra venniük, hogy felhívják a figyelmet a hosszú távú megtakarítási lehetőségekre, és garanciákat nyújtsanak arra, hogy az előirányzott kedvezmények és csökkentések több évig fennmaradnak.

Az NBS-rendszer telepítésének és működésének nyomon követése alapvető fontosságú a pénzügyi eszköz megerősítéséhez vagy átrendezéséhez.

5.2.2. Támogatások

A támogatásokat arra használják fel, hogy magánberuházásokat indítsanak el az NBS-be, leggyakrabban a magáningatlanokhoz kapcsolódó NBS-ek, például zöldtetők vagy fenntartható városi vízelvezető rendszerek esetében. Mivel az NBS-ek a szélesebb nyilvánosság számára is előnyökkel járnak, és nem csak a beruházó vagy a közvetlen felhasználó számára, a támogatások a magánberuházás közhasznúságának biztosításáért fizetségként szolgálnak.

Az NBS végrehajtásához nyújtott támogatások előnyei:

- a magánberuházások előmozdítása magáningatlanokon,
- a magas kezdeti beruházás terhének enyhítése, a hosszú távú magas megtérülésben bízva,
- az NBS-hez kapcsolódó észlelt kockázat mérséklése és az innovatív zöld megoldásokba való beruházás ösztönzése.
- a közjavak biztosításáért történő kifizetések,
- a konkrét megoldások széles körű alkalmazásának előmozdítása a város egészére kiterjedő előnyök elérése érdekében.

Az NBS széles körű elterjedésének biztosítása érdekében alapvető fontosságú, hogy a támogatás mértéke vonzó legyen a befektetők számára, és megfelelően kompenzálja a szürke megoldásokhoz képest felmerülő bizonytalanságot és magasabb kezdeti költségeket. A sikeres támogatási programot a lakossági oktatási és tájékoztatási kampánynak kell kísérnie, beleértve a lehetséges megtakarításokra vonatkozó tájékoztatást az ingatlanok szintjén, hogy elősegítse a támogatás tudatosságát és igénybevételét. A támogatások szabványosítása, a követelmények tisztázása és az eljárások egyszerűsítése bizonyítottan több pályázatot ösztönöz.

Az NBS hosszú távon magasabb karbantartási költségekkel járhat, mint a szürke megoldások. Ilyen esetekben hosszú távú finanszírozásra (pl. adócsökkentés formájában) lehet szükség a támogatási politika kísérőjeként és annak sikerének biztosításához.



3. RÉSZ

5.2.3. Részvételen alapuló költségvetések

A részvételen alapuló költségvetés olyan folyamat, amelyben a polgárok segítenek az állami költségvetés elköltéséről szóló döntések meghozatalában. A részvételen alapuló költségvetést városi zöldítési projektekre, NBS-re vagy éghajlatvédelemre lehet fordítani. Ez növelheti a polgárok tudatosságát az adott kérdéssel kapcsolatban, és növelheti az NBS által a folyamat során keletkező előnyökkel kapcsolatos ismereteket.

A tudatosság növelése és a polgárok elkötelezettségének ösztönzése lehet a fő motivációja a városi zöldítési projektekre, az NBS-re vagy az éghajlatvédelemre szánt részvételi költségvetésnek. A részvételi költségvetés katalizátorként működhet, ösztönözve a magánszektor befektetéseit az ilyen projektekbe, és további magánforrásokat vonzhat az alkalmazkodásra és a mérséklésre.

A lehetséges projektek közé tartozik például a hőcsökkentést támogató faültetés, a vízgyűjtés és -tárolás, valamint a kerékpárutak a Lisszaboni Részvételen alapuló költségvetés részét képezik.

A részvételen alapuló költségvetések előnyei az NBS végrehajtása szempontjából a következők:

- Új ötletek generálása és a helyi tudás megragadása: a részvételen alapuló költségvetés lehetővé teszi, hogy a polgárok által javasolt új ötleteket a közigazgatás szakértői ismereteinek értékes kiegészítéseként megismerjék és figyelembe vegyék. A polgárok tudatában lehetnek azoknak a konkrét helyi problémáknak, amelyeket a NBS-projektekkel a környékükön kezelni lehet, és tudásukat és tapasztalatukat felhasználva olyan megoldásokat javasolhatnak, amelyeket az önkormányzati szakértők esetleg nem ismernek. Az állampolgárok részvétele abban is segíthet az önkormányzatnak, hogy a korlátozott források esetén prioritásokat állítson fel az intézkedések között.
- Az elfogadás elősegítése: a jól tájékozott, a tervezésben és a döntéshozatali folyamatban aktívan részt vevő polgároknak lehetőségük van jobban megérteni a javasolt megoldások előnyeit, ami különösen hasznos lehet új, innovatív NBS bevezetésekor. Ez fokozottabb felelősségtudatot biztosíthat, és arra ösztönözheti a polgárokat, hogy részt vegyenek az újonnan megvalósult projektek fenntartásában.
- A költségvetési korlátok megértése: A részvételen alapuló költségvetés jobban megérteti az önkormányzati költségvetés korlátaival, segít a polgároknak megérteni, hogy egy adott időpontban csak korlátozott számú projekt valósítható meg.
- Magánbefektetések mozgósítása az NBS-be: a részvételen alapuló költségvetések - kialakításuktól függően - lehetővé tehetik, hogy a közforrásokat integrált projektekbe irányítsák, segítve a helyi vállalkozók és fejlesztők magánforrásainak és hozzájárulásainak biztosítását, és olyan finanszírozást szabadítanak fel, amelyet a rendelkezésre álló kiegészítő közfinanszírozás nélkül egyébként nem használtak volna fel az NBS-re.

Annak ellenőrzése, hogy az ilyen részvételi folyamat során javasolt NBS-ek megfelelnek-e bizonyos minimumkövetelményeknek, biztosíthatja, hogy hatékonyan teljesítsenek bizonyos célokat, például növeljék a zöldterületek elérhetőségét a városi lakosság számára. Ez megvalósítható például a támogatható NBS-ek önkormányzat által jóváhagyott listájának létrehozásával, beleértve azok műszaki leírását is. Ilyen útmutató például a Catalogue of urban NBS (Iwaszuk et al., 2019), amely ezen útmutató dokumentum kísérő kiadványaként készült. Egy ilyen megközelítés azonban a polgárok által szabadon felvethető ötletek körét a listán szereplő ötletekre korlátozza.



3. RÉSZ

5.3. Gazdasági ösztönzők a vízfogyasztás csökkentésére: São Paulo városának esettanulmánya

(Forrás: Gazdasági ösztönzők a vízfogyasztás csökkentésére: São Paulo városának esettanulmánya, Brazília. Water Policy 21 (2019). Cláudia Orsini M. de Sousa és Nuno M. M. Dias Fouto)

De Sousa és Fouto (2019) tanulmánya kimutatta, hogy a gazdasági ösztönzők alkalmazása hatékony volt a vízfogyasztás csökkentésében a braziliai São Paulo városában. Így sikerült elérni a célt, hogy szűkös helyzetben megőrizzük a vízkészleteket.

A São Paulo-i Vízügyi Ügynökség által alkalmazott stratégia két különböző típusú gazdasági ösztönzőt kombinált:

- bónusz a víztakarékos fogyasztóknak, valamint rendkívüli díjszabás a válságidőszakban vízfogyasztásukat növelő fogyasztóknak.
- Az ökonometria elemzés eredményei alátámasztják a magyarázó elemzés eredményeit:
- a bónusz bevezetése hatékonyan ösztönözte a vízfogyasztás csökkentését, és hatékonyabb volt, mint a rendkívüli díjszabás,
- a fogyasztás csökkentése jelentősebb volt azokban a körzetekben, amelyek kritikusabb körülmények között használták a forrásokból származó vizet, de az összes vizsgált körzet polgárai elfogadták.

Ezen túlmenően az ökonometria elemzés azt is kimutatta, hogy a jövedelem mind a folyamatos, mind a bináris (tartományok szerinti) változót figyelembe véve releváns volt a vízigény csökkentésében. A magasabb társadalmi osztályokba tartozó körzetek hajlandóbbak voltak a fogyasztás csökkentésére.

A gazdasági ösztönzés fontossága ellenére a São Paulo-i lakosság jelentős része nem várta meg a bónusz bevezetését, hogy háztartásaiban elkezdjen takarékoskodni a vízzel.

A megfigyelés nem volt elég tartós ahhoz, hogy a társadalmi-gazdasági változók hatását megerősítsék: az információhiány akadályozza a részletesebb értékelést. Mindazonáltal a São Paulo-i tanulmányhoz hasonló tanulmányok eredményei a vízhiányos helyzetekben a kormányzati döntéshozatalban segítségként használhatók fel. A vízhiányt megelőző intézkedések prioritást élveznek, de a São Paulóban végrehajtott stratégia hasznos lehet, különösen ha figyelembe vesszük, hogy a megelőzési intézkedéseket néha nehéz végrehajtani, különösen az elmaradott országokban.



3. RÉSZ

Áttekintő táblázat: Ösztönzők és pénzügyi támogatás az intelligens irányítás területén

Általános célkitűzés

- A szennyvíz újrahasznosítása és újrafelhasználása
- A vízfelhasználás és -elosztás hatékonyságának növelése
- A víztestek jó minőségének biztosítása
- A víz minél hosszabb ideig történő visszatartása a helyszínen
- A többszörös vízhasználat és a víz fenntarthatóságának előmozdítása
- A víztestek áramlásának megőrzése

Szabványos megközelítés nehézségei

A vízkészlet-gazdálkodás jelenleg alulfinanszírozott, és nagyobb figyelmet igényel a kormányok részéről.

Az eredmények megfelelő mérése nélkül nehezebb finanszírozást szerezni.

Intelligens irányítási megközelítések

A finanszírozás származhat olyan forrásokból is, amelyek nem szorosan a vízzel kapcsolatosak (pl. különböző monotematikus finanszírozási programok érhetők el az NBS számára, mint például a levegőminőség, az energia, az éghajlat).

„A beavatkozás előrehaladásának és eredményeinek megbízható nyomon követési rendszere vonzó lehet a finanszírozás szempontjából”. „A közösségi finanszírozás/közös finanszírozás megközelítése konkrét helyi beavatkozásokhoz alkalmazható”.

Polgári szerepvállalás és kommunikációs stratégiák

A polgárokat be kell vonni a vízfogyasztást csökkentő ösztönzők és gazdasági stratégiák kialakításába.

A gazdasági ösztönzők hatékonyan csökkentik a vízfogyasztást és javítják a polgárok vízhasználati magatartását.

A részvételen alapuló költségvetés bevonja a polgárokat a nyilvános döntéshozatalba, és felhívja a figyelmet a vízügyi infrastruktúrák és a vízgazdálkodás költségeire.

Meg kell vizsgálni és ki kell próbálni a polgárokat bevonó innovatív finanszírozási rendszereket.

Források és további példák

United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change.

Addressing climate change in cities - Policy instruments to promote urban nature-based solutions”, 2020 by the Ecologic Institute and Sendzimir Foundation.

European Commission, Water Reuse Systemk, Management Manual, AQUAREC, 2006.

<https://energy-cities.eu/financing-opportunities-for-sustainable-energy-climate-action-plans/>

Economic incentives for water consumption reduction: case study of the city of São Paulo, Brazil. Water Policy 21 (2019). Cláudia Orsini M. de Sousa and Nuno M. M. Dias Fouto



6. Oktatási programok

(Forrás: <https://en.unesco.org/themes/water-security/hydrology/water-education>)

A vízügyi kihívások kezeléséhez minden szinten javítani kell a vízügyi oktatást. A vízügyi oktatásnak túl kell lépnie a hidrológiai tudományok oktatásán, és multidiszciplinárisnak kell lennie. Ez a megközelítés magában foglalja a tudományos ismeretek fejlesztését a tudósok képzésén keresztül, valamint a vízügyi szakembereknek és döntéshozóknak szóló tanfolyamokon keresztül a vízügyi kérdésekkel kapcsolatos ismeretek bővítését. A vízügyi oktatásnak a médiaszakembereket is meg kell szólítani, hogy pontosan és hatékonyan tudják kommunikálni a vízügyi kérdéseket. A munka magában foglalja a közösségi oktatási stratégiákat a közösségi vízvédelem előmozdítása érdekében, valamint a vízkészletek helyi közös kezelésével kapcsolatos készségek fejlesztését. Számos projekt, mint például a CWC, támogatja a vízügyi oktatást, és olyan forrásokat biztosít, amelyek hasznosak lehetnek a különböző szintű oktatásban.

Az UNESCO széles körű vízügyi oktatási programot javasol. Az UNESCO által javasolt módszertan inspiráló lehet, és helyi célokra lefordítható.

Az UNESCO támogatást nyújt a vízzel kapcsolatos oktatási programokhoz: A vízzel kapcsolatos központok (<https://en.unesco.org/themes/water-security/centres>) fontos szerepet játszanak ebben a törekvésben, kiegészítve a kormányközi hidrológiai program más témáihoz, projektjeihez és kezdeményezéseihez kapcsolódó egyetemek, intézetek és kutatási létesítmények hálózatát. A fenntartható vízgazdálkodás vezető gyakorlatait bemutató esettanulmányok kidolgozására kerül sor a vízzel kapcsolatos területeken dolgozó szakemberek képzésének fenntartása és bővítése érdekében.

Az UNESCO oktatási programja öt kiemelt területet támogat:

1. Felsőfokú vízügyi oktatás és a szakmai képességek fejlesztése a vízügyi ágazatban
2. A vízügyi technikusok szakképzésével és továbbképzésével való foglalkozás
3. Vízügyi oktatás gyermekek és fiatalok számára
4. A vízzel kapcsolatos tudatosság előmozdítása informális vízügyi oktatással
5. A határokon átnyúló vízügyi együttműködésre és irányításra való nevelés

6.1. Felsőfokú vízügyi oktatás és a szakmai képességek fejlesztése a vízügyi ágazatban

Biztosítani kell a vízügyi ágazat és a kapcsolódó területek humán kapacitását és szakértelmét, hogy garantálni lehessen az édesvízhez való egyetemes hozzáférést, és kezelni lehessen a társadalmi, gazdasági, éghajlati és egyéb tényezőkhez kapcsolódó összetett kihívásokat helyi, regionális és globális szinten.

Célok

- A felsőfokú vízügyi oktatási kapacitások fejlesztésének támogatása, különösen a fejlődő országokban.
- A felsőoktatási és kutatóintézetekben a vízzel kapcsolatos programokhoz kapcsolódó interdiszciplináris és multidiszciplináris tantervek és újrakeresési kezdeményezések előmozdítása és támogatása.
- Az UNESCO-IHE Vízügyi Oktatási Intézet, az UNESCO II. kategóriájú Vízügyi Központok és az UNESCO vízzel kapcsolatos tanszékei, az ENSZ-rendszer más szervezetei és programjai, valamint a meglévő nemzetközi vízügyi oktatási programok közötti együttműködés erősítése.
- A vízügyi tudósok, mérnökök, vezetők és a vízügyi ágazatban dolgozó politikai döntéshozók folyamatos szakmai fejlődését célzó stratégiák és intézkedések előmozdítása és támogatása.



3. RÉSZ

- Interdiszciplináris anyagok, például iránymutatások, tájékoztatók, szakmai fejlesztési programok prototípusai és esettanulmányok kidolgozása a vízbiztonságot szolgáló vízügyi oktatáshoz kapcsolódóan, a Kormányközi Hidrológiai Program egyéb témáinak és programjainak végrehajtásához kapcsolódva.

6.2. A vízügyi technikusok szakképzésével és továbbképzésével való foglalkozás

A kormányközi hidrológiai program célja a vízzel kapcsolatos területeken - például a hidrometeorológiai megfigyelés, az öntözőrendszerek, a szennyvízelvezetés és a vízellátó rendszerek - dolgozó szakemberek képzésének fenntartása és bővítése. E kiemelt terület fontos eleme lesz a fenntartható integrált vízgazdálkodás vezető gyakorlataira vonatkozó példákat tartalmazó esettanulmányok felmérése és elkészítése a vízügyi szakemberek képzése céljából.

Célok

- A fejlődő tagállamokban a vízzel kapcsolatos szakoktatás fenntartására és javítására irányuló konkrét kezdeményezések támogatása.
- Felmérni, elkészíteni és elemezni a fenntartható vízgazdálkodás vezető gyakorlatainak példáit bemutató esettanulmányokat a vízügyi szakemberek képzése során, és támogatni az ezeken alapuló iránymutatások és tájékoztató dokumentumok elkészítését.
- Az UNESCO-n belül és az ENSZ-rendszer más ügynökségeivel és programjaival partnerségben erőfeszítéseket kell tenni a vízzel kapcsolatos területeken dolgozó szakemberek képzésének fenntartása és bővítése érdekében.

6.3. Vízügyi oktatás gyermekek és fiatalok számára

A vízügyi oktatásnak a gyermek- és ifjúsági képzés részét kell képeznie. A formális oktatási rendszereken túlmenően más kezdeményezéseket is fontolóra veszünk, például a vízzel kapcsolatos tevékenységek fejlesztését a gyermekek ököklubjaiban, sportklubjaiban és felfedező csoportjaiban. Ennek érdekében javítani kell a tanárok és az informális oktatók kapacitását, hogy jobban megértsék a vízzel kapcsolatos kérdéseket helyi, regionális és globális szinten, és elkötelezzék magukat a víz etikája mellett.

Célok

- A tanárok és az informális oktatók kapacitásainak fejlesztése a vízzel kapcsolatos kérdésekben helyi, regionális és globális szinten.
- A vízzel kapcsolatos kérdések oktatásához szükséges jobb eszközök fejlesztésének támogatása és irányítása.
- A nemzeti/regionális demonstrációs projektek irányítása és technikai támogatása, valamint prototípus anyagok kifejlesztése nemzeti/regionális szinten, kiválasztott tagállamokban/régiókban.
- Technikai segítségnyújtás interdiszciplináris segédanyagok, például iránymutatások, tájékoztatók és esettanulmányok kidolgozásához a K-12 vízügyi oktatás vezető gyakorlatáról, valamint a vízkészletekkel kapcsolatos tananyagfejlesztésről, az UNESCO más szektoraival együttműködve.
- A tanulók elkötelezettségének növelése érdekében a vízzel kapcsolatos játékok biztosítása.



3. RÉSZ

6.4. A vízzel kapcsolatos tudatosság előmozdítása informális vízügyi oktatással

A közösségeknek megfelelő ismeretekkel és megértéssel kell rendelkezniük vízgyűjtő területükről, a természeti, társadalmi és kulturális viszonyokról, valamint a politikákról és szabályozásokról, a gazdasági tendenciákról és a fejlesztési lehetőségekről ahhoz, hogy részt vehessenek a vízgazdálkodásban és a vízvédelemben. Ők is aktívabban részt vesznek, ha azt szervezeten tehetik. Az IHP vízügyi oktatási tevékenységeket fog kidolgozni a közösségek számára, és partnerséget fog kialakítani az IHP nemzeti bizottságaival.

A tömegmédia szakemberei fontos szerepet játszhatnak a vízzel kapcsolatos problémák és kérdések tudatosításában. Mégis korlátozott erőfeszítéseket tettek a vízzel kapcsolatos kérdésekkel kapcsolatos oktatásukra, ezért a jelentések főként a vízzel kapcsolatos szélsőséges helyzetekről szólnak, amikor a katasztrófákkal, konfliktusokkal, szennyezéssel, életek és természeti erőforrások elvesztésével kapcsolatos megelőző intézkedések vagy fellépések már nem alkalmazhatók. Ha az újságírók, bloggerek, rádiós, televíziós, filmes és más médiaszakemberek megértik a helyi, regionális és globális vízügyi kérdések fontosságát, akkor ez hatékony mechanizmus lesz a közvélemény általános tudatosságának növelésére.

Célok

- A vízzel kapcsolatos kérdésekkel (többek között a vízforrások állapota, a vízmegőrzés, a közös gazdálkodás) kapcsolatos közösségi oktatási stratégiák kidolgozása és előmozdítása.
- Technikai segítség nyújtása interdiszciplináris segédanyagok, például iránymutatások, tájékoztatók és esettanulmányok kidolgozásához a vízügyi oktatás vezető gyakorlatáról a közösségek számára.
- Technikai segítség nyújtása a tömegkommunikációs és közösségi médiaszakemberek számára a vízügyi oktatás vezető gyakorlatáról szóló, interdiszciplináris támogató anyagok, például iránymutatások, tájékoztató dokumentumok és esettanulmányok kidolgozásához.
- Vezető tömegtájékoztatási szakemberek bevonása tudatosságnövelő kampányokba és programokba.

6.5. Oktatás a határokon átnyúló vízügyi együttműködés és irányítás érdekében

Mivel a világ nagy vízgyűjtő medencéinek és víztartó rétegeinek többségén két vagy több ország osztozik, a vízkészletekkel való gazdálkodás és megőrzés tárgyalásokon és megállapodások létrehozásán keresztül kell, hogy történjen. Világszerte azonban csak nagyon kevés intézmény rendelkezik speciális tanfolyamokkal vagy projektekkel a vízügyi együttműködési tárgyalásokról. Az IHP támogatja a határokon átnyúló vízügyi együttműködést és tárgyalásokat támogató oktatási kezdeményezések fejlesztését. A PCCP (From Potential Conflict to Cooperation Potential) egy hosszú távú IHP-projekt, amelynek célja, hogy összegyűjtse és kidolgozza a közös vízkészletekkel való gazdálkodásra és a tárgyalásokra vonatkozó átgondolt gyakorlatokat és útmutató eszközöket. Ebben a szakaszban új kapacitásépítési eszközök, iránymutatások, tantervek és esettanulmányok kerülnek kidolgozásra, amelyek támogatják a tagállamokat a folyamatban lévő határokon átnyúló gazdálkodásukban és tárgyalásaikban.

Célok

- Technikai segítséget nyújt interdiszciplináris segédanyagok, például iránymutatások, tájékoztató dokumentumok és esettanulmányok kidolgozásához az oktatás és a határokon átnyúló vízügyi együttműködéshez szükséges kapacitásépítés vezető gyakorlatáról.
- A tagállamok együttműködésének és kölcsönös megértésének javítása, a kapacitások megerősítése és a határokon átnyúló vízgazdálkodással kapcsolatos fenntartható megállapodások kidolgozása a kapacitásépítés minden szintjén.
- Segítségnyújtás a felsőoktatási intézményekben a határokon átnyúló vízügyi együttműködéssel kapcsolatos tantervek és kutatások kidolgozásában.



6.6. Intelligens eszközök és játékosítás

(Fő forrás: Gamification for water utilities, Isabel Micheel, Jasminko Novak | European Institute for Participatory Media, Berlin, Piero Fraternali | Politecnico di Milano)

A játékosítás, az intelligens eszközök kapcsolódó használatával, oktatási eszköz lehet, különösen a polgárok tudatosságának növelésében és a viselkedésváltozás elősegítésében, és úgy definiálható, mint „A játéktervezési technikák és játékmechanikák használata a nem-játékos kontextusok javítására” (S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara és D. Dixon).

A játékosítás játékszerű elemeket használ fel arra, hogy a polgárokból meghatározott viselkedést váltson ki. A feladatok elvégzésére való motiváció a következőkkel érhető el:

- Pontok vagy játékos pontszámok, numerikus értékek, amelyek a felhasználó képességeinek mértékét jelentik.
- Vezető játékosok listája: a játékosok rendezett listája egy adott játékban vagy rendszerben elért pontszámok alapján.
- Teljesítmény: a tervező által meghatározott feladatok halmaza, amelyet a felhasználónak teljesítenie kell, hogy elérjen egy mérföldkövet, és nyomon követheti a rendszerben való előrehaladást.
- Jelvény: egy olyan tárgy, amely egy teljesítmény teljesítéséhez kapcsolódik, és amelyet a játékos a teljesítés után kap, vagy játéknnyelven szólva a teljesítmény elérése után.

A játékosítás egy szélesebb körű kommunikációs program részeként hatékonyabbá teheti és csökkentheti a potenciális kockázatot:

- Rövid távú hatások
- Nem minden folyamat vagy tevékenység egyformán alkalmas játékosításra
- Néha a folyamatokat át kell alakítani ahhoz, hogy játékosává váljanak
- A játékosítás önmagában gyakran nem elég hatékony

Európai projektek már tesztelték a játékosítás alkalmazását a vízügyben, ilyen például a WATER-NOMICS projekt, a WISDOM projekt és a SmartH2O projekt.

A következő dobozban a H2020 Sharing Cities projekt keretében a fenntartható viselkedés növelésére szolgáló játékosításra mutatunk példát.



3. RÉSZ

SharingMi, zöld viselkedésváltás ösztönzése játékosítás segítségével



SharingMi (<https://www.sharingmi.it/>) a Milánóban élő emberek greenApes közössége, amelyet a Poliedra - Politecnico di Milano irányít és a milánói önkormányzat támogat.

A SharingMi 2019-ben indult útjára a Horizon 2020 Sharing Cities projekt (<http://www.sharingcities.eu/>), amely digitális szociális piac létrehozásának feladatát érinti, azzal a céllal, hogy a polgárokat fenntarthatóbb magatartásformák felé terelje, ösztönzőkkel és díjakkal jutalmazva őket a mindennapok zöld cselekedeteikért és szokásaikért, és ezzel hozzájárulva a helyi környezethez.

A SharingMi felhasználóivá válva a polgárok hozzáférhetnek egy olyan közösséghez, amely megosztja történeteiket, tanúsítja pozitív viselkedésüket (integrált harmadik felek érzékelői, alkalmazásai és szolgáltatásai, GPS-bejelentkezés, titkos kódok segítségével), és részt vehetnek különleges „kihívásokban” és eseményeken, hogy javítsák fenntartható életmódjukat. A felhasználók inspirálhatnak másokat és inspirálódhatnak mások által, közvetlen interakciókat hozva létre, megosztva és kicserélve véleményüket (tapssal - greenApes like-kal, kommentekkel és privát üzenetekkel). A felhasználók posztolás és másokkal való interakció révén BankoNuts (pontokat) szereznek, amelyeket az azonos ökológiai értékeket valló helyi partnerek által kínált ösztönzőkre, szolgáltatásokra és nyereményekre válthatnak be.





3. RÉSZ

Áttekintő táblázat: Oktatási programok az intelligens irányítás területén

Általános célkitűzés

- A szennyvíz újrahasznosítása és újrafelhasználása
- A többszörös vízhasználat és a víz fenntarthatóságának előmozdítása

Konkrét célok

- A tudatosság növelése
- A vízhasználati magatartás javítása
- A polgárok aktív részvételének előmozdítása
- A vízkörforgással kapcsolatos ismeretek bővítése az érdekeltek különböző kategóriái (pl. technikusok, diákok, politikai döntéshozók) számára

Szabványos megközelítés nehézségei

A vízügyi oktatásnak túl kell lépnie a hidrológiai tudományok oktatásán, és multidiszciplinárisnak kell válnia. Az oktatásnak az érdekeltek különböző kategóriáit kell elérnie, nem csak a szakembereket.

Intelligens irányítási megközelítések

Az intelligens eszközök és alkalmazások lehetőséget adnak arra, hogy a különböző szintű érdekeltek bevonhatók legyenek a proaktív tanulásba.

A játékosítás szerinti megközelítés bevonja a polgárokat az új ismeretek elsajátításába és alkalmazásába, valamint a vízzel kapcsolatos viselkedésbeli változások kikísérletezésébe.

A játékosításnak egy szélesebb körű kommunikációs/oktatási program részét kell képeznie

Források és további példák

en.unesco.org/themes/water-security/hydrology/water-education

www.sharingmi.it/

<https://hydropolis.pl/en/>

<https://pijkranowke.pl/> (lengyelül)

<https://www.mpwik.wroc.pl/csr-2/mpwik-dzieciom/> (lengyelül)



Következtetések

Ez a dokumentum áttekintést nyújt a vízgazdálkodás lehetséges intelligens megközelítéseiről. A beavatkozási kategóriák külön-külön kerülnek ismertetésre, még akkor is, ha közöttük gyakoriak a szinergiák és az átfedések. A vízgazdálkodási tervezésnek figyelembe kell vennie a beavatkozás valamennyi kategóriáját, és koordinálnia kell az ebből következő intézkedéseket. A dokumentumban összegyűjtött esettanulmányok olyan példákat mutatnak be, amelyek ösztönzőleg hathatnak a vízgazdálkodás intelligens megközelítésére.



4. RÉSZ

Újszerű digitális eszközök a vízhatékonyság
népszerűsítésére a polgárok/fogyasztók körében

Tartalom

BEVEZETÉS	231
------------------	------------

1. UNIÓS SZINTŰ KUTATÁS	232
--------------------------------	------------

1.1. A VÍZHATÉKONYSÁGOT NÉPSZERŰSÍTŐ DIGITÁLIS ESZKÖZÖK LISTÁJA	232
1.2. A H2020 KERETÉBEN KIDOLGOZOTT, FOLYAMATBAN LÉVŐ UNIÓS PROJEKTEK	245
1.3. UNIÓS VÍZGAZDÁLKODÁSI KLASZTEREK ÉS PLATFORMOK	247

2. INTELLIGENS VÍZMÉRÉS	248
--------------------------------	------------

2.1. INTELLIGENS VÍZ ÉRTÉKLÁNC	248
2.2. MI AZ INTELLIGENS VÍZMÉRÉS?	249
2.3. INTELLIGENS VÍZMÉRÉS KIÉPÍTÉSI ÉS ALKALMAZÁSI KÖVETELMÉNYEI	250
2.3.1. Intelligens fogyasztásmérő telepítése	250
2.3.2. Hálózat	250
2.3.3. Szoftver/szolgáltatások	251
2.4. ALKALMAZÁSI TERÜLETEK	251
2.4.1. Példák	252
2.5. A PIACON ELÉRHETŐ RENDSZEREK ÉS TERMÉKEK KÖZÖTTI KÜLÖNBSÉGEK	252
2.5.1. Példák	253
2.6. KÖLTSÉGEK ÉS MEGTAKARÍTÁSOK/ELŐNYÖK	254
2.6.1. Költségek	254
2.6.2. Előnyök	255
2.7. ESETTANULMÁNYOK	258
2.7.1. Egyesült Királyság	258
2.7.2. Franciaország	259
2.7.3. Spanyolország	261
2.7.4. Dánia	262
2.7.5. Horvátország	263
2.8. AZ INTELLIGENS VÍZMÉRÉS HATÁSA A FOGYASZTÓI MAGATARTÁS VÁLTOZÁSÁRA	266
2.8.1. Példa	268
2.9. KIHÍVÁSOK ÉS KORLÁTOK	269

REFERENCIÁK LISTÁJA	270
----------------------------	------------



BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben a világ hihetetlen fejlődésnek indult az információs és kommunikációs technológiák (IKT) területén. Nemcsak az IKT-k száma és minősége nőtt, hanem azok elérhetősége, változatossága és a felhasználók száma is. Elérhetősége, sokrétősége, hozzáférhetősége és gyorsasága miatt az IKT-t sokan rendkívül hasznosnak tartják a tudás megszerzésében. A fentieknek köszönhetően a digitális eszközök és általában az IKT a vízhatékonyság érdekében történő felhasználás során nem csak hasznos technológiai és intelligens irányítási eszközökként szolgálnak, hanem olyan eszközökként is, amelyek a lakosság körében magatartásváltozást ösztönözhetnek, valamint növelhetik az adott témával kapcsolatos ismereteket. Ennek további elősegítése érdekében a „Projekt City Water Circles - Urban Cooperation Models for enhancing water efficiency and reuse in Central European functional urban areas with an integrated circular economy approach - CWC” (Városi vízkörök projekt - Városi együttműködési modellek a vízhatékonyság és a víz újrafelhasználásának fokozására a közép-európai funkcionális városi területeken integrált körforgásos gazdasági megközelítéssel) projekt keretében a polgárok/fogyasztók körében a vízhatékonyságot elősegítő új digitális eszközöket bevezető tudásbázis létrehozását tervezik.

A dokumentum áttekintést nyújt a vízhatékonysági digitális eszközökről és megoldásokról, amelyek elősegítik a hatékony vízhasználatot és a fenntartható magatartást, mint például a víztakarékosság, az esővíz összegyűjtése, a szennyvíz felhasználása, a hulladékmentes életmód stb. A dokumentum egy olyan, az egész EU-ra kiterjedő kutatást tartalmaz, amely összefoglalja a különböző források - főként a Cordis weboldalán leírtak - kutatásán alapuló koncepciók, prototípusok és piacközelbeli megoldások gyűjteményét. A bemutatott megoldások fent említett listája tartalmazza az eszköz nevét, a projektet, amelyből kifejlesztették (ha van ilyen), a projekt/eszköz rövid leírását, a technológiai készültségi szintet, az országot, ahol kifejlesztették és ahol használható, valamint a megfelelő weboldalt. A vízhatékonyságot elősegítő eszközök jövőbeli trendjeinek nyomon követése érdekében a vízgazdálkodással foglalkozó uniós klaszterek és platformok listáját, valamint a vízgazdálkodással kapcsolatos IKT-megoldásokat fejlesztő/előmozdító, folyamatban lévő H2020-projektek listáját is bemutatjuk. Végezetül, tekintettel az intelligens mérési eszközökben rejlő, a vízhatékonyság és a felhasználói magatartás pozitív irányú megváltoztatása szempontjából elismert lehetőségekre, a 4. rész utolsó fejezete átfogóan bemutatja a fent említett eszközöket, beleértve azok használatát, a konstrukciós és alkalmazási követelményeket, az alkalmazási területeket, a piacon lévő rendszerek közötti különbségeket, a költségeket és az előnyöket, valamint számos példát és esettanulmányt.



1. UNIÓS SZINTŰ KUTATÁS

1.1. A vízhatékonyságot népszerűsítő digitális eszközök listája

Az európai kutatási források, például a Cordis, az EU Science Hub, az Európai Innovációs és Technológiai Intézet adatbázisa, valamint kiterjedt internetes kutatások alapján az alábbi táblázatban olyan, a vízhatékonyságot elősegítő digitális eszközök és megoldások gyűjteménye szerepel, amelyek célja a vízhasználattal kapcsolatos felhasználói magatartás befolyásolása. A táblázat bemutatja az EU-ban használt és fejlesztett különböző szoftvereszközöket, mobilalkalmazásokat, e-platformokat, játékokat, riasztórendszereket, intelligens adatalkalmazásokat, valamint az eszközökön belül fejlesztett/fejlesztendő eszközöket (ha van ilyen), a projekt/eszköz rövid leírását, a technológiai készültségi szintjüket (az 1 a legalacsonyabb - csak az alapelveket szolgálják ki, a 9 pedig a legmagasabb - a rendszer bizonyítottan működőképes), az országot, ahol fejlesztették és ahol használhatók, valamint a megfelelő honlap forrásait.



Eszköz:

Advizzo

Projekt: N/A

Leírás: Szoftveres megoldás, amely segít a közműszolgáltatóknak bevonni ügyfeleiket működésük/tevékenységük javításába, valamint az energia- és víztakarékosságba.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Egyesült Királyság

Weboldal <https://www.advizzo.com/>



Eszköz: BiWAS

Projekt: Biológiai vízriasztó rendszer (BiWAS) a városi ivóvíz-infrastruktúra CBRN-fenyegetettség elleni védelmére

Leírás: Kompakt, korai figyelmeztető rendszer az ivóvíz minőségének ellenőrzésére. A rendszer egy szoftverhálózathoz áll, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy több helyszínen, közel valós időben megfigyeljék a vízminőséget, ami megkönnyíti a fenntartható vízhasználatot.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Norvégia, Svédország

Weboldal <https://aquaalarm.net/>



4. RÉSZ



Eszköz: B-WaterSmart

Projekt: A vízügyi intelligencia felgyorsítása Európa tengerparti területein

Leírás: A vízkészletek hatékonyabb, biztonságosabb elosztását és hatékony felhasználását szolgáló intelligens adatalkalmazások kifejlesztésére kerül sor.

Technológiai felkészültségi szint: 5 - 7

Helyszín: Belgium, Németország, Görögország, Olaszország, Hollandia, Spanyolország, Norvégia, Portugália, Németország, Olaszország, Portugália, Spanyolország

Weboldal <https://cordis.europa.eu/project/id/869171>



Eszköz: CASTWATER

Projekt: Tengerparti területek fenntartható turizmusa Vízgazdálkodás a Földközi-tengeren

Leírás: Egy online alkalmazás, amely segít a kkv-knak a vízgazdálkodási kérdések értékelési és javítási módjainak meghatározásában, és statisztikákat szolgáltat a hatóságoknak a vízgazdálkodás fenntarthatóságának jelenlegi helyzetéről a térségben működő turisztikai kkv-k számára a fenntartható hulladékfelhasználás elősegítése érdekében.

Technológiai felkészültségi szint: N/A

Helyszín: Horvátország, Franciaország, Ciprus, Görögország, Spanyolország, Olaszország, Málta, Horvátország, Ciprus, Olaszország, Málta

Weboldal <https://castwater.interreg-med.eu/>



Eszköz: The City Blueprint

Projekt: Tervek intelligens városok számára: A víz- és hulladékágazat intelligens városok és közösségek európai innovációs partnerségen belüli integrációjának összehangolt megközelítésére szolgáló módszertan kidolgozása

Leírás: Egy olyan szoftver, amely lehetővé teszi a végfelhasználók számára, hogy tömör, világos és hatékony elemzést készítsenek a víz- és hulladékgazdálkodás, az energia, a közlekedés és az IKT helyzetéről egy adott városban.

Technológiai felkészültségi szint: N/A

Helyszín: Belgium, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Finnország, Spanyolország, Olaszország, Törökország, Egyesült Királyság, Olaszország, Egyesült Királyság

Weboldal <https://cordis.europa.eu/project/id/642354>



4. RÉSZ



Eszköz: Closca Water

Projekt: N/A

Leírás: Mobilalkalmazás, amely a legnagyobb számú vízutántöltő állomásokat tartalmazza a világon. Az alkalmazás arra ösztönzi a felhasználókat, hogy ne használjanak egyszer használatos műanyagokat, így elősegítve a viselkedésük megváltoztatását.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Világszerte **Weboldalak:**

<https://apps.apple.com/us/app/closca-water-refill-everywhere/id1455330949>



Eszköz: DAIAD

Projekt: Nyílt vízgazdálkodás - cseppnyi részvételtől a tudásáramokig

Leírás: Big Data és a gépi tanulási (ML) technológiák alkalmazása az intelligens vízmérőkből származó adatok kiaknázására, segítve a fogyasztókat megváltoztatni viselkedésüket a fenntarthatóbb vízhasználat érdekében.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Németországban telepítve, világszerte használható

Weboldal <http://daiad.eu/>



Eszköz: Deepki

Projekt: N/A

Leírás: Egy olyan szoftver, amely automatikusan összeállítja és elemzi a felhasználók meglévő adatait, hogy azonosítsa a potenciális energia- és vízmegtakarítási lehetőségeket és a fenntarthatóbb viselkedés irányába történő változtatást.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Az Egyesült Királyságban kifejlesztett, világszerte használható

Weboldal <https://www.deepki.com/en/>



4. RÉSZ



Eszköz: Dropcountr

Projekt: N/A

Leírás: Mobilalkalmazás, amely összeköti a felhasználókat és vízszolgáltatóikat a mindennap használt mobil eszközökön. Az alkalmazás segítségével megértheti és kezelheti egyéni vízfelhasználását, összehasonlíthatja a hasonló szomszédokkal, kitűzheti és elérheti a vízfelhasználási célokat, valamint hozzáférhet értékes kedvezményekhez és közüzemi hirdetésekhez.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Az USA-ban fejlesztették ki, világszerte használható

Weboldalak:

<https://www.dropcountr.com/platform-home/>



Eszköz: DWC AR mobil alkalmazás

Projekt: DIGITAL-WATER.city - Vezető városi vízgazdálkodás a digitális jövő felé

Leírás: A geológiai tényezőket és a felszín alatti vizeket megjelenítő AR mobilalkalmazás, amelyet azért fejlesztettek ki, hogy kiemelje ezek jelentőségét ivóvízforrásként.

Technológiai felkészültségi szint: 5 - 7

Helyszín: Németországban telepítve, világszerte használható

Weboldal <https://www.digitalwater.city/solution/augmented-reality-ar-mobile-application-for-groundwater-visualization/>



Eszköz: DWC mobil alkalmazás

Projekt: DIGITAL-WATER.city - Vezető városi vízgazdálkodás a digitális jövő felé

Leírás: Mobilalkalmazás, amely a párizsi lakosok számára a fürdővizek szennyezettségének kockázatáról tájékoztatja a lakosságot a polgárok bevonása és a tudatosság növelése érdekében.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Franciaországban (Párizs) fejlesztették ki

Weboldal <https://www.digital-water.city/solution/machine-learning-alapú-korai-előrejelző-rendszer-für-fürdő-wa-ter-quality/>



4. RÉSZ



Eszköz: DWC web-alapú játék

Projekt: DIGITAL-WATER.city - Vezető városi vízgazdálkodás a digitális jövő felé

Leírás: Egy játék, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy interakcióba lépjenek az adatokkal és támogassa a vízkészlet, a szén-dioxid-kibocsátás, az energiafogyasztás, az élelmiszertermelés termelékenységének összetettségének megértését.

Technológiai felkészültségi szint: 5 - 7

Helyszín: Olaszországban (Milánó) fejlesztették ki és tesztelték

Weboldal <https://www.digital-water.city/solution/serious-game-on-the-water-reuse-carbon-energy-food-and-climatic-nexus/>



Eszköz: Eco Life Hacks - Az Ön fenntarthatósági mentora

Projekt: N/A

Leírás: Mobilalkalmazás, amely számos egyszerű ökológiai tippet kínál a felhasználóknak a fogyasztással, az energiával, az élelmiszerekkel, a vízzel és a hulladékokkal kapcsolatban.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Máltán fejlesztették ki, világszerte használható

Weboldal <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.roland.ecolifehacks&hl=en&gl=US>



Eszköz: Eevie - Az Ön éghajlati útmutatója

Projekt: N/A

Leírás: Intelligens útmutató, amelyet gondosan úgy terveztek, hogy segítsen a felhasználóknak javítani szén-dioxid-kibocsátásuk mértékét azáltal, hogy minden nap apró változtatásokat hajtanak végre, a többi pedig erdők telepítésével ellensúlyozzák.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Németországban fejlesztették ki, világszerte használható

Weboldalak:

<https://www.eevie.io/>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.hum-bldt.eevie&hl=en&gl=US>



4. RÉSZ



Eszköz

Projekt: Együttműködő ajánlások és adaptív vezérlés a személyre szabott energiatakarékosság érdekében

Leírás: Innovatív, felhasználóbarát digitális eszközök, amelyek az energiafogyasztási adatokat elérhetővé és érthetővé teszik a különböző érdekeltek számára, és lehetővé teszik számukra, hogy energiamegtakarítást érjenek el, és igényeiket energiahatékony és költséghatékony módon kezeljék.

Technológiai felkészültségi szint: 6 - 9

Helyszín: Németország, Görögország, Magyarország, Olaszország, Litvánia, Románia, Svájc, Németország, Olaszország, Litvánia, Magyarország, Svájc

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/72305>

<http://www.encompass-project.eu/>



Eszköz: Környezetvédelmi kihívás

Projekt: N/A

Leírás: Mobilalkalmazás, amely különböző kihívások, pontok és szintek elérésével, valamint a környezetvédelemmel kapcsolatos napi hírekkel segíti a felhasználókat abban, hogy környezetbarátabb módon változtassák meg viselkedésüket. Az egyik kihívás a vízpazarlás csökkentése.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Világszerte

Weboldal <https://play.google.com/store/apps/details?id=si.enki.tapwaterljubljana&hl=en&gl=US>



Eszköz: Fiware4Water IT platform

Projekt: B FIWARE a következő generációs internet szolgáltatásokhoz a VÍZÜGYLágazat számára

Leírás: Olyan informatikai platform, amely hozzájárul olyan innovatív digitális megoldások kifejlesztéséhez, amelyek a felhasználók számára a szükséges információkat nyújtják, és javaslatokat tesznek a viselkedés megváltoztatására és a háztartási szintű víztakarékosságra.

Technológiai felkészültségi szint: 5 - 7

Helyszín: Franciaország, Németország, Görögország, Hollandia, Hollandia, Románia, Spanyolország, Egyesült Királyság, Egyesült Királyság

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/821036>

<https://www.fiware4water.eu/>



4. RÉSZ

FREEWA

Eszköz: FREEWA

Projekt: N/A

Leírás: Web alapú platform és mobilalkalmazás az ingyenes ivóvízhelyek feltérképezésére világszerte.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Horvátországban fejlesztették ki, világszerte használható

Weboldal <https://freewa.org/>



Eszköz: IMPREX játék

Projekt: A hidrológiai szélsőségek előrejelzésének és kezelésének javítása

Leírás: Olyan játék, amely célja a tudás és a tudatosság növelése, valamint a polgárok viselkedése megváltoztatásának elősegítése. Ebben a játékban a felhasználó megpróbálja megvédeni városát és annak lakóit az árvizektől.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Belgium, Németország, Görögország, Franciaország, Olaszország, Hollandia, Spanyolország, Svédország, Egyesült Királyság, Németország, Egyesült Királyság

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/641>

<https://www.impresx.arctic.tech/>



Eszköz: ISS-EWATUS

Projekt: Integrált támogató rendszer a hatékony vízhasználat és az erőforrásokkal való hatékony gazdálkodás érdekében

Leírás: A fogyasztók vízfogyasztással kapcsolatos tudatosságának növelése érdekében a vízhasználatra vonatkozó adatok gyűjtésére szolgáló információs rendszert terveznek.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Görögország, Hollandia, Lengyelország, Spanyolország, Egyesült Királyság, Görögország, Hollandia, Spanyolország, Egyesült Királyság

Weboldal <https://cordis.europa.eu/project/id/619228>



4. RÉSZ



Eszköz iWIDGET

Projekt: Még jobb vízhatékonyság IKT-technológiák révén az integrált kereslet-kínálati oldal irányítása érdekében

Leírás: Olyan informatikai platform, amely hozzájárul olyan innovatív digitális megoldások kifejlesztéséhez, amelyek a felhasználók számára a szükséges információkat nyújtják, és javaslatokat tesznek a viselkedés megváltoztatásra és a háztartási szintű víztakarékosságra.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: EU

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/318272>

<http://www.i-widget.eu/>



Eszköz: NAIADES alkalmazás

Projekt: Holisztikus vízügyi ökoszisztéma a városi vízügyi ágazat digitalizálása érdekében

Leírás: A felhasználók vízvédelmi tevékenységekben való részvételét elősegítő alkalmazás kifejlesztésére kerül sor.

Technológiai felkészültségi szint: 5 - 7

Helyszín: EU

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/820985>

<https://naiades-project.eu/>



Eszköz: NextGen digitális eszközök

Projekt: A vízrendszerek és -szolgáltatások következő generációja felé a körforgásos gazdaságban

Leírás: Komoly játékokat és kiterjesztett valóságot fejlesztenek ki és használnak majd a körforgásos gazdaság felfedezéséhez és a polgárok és más érdekeltek viselkedésének megváltoztatásához.

Technológiai felkészültségi szint: 5 - 7

Helyszín: Belgium Franciaország, Németország, Görögország, Magyarország, Hollandia, Románia, Spanyolország, Svájc, Magyarország, Egyesült Királyság, Belgium, Franciaország, Németország, Görögország, Hollandia, Románia, Spanyolország, Svájc, Egyesült Királyság

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/776541>

<https://nextgenwater.eu/>



4. RÉSZ



Eszköz: POWER

Projekt: Politikai és társadalmi tudatosság a víz Környezetvédelmi kihívásokkal kapcsolatban

Leírás: Felhasználók által irányított digitális közösségi platform (DSP), amely biztosítja a társadalom és a tudásközösség széles körének bevonását.

Technológiai felkészültségi szint: 5 - 7

Helyszín: Németország, Izrael, Olaszország, Hollandia, Portugália, Spanyolország Egyesült Királyság

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/687809>

<https://www.power-h2020.eu/>



Eszköz: SCOREwater

Projekt: Az intelligens városmegfigyelő központok megvalósítják az ellenállóképességgazdálkodást

Leírás: A lakosságot bevonó valós idejű platformot alakítanak ki a vízbarát magatartás elősegítésére, a felszíni vizek és a szennyvíz minőségével kapcsolatos vizek minőségével kapcsolatban.

Technológiai felkészültségi szint: 5 - 7

Helyszín: Belgium Franciaország, Németország, Görögország, Magyarország, Hollandia, Románia, Spanyolország, Svájc, Magyarország, Egyesült Királyság, Belgium, Franciaország, Németország, Görögország, Hollandia, Románia, Spanyolország, Svájc, Egyesült Királyság

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/820751>

<https://www.scorewater.eu/>



Eszköz: SIM4NEXUS játék

Projekt: Fenntartható integrált gazdálkodás a víz-föld-élelmiszer-energia-éghajlat NEXUSÁN az erőforrás-hatékony Európa érdekében

Leírás : Egy játék, amely segíti a Nexus tanulását azáltal, hogy segít a felhasználóknak megérteni és feltárni a víz-, energia-, föld- és élelmiszerforrásokkal való gazdálkodás közötti kölcsönhatásokat az éghajlatváltozás összefüggésében.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: EU

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/689150>

<https://www.sim4nexus.eu/page.php?wert=SeriousGame>



4. RÉSZ



Eszköz: SmartH2O platform

Projekt: SmartH2O: IKT-platform a közösségi számítástechnika felhasználására a vízfogyasztás hatékony kezelése érdekében

Leírás: A platform lehetővé teszi a vízgazdálkodók számára, hogy a tényleges vízfogyasztási szintek és a kívánt célok között a hurok bezáruljon, felhasználva az arra vonatkozó információkat, hogy a fogyasztók hogyan igazítják viselkedésüket az új helyzetekhez: új szabályozásokhoz, új vízárakhoz, a víztakarékosságra való felhívásokhoz.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Németország, Olaszország, Románia, Spanyolország, Svájc, Egyesült Királyság, Svájc, Egyesült Királyság

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/619172>

<https://smarth2o.deib.polimi.it/>



Eszköz: Tap Water Ljubljana

Projekt: N/A

Leírás: Mobilalkalmazás, amely az ingyenes és tiszta víz használatát népszerűsíti Ljubljana 17 pontján.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Szlovénia (Ljubljana)

Weboldalak <https://play.google.com/store/apps/details?id=si.enki.tapwaterljubljan&hl=en&gl=US>



Eszköz: UrbanWater

Projekt: Intelligens városi vízgazdálkodási rendszer

Leírás: A platform lehetővé teszi a jobb, végponttól végpontig tartó vízgazdálkodást a városi területeken. A platform a végfelhasználók számára előnyös, mivel lehetővé teszi számukra, hogy hatékonyabban használják a vizet, ezáltal csökkentve a teljes fogyasztást.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Horvátország, Csehország, Dánia, Franciaország, Németország, Portugália, Spanyolország, Egyesült Királyság, Horvátország, Egyesült Királyság

Weboldalak:

<https://cordis.europa.eu/project/id/318602>



4. RÉSZ



Eszköz: WatEner

Projekt: N/A

Leírás: Web-alapú platform, amely valós idejű teljesítményfigyeléssel és intelligens, adatokat, modelleket és szakértői tudást integráló döntési eszközökkel javítja a vízhálózatok (napi) üzemeltetését és irányítását. Elősegíti a fenntarthatóbb vízhasználatot, csökkenti a szénlábnymot és segíti a magatartás általános megváltozását.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: EU

Weboldal <http://watener.com/>



Eszköz: WATERNOMICS

Projekt: IKT a vízkészlet-gazdálkodásban

Leírás: Az IKT fejlesztése és bevezetése, mint olyan technológia, amely lehetővé teszi a vízzel mint erőforrással való gazdálkodást, a végfelhasználók takarékosági tudatosságának növelését és a viselkedésbeli változások befolyásolását, valamint a pazarlás elkerülését a szivárgás észlelése révén.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Görögország, Olaszország, Hollandia, Lengyelország

Weboldalak:

[h http://www.waternomics.com/](http://www.waternomics.com/)

<http://waternomics.eu/>



Eszköz: Water Footprint Network

Projekt: N/A

Leírás: Egy hálózat, amelynek célja, hogy a vízlábnymot koncepciót a fenntartható, méltányos és hatékony vízhasználatra való áttérés előmozdítására használja.

A Water Footprint Assessment Tool egy ingyenes online webes alkalmazás, amely világos képet nyújt arról, hogy az emberek hogyan használják fel a vizet, és az ebből eredő hatásokról.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: EU

Weboldal <https://waterfootprint.org/en/>



4. RÉSZ



Eszköz: Water Timer

Projekt: N/A

Leírás: Mobilalkalmazás, amely nyomon követi a felhasználó zuhanyzási idejét, kiszámítja a felhasznált víz mennyiségét és árát, elősegítve a viselkedés megváltoztatását.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Világszerte

Weboldal <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.speedymarks.android.water&hl=en&gl=US>



Eszköz: WEAM4i alkalmazás

Projekt: WEAM4I - Víz- és energiagazdálkodás az öntözésben

Leírás: A mobilalkalmazás célja, hogy a gazdálkodók számára elérhető információkat nyújtson, elősegítve a fenntarthatóbb vízhasználatot.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Franciaország, Németország, Hollandia, Portugália, Spanyolország

Weboldal:

<https://cordis.europa.eu/project/id/619061>



Eszköz: WeSenseIT

Projekt: WeSenseIT: Polgári Vízmegfigyelő Intézet

Leírás: Mobil crowdsourcing alkalmazások, amelyek arra ösztönzik a városi közösségeket, hogy töltsenek fel, osszanak meg, vitassanak meg és értékeljenek adatokat és információkat a vízkörnyezetükről, különös tekintettel az áradások és a rossz vízminőség hatásainak minimalizálására.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Franciaország, Olaszország, Hollandia, Lengyelország, Spanyolország, Svájc, Egyesült Királyság, Franciaország, Olaszország, Hollandia, Lengyelország, Spanyolország, Egyesült Királyság

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/308429>

<https://www.wesenseit.com/>



4. RÉSZ



Eszköz: WIDEST

Projekt: Vízügyi innováció terjesztés révén
Intelligens technológiák kiaknázása

Leírás: Összekapcsolt IKT-rendszer a vízügyi közösség számára az EU által finanszírozott tevékenységek és eredmények terjesztésének és kiaknázásának elősegítése érdekében.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Belgium, Franciaország, Spanyolország,
Egyesült Királyság

Weboldalak

<https://cordis.europa.eu/project/id/642423>

<https://www.widest.eu/>



Eszköz: WISDOM

Projekt: WISDOM - Vízanalitika és intelligens
érzékelés a kereslet optimalizált kezeléséért

Leírás: Olyan rendszer, amelynek célja a háztartások, a vállalkozások és a társadalom tudatosságának javítása, valamint a fogyasztói magatartás megváltoztatása.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Franciaország, Írország, Olaszország, Spanyolország,
Egyesült Királyság, Egyesült Királyság

Weboldalak <https://cordis.europa.eu/project/id/619795>



Eszköz: WATER BATTLE GAME

Projekt: Vitens Innovációs játszótér

Leírás: Komoly játék, amely ösztönzi a vásárlók elkötelezettségét és befolyásolja a vízzel való takarékoskodást célzó magatartásváltozást.

Technológiai felkészültségi szint: 9

Helyszín: Hollandia

Weboldal <https://waterbattle.nl/>



4. RÉSZ

1.2. A H2020 keretében kidolgozott, folyamatban lévő uniós projektek

A vízhatékonyt elősegítő digitális megoldások fejlesztésének nyomon követése céljából az alábbi táblázatban felsoroljuk a H2020 program keretében kidolgozott, folyamatban lévő uniós projekteket.

1. táblázat. A folyamatban lévő H2020 projektek listája

Projekt	Leírás	Weboldal
B-WaterSmart A vízügyi intelligencia felgyorsítása Európa partvidékén	A B-WaterSmart célja, hogy felgyorsítsa a vízgazdálkodási szempontból intelligens gazdaságokra és társadalmakra való átállást a tengerparti Európában és azon túl. A vízkészletek hatékonyabb, biztonságosabb elhelyezését és hatékony felhasználását szolgáló intelligens adatalkalmazások kifejlesztésére kerül sor	https://cordis.europa.eu/project/id/869171
DIGITAL-WATER.city A városi vízgazdálkodást a digitális jövőbe vezetve	A digital-water.city (DWC) fő célja, hogy az adatok és az intelligens digitális technológiák potenciáljának kiaknázásával fellendítse a vízrendszerek integrált kezelését öt nagy európai városi és városkörnyéki területen, Berlinben, Milánóban, Koppenhágában, Párizsban és Szófiában.	https://cordis.europa.eu/project/id/820954
Fiware4Water FIWARE a következő generációs internet-szolgáltatások a VÍZ-ágazat számára	A Fiware4Water a sikertörténeteket kívánja megismételni azáltal, hogy a vízügyi ágazatot összekapcsolja a FIWARE-val, egy nyílt forráskódú informatikai platformmal, amelyet 2011-ben hoztak létre az Európai Bizottság által finanszírozott Future Internet Public Private Partnership keretében.	https://cordis.europa.eu/project/id/821036
NAIADES Egy holisztikus vízügyi ökoszisztéma a városi vízgazdálkodás digitalizálásához	A NAIADES célja az innovatív vízgazdálkodási megoldások előmozdítása az otthonok és középületek, például bevásárlóközpontok és kórházak szolgáltatásainak javítása érdekében.	https://cordis.europa.eu/project/id/820985



4. RÉSZ

Projekt	Leírás	Weboldal
NextGen A vízrendszerek és szolgáltatások következő generációja felé a körforgásos gazdaságban	A NextGen kezdeményezés olyan innovatív és átalakító körforgásos gazdasági megoldásokat és rendszereket fog értékelni és támogatni, amelyek megkérdőjelezik a vízgazdálkodási ágazatban az erőforrás-felhasználás körül kialakult gondolkodásmódot és gyakorlatot.	https://cordis.europa.eu/project/id/776541
REWAISE Rugalmas vízügyi innováció az intelligens gazdaságért	A projekt egy új „intelligens vízi ökoszisztémát” hoz létre, amely minden érintett érdekelt felet összefog, hogy a társadalom felismerje a víz valódi értékét, csökkentve az édesvíz- és energiafelhasználást, fenntartható hidrológiai körforgást eredményezve, és ezáltal rugalmas körforgásos gazdaságba való átmenetet biztosítva. A projekt különösen az emberi viselkedéssel és a vízhez való hozzáállással kapcsolatos kihívásokat hivatott kezelni.	https://cordis.europa.eu/project/id/869496
SCOREwater Intelligens városi megfigyelőközpontok az ellenállóképes vízgazdálkodás megvalósítása érdekében	A SCOREwater növeli a városok ellenállóképességét az éghajlatváltozással és az urbanizációval szemben azáltal, hogy a társadalmat erősíti és biztosítja a jövőbeli ökoszisztéma-szolgáltatásokat.	https://cordis.europa.eu/project/id/820751
SPRING stratégiai tervezés a vízforrások újrahasznosítására, valamint újszerű biotechnikai kezelési megoldások és helyes gyakorlatok bevezetése	A projekt a megbízható vízellátás érdekében egy integrált vízkészlet-gazdálkodási eszközt fog biztosítani, azaz költséghatékony, valós idejű monitoring eszközöket fog biztosítani a szennyezett (álló és folyó) víztestek kezelésére. A kifejlesztett rendszerek sikeres megvalósítása és demonstrációja az összes érdekelt fél bevonásával hozzájárul ahhoz, hogy a közvélemény széles körben elfogadja a szennyvíz újrafelhasználását és újrahasznosítását a kifejlesztett bioremediációs technológia révén	https://cordis.europa.eu/project/id/821423



4. RÉSZ

1.3. Vízgazdálkodással foglalkozó uniós klaszterek és platformok

A vízhatékonyságot elősegítő eszközök jövőbeli trendjeinek nyomon követése érdekében az alábbi táblázatban a vízgazdálkodással foglalkozó uniós klaszterek és platformok listáját mutatjuk be.

2. táblázat. Az uniós vízgazdálkodási klaszterek és platformok listája

Név	Leírás	Weboldal
Aqua Europa	Az európai vízipari egyesület	https://aqua-europa.eu/
DigitalWater.City	Webes platform a vízgazdálkodás digitális megoldásaihoz	https://www.digital-water.city/
ICT4WATER Cluster	Az EU által finanszírozott kutatási és innovációs projektek központja, amelyek bizonyítják a vízügyi ágazat digitális átalakításának szükségességét	https://ict4water.eu/
SWAMP - Intelligens vízgazdálkodási platform	IoT-alapú módszerek és alkalmazások az intelligens vízgazdálkodáshoz a precíziós öntözés területén	http://swamp-project.org/
Water Europe	Vízzel kapcsolatos innováció és KTF több érdekelt fél részvételével működő platform Európában	https://watereurope.eu/who-are-we/

Az egyéb releváns vízgazdálkodási tevékenységek közé tartoznak a következők: Katalán Vízügyi Partnerség (CWP), CEL- ANTECH LATIVA, CREA Hydro&Energy z.s., CTA Energia és Környezet, DREAM Klaszter, Ecoliance Rheinland-Pfalz e.v., Finn Vízügyi Fórum, France Water team, Kuopio Water Cluster, Oulu Egyetem

- AIF Water Ecosystem, Pole Aqua-Valley, Silesian Water Cluster, Stichting Water Alliance, Umwelt- cluster Bayern, WaterCampus Leewarden és ZINNAE.



2. INTELLIGENS VÍZMÉRÉS

Az első fejezetben olyan digitális megoldásokat azonosítottunk, amelyek a fogyasztói magatartás befolyásolásával elősegítik a vízhatékonytságot és a vízgazdálkodást. Ezek a megoldások a dolgok internetén (IoT) alapulnak, más szóval webalapú alkalmazásokra, online eszközökre, mobilalkalmazásokra és egyéb szoftverekre vonatkoznak. A fent említett elemzés során az intelligens vízmérő eszközök olyan megoldásokként kerültek a figyelem középpontjába, amelyek nagymértékben befolyásolhatják a fogyasztói magatartást és elősegíthetik a hatékony vízhasználatot, miközben különböző gazdasági ágazatokban alkalmazzák őket.

A növekvő népesség, valamint az életmód és az étkezési szokások megváltozása miatt, amelyek nagyobb vízfogyasztással járnak, az édesvíz iránti igény világszerte jelentősen megnőtt. Ez a probléma a városi környezetben még inkább jelentkezik, ahol általában nagyobb a népsűrűség, és a termelő iparágak jellemzően nagy mennyiségű vizet fogyasztanak. Általánosságban elmondható, hogy a városi területek háztartási és ipari célú édesvízzel való ellátása egyre nagyobb kihívást jelent. Így sok közműszolgáltató a digitális átállást különböző intelligens mérési technológiák, azaz kezdetben az automatizált mérőóra-leolvasási (AMR) megoldások bevezetésével kezdte, majd áttért a fejlett, IoT-alapú mérési infrastruktúrára. Az intelligens vízmérési (SWM) infrastruktúra bevezetése lehetővé teszi a közműszolgáltatók számára, hogy gyorsabban és hatékonyabban gyűjtsenek adatokat, és összességében növeli az ügyfelek elkötelezettségét azáltal, hogy lehetővé teszi számukra fogyasztásuk vizualizálását és előrejelzését. Ennek megfelelően az intelligens fogyasztásmérők bevezetése és a kezdeményezett magatartásváltás mind a közműszolgáltatók, mind a fogyasztók számára nagyobb vízmegtakarítást eredményez. Emellett jobban megérti a vízügyi ágazatban szükséges digitalizációt, valamint annak előnyeit és korlátait.

A második fejezet áttekintést nyújt az intelligens vízmérési technológiáról a használat, a konstrukciós és alkalmazási követelmények, az alkalmazási területek, a piacon lévő rendszerek közötti különbségek, valamint a költségek és előnyök tekintetében. Számos példát és esettanulmányt is bemutat, valamint ismerteti a horvátországi technika jelenlegi állását.

2.1. Intelligens víz értéklánc

Az intelligens vízszolgáltatások további kifejtése előtt fontos bemutatni és értelmezni az intelligens víz értékláncát és az érdekelt feleket, valamint az új technológiával szemben támasztott igényeiket.

3. táblázat. Intelligens víz értéklánc

Fogyasztó	Közművek	Szabályozás	Külső erők
Fogyasztás	Elosztás	Jogi paraméterek	Éghajlatváltozás
Számlázás	Minőségirányítás	Technológiai ösztönzők	Technológia
Telepítés	Ügyfelek bevonása	Árellenőrzés	Vízforrások

Kommunikáció



4. RÉSZ

A fogyasztókat elsősorban a fogyasztás és a vízellátás minősége aggasztja, amelyet az elhelyezkedés, a szivárgás és a túlzott vízfogyasztás befolyásol. Ez feltételezi, hogy a számlázási rendszer pontos és a telepítés hozzáférhető. A csatlakoztatott intelligens vízmérő minimális beavatkozással megoldja ezeket a problémákat. Másrészt a vízszolgáltató vállalatok számára, amelyek az intelligens víz értéklánc központi részét képezik, az intelligens vízmérők a működésük különböző aspektusait segíthetik - beleértve az elosztás egyszerűsítését, a vízminőség biztosítását és a fogyasztók elkötelezettségének növelését. A vízszolgáltató vállalatoknak szabályozott környezetben kell működniük, ami azt jelenti, hogy a helyi döntéshozók által meghatározott kulcsfontosságú teljesítménymutatóknak kell megfelelniük. A víziközmű-szolgáltatónak rendszeresen jelentést kell tennie az ezen intézkedésekhez viszonyított teljesítményről. A politikai döntéshozók új intézkedéseket is meghatározhatnak a helyi vízpiacon belüli konkrét problémák megoldására, például a vízdíjakra vonatkozóan. A külső erők olyan tényezők, amelyeket a víziközmű-szolgáltatók, a szabályozó hatóságok és a fogyasztók nem tudnak ellenőrizni, de alkalmazkodniuk kell hozzájuk. Az IoT-érzékelők és az intelligens vízmérők kulcsfontosságúak a vízipar átalakításában, hogy megfeleljen az ilyen kihívásoknak. Végül pedig a kommunikáció és a nagy adatmennyiségű technológia az intelligens vízmérés és az intelligens vízhálózatok (Mobile IoT) sikerének motorja. A vízszolgáltatóknak biztosnak kell lenniük abban, hogy a kiválasztott technológia megfelel a célnak, és a jövőben is alapot biztosít az új szolgáltatások kiépítéséhez. Az értéklánc valamennyi érdekeltjének olyan kölcsönös kapcsolatra kell törekednie egymással, amely lehetővé teszi a vízszolgáltatások rugalmasságát és a technológia használatát a hatékonyság növelése, a jobb szolgáltatások kialakítása és az ügyfelek elégedettségének fenntartása érdekében.

2.2. Mi az intelligens vízmérés?

Az intelligens vízmérési technológia az alábbi ábrán bemutatott, összehangolt intelligens mérőberendezésekből áll, a kommunikációtól az adatkezelésig és a szoftverszolgáltatásokig.

1. ábra. Intelligens vízmérő rendszer



Forrás www.iskraemeco.com/app/uploads/2020/10/IE_Smart-Water-Management-Solution.pdf



4. RÉSZ

Az intelligens vízmérő nemcsak a vízáramlást méri, hanem vezeték nélküli kommunikáció segítségével helyi vagy tágabb területű hálózatokhoz is csatlakozik, lehetővé téve a távoli helymegfigyelést és az infrastruktúra karbantartását a szivárgás érzékelésén keresztül, és így növelve az idő hatékonyságát és megfelelőségét. Az intelligens vízmérő rendszer nemcsak gyakori és pontos adatokat szolgáltat a nap 24 órájában, hanem lehetővé teszi az automatikus számlázást és ügyfélkezelést is, beleértve az illetéktelen beavatkozási kísérletek felismerését és azokkal szembeni védekezést. Ez azt jelenti, hogy az ügyfelek online hozzáférhetnek az adataikhoz, ami nagyobb ellenőrzést biztosít számukra vízhasználatuk és számláik felett. Az intelligens fogyasztásmérők megszüntetik a kézi leolvasás és a becsült számlák szükségességét. Ezek akkumulátorral működnek, ezért az alacsony fogyasztású eszközök döntő szerepet játszanak a rendszerkonfigurációk meghatározásában.

2.3. Intelligens vízmérés kiépítési és alkalmazási követelményei

Amint fentebb említettük, az intelligens vízmérő rendszer több olyan összetevőből áll, amelyeket integrálni kell a vízszolgáltató vállalatok által használt meglévő rendszerekbe, például az ügyfél-információs rendszerekbe és az üzemeltetésirányításba. Más szóval, a fogyasztók, az eszközök leltári és fogyasztási adatainak szinkronizálása a meglévő rendszerrel. Ezért az építési és alkalmazási követelményeket az intelligens mérőeszközök, hálózatok és szoftverek/szolgáltatások szempontjából vizsgáljuk.

2.3.1. Intelligens fogyasztásmérő telepítése

A vízmérők jellemzően nehezen hozzáférhető helyeken, például földalatti hozzáférési nyílásokban, bázisokon és általában az ingatlan határán találhatók. Ez megnehezíti az intelligens fogyasztásmérő telepítését, mivel az otthonon belül nincs hozzáférés az elektromos vagy kommunikációs hálózatokhoz. Az intelligens mérési technológia bevezetésével az adatgyűjtés a mérőhely felkeresése nélkül is lehetséges. Mindazonáltal vannak bizonyos építési követelmények, amelyeket az intelligens fogyasztásmérő első alkalommal történő telepítésekor teljesíteni kell. Más szóval a régi vízmérő újjal történő cseréje a vízellátás rövid ideig tartó kikapcsolását igényli. A legtöbb esetben a telepítés kevesebb mint harminc percet vesz igénybe. Az új fogyasztásmérő felszerelésekor a beszerelést végző személynek tesztelnie kell a fogyasztásmérőt, hogy megbizonyosodjon arról, hogy az működőképes. A nem háztartási felhasználók esetében a telepítés akár több órát is igénybe vehet, és a vízszolgáltatás megszakítása hosszabb ideig is eltarthat. Természetesen fontos hangsúlyozni, hogy ezek az eszközök érzékelőkkel, akkumulátorokkal, mikrokontrollerrel, megfelelő fizikai/vezeték nélküli csatlakozóval és egyéb opcionális funkciókkal vannak felszerelve. A fogyasztási adatok összegyűjtése után a készülék a leolvasott adatokat nem felejtő memóriában tárolja, és az adatokat különböző kommunikációs hálózatokon keresztül továbbítja egy diszpečser szerverhez.

2.3.2. Hálózat

A kommunikációs hálózat egy egyszerű hálózat egy nem kiosztott sávban, alacsony energiaigénnyel és nagyon jó anyagokon való áthatolással és lefedettséggel. Az átvitt adatok mennyisége korlátozott, ami lehetővé teszi, hogy egy bázisállomásról sok eszközzel kommunikáljon. Emellett a kommunikációt minden egyes eszközzel hitelesíteni kell, és titkosítani kell egy rendkívül keskeny frekvenciasávban, frekvenciaugrással, ami nagy biztonságot és zajállóságot biztosít. A használt kommunikációs hálózatok típusai közé tartozik a LoRA, az M-Bus, a Sigfox, az NB-IoT vagy a GSM/GPRS, az LTE, a ZigBee, sőt az 5G is használható.



4. RÉSZ

2.3.3. Szoftver/szolgáltatások

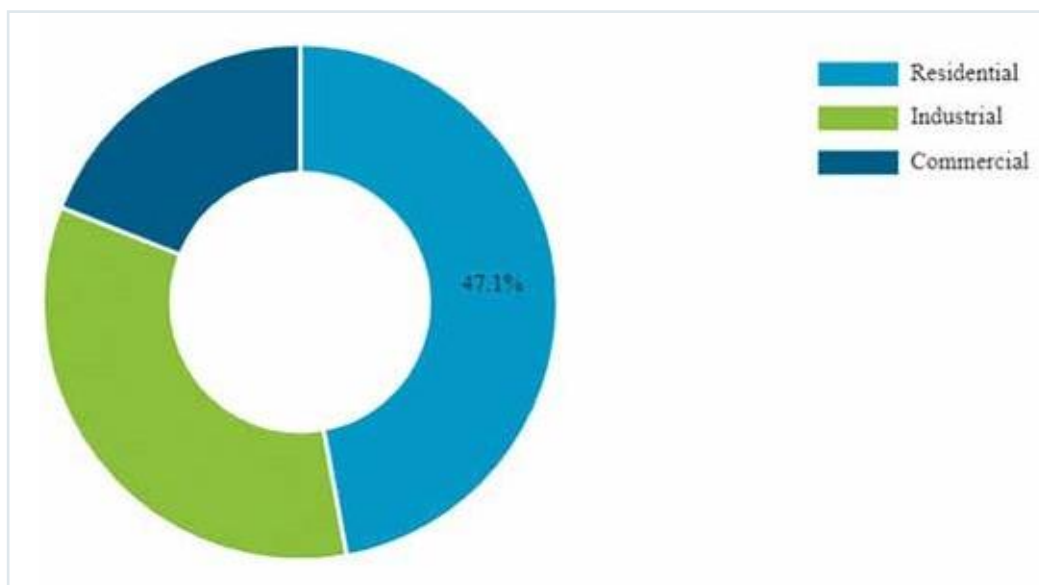
A szoftverarchitektúra több bérlőre és több szállítóra kiterjedő, skálázható és rugalmas infrastruktúrával rendelkezik a fejlett adatelemzéshez. Míg a webalapú felhasználói felületnek, általában egy online platformnak modernnek és rezponzívnak kell lennie, amely támogatja a hozzáférést és a konzisztens megjelenési lehetőséget PC-ről és mobileszközökről. Az intelligens vízmérők vagy az intelligens vízügyi digitális megoldások egyes gyártói saját platformot kínálnak az adatmonitorozáshoz, mint például az Advizzo, a Deepki vagy az ADGT az IOT24.eu platformmal, amely korábban már szerepelt ebben a kiadványban.

2.4. Alkalmazási területek

Az intelligens vízmérők fő előnye a pontos számlázás és a hatékonyság, ami számos ügyfelet vonz. Nemcsak a vízművek és a lakossági fogyasztók, hanem a nagy mennyiségű vizet felhasználó iparágak is, például a mezőgazdaság, a textilipar, a szolgáltatási szektor és mások.

A Fortune Business Insight 2015- 2026 közötti időszakra vonatkozó, intelligens vízmérőkre vonatkozó piacelemzése szerint az európai SWM (intelligens vízmérő) piac értéke 2018-ban 0,48 milliárd dollár volt, míg a globális piac mérete 1,38 milliárd dollár volt. Az előrejelzések szerint 2026-ra a globális piac mérete eléri a 3,07 milliárd USD-t. Mivel ez a technológia évről évre egyre több ügyfelet vonz, az alkalmazási területet vizsgálva a piac három részre oszlik: lakossági, kereskedelmi és ipari.

2. ábra. Globális SWM piaci részesedés alkalmazási területenként 2018-ban



Forrás www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/smart-water-metering-market-100776



4. RÉSZ

Várhatóan és előre láthatóan a lakossági szektor fogja uralni a piacot, ahogyan az elmúlt években is. Ennek oka az ágazatban a fogyasztók számának növekedése - növekvő népesség és urbanizáció számos országban. A lakossági szektor után az ipari a második legnagyobb alkalmazási terület. Ez annak köszönhető, hogy a víz az egyik legfontosabb nyersanyag és hűtőközeg a világ számos iparágában.

Az intelligens fogyasztásmérők lakossági, kereskedelmi és ipari, valamint fő- vagy zónamérőkre oszthatók. A fő különbség ezek között a mérőberendezés műszaki felépítésében (méretezésében) van, amely a szükséges vízhozam-lefedettségtől, a hatékonyságtól, a tartósságtól, a helytől, az előforduló ingadozásoktól stb. függően változik, egyidejűleg optimális bevételt biztosítva.

2.4.1. Példák

Mint fentebb említettük, az intelligens vízmérő technológia különböző ágazatokban alkalmazható. Például a szófiai Djordan hotelben az intelligens mérés használatának köszönhetően a becslések szerint 15%-kal csökkent az éves vízszámla. Az Icade ingatlancég 2015 óta 27%-os üvegházhatásúgáz-csökkentést könyvelhetett el, míg a Cromwell ingatlancsoport csak 2020-ban 7%-kal csökkentette az energaintenzitást. Ami az ipari ágazatot illeti, a nagyvállalatoknál az energia (villamos energia, víz és üvegházhatásúgáz-kibocsátás) terén elért megtakarítások a mérhetőek. A Fererro például a víztakarékossági intézkedések és a szivárgásérzékelést is magában foglaló politikák alkalmazásának köszönhetően több mint 4 millió köbméter vizet takarított meg. Továbbá a Johnson & Johnson vállalat 2010 és 2019 között 22%-kal csökkentette a globális vízkivételt, míg ugyanebben az időszakban a Boortmalt az Axereal alatt 30%-os megtakarítást ért el a teljes energiafogyasztásban.

2.5. A piacon elérhető rendszerek és termékek közötti különbségek

Az intelligens mérési rendszerek esetében a fő különbség általában az alkalmazott mérési technológia típusában van. A SWM-rendszer használhatja az automatizált mérőóra-leolvasást (AMR) vagy a fejlett mérési infrastruktúrát (AMI). Az AMR az a kommunikációs technológia, amelyet a vízszolgáltató vállalatok használnak a vízfogyasztási és állapotadatok automatikus gyűjtésére a vízmérőkről, a mérőhelyre történő gyaloglással vagy autóval történő eljutással. A gyűjtés után a mérőadatokat egy adatbázisba továbbítják, ahol a vállalatok nyomon követhetik és elemezhetik a fogyasztást, elháríthatják a problémákat, és a tényleges fogyasztás alapján számlázhatnak az ügyfeleknek, nem pedig becslés alapján, amire a kéthavonta vagy negyedévente történő kézi leolvasás esetén gyakran szükség volt. Fejlettebb AMR-megoldások fejlődtek ki, de ezek még mindig nem érik el az AMI-funkciókat. Az AMI vízmérők, kommunikációs hálózatok és adatkezelési rendszerek integrált rendszere, amely kétirányú kommunikációt tesz lehetővé a vízmérő végpontok és a vízszolgáltató vállalatok között. Az AMI nem igényli, hogy a vízművek személyzete gyűjtse az adatokat, ehelyett a rendszer előre meghatározott időközönként automatikusan továbbítja az adatokat közvetlenül a vállalatnak egy kommunikációs hálózaton keresztül. Az AMI növeli az ügyfelek elkötelezettségét, mivel lehetővé teszi számukra, hogy vizualizálják és megjósolják fogyasztásukat, valamint felderítsék a vízszivárgásokat és a csalásokat, miközben biztosítja az adatok védelmét és biztonságát.

Másrészt, hivatkozva az 1. ábrára, az intelligens vízmérőrendszerrel kimutatták, hogy az intelligens vízmérőrendszer különböző típusú termékekből/komponensekből áll, azaz intelligens mérőkből, kommunikációs hálózatokból és szoftverekből/szolgáltatásokból. A felhasználó által alkalmazott kombináció nemcsak az alkalmazási területtől és a teljesítendő követelményektől függ, hanem a kívánt szolgáltatásoktól, az ártól és a víz által használt rendszertől is.



4. RÉSZ

2.5.1. Példák

A piacon elérhető termékek közötti különbségek bemutatása érdekében az elemzett digitális megoldások közül hármat hasonlítottunk össze: Advizzo, Deepki és Daiad. Az Advizzo egy olyan, az Egyesült Királyságban kifejlesztett szoftveres megoldás, amely segít a vízszolgáltató vállalatoknak abban, hogy bevonják ügyfeleiket a működésük/tevékenységük javítása és a víztakarékosság érdekében. A Deepki szintén egy brit székhelyű vállalat, amely különböző szoftvermegoldásokat fejlesztett ki, amelyek automatikusan összeállítják és elemzik a felhasználók meglévő adatait, hogy azonosítani tudják a potenciális energia- és vízmegtakarítási lehetőségeket, valamint hogy a felhasználók viselkedését fenntarthatóbbá tegyék. A Daiadot a „Nyílt vízgazdálkodás - a részvétel cseppjeitől a tudásfolyamig” című uniós projekt keretében fejlesztették ki német, görög, spanyol, svájci és brit projektpartnerek, és Big Data és gépi tanulási (ML) technológiákat alkalmazza az intelligens vízmérőkből származó adatok kiaknázására, valamint a fogyasztók magatartásának megváltoztatására a fenntarthatóbb vízhasználat érdekében. Minden megoldásnak több változata van az ügyféltípustól függően. Ebből a célból az alábbi táblázatban az üzleti/közüzemi szektorra vonatkozó változatokat hasonlítjuk össze.

4. táblázat. Intelligens vízmérő megoldások összehasonlítása

	ADVIZZO	DEEPMKI	DAIAD
Kiadás neve	Vállalat	Deepki - Csökkentse energiaköltségeit	Daiad@Utility
Ügyfélszolgálati platform	✓	✓	✓
Világszerte elérhető	✓	✓	✓
Fogyasztási előzmények és nyomon követés	✓	✓	✓
Tarifa optimalizálás	✗	✓	✓
Költségvetési kiigazítás	✓	✓	✓
Szivárgásérzékelés	✗	✗	✓
Viselkedésváltozási tippek	✓	✓	✓
Épületek összehasonlítása / háztartások összehasonlítása	✓	✓	✗
Támogatás	✓	✓	✗
Ingyenes árképzés	✗	✗	✓

Az üzleti verziók mellett lakossági verziók és más, kereskedelmi felhasználók számára alkalmas verziók is elérhetőek, és az árképzés attól függően változik, hogy vállalati vagy a nagyközönség számára kifejlesztett projektről van-e szó.



4. RÉSZ

2.6. Költségek és megtakarítások/előnyök

Az intelligens fogyasztásmérő technológia világában sokkal több az azonosított előny, mint a költség. Mindkettő bemutatásának egyszerűsítése érdekében a táblázatban a költségek szerepelnek, míg az előnyök üzleti, ügyfél- és közös előnyökre oszlanak.

2.6.1. Költségek

Az azonosított költségeket leírásuk, költségviselőjük és költségbecslésük követi. A költségek összege nem becsülhető meg általánosan, mivel az intelligens vízmérő technológia bevezetésének minden egyes esetétől függ. A táblázatot a Digitális vízmérés nem bejelentett előnyeinek feltárása című dokumentum alapján állítottuk össze: Monks et al. irodalmi áttekintése és szakértői vélemények, míg a költségbecslésre vonatkozó példák ugyanebből a dokumentumból vagy a témával kapcsolatos további internetes kutatásból származnak.

5. táblázat. Az intelligens vízmérő technológia költségei

Kategória	Leírás	Költségviselő	Költségbecslés
Intelligens mérőeszközök költségei	A költségek magukban foglalják az intelligens vízmérők beszerzését, telepítését és karbantartását	Közművek vagy ügyfelek	Az új mérőműszer beszerelési költsége akár 100\$-ra is emelkedhet, Alicante, Spanyolország
Hálózatok, alkalmazás és a portál költségei	A költségek magukban foglalják a hálózati infrastruktúra létrehozásának és karbantartásának, valamint az adatátvitel és az IoT-szolgáltatások költségeit	Közművek vagy hálózat/szolgáltatók szállítói	Az Advizzo közüzemi megoldásait például méterenként és évente számítják fel
Projekt- és szerződéskezelési költségek	A lehetséges költségek magukban foglalják a személyzet képzését, átképzését és (esetleges) áthelyezését, a projektmenedzsmentet, a közbeszerzés irányítását és elősegítését, a szerződés irányítását, beleértve a szerződés feltételei szerinti szolgáltatásnyújtás minőségbiztosítási tevékenységeit, valamint az üzleti folyamatok feltérképezését, a fejlesztést és a változásmenedzsmentet	Közművek	Egyedi
Ügyfélkapcsolati és marketingköltségek	A költségek magukban foglalják az ügyfélportál és a marketing (beleértve a kampányokat is) költségeit	Közművek	Egyedi
Csökkenő bevétel	A „drága” és „pazarló” vízhasználat miatt megjelenő költségek és a szivárgás gyors észlelése	Közművek	Egyedi



4. RÉSZ

2.6.2. Előnyök

Az előnyök három szakaszra oszlanak, amelyeket a következő táblázatok mutatnak be. Minden táblázat tartalmazza az előny kategóriáját és alkategóriáját, leírást és példát a megtakarításokra (adott esetben). A táblázatok a „*Revealing unreported benefits of digital water metering : Literature review and expert opinions* by Monks et al. című dokumentumot követve készültek, míg a megadott példák ugyanebből a dokumentumból vagy ugyanebben a témában végzett további internetes kutatásból származnak.

Üzleti előnyök

Az intelligens vízmérési technológia bevezetésével a vízszolgáltató vállalkozások által elérhető előnyök az alábbiakban bemutatottak szerint bevételnövekedést eredményeznek.

6. táblázat. Az intelligens vízmérés üzleti előnyei

Kategória	Alkategória	Leírás	Példák
Működési költségmegtakarítás	Mérőóra leolvasás	A személyzeti és munkaerőköltségek csökkentésére, a becsült leolvasások és a leolvasási hibák számának csökkentésére, valamint a számlázási és behajtási költségek csökkentésére utal	171,000 \$ munkaerő-megtakarítás Aikenben, Dél-Karolina, USA
	Pénzügyi irányítás	Magában foglalja a havi számlázás révén javuló pénzforgalmat, a működőtőke csökkentését és a bevételek jobb előrejelzését, valamint a vízművekkel szembeni biztosítási igények és költségek csökkenését	365 millió \$ megtakarítás a működő tőkében az Origin Energy-nél, Ausztrália
	Közüzemi költségek	Tartalmazza a nagykereskedelmi vízköltségek csökkenését, a környezetvédelmi előnyöket, a vízlopások, a hálózati szivárgások és más, nem bevételt jelentő vízforrások csökkenését, valamint a szivárgás felderítésével kapcsolatos munkaerőköltségeket	A vízfogyasztás 8%-os csökkentése, Anglian Water, Anglia
	Intelligens fogyasztásmérők	A mérőműszerek műszaki szempontjaira vonatkozik, mint például az életciklus, az időbeli pontosság stb.	A használt mérőtől függően az elemek élettartama általában 10-15 év
	Díjak	A rugalmasabb tarifarendszerek kialakításának lehetőségére utal	A vízárak kiigazítása
Új ismeretek	Ügyfél szegmensek	Az ismeretek bővítése révén elért megtakarítások az ügyfelekre vonatkozó további információk (például a nem lakossági ügyfelek esetében a vállalkozás típusa, vagy a régiókra gyakorolt turisztikai hatások) megszerzésével	A turisták vízfogyasztásának 10%-os csökkentése, Baleár-szigetek, Spanyolország
	Új algoritmusok	A pontosabb és hatékonyabb modellek használatának, a csatornavízáramlás jobb modellezésének és a kereslet jobb előrejelzésének köszönhetően elért megtakarítások	Jobb mérőszámlák méretezése a rendelkezésre álló óránkénti fogyasztási adatoknak köszönhetően
Tőkeköltség-megtakarítás	Tervezés	Tartalmazza a hálózat/infrastruktúra javítását, tervezését ügyfélélfogyasztás modellezés munkakarbantartás	20%-os nettó-költségek Valencia, Spanyolország
	Kockázat	A vízgazdálkodással kapcsolatos csökkentett kockázati prémium modellek	Növekvő vízhasznosítási eszközérték



4. RÉSZ

Ügyfélelőnyök

A fogyasztók várhatóan közvetlen hasznot húznak abból, ha a vízszolgáltató vállalatok átállnak a digitális vízmérésre. Ezek az előnyök ügyfélszolgálati előnyökre és a megszerzett új ismeretekből származó előnyökre oszthatók.

7. táblázat. Az intelligens vízmérésből származó ügyfélelőnyök

Kategória	Alkategória	Leírás	Példák
Ügyfélszolgálat	Használati költség	A valós idejű szivárgásjelzésnek, a vízfogyasztásnak, a havi számlázásnak és az ügyfelek tudatosságának/oktatásának köszönhetően elért megtakarítások	3,7%-os csökkenés a háztartási vízfelhasználásban a havi számlázásnál, Wisconsin, USA
	Komplex ingatlan/többségesség felhasználás egyeztetése	A számlák gyorsabb és egyszerűbb egyeztetésére vonatkozik a több számlával rendelkező ingatlanok esetében, valamint a vízvezeték-rendellenességek könnyebb azonosítására az összetett vízvezetékkel rendelkező ingatlanok esetében	A vízfogyasztás egyszerűbb és pontosabb nyomon követése a lakásokban, komplexumokban stb.
	Új szolgáltatások	Tartalmazza az egyéni számlázási nap kiválasztásának lehetőségét, az adatnaplózást és elemzést, a szivárgási riasztásokat stb.	5-10%-os csökkenés a vízfogyasztásban a város egész területén a gyors lakossági szivárgás-azonosításnak köszönhetően
	Új termékek	A fogyasztás készülékenkénti mérésére és vízfelhasználási profiljukra vonatkozik, beleértve a hatékonyabb készülékek marketingjét is	Az Amphiro intelligens zuhanyozási megoldás 17,1%-os víz- és energiamegtakarítást eredményezett, Gasthof Schonbuhl hotel, Svájc
Új ismeretek	Biztonság	Tartalmazza az ingatlanok biztonságának távfelügyelet általi javítását, az üres ingatlanok felügyeletét (beleértve a víz be- és kikapcsolását és a víz be- és kikapcsolását) és a fogyasztási adatok biztonságát	2,25 millió \$ megtakarítás évente az üresen álló ingatlanok fokozott ellenőrzésének köszönhetően, Kansas City, USA
	Készülék felhasználás/végfelhasználás	Háztartási eszközök használata < // A megszerzett tudásnak köszönhetően elért megtakarítások okos mérők és "okos" készülékek, valamint bizonyítottan hatékony készülékek (a víz- igény és a tervezés elfogadása miatt bekövetkező változások) // > 1,1%-os csökkenés a háztartásonkénti vízfelhasználásban víztakarékos háztartási eszközök használata miatt	Az egy háztartásra jutó vízfelhasználás 1,1%-os csökkenése a víztakarékos készülékek használatának köszönhetően. Wisconsin, USA
	Értékelés:	A mérőórák adatainak más adatokkal (készülékek, vállalkozás típusa stb.) való kombinálásával és a hasonló keresleti profilok összehasonlításával elért megtakarítások	n/a

A felsorolt előnyök közül néhányat, például a biztonságot és a teljesítményértékelést gyakran nehéz számszerűsíteni. A biztonság (az üres ingatlanok kivételével) ugyanis olyan nem kézzelfogható előny, amely az ügyfelek számára a biztonságérzetet és a megnövekedett elégedettséget nyújtja, míg a teljesítményértékelés lehetővé teszi az ügyfelek számára, hogy összehasonlítsák magukat társaikkal, és így kiigazítsák fogyasztásukat. Nehéz megállapítani, hogy a megtakarítás a teljesítményértékelés eredménye-e.



4. RÉSZ

Megosztott előnyök

A digitális vízmérés egyes kategóriái mind a vízszolgáltató, mind a fogyasztók számára előnyösek lehetnek. Az előnyök például jobb ügyfélszolgálatot és költségcsökkentést eredményezhetnek a vállalkozás számára.

8. táblázat. Az intelligens vízmérés közös előnyei

Kategória	Alkategória	Leírás	Példák
Ügyfélinterakció	Panaszok	Tartalmazza az ügyfelek számlázási panaszainak csökkentését és a számlázási viták jobb kimenetelét, valamint a vállalat belső költségeinek csökkentését, míg az ügyfél számára ez nagyobb elégedettséget jelent	80%-os csökkenés az ügyfelek panaszaiban, EPA, Ecuador
	Ügyfélségi tő programok	Azokra a programokra utal, amelyek segítséget nyújtanak az ügyfeleknek, ha rejtett szivárgásuk van (ami alacsonyabb számlákat jelent) vagy pénzügyi nehézségeket a vízszámlájuk kifizetésében, mivel a vállalat számára ez a vízvezeték-szerelési támogatás és a magas felhasználású szivárgások csökkentését jelenti	A rejtett szivárgások felderítése hónapokról napokra csökken, ami jelentős pénzügyi megtakarítást jelent
	Hitelkezelés	Tartalmazza a kínálat-korlátozási ügyek csökkentett költségeit és az adósságbehajtási/jogi ügyek csökkentett költségeit	A magas számlák a szivárgásjelzéssel és a havi számlázással csökkenthetők, és így növelik a fogyasztó fizetési hajlandóságát
	Ügyfélkapcsolatok	A számlázással kapcsolatos hívások számának csökkenésére utal a biztosított ügyfélszolgálati portáloknak köszönhetően, amelyek növelik az ügyfelek elégedettségét és az általános ügyfélélményt	+60%-os javulás a vásárlói élményben Valencia, Spanyolország
	Méltányosság	Tartalmazza az információmegosztásból, az új szolgáltatásokból és termékekből, a működési hatékonyság és a tökémenedzsment ügyfél általi elismeréséből, valamint a rugalmasabb tarifákból származó méltányossági értékének javulását	Az ügyfelek hálása, amikor figyelmeztetik őket a szivárgásokra, ami példa arra, hogy a vízművek az információmegosztásból származó jó hírnév értékének javulását élvezhetik
Szabályozás/Megfelelés	Mérés	Tartalmazza a nem lakossági ügyfelek mérőóráinak méretezése javítását a mérőműszer meghibásodásának javítását, és a bevételekiesések felderítését.	Bevételt nem képező víz 30%-os csökkentése, Valencia, Spanyolország
	Figyelemmel kísérés	A korlátozásoknak és szabályzatoknak való megfelelés ellenőrzésére vonatkozik	Az előírt vízminőségi ellenőrzések csökkentése

A fent említett előnyök mindegyikének eléréséhez a víziközmű-szolgáltatóknak egy vagy több változtatást kellene végrehajtaniuk rendszereikben, folyamataikban és erőforrásaikban.



4. RÉSZ

2.7. Esettanulmányok

2.7.1. Egyesült Királyság

Southern Water¹

A Southern Water közüzemi vállalat Kent, Sussex, Hampshire és a Wight-sziget víz- és szennyvízszolgáltatását biztosítja - így 4450 négyzetkilométeres területet fed le, és több mint 2,26 millió ügyfelet szolgál ki. Mivel Délkelet-Anglia az Egyesült Királyság egyik leginkább vízhiányos területe, a vállalat 2010-es vízgazdálkodási tervében (WRMP) meghatározta terveit egy általános mérési program megvalósítására - a fogyasztók ingatlanjainak nagy többségénél mérőórák felszerelésére - azzal a céllal, hogy a kereslet csökkentése és a szivárgás észlelésének javítása révén vizet takarítsanak meg.

A projekt 5 évig tartott és körülbelül 3,8 millió euróba került. A Southern Water számára kulcsfontosságú prioritás volt az „ügyfélút” megvalósítása, és nem csupán egy 450 000 vízmérő felszerelésére irányuló program. Tájékoztató kampányt indítottak (digitális és információs média, marketing stb. révén), hogy felhívják az ügyfelek figyelmét arra, hogyan csökkenthetik a vízfelhasználást, és elmagyarázzák, miért kerül sor a mérésre. Ez az ügyfélkapcsolat körülbelül három hónappal azelőtt történt, hogy a fogyasztásmérők felszerelésre és működésre kerültek volna - a kampány önmagában, azaz a működő fogyasztásmérők nélkül 12,5%-os csökkenést eredményezett a fogyasztók vízfelhasználásában. A program fontos eleme az ügyfélháztartások meglátogatása. A kezdeti, korai tanácsadást nyújtó látogatások után a telepítés napján újabb látogatásokra került sor, amelyek során az ügyfelek egy füzetet kaptak, amelyben elmagyarázták, hogy a fogyasztásmérő bekapcsolása most történik, és hogy milyen különböző tarifaválasztási lehetőségek állnak rendelkezésre. Ez magában foglalja az átállási díjat, amely biztosítja, hogy ha a fogyasztásmérővel ellátott számla magasabb, mint a régebbi, nem fogyasztásmérővel ellátott számla, a számlát az első két évben csökkentik, hogy az ügyfelek alkalmazkodhassanak a fogyasztásukhoz. Az ügyfelek azt is választhatták, hogy a telepítést követően azonnal átállnak a fogyasztásmérésre. Emellett számos pénzügyi támogatási intézkedést kínálnak a számlák kifizetésével nehézségekkel küzdő ügyfelek számára. Támogatási tarifák állnak rendelkezésre, amelyek magukban foglalják egy „zöld orvos” otthoni látogatását, aki ingyenes vízhatékonysági eszközök, például csapszellőztetők és alacsony fogyasztású zuhanyfejek beszerelését kínálja. A program keretében 156 000 ilyen készüléket szereltek fel az ügyfelek otthonaiba, és az előrejelzések szerint háztartásonként átlagosan 20 liter/nap megtakarítást értek el. Egyes háztartásokban, ahol több készüléket is felszereltek, valamint a fogyasztás csökkentésére irányuló magatartásváltoztatással együtt akár 100 l/napos csökkenést is tapasztaltak. A jelentős nehézségekkel küzdő ügyfelek számláit akár 90%-kal is csökkenthetik, ha megfelelnek a jogosultsági feltételeknek.

A telepítési program 2010 végén kezdődött, a kezdeti fázisok a Southern Water erőforrás-zónájának leginkább vízhiányos területeire összpontosítottak, beleértve Southamptont, Horshamet és Medway területét, valamint más olyan területeket, ahol a legnagyobb lehetőség volt a szivárgás csökkentésére. A projekt 2015-ös végére a program az ügyfelek ingatlanjainak csaknem 90%-ára terjedt ki Kent, Sussex és Hampshire államban.

A programnak köszönhetően Délkelet-Angliában nagymértékben, napi 27 millió literrel csökkent a vízfelhasználás, ami végül jóval több volt, mint az eredetileg tervezett 16 millió liter. Az automatikus szivárgásérzékelő berendezés további napi 7 millió liter megtakarítást eredményezhet. Ezek a megtakarítások jelentős pozitív hatással voltak a régió környezetére, mivel kevesebb vizet vettek ki a folyókból és a víztározókból, és kevesebb víz igényelt vegyi kezelést. A háztartási vízfogyasztás átlagosan 16,5%-kal csökkent, ami jóval több, mint az előre jelzett 10%-os országos átlag a mérőórák felszerelése esetén. A kereslet csökkenése révén az ügyfelek számláinak csökkenése is előnyös - 2016-ig a fogyasztásmérővel rendelkező háztartások 62%-a évente átlagosan 188 eurót takarított meg a vízszámlán. Az energiaszámlák is alacsonyabbak, mivel kevesebb vízmelegítésre van szükség az olyan mindennapi feladatokhoz, mint a központi fűtés és a fürdés vagy zuhanyozás - ami az átlagos otthonok szén-dioxid-kibocsátásának mintegy 30%-át teszi ki.

¹ <https://www.ice.org.uk/knowledge-and-resources/case-studies/southern-water-universal-metering-project>



4. RÉSZ

Észak-londoni iskola és a City University London

A lakossági, kereskedelmi (bérbeadás, vendéglátás stb.) és ipari szektor (kiskereskedelem, közművek stb.) mellett az intelligens mérőtechnológiát a kórházakban, egyetemeken és iskolákban is alkalmazzák.

A „Víz iskoláknak” program (WfS) egy 2011-ben létrehozott partnerség volt, amelynek célja, hogy a londoni iskolák fenntarthatóbbá tegyék a vízhasználatot. A program négy évig (2011-2014) tartott. Egy észak-londoni iskolában a tevékenységek közé tartozott AMR-berendezések telepítése, energia- és vízaudit, oktatási látogatás és előadások a víz- és energiahatékonyságról a diákok és a tanárok bevonásával. Az AMR-rendszer megállapította, hogy az iskolában folyamatos fogyasztási problémát észleltek, a fogyasztás éjszaka történt, amikor az iskola zárva volt, ami szivárgásvizsgálat elvégzését indokolta. A vizsgálat kimutatta, hogy a tárolótartályokon 3 golyóscsap hibás volt, ami a folyamatos fogyasztást okozta. A mérési adatok azt mutatták, hogy a hibás elemek cseréje napi 1680 liter, azaz évi 613 200 liter vízmegtakarítást eredményezett. A jelenlegi díjak alapján az iskola ezzel évente akár 1473 eurót is megtakarított a vízszámláján.

A londoni City University, amely hat iskoláján keresztül mintegy 17 000 hallgató számára nyújt felsőoktatási, kutatási és étkeztetési szolgáltatásokat, intézkedéseket hozott a vízfelhasználás csökkentése érdekében. Az egyetem ugyanis nagy mennyiségű vizet használ, és a felújítási program részeként úgy döntött, hogy csökkenti a vízfelhasználást. A meghozott intézkedések közé tartozott a vízfelhasználás folyamatos nyomon követése és a vízmérő leolvasásainak összevetése a vízszámlákkal, öblítésvezérlők felszerelése minden olyan piszoárba, amely korábban nem volt szabályozva, a víznyomás ellenőrzése és szabályozása, a túlfolyók, csővezetékek, szelepek és vízhasználó készülékek rendszeres ellenőrzése, valamint a személyzet és a diákok bevonása a vízhatékonyságba egy viselkedésváltoztatási program révén. Ez évente akár 2500 m³ vízmegtakarítást eredményezett, a kapcsolódó potenciális költségmegtakarítás pedig akár 5800 eurót is elérhet.

2.7.2. Franciaország

Eau du Grand Lyon, Lyon

Az Eau du Grand Lyon, Lyon városának fennhatósága alatt működteti és osztja el a közüzemi vízszolgáltatást több mint 1,3 millió ember számára. 2015-ben az Eau du Grand Lyon intelligens vízhálózatot valósított meg a Birdz intelligens vízerzékelőinek (mérők és zajkorrelátorok) LoRa eszközökkel történő felhasználásával. Az új vízgazdálkodási megközelítés jelentős előnyökkel járt: 1200 vízszivárgás azonosítása, földrajzi helymeghatározása és gyorsabb javítása az elosztóhálózatban, valamint évi 1 millió köbméter víz megtakarítása a termelésben az elosztóhálózat jobb teljesítményének köszönhetően. A vízszolgáltató vállalat négy év alatt összességében 8%-os növekedést ért el a vízhálózat hatékonyságában, a 2014-es 77%-ról 2018-ra 85,2%-ra.

Accor szállodacsoport²

A vízelvezetési technológiák alkalmazásának másik területe az idegenforgalmi ágazat, ahol számos szálloda, szálló, kemping stb. alkalmaz innovatív víztakarékos rendszereket és megoldásokat.

Az Accor szállodacsoport az egyik ilyen vállalkozás. A csoportot Franciaországban alapították, és ma világszerte 110 országban több mint 5100 szállodát üzemeltet. Európa vezető szállodai csoportjaként napirendjük középpontjában a környezetvédelmi felelősségvállalás áll, amelynek alapja a Planet 21, egy olyan program, amelynek célja a pozitív vendéglátási élmény megteremtése. A Planet 21 tartalmazza az Accor épületekre vonatkozó célkitűzéseit az energia, a víz, a hulladék, az élelmiszer és a szénlábnyom tekintetében.

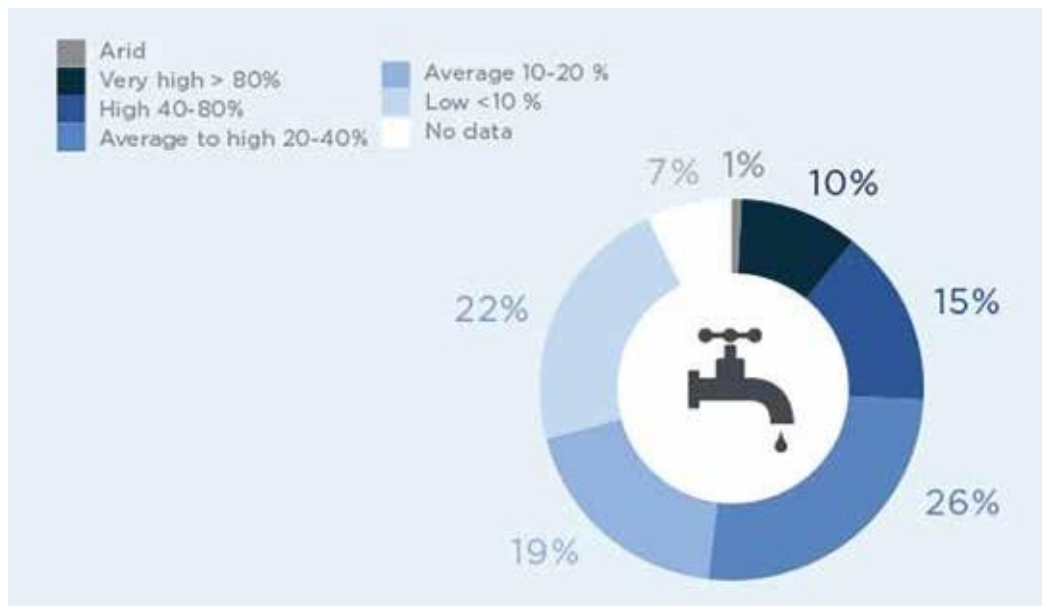
2 <https://group.accor.com/en/commitment/planet-21/building>



4. RÉSZ

Mivel a vizet környezeti és gazdasági kérdésként azonosították, az Accor szállodái a vízterhelésnek való kitettség szintjét többnyire „közepes vagy magas”, „magas” és „nagyon magas” szintként jelölték meg, különösen mivel szállodaik egynegyede szárazföldi területeken található (3. ábra). A vízhiányos régiókban a legtöbb szálloda Európában (különösen Spanyolországban és Olaszországban) és Ázsiában található. A csoport különösen Kínára összpontosítja erőfeszítéseit. Kínában az átlagos vízfogyasztás egy vendégéjszakára vetítve közel 800 liter, míg más, vízhiányos régiókban 200 liter. Ezért a csoport úgy döntött, hogy minden szállodában végrehajtja a víztakarékossági intézkedéseket, és ezáltal a költségeket is csökkenti.

3. ábra. Jelenlegi vízterhelés az Accor szállodákban



Forrás <https://group.accor.com/en/commitment/planet-21/building>

A vízfogyasztás és a költségek csökkentése érdekében az Accor számos kezdeményezést vezetett be:

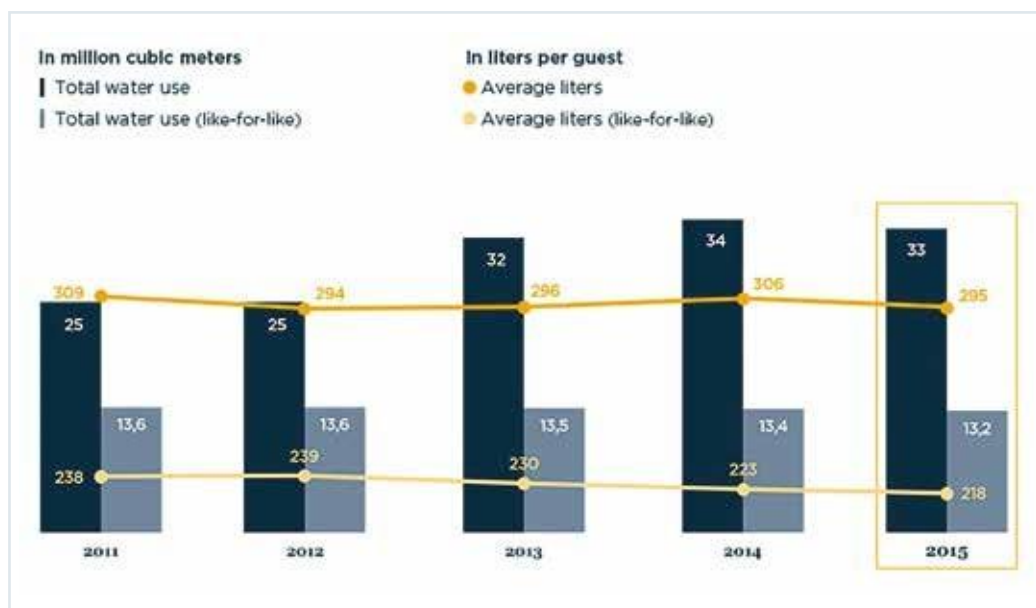
- egy online eszköz (OPEN) bevezetése 2005-ben és a Deepki digitális megoldása (2016 után) az energia- és vízfigyeléshez,
- épületirányítási rendszerek telepítése az energiafogyasztás nyomon követésére,
- egyre több energiatakarékossági intézkedés, beleértve az alacsony fogyasztású világítást, a szellőzőrendszerek hővisszanyerését, a hideg- és melegvízcsövek szigetelését, a víztakarékos eszközöket, a kettős öblítésű WC-ket, az intelligens mérőórákat,
- a munkavállalók és a vendégek figyelmének felhívása a víz- és energiafogyasztás ésszerűsítésének szükségességére.

Az alábbi ábra a csoport tulajdonában lévő, bérelt és üzemeltetett szállodák vízfogyasztását mutatja be 2011 és 2015 között. A végrehajtott intézkedések eredményeként ugyanebben az időszakban a vízfogyasztás összességében 8,4%-kal csökkent (a világ összes szállodájának átlaga).



4. RÉSZ

4. ábra. Vízfogyasztás az Accor szállodákban



Forrás <https://group.accor.com/en/commitment/planet-21/building>

2015 végére a csoporthoz tartozó szállodák 97%-a telepített áramlásszabályozót a zuhanyzókra és csapokra, 78%-a alkalmazta a vízhatékony kertészeti gyakorlatot, 70%-a vízhatékony mosodai rendszert, 67%-a pedig kettős vízőblítésű WC-t használt. A „nagy vízhiánnyal küzdő” területeken vagy száraz területeken található szállodák 11%-kal csökkentették vízfogyasztásukat.

2016-ban az Accor szállodák bevezették a Víz és szén-dioxid tervet, amely a pontosabb nyomon követési eszközökre (intelligens mérőrendszerek), a létesítmények optimalizálására, a LED-es világításra, a vízáramlás-szabályozókra, a munkavállalók tudatosságának növelésére és a szén-dioxid-kibocsátás nyomon követésére vonatkozott. A terv eredményeképpen 2018-ban világszerte a saját tulajdonú, bérelt és üzemeltetett szállodákban az egy szobára jutó energiafogyasztás 5%-kal, az egy éjszakára jutó vízfogyasztás 5%-kal csökkent.

2.7.3. Spanyolország

Gandia³

Gandia Spanyolország egyik legnagyobb tengerparti városa. A nyári időszakban több mint 200 000 lakosú település nagyon népszerű turisztikai célpont, amely nagy mennyiségű vizet fogyaszt, különösen a főszezonban. Ezért a város hatóságai úgy döntöttek, hogy optimalizálják az erőforrásokat, elősegítik a vízhatékonyt és kiváló szolgáltatást nyújtanak a lakosságnak.

A korábbi vízfogyasztás-ellenőrzés távoli leolvasásos módszerekre támaszkodott, így nem álltak rendelkezésre valós idejű adatok. Ennek eredményeképpen a vízigényt nem lehetett pontosan megjósolni, és a munkamegrendeléseket és a szivárgások felderítését nem sikerült hatékonyan kezelni. Ebben az összefüggésben Gandia arra törekedett, hogy intelligens mérőórák segítségével valós időben ellenőrizze a vízfogyasztást, valamint az összegyűjtött adatok továbbításával és elemzésével értéknövelt szolgáltatásokat nyújtson a polgároknak. A projekt a szennyvízfelhasználás csökkentésére és a vízgyűjtés, -kezelés és -elosztás erőforrásainak maximális hatékonyságára is összpontosított.

³ <https://www.idrica.com/case-studies/>



4. RÉSZ

Az Idrica (a vízipar digitális átalakítását vezető vállalat), a Vodafone és a város egyesítette erőit egy olyan kezdeményezésben, amely 40 000 intelligens fogyasztásmérő telepítését foglalta magában. A Vodafone NB-IoT hálózata gyűjti és továbbítja a fogyasztási információkat, míg a GoAigua (Idrica megoldása) technológia az adatokat a végfelhasználók számára hasznos szolgáltatásokká alakítja. A projekt elősegítette a fenntartható erőforrás-gazdálkodást, a víz (beleértve a szennyvizet is) jelentős megtakarításával a teljes ciklus során, valamint a vízkivételi és -kezelési folyamatok energiafogyasztásának csökkentésével. Az intelligens vízrendszer például havonta körülbelül 60 extrém és 150 rendszeres szivárgás felderítését teszi lehetővé, évente 112 tonna CO₂-t és 0,5 köbhektárnyi vizet takarít meg.

GoAigua a Hamad nemzetközi repülőtéren

A katari Doha városában található repülőtér 2014 óta működik, és évi 30 millió utas fogadására képes. A repülőtér nagy mennyiségű, több ezer m³-re rúgó, fel nem fedezett veszteséggel és szivárgással küzdött kiterjedt elosztóhálózatában.

Ebben az összefüggésben szabályozott leltárt kellett bevezetni a létesítmény eszközeinek kezelésére és az elosztóhálózat felügyeleti rendszerének létrehozására. A forgalmazás és az ellátás központi irányítását is be kellett vezetni. A projekt a mérnöki szolgáltatásokat a GoAigua szivárgás elleni technológiai megoldásának megvalósításával kombinálta. Így lehetővé tette a Hamad repülőtér számára, hogy a hálózat feltérképezésével, érzékelők telepítésével és eszközeinek, létesítményeinek és elosztóhálózatának központosított irányításával csökkentse a nem regisztrált vízmennyiséget. Pontosabban, a repülőtér 20%-kal csökkentette a karbantartási költségeket és 80%-kal a digitális megoldások telepítési költségeit. Emellett a repülőtér energiafogyasztása 15%-kal csökkent, és a hálózat szivárgása 60%-kal mérséklődött.

2.7.4. Dánia

ALBOA Lakásszövetség, Aarhus⁴

Az ALBOA állami lakásszövetkezet felelős mintegy 7000 lakás kezeléséért és bérbeadásáért, amelyek 80 lakás részleg (azaz állami bérlakásokon) belül oszlanak meg. A lakások többsége többszintes épületekben található, amelyek az 1950-es és 1970-es évek között épültek. A portfólió azonban modernebb épületeket is tartalmaz, például alacsony építésű sorházakat. A közelmúltban egy pár új, alacsony energiafelhasználású lakóosztállyal bővült, és ezek közül több otthon már megfelel a 2020-ra vonatkozó energetikai követelményeknek. A két körzet között nemcsak a lakásállományban van jelentős különbség, hanem a víz- és energiafogyasztás mérésének módjában is. Ma az ALBOA 80 lakóosztályának körülbelül egyharmadában vannak egyedi vízmérők, míg egy másik harmadában egyáltalán nincsenek egyedi mérők. A lakosok fennmaradó harmadát közvetlenül a közműszolgáltató számlázza ki.

Egy 156 bérleményt bérlő lakás részleg 50%-kal csökkentette vízfogyasztását, miután egyéni mérőórákat szereltek fel. Kerek számokban kifejezve 6000 köbmétert takarítanak meg, ami azt jelenti, hogy a bérlők évente mintegy 40 000 eurót takarítanak meg. Az ALBOA arra számít, hogy az elkövetkező években több épületét is egyedi mérésre fogja átállítani.

Tinderhøj iskola, Rødovre

A Tinderhøj iskola 2019-ben az új digitális kezdeményezés részeként vízgazdálkodási rendszert telepített. A kezdeményezés valójában az első a maga nemében Dániában, és a működési megtakarításokon túl a rendszer magában foglalja az iskola recepcióján elhelyezett tanulási képernyőt, amely megerősíti és fokozza

⁴ <https://www.kamstrup.com/en-en/customer-references/submetering/case-alboa-housing-association>



4. RÉSZ

Zöld tanúsítványokat. A rendszer mintegy 54 000 euróba került, és 180 intelligens vízcsap és felügyeleti rendszer telepítését tartalmazta. Az adatfigyelés lehetővé teszi az iskola számára, hogy szivárgásjelzéseket kapjon, nyomon kövesse a vízfogyasztást és higiéniai öblítéseket végezzen, amelyek védelmet nyújtanak a pangó víz ellen. Az intézkedés Rødovre önkormányzatának energiafelújítási kezdeményezésének része, amelynek célja a teljes CO₂-fogyasztás évi 2%-os csökkentése.

2.7.5. Horvátország

A Horvát Köztársaságban a vízellátási tevékenységet 2016-ban 449 jogi személy (135 állami és 314 helyi szolgáltató) végezte, amelyek közül 62 több mint 5000 lakost lát el, és naponta több mint 1000 m³ vizet szállít. Horvátországban négy megye - Primorje-Gorski Kotar, Split-Dalmácia, Isztria megye és Zágráb városa - több mint 20 millió m³ vizet szállít. Becslések szerint a lakosság 87%-a csatlakozik a közüzemi vízellátáshoz, és körülbelül 1,6%-a a helyi vízellátáshoz. A lakosság vízellátó hálózathoz való csatlakozása az elmúlt 30 évben 32%-kal nőtt. Horvátország kontinentális részén még mindig alacsonyabb a közüzemi rendszerekből történő ellátás és magasabb a helyi ellátórendszerekből történő ellátás, mint Isztriában vagy Dalmáciában. Az elmúlt években azonban csökkent a helyi rendszerekhez csatlakozó lakosok száma.

A horvátországi vízmérési technológia jelenlegi állása a hagyományos személyi leolvasás vagy az AMR-technológia, amelyhez járás közbeni vagy autós leolvasás tartozik. Néhány vízszolgáltató lehetővé teszi az online számlafizetést is. A Vodovod i odvodnja Zagreb (VIO Zagreb) vízszolgáltató vállalat azonban hálózatának egyes részeit AMI-technológiával korszerűsítette. A 2011-ben végzett kísérleti projektet az alábbiakban mutatjuk be.

A VIO Zagreb kísérleti projektje VIO AWMR

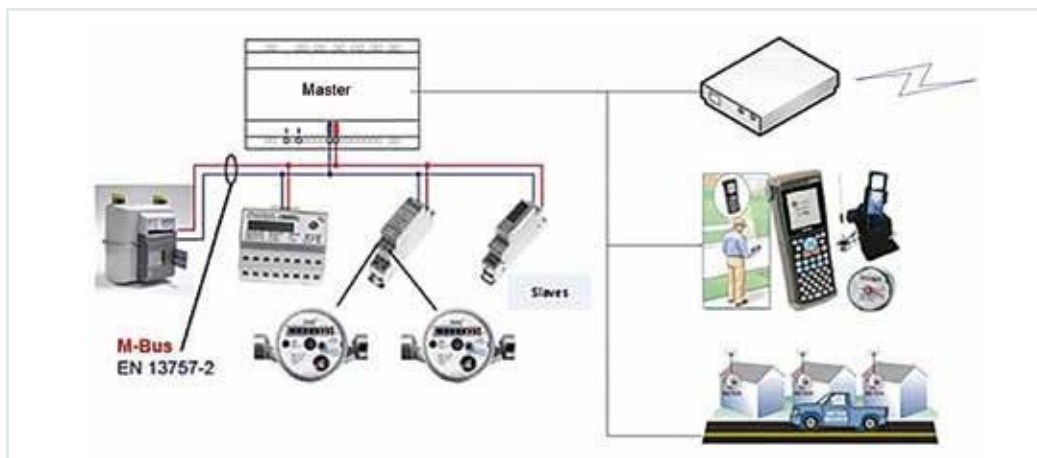
A VIO Zágráb városának és Zágráb megye egyes részeinek víz- és csatornaszolgáltatását végzi. A vízellátó hálózat több mint 800 négyzetkilométert fed le, és mintegy 900 000 lakos él benne. Csak a város szolgáltatási területe mintegy 360 000 fogyasztót foglal magában, 170 000 különböző típusú vízmérővel, amelyeknek 25%-a távleolvasású. Ennyi mérőeszköz esetében 2011-ben 520 000 leolvasást végeztek, ami azt jelenti, hogy minden egyes eszközt évente körülbelül háromszor olvasnak le.

A VIO meglévő távleolvasó rendszere az M-Bus busz technológián alapult. Ezt a rendszert kifejezetten gáz-, villamosenergia- és vízfogyasztás-leolvasó rendszerekhez fejlesztették ki, és úgy tervezték, hogy két vonalon keresztül gyűjtse a jeleket. Az M-Bus hierarchikus rendszerű (5. ábra), a kommunikációt egy központi egység (master) irányítja. Több segédegység (slave) párhuzamosan csatlakozik a központi egységhez egy kétvezetékes kommunikációs kábelon keresztül, és egy ilyen egység elküldheti az összegyűjtött adatokat a központi számlázási rendszerbe. Ezek lehetnek különböző modemek, GSM/GPRS eszközök, ADSL-kapcsolatok stb. Lehetőség van arra is, hogy a vízfogyasztás adatait az adatgyűjtőből az olvasó kézi antennás eszközökkel történő felkeresésével (walk-by) vagy járművön keresztül távolról (drive-by) gyűjtsék.



4. RÉSZ

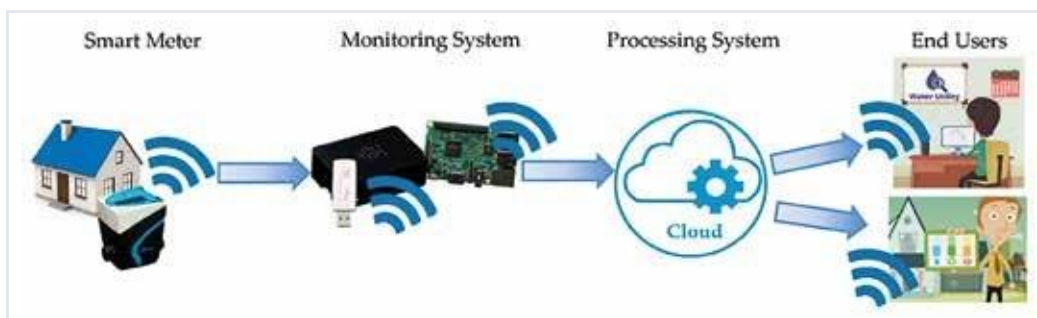
5. ábra. M-Bus rendszer



Forrás <http://www.infotrend.hr/clanak/2012/11/sto-to-mudri-rade-s--pametnim-mrezama-,75,960.html>

A Zágráb városában telepített, ebben a rendszerben található impulzusos vízmérők teljes számából csak 13% felel meg teljes mértékben a megbízható leolvasás követelményeinek. Ezért ezeken a helyeken klasszikus kézi leolvasásokat (87%) végeznek. Ennek a helyzetnek a fő okai közé tartozik elsősorban az impulzusvízmérők rossz minősége és a teljes M-Bus rendszer rossz karbantartása (ami a beruházók/felhasználók felelőssége). Ez azt mutatja, hogy a rendszer nem elégíti ki a távmérés igényeit, és nem nyújt az ügyfeleknek betekintést a fogyasztásukba, sem szivárgásjelzést vagy online számlázási lehetőséget. Ezért a vállalat úgy döntött, hogy az AWMR VIO nevű AMI-leolvasási technológiát (6. ábra) alkalmazza.

6. ábra. AMI rendszer



Forrás <http://www.infotrend.hr/clanak/2012/11/sto-to-mudri-rade-s--pametnim-mrezama-,75,960.html>

Az AWMR VIO egy integrált rendszer, amely a következőket tartalmazza:

- zigBee/802.15.4 hálózati kommunikációs protokollal felszerelt rendszer kétirányú kommunikációval;
- adatátvitel a fogyasztásmérő készüléktől a VIO UPN felé (szerződéskötés, értékesítés és számlázás) saját vezetékes hálózatán keresztül;
- fejlett riasztórendszer: szivárgások, repedések, vízmérők engedély nélküli építése;
- lehetővé teszi az energiagazdálkodási információs rendszerrel való kommunikációt;
- fejlett számlázási rendszer (e-UPN - Moj VIO);
- valós fogyasztás online nyomon követése;
- engedélyezett kapcsolat más háztartási intelligens eszközökkel;
- más intelligens hálózatokhoz (villamos energia, gáz, hő) való csatlakozás lehetősége.



4. RÉSZ

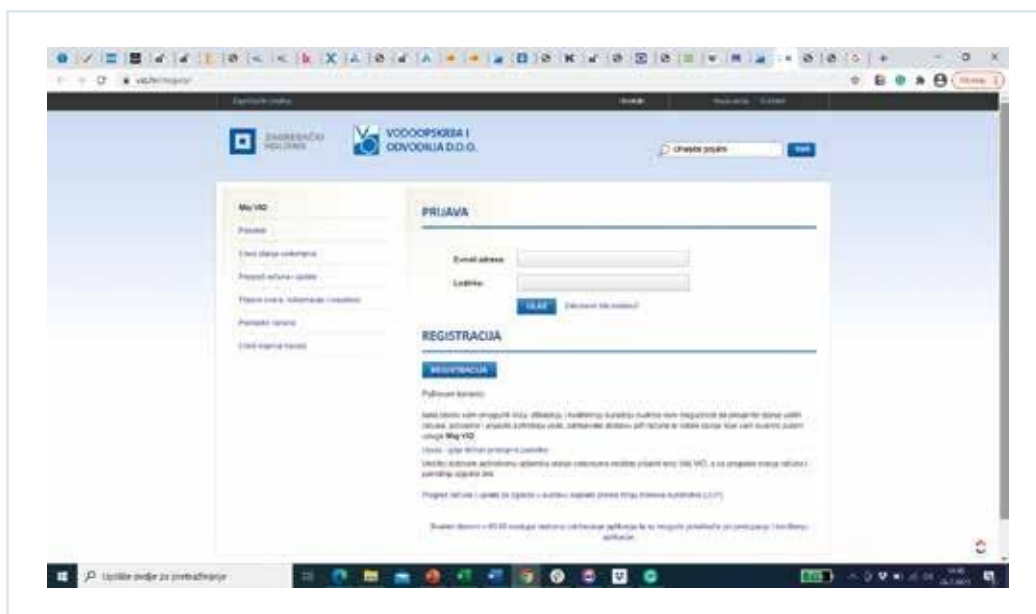
Az AMI-rendszer központi része a Končar MARS (7. ábra) szoftver, amely összegyűjti és tárolja a mérési adatokat, és lehetővé teszi azok későbbi feldolgozását és megjelenítését. A web-alkalmazás felhasználói felülete egy földrajzi diagramot tartalmaz a készülékek elhelyezkedésével, betekintést nyújt az egyes mérők fogyasztásába és a riasztások állapotába, valamint online számlázást biztosít.

7. ábra. Končar MARS webalapú alkalmazási felület (2011-es koncepció)



Forrás <http://www.infotrend.hr/clanak/2012/11/sto-to-mudri-rade-s--pametnim-mrezama-,75,960.html>

8. ábra. Moj VIO - számlázási rendszer regisztrációs interfész (2021)



Forrás <https://www.vio.hr/mojvio/>



4. RÉSZ

A kísérleti projekt azt mutatta, hogy a megoldás költséghatékonysága a felhőalapú telepítés lehetőségével nőtt, ami megkönnyítette a karbantartást és csökkentette a költségeket. Az online számlázással való integráció lehetővé tette a végfelhasználó nagyobb elégedettségét és további megtakarításokat a VIO számára, de bármely más közüzemi vagy hasonló vállalat számára is, amely ezt alkalmazza.

A VIO Zagreb esetében az új AMR-technológiát, amely az adatokat helyhez kötött rádióvevőkészülékeken keresztül továbbítja, a Vodovod i odvodnja Šibenik (VIO Šibenik) valósította meg Kaprije szigetén (Šibenik-Knin megye). Így a mérőhelyek látogatásának megszüntetése lehetővé tette a vízfogyasztás bármikor történő nyomon követését, valamint a szivárgások hatékony és gyors felderítését.

„Nad lipom” általános iskola

A Zágrábban található „Nad lipom” általános iskola fogyatékkal élő gyermekekkel foglalkozik. Az iskola része az öko csoport, amely számos projektet folytat a környezet- és energiatakarékossgal kapcsolatban. Az egyik projekt a Vízcseppek útja 2008/2009 elnevezésű vízvédelmi projekt volt. A projekt a Mariborske livarne Maribor Ltd. Armal alapítványának „Armal az egészséges, iható vízáért” című pályázatán való sikeres részvétellel indult. A projekt keretében az emberek/diákok felvilágosítást kaptak az egészséges, iható víz fontosságáról minden élőlény számára, valamint az ilyen vízforrások megőrzésének fontosságáról. Ugyanez 10%-os vízmegtakarítást eredményezett, és 10 „intelligens” Armal csapat nyert az iskola vízvezeték-infrastruktúrájának javítására.

A fentieket figyelembe véve, bár Horvátországban az intelligens mérési technológia szintje még mindig csak tervezési fázisban van, és főként az AMR-en alapul, számos uniós és nemzeti projekt támogatja a vízügyi ágazat digitális átállását és a víztakarékossgal magatartás népszerűsítését a polgárok körében. Ezért a jövőben várhatóan fellendül a technológia bevezetése és a magatartás megváltozása a vízzel kapcsolatos fenntartható magatartás irányába.

Vízfogyasztás nyomon követése korszerű IoT rádiótechnológiával és intelligens vízmérőkkel Splitben

A kísérleti projekt helyszíne a Spliti Egyetem Építőmérnöki, Építészeti és Geodéziai karának épülete, ami három blokkból áll: Az A- és a B-blokkban előadótermek és mérőlaborok vannak, míg a C-blokkban csak tanterem. Az egyes blokkok bejáratainál egy-egy okos vízmérőt szereltek fel, amely vezeték nélküli technológia segítségével méri a valós idejű vízfogyasztást, és regisztrálja a napi vízfogyasztást, valamint a szezonális ingadozásokat minden egyes helyszínen. A mérési adatok az épület nyilvános helyiségeiben elhelyezett LCD-képernyőkön és mobilalkalmazásokon is láthatók. A kar hallgatói és alkalmazottai letölthetik és elemezhetik az adatokat, ezzel is segítve az épület hatékonyabb vízfelhasználását.

Mivel az intelligens vízmérőket a föld alá telepítették, az adatok továbbítása pedig vezeték nélkül történik, a kivitelezés előtt minden egyes helyszínen tesztelték a rádiójelek terjedését. Három különböző, alacsony fogyasztású, korszerű IoT-rádiótechnológiát vizsgáltak: a Sigfoxot, a LoRaWAN-t és a NB-IoT-t. A vízmérők és a vevőkészülékek közötti kommunikációban a LoRaWAN technológia bizonyult leginkább megbízhatónak. A három épülettömbben három LoRaWAN intelligens vízmérő látja el a vízfogyasztás távfelügyeletét: DN50 Axioma LoRaWAN az A-tömbben, DN40 Axioma LoRaWAN a B- és C-tömbben.

Az alkalmazott mérő és távfelügyeleti rendszertől azt várják, hogy a fogyasztók észszerűbben és takarékosabban használják a vizet, ami valós megtakarítást eredményez. Az ismeretek átadásában a kari hallgatók és a személyzet is aktívan részt vesz azzal, hogy folyamatosan nyomon követik az eredményeket.

A beruházás költsége: 5 000 EUR



2.8. Az intelligens vízmérés hatása a fogyasztói magatartás változására

Az előző fejezetben bemutatottuk az intelligens vízmérő technológia költségeit és előnyeit. Mint látható, ez a technológia nem csak pénzügyi megtakarítást hoz az ügyfelek számára, hanem növeli elégedettségüket, biztonságukat és jólétüket is. Így feltételezhető, hogy ez a technológia, különösen az egyéni fogyasztás nyomon követését lehetővé tevő digitális eszközök hatással vannak a fogyasztók magatartására, és a hatékonyabb és fenntarthatóbb irányba változtatják azt. Ez csupán az elmúlt évtizedben elősegített általános társadalmi-gazdasági magatartásváltozás kiterjesztése. A fokozódó éghajlatváltozás miatt az ivóvízhiány és a súlyos aszályok világszerte jelen vannak.

Ezért a vízszolgáltató vállalatok és a kormányok világszerte a vízzel kapcsolatos kérdések tudatosításával, intelligens vízmérő rendszerek bevezetésével és a digitális eszközök népszerűsítésével próbálják ösztönözni a víztakarékos magatartást. Például Barcelonában több éven át tartó nyilvános médiakampányok révén szinte teljes mértékben (92%) tudatosultak a súlyos aszály hatásai és az ezzel kapcsolatos vízviSSzatartás szükségessége. Ezen túlmenően a lakosság közel kétharmada számolt be arról, hogy hozott intézkedéseket a vízfogyasztás csökkentésére, bár a legtöbb intézkedés viselkedésbeli volt, például rövidebb ideig zuhanyoztak (74%), elzárták a csapot fogmosás közben (67%), és csak akkor használták a mosógépet, amikor tele volt (49%). A vízmegtakarításokra gyakorolt potenciális hatás a rugalmas vízdíjak és a vízhatékony készülékek okán lehet. Egy ausztrál tanulmány például kimutatta, hogy az esővíztartályok használatának köszönhetően 80%-kal csökkent a vízigény. Az intelligens vízmérési technológia bevezetése csökkentette a vízigényt azáltal, hogy a fogyasztók betekintést nyerhettek fogyasztási profiljukba, figyelmeztetést kaptak a szivárgásról, és tippeket kaptak a jobb vízgazdálkodáshoz. Az intelligens vízmérők használata jobb árképzést, pontosabb számlázást és személyre szabott üzeneteket tesz lehetővé, amelyek javíthatják a végrehajtás vízmegtakarítási potenciálját, és csökkenthetik az ellensúlyozó magatartás hatását.

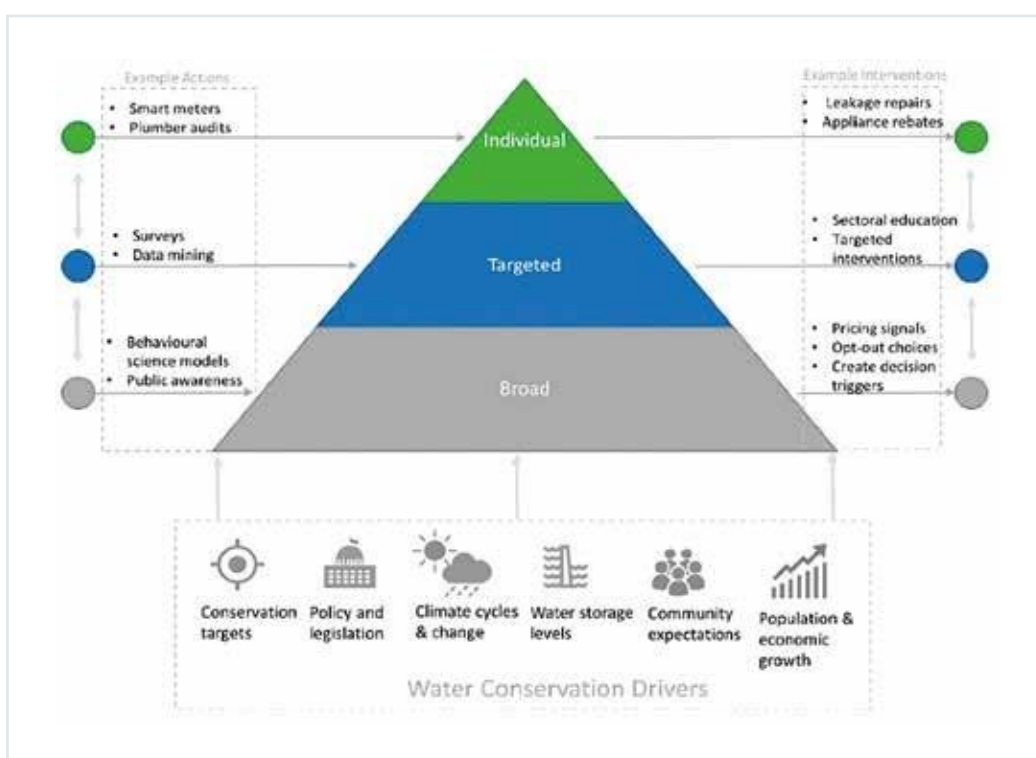


4. RÉSZ

A fent említett fogyasztói/megosztott előnyök bemutatnak néhány példát a vízfogyasztás csökkentésére a SWM megvalósításának eredményeként.

Az ebben a részben felsorolt digitális megoldások célja a polgárok/ügyfelek viselkedésének megváltoztatása a vízhatékonyság és a víztakarékosság előmozdítása révén különböző platformokon (Fiware4Water, Freewa, iWIDGET stb.), online eszközökön, mint a Castwater, különböző mobilalkalmazásokon (Eevie, Eco life hacks, Environment challenge stb.) és online játékokon keresztül, mint az Imprex és a DWC Game Nexus. A Dropcountr mobilalkalmazás felhasználói például akár 9%-os havi vízmegtakarítást is elérhettek, míg az Advizzo személyre szabott viselkedésváltoztatási tippeket kínáló megoldásainak használata háztartásonként 6-9%-os energiamegtakarítást eredményezett évente.

9. ábra. A vízvédelem mozgatórugói és a beavatkozás szintjei



Forrás https://www.researchgate.net/publication/328495243_Promoting_Water_Conservation_Where_to_from_here

A 9. ábra a beavatkozásokhoz alkalmazható intézkedések típusait mutatja be a széles körű megközelítéstől kezdve, amelyek az összes fogyasztó vízigényének alakítására irányulnak, a célzottabb, a vízmegtakarításra fogékonyaként ítélt egyes ágazatokra vagy csoportokra irányuló megközelítéseken át, és végül az egyéni fogyasztók szintjén megvalósuló intézkedésekig.



4. RÉSZ

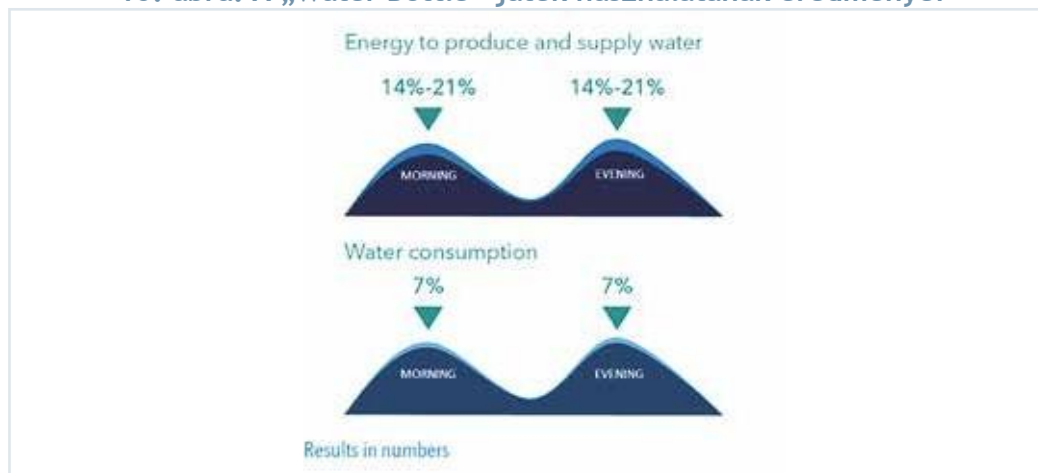
2.8.1. Példa

A Vitens Hollandia legnagyobb ivóvízszolgáltató vállalata, amely évente 350 millió köbméter vizet szállít 100 víztisztító telepen és 49 000 km vízvezetéken keresztül. Mivel a Vitens vezető szerepet tölt be a vízügyi ágazatban, a Vitens elkezdett gondolkodni azon, hogyan lehetne a legjobban befolyásolni az emberi viselkedést, és hogy ez csökkenthetné-e a csúcsfogyasztást a hálózaton belül, ami viszont megóvná az infrastruktúrájuk élettartamát. A Vitens azt akarta kideríteni, hogy innovatív technológia és komoly játékok segítségével befolyásolni tudja-e az emberi viselkedést. Egy másik kulcsfontosságú tényező a közműszolgáltató számára az volt, hogy megértse a fiatalabb generációk erejét; ha egyszer megtanulnak egy viselkedésmódot, képesek lesznek-e megtanítani azt az idősebb generációknak? A kísérlet ezen aspektusa is segítené a Vitens-t a vásárlók mélyreható elkötelezettségének továbbfejlesztésében, ami felbecsülhetetlen érték egy márka folyamatos fejlődése szempontjából. A vállalat kihívásának inkább technikai aspektusa az volt, hogy azonosítani és kiegyenlíteni kellett a hálózaton belül a kulcsfontosságú időszakokban jelentkező csúcsokat. Ennek elérése lehetővé tenné számukra a hálózat méretezésének javítását is, ami viszont lehetővé tenné számukra az általános hatékonyság növelését. Ha a Vitens intelligens vízérzékelőket használna, akkor a hálózaton belül továbbított adatok lehetővé tennék, hogy megértsék a vízáramlással és a vízigényléssel kapcsolatos műszaki követelményeket, és ezáltal segítsenek befolyásolni a fogyasztók gondolkodásmódját és viselkedését.

Lehetséges megoldásként a Vitens úgy döntött, hogy 180 résztvevővel 3 hónapos kísérletet végez. A Vitens intelligens hálózata, amely innovatív technológiát alkalmaz a vízvezetékben, 300 érzékelőből állt, 9000 km hosszú infrastruktúrán keresztül, külön IT-infrastruktúrával és korszerű vezérlőteremmel. A kísérletet az észak-hollandiai Leeuwarden városában végezték, amelyet a Vitens „Vitens Innovations Playground”-nak nevezett el. Az adatokat az intelligens mérők gyűjtötték, és a FlexNet™ rádiórendszer segítségével továbbították a játékszerverre. A legfontosabb különbség a korábban végzett bármely más kísérlethez képest az, hogy a közműszolgáltató a játék erejét használta fel az emberi viselkedés befolyásolására, ugyanakkor további információkat adott a közműszolgáltatónak a hálózaton belüli csúcsidőszakokról és arról, hogy miként változtathatják meg a fogyasztói oldali keresletet.

A 3 hónapos vizsgálat eredményei ígéretesek voltak. A résztvevők 83%-a nem csak azt jelezte, hogy jobb rálátást kapott saját vízfogyasztására, hanem a csúcsfogyasztás csökkentésének fontosságára vonatkozó tudatosság is 40%-ról 90%-ra nőtt. A közműszolgáltató másik fontos célja a hálózat méretezésének és a csúcsfelhasználásnak a javítása volt, az infrastruktúra és a hálózaton lévő víz egészségének megőrzése érdekében. A kísérlet során 14-21%-kal csökkent a reggeli és esti vízellátáshoz felhasznált energia, és 7%-kal csökkent a vízfelhasználás is ezekben a csúcsidőszakokban. A Vitens esetében a vízfogyasztás 7%-os csökkentése évi 23 millió köbmétert jelent.

10. ábra. A „Water Bottle” játék használatának eredményei



Forrás <https://sensus.com/emea/resources/case-studies/influencing-human-behavior-reducing-peak-consumption/>



2.9. Kihívások és korlátok

Minden technológiának megvannak a maga előnyei és kihívásai a megvalósítással kapcsolatban, legyenek azok infrastrukturális, környezeti, társadalmi vagy egyéb kihívások. Ezért az intelligens vízmérés sem kivétel. A technológiával kapcsolatos kihívások három kategóriába sorolhatók: technikai, tudásalapú és gyakorlati kihívások.

Technikai kihívások

Ezek a kihívások magukban foglalják a szükséges berendezések telepítését és a vízhálózati rendszer kiépítését. A korlátok tehát a könnyen elavuló és elöregedő technológiára, a fogyasztásmérő-kommunikációs rendszerek kompatibilitására, az ügyfélkapu adatvédelmi aggályaival kapcsolatos nehézségekre, valamint a gyalogos/autós távoli jelek és a vezeték nélküli jelek változékonyságára vonatkoznak. A technológia közös szabványának hiánya, valamint a gyártók közötti kommunikációs, információs és frekvenciaprotokollok eltérései szintén az egyik fő problémát jelentik. Az intelligens víztechnológia átvételének nemcsak technikai és kutatóorientált akadályai vannak, hanem pénzügyi akadályai is, például a finanszírozás hiánya (a magas beruházások miatt). Még ha a pénzeszközök rendelkezésre is állnak, sokszor nincs megfelelő technikai támogatás (a földrajzi elhelyezkedéstől függően), ami az ilyen technológia sikeres fenntartásához szükséges. Az ilyen technológia választása a város jobbá tételére a helyi irányítástól függ.

Tudásalapú kihívások

A tudásalapú korlátok a társadalmi korlátok részét képezik, amelyek általában a magánélet védelmével kapcsolatos kérdésekkel, az új technológiák általános elutasításával és a megfelelő technológiák ismeretének hiányával kapcsolatosak: „mit, hol és miért”. A felhasználók például félhetnek a felhőben tárolt személyes adatok felhasználásától, és attól, hogy az adataikkal harmadik személyek visszaélnek. Ezért a kormányoknak olyan törvényeket kell alkotniuk, amelyek korlátozzák az iparágat a személyes adatokkal való visszaélésben a cégek által vagy a kibertéren keresztül. Mivel a SWM egy újonnan megjelenő technológia, a vízügyi ágazat ismeretei és tapasztalatai még mindig korlátozottak a projektek bevezetésében, és kevés olyan üzleti eset létezik, amely számszerűsíthető eredményeket mutat. Az üzleti esetek kidolgozása során azonban vannak olyan problémák, mint a belső hierarchia vonakodása, az üzleti igényeknek nem megfelelő meglévő ipari szabványok, a megfelelő technológia beszerzésének nehézségei és mások.

Gyakorlati kihívások

Az ilyen korlátok közé tartozik a mérőórák telepítéséhez és üzembe helyezéséhez szükséges idő, a meglévő üzleti rendszer és munkafolyamatok, az adatkezelés és adatelemzés hiánya, amely az adatokból származó előnyök maximalizálásához szükséges know-how-ra utal, valamint a nem lakossági ügyfelek bevonása a szivárgásjelzésekre való reagálásba.



Hivatkozások listája

1. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/smart-water-metering-market-100776>
2. <https://www.advizzo.com/>
3. <https://www.deepki.com/en/>
4. http://daiad.eu/index5ae0.html?page_id=2002
5. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=City+csökkentő+a+költségeket,+javítja+a+pontosságot+a+rádió+frekvenciával+cy+meter+reading&author=Hastreiter,+J.&publication_year=1997&journal=Water+Eng.+Manag.&volume=144&page-es=33-35
6. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Annual+Report&author=Origin+Energy+Ltd&publication_year=2016
7. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Annual+Report&author=Origin+Energy+Ltd&publication_year=2016
8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837711000172>
9. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Benefits+és+kihívások+az+okos+mérők+használatának+kihívásai+az+előrehaladás+hoz+ing+residential+water+demand+modelling+and+management+A+review&author=Cominola,+A.&author=Giuliani,+M.&author=Piga,+D.&author=Castelletti,+A.&author=Rizzoli,+A.E.&publication_year=2015&journal=Environ.+Model.+Softw.&volume=72&pages=198-214&doi=10.1016/j.envsoft.2015.07.012
10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652613003272>
11. <https://www.linkedin.com/pulse/smart-shower-meter-reduces-hotels-energy-consumption-susanne-häcki>
12. <https://www.ice.org.uk/knowledge-and-resources/case-studies/southern-water-universal-metering-project>
13. <https://iwa-network.org/eau-du-grand-lyon/>
14. <https://www.businesswire.com/news/home/20190612005891/en/Semtech-Supports-Deployment-of-Birdz's-New-LoRaWAN®-alapú-vízmérő-hálózat>
15. <https://www.idrica.com/case-studies/>
16. <https://group.accor.com/en/commitment/planet-21/building>
17. <https://www.kamstrup.com/en-en/customer-references/submetering/case-alboa-housing-association>
18. <https://sustainablehospitalityalliance.org/>
19. <https://www.epa.gov/watersense/h2otel-challenge>
20. https://www.london.gov.uk/sites/default/files/water_for_schools_case_study.pdf
21. <https://wrap.org.uk/resources/water-efficiency-case-study/city-university-london>
22. <http://challisagplus.com/case-studytinderhoj-school-denmark-install-water-management-system-wms/>
23. <https://www.myswep.com.au/About>
24. <https://efdinitiative.org/news/smart-water-meters-south-african-schools-drive-down-water-wastage-saving-millions-rands>
25. <http://www.schoolswater.co.za/>
26. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Changes+vízfogyasztásban+jelentős+hírek+média+hoz+kötött+meggyes+vízfogyasztás+coverage+of+extreme+climatic+events&author=Quesnel,+K.J.&author=Ajami,+N.K.&publication_year=2017&journal=Sci.+Adv.&volume=3&doi=10.1126/sciadv.1700784&pmid=29075664



4. RÉSZ

27. <https://sensus.com/emea/resources/case-studies/influencing-human-behavior-reducing-peak-consumption/>
28. https://www.researchgate.net/profile/Cara_Beal/publication/269818965_The_2014_Review_of_Smart_Metering_and_Intelligent_Water_Networks_in_Australia_New_Zealand/links/5497734a0cf2ec13375d3cea/The-2014-Review-of-Smart-Metering-and-Intelligent-Water-Networks-in-Australia-New-Zealand.pdf
29. <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/vodoopskrba-i-upravljanje-rizicima-u-vodoopskrbi-u-republi-ci-hrvatskoj/>
30. https://www.google.com/search?q=smart+víz+mérő+rendszer&tbm=isch&ved=2ahUKEwjJorz-aD-vAhVm1uAKHTyiDFcQ2-cCegQIABAA&oq=smart+víz+mérő+rendszer&gs_lcp=CgNpbWcQAziCCAAyBA-gAEBg6BAGAEb5QhzhYkEBgsENoAHAAeACAAaoBiAGvB5IBazAuN5gBAKABABAAoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scli-ent=img&ei=ED9GYMnaNOasgwe8xLK4BQ&bih=738&biw=816#imgsrc=aKKJR5yZDGVwGM
31. <http://www.os-nad-lipom-zg.skole.hr/ekoskola3.php>
32. <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/4/582/htm>
33. <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/4/838/htm#B20-water-11-00838>
34. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-012-0456-2>
35. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504851.2011.629977>
36. <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/11/1510/htm#B35-water-10-01510>
37. <http://www.infotrend.hr/clanak/2012/11/sto-to-mudri-rade-s-pametnim-mrezama-,75,960.html>
38. <http://www.infotrend.hr/clanak/2012/11/sto-to-mudri-rade-s-pametnim-mrezama-,75,960.html>
39. https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2018/01/miot_smart_water2_02_18.pdf
40. https://www.iskraemeco.com/app/uploads/2020/10/IE_Smart-Water-Management-Solution.pdf



A PROJEKTRŐL:

<https://www.interreg-central.eu/Content.Node/CWC.html>

<https://www.facebook.com/citywatercircles/>

<https://twitter.com/CirclesCity>

<https://www.instagram.com/citywatercircles/>

Városi Vízkör kézikönyv a körkörös városi vízgazdálkodásról és vízhasználatról

2022.