



Csapadékvíz hasznosítása, házi szennyvíztisztítás

Energiatudatos épülettervezés tanulmány

Szerkezettervező építésmérnöki Msc, SZE-MTK, Győr

Nagy Lilla
2013.04.22.

1. Csapadékvíz hasznosítása

1.1. A vízkészlet mennyiségi és minőségi problémái

A Föld vízkészlete: 1,400 millió km³

Nem a mennyiség a gond, hanem a *térbeli* és *időbeli* eloszlás.

Magyarország vízkészlete – vízmérlege:

A lehulló csapadék: évi 58 km³ - átlagos évben - vízkincs egyharmada

Felszíni vizek: a vízkincs kétharmada

Folyóink vize 96%-ban külföldről érkezik.

A Föld vízkészlete (Achnicht, 1980 nyomán)

	Vízmennyiség, km ³	%
Világtengerek	1 350 400 000	97,583
Beltengerek és sós tavak	105 000	0,008
Légnedvesség	13 000	0,001
SÓS VIZEK ÖSSZESEN:	1 350 518 000	97,592
Sarki zóna és gleccser	26 000 000	1,879
Felszíni vizek	126 700	0,009!
Felszín alatti vizek	7 000 000	0,506
Talajnedvesség	150 000	0,011
Biomassza víztartalma	50 000	0,003!
ÉDES VÍZ ÖSSZESEN:	33 326 700	2,408
ÖSSZES VÍZMENNYISÉG:	1 383 844 700	100,000

Magyarország átlagos éves vízforgalma:

Országhatáron belépő víz: 114·10⁹ m³/a

kilépő víz: 120·10⁹ m³/a

Felszíni víz hasznosítása:

- ivóvíz 3,4-3,4 %
- ipari víz 84,1-82,1 %
- mezőgazdasági vízhasználat 7,9-6,9 %
 - öntözővíz 4,6-7,6 %
 - halastó víz 7,9-6,9 %

Ivóvíz (minőségű) víztermelés kapacitása: 1980·10⁶ m³/a

Felszíni víz: 230·10⁶ m³/a 12 %

Felszín alatti víz: 1750·10⁶ m³/a 88 %

Hasznosítás (%):

- háztartási 41
- közüzemi 14
- veszteség 11
- ipari víz 19
- mezőgazdasági víz 15

Átlagos ivóvíz használat: $1611 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$

Átlagos szennyvíz az ivóvízből $1205 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$

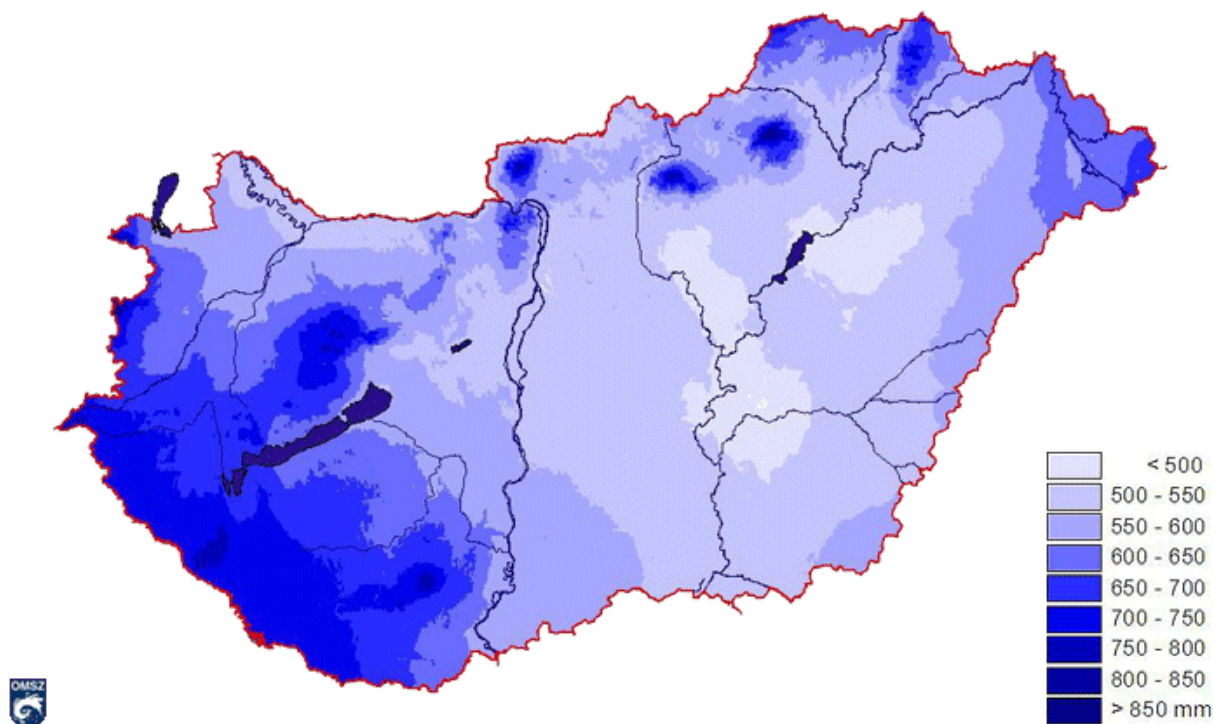
Átlagos kellő módon tisztított szennyvíz $620 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$

Élővíz (40%) Rétegvíz Talajvíz vagy karsztvíz Párolgás [1]

1.2. Magyarország csapadék viszonyai

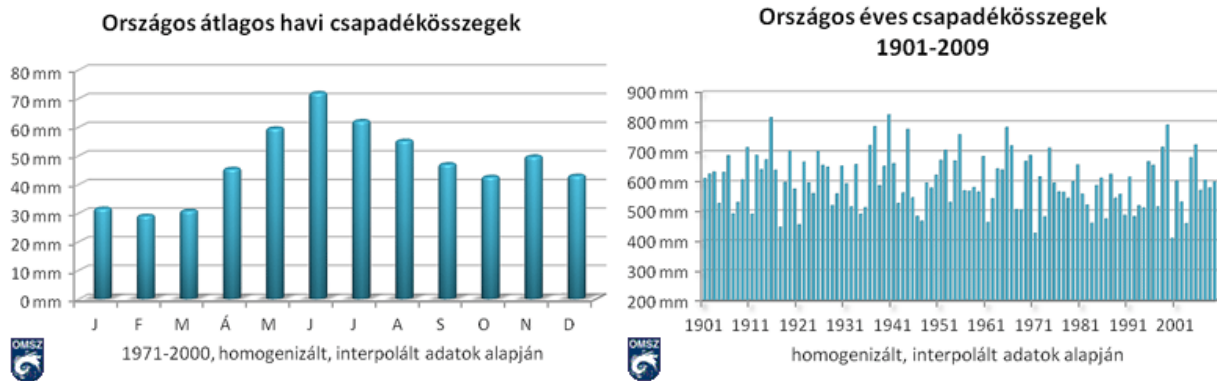
Magyarországon az évi átlagos csapadék 500-750 mm, de tájaink között jelentős eltérések vannak az éves csapadékmennyiségében. Az éves csapadékösszeg területi eloszlásában kettős hatás tükröződik, egyrészt a domborzat másrészt pedig a Földközi-tenger hatása érvényesül, de befolyásoló tényező az Atlanti-óceán is.

A legcsapadékosabb az ország délnyugati része, valamint a magasabban fekvő területek, ahol néhány kis foltban a jellemző csapadékösszeg a 800 mm-t is meghaladja. A legkevesebb csapadékot sokéves átlagban az alacsony fekvésű Tisza-völgy kapja, értéke nem éri el az 500 mm-t. Az évi csapadékösszeg DNY-ról ÉK felé csökken.



1. ábra: Átlagos éves csapadékösszeg az 1971-2000 közötti időszak alapján

A csapadék jelentős, évről évre való változékonysága miatt az éves csapadékösszeg térbeli eloszlása a sokévestől nagymértékben eltérhet. A legtöbb csapadék a május-július közötti időszakban hullik, a legkevesebb pedig január és március között.



2a. ábra: Magyarország átlagos havi csapadékösszegei az 1971-2000 közötti időszak homogenizált, interpolált adatai alapján

2b. ábra: Országos éves csapadékösszegek az 1901-2009 közötti időszakban

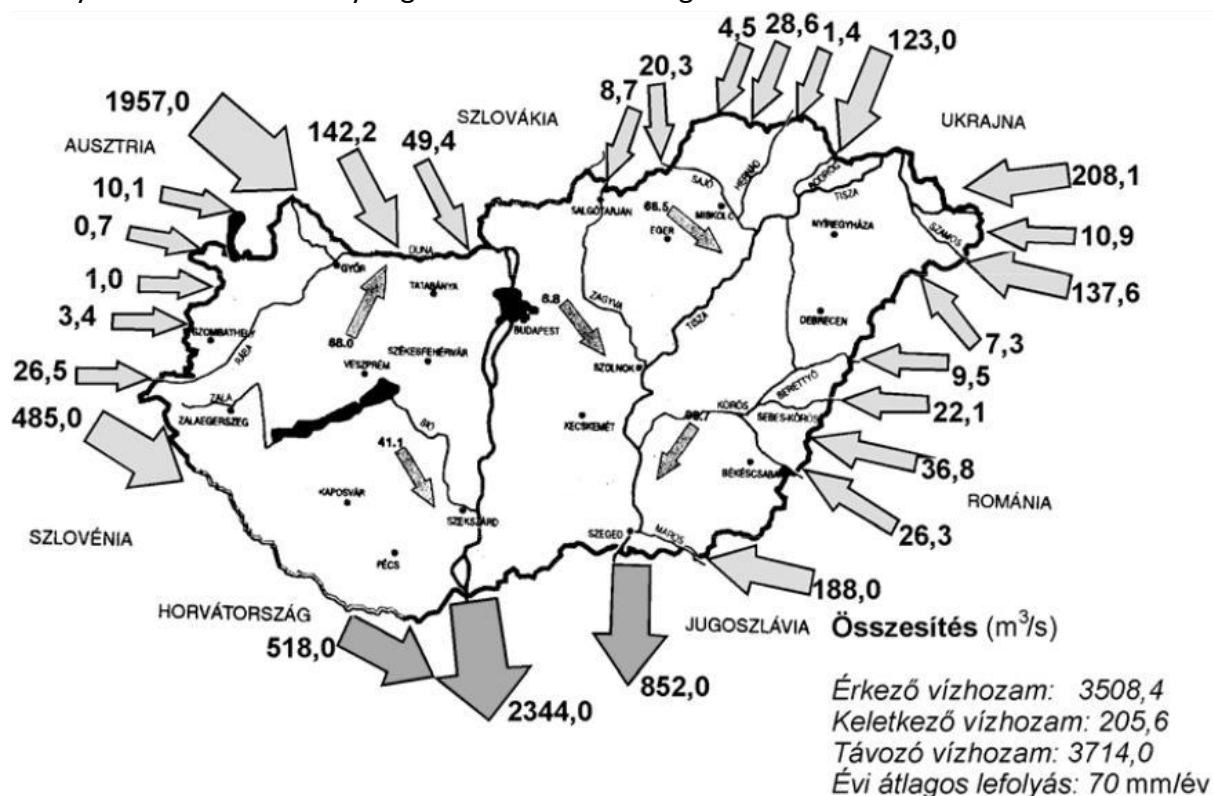
A csapadék meglehetősen változékony időjárási elemünk, mennyisége évről évre nagyon szeszélyesen ingadozik. Bizonytalanságára jellemző, hogy legcsapadékosabb éveinkben háromszor annyi eshet, mint a legszárazabb éveink során, és minden hónapban előfordulhat teljes csapadékhiány.

Az éves csapadékösszeg az elmúlt évszázadban változékonysága mellett is csökkenő tendenciát mutatott, a csökkenés 109 év alatt közel 10%. [2]

1.3. Vízkészletek

Az ország vízkészleteinek három forrása van: a csapadék (ennek részeként a határokon belül keletkező lefolyás), a határokon felszínen és felszín alatt befolyó vizek, földtani tömbben tárolt vízmennyiség.

Sokévi átlagban az ország területére belépő vízfolyások vízszállítása 114 km³, amely kiegészül az ország területére lehulló 58 km³ (620 mm) csapadékkal. Az ország területét elhagyó vízfolyások 120 km³ mennyiséget tesznek ki évi átlagban.



3. ábra: A vízfolyások sokévi átlagos vízhozama

1.3.1. Felszíni vízkészletek

A felszíni vízkészletek folyóvizekben (folyók, vízfolyások, patakok) az időben állandóan és folyamatosan változó természetes vízhozamok, állóvizek (tavak, tározók) a természetes úton folyamatosan távozó vízmennyiséget jelenti.

A vízfolyások és az állóvizek természetes vízkészletének azt a részét, amely adott helyen a vízhasználat számára a mederből kivehető, hasznosítható természetes vízkészletnek (Qd%) nevezik. A mederben hagyandó vízkészlet (Qm) nagysága elsősorban az ökológiai igényektől, a mederbeli vízhasználatától függ. A természetes vízkészlet és a mederben hagyandó vízkészlet különbsége a redukált természetes vízkészlet (Qr). A tározásból, a különféle vízkészlet adja a (ténylegesen) hasznosítható vízkészletet (Qh).

1.3.2. Felszín alatti vízkészletek

A vízkészlet-gazdálkodásban a felszín alatti vizeket a következőképpen csoportosíthatjuk:

- parti szűrésű vizek,
- talajvizek,
- rétegvizek,
- karsztvizek.

1.3.3. A vízgazdálkodási mérleg

A vízgazdálkodási mérleg adott fejlesztési szinten valamely vízgazdálkodási egység adott időszakban hasznosítható vízkészlete, valamint az emberi élet és tevékenység e készletet terhelő vízigényei mennyiségi és minőségi jellemzőinek számbavétele és összevetése valamilyen rendszerben.

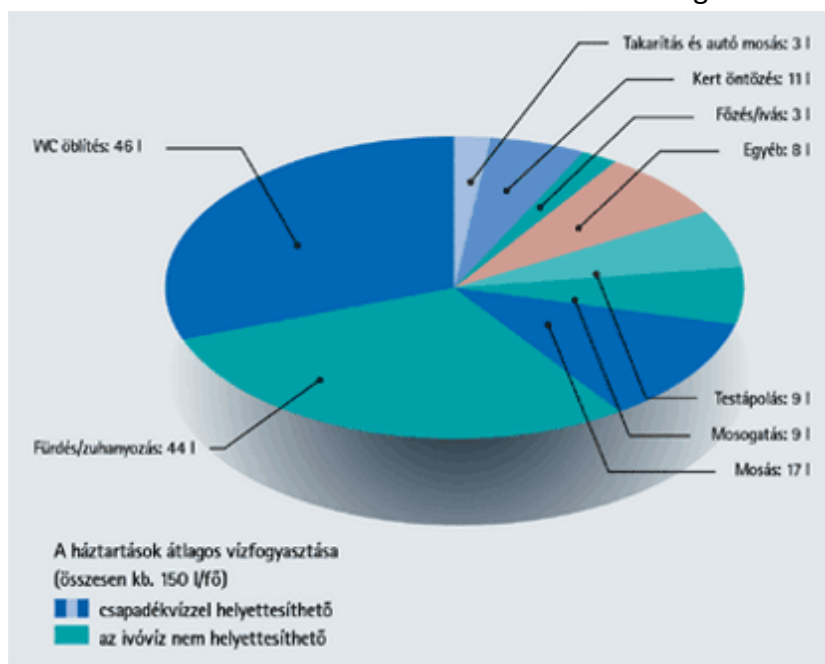
A hasznosítható vízkészlet és a vízigény összemérése a vízgazdálkodási mérleg készítésének lényege. Az összemérés, a mérlegelés eredményét a vízmérleg-mutatók fejezik ki. [3]

1.4. Miért érdemes az esővizet hasznosítani?

Az esővíz hasznosításával akár 50%-nyi ivóvizet is meg lehet takarítani

Ha az egyre emelkedő vízdíjakból indulunk ki, egy teljes csapadékvíz-hasznosító berendezés beépítése 4-8 év alatt megtérül. Több európai országban az önkormányzatok az esővíz felhasználását és elszívárgtatását anyagilag is támogatják.

Ha a személyenként és naponta átlagosan elfogyasztott 150 liter ivóvíz megoszlását megnézzük, látható, hogy a víz 50%-át könnyen lehetne csapadékvízzel helyettesíteni. Az esővíz használható a WC-öblítéstől kezdve a mosáson át a takarításig és a kert öntözéséig.



4. ábra: A háztartások átlagos vízfogyasztása

Ha a csapadékvizet hasznosítjuk - a környezet terhelését csökkentjük

A csapadékvíz hasznosítása környezetvédelmi szempontból is ésszerű. A csapadék nem folyik le a területről, ezzel a csatornarendszert is tehermentesíti. Ezt az előnyt még tovább fokozza, hogy nagy záporok esetén, ha már az esővíztároló tartály teljesen megtelt, a felesleges vizet a rendszerhez kapcsolt szikkasztóban felfogjuk.

1.4.1. Esővíz-hasznosítás célja

Esővízzel helyettesíthető a WC-öblítés, a mosás, a takarítás és a kertöntözés vízigénye. Ez a teljes vízigény kb. 50%-a. Ivóvízre étkezési célra, mosogathoz és tisztálkodáshoz van szükség. Az esővíz lágy, ezért vagy kevesebb mosószert, vagy vízlágyító adalék nélküli, környezetbarát mosószereket használhatunk (házilúg, mosószappan, mosószóda). Az esővíz hasznosításához elegendő egyszerű mechanikai tisztítás (szűrés).

1.4.2. Esővíz-hasznosítás gazdasági háttere

Éves szinten a vízdíj felének megtakarítása

- Ipari, vagy közösségi alkalmazásánál a többszörösét is!

Környezet terhelésének csökkentése

- globális energetikai megtakarítás –egy ponton közlünk kis energiát a vízzel!
- csapadékvíz csatorna tehermentesítése
- szennyvíztisztító telepek tehermentesítése.

1.4.3. A megfelelő méretű tartály kiválasztása

- **Az adott helyre vonatkozó csapadékmennyiség meghatározása**
- **Csapadékfelfogó felület meghatározása**

Számítsa ki a ház alapterületét, adja hozzá a tető túlnyúlásának vízszintes vetületét. Ha csak a tető egyik feléről gyűjti össze a csapadékvizet, felezze meg az értéket.

- **A háztartáshoz szükséges víz mennyiségének meghatározása**

Ha a csapadékvizet mind a háztartásban, mind a kertben használni akarja, személyenként és naponta 75 literrel számoljon (a WC és a mosógép bekötése esetén), öntözésnél számítson 5 litert naponta a kert minden m²-ére. [4]

Példaszámítás

1. Az Ön házára jutó átlagos éves csapadékmennyiség:

Csapadékmennyiség liter/m ² (a térkép alapján)	A tetőfelület és a tető nyúlásának vízszintes felülete (a ház alapterülete + a tető túlnyúlása a tető dőlésszögétől és alakjától függetlenül)	a tető anyagára jellemző szorzószám a tető anyagától függő csökkentő érték: agyagcserép, égetett, zománcozott: 0,9 pala, beton és agyagcserép: 0,8 lapostető kavicsréteggel: 0,6	A csapadék mennyisége liter/év
1000 l/m ²	X 130 m ²	X 0,9	= 117.000 l/év

2. Az éves csapadékvíz-szükséglet:

WC-öblítés:	8.800	liter/év/fő	X 4 személy	= 35.200 l/év
mosógép:	3.700	liter/év/fő	X 4 személy	= 14.800 l/év
takarítás/tisztítás:	800	liter/év/fő	X 4 személy	= 3.200 l/év
kert öntözése:	60	liter/m ²	X 600 m ²	= 36.000 l/év
				89.200 l/év

3. A tartály mérete:

A méretezéshez a lehullott csapadék és a szükséges csapadékvíz mennyiségének átlagértékét vesszük (a példánkban 103.100 litert).	117.000+89.200 ----- 2	X 21 nap (bizt. tart.) ----- 365 nap	= 5.932 liter tárolókapacitás azaz egy 6500 literes tartály ideális.
--	------------------------------	---	--

4. Megtakarításai:

Csapadékvíz- szükséglet	jelenlegi vízdíj (szennyvízzel)	éves megtakarítás
89,2 m ³	X 500 Ft/m ³	= 44.600 Ft

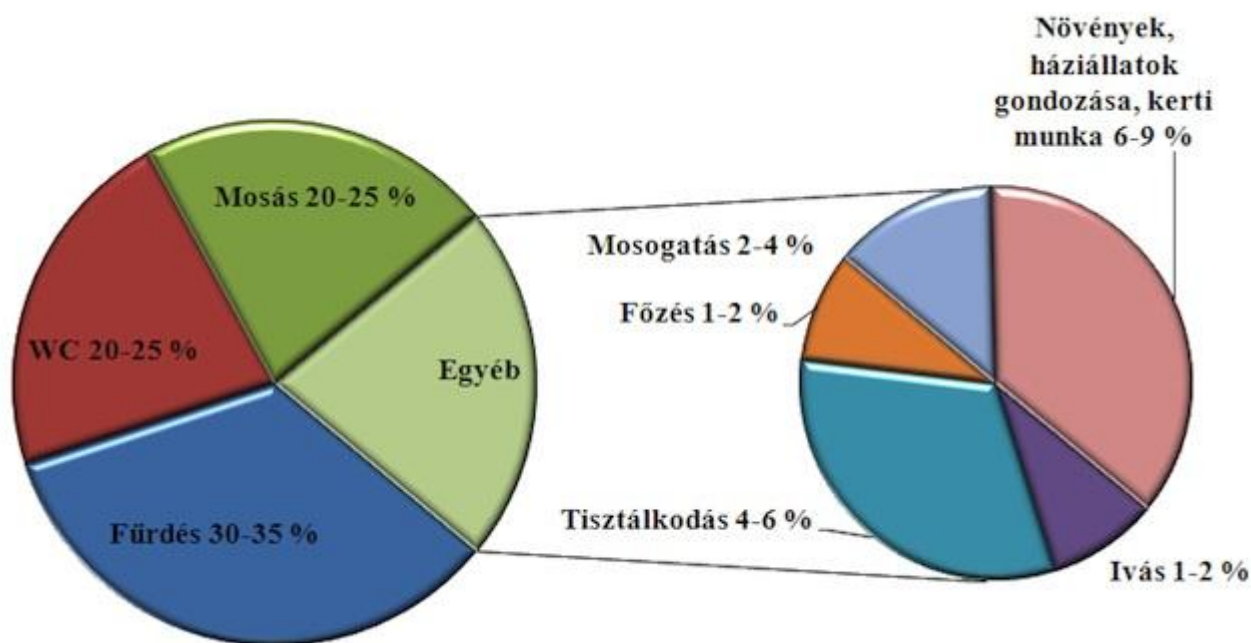
1.5. Megtérülés

A világ vízkészletei fogytán vannak, a vízdíj drasztikus emelkedése várható. Egy egyszerű esővíz-hasznosító rendszer nem csak praktikus, és természetkímélő megoldás, de gyorsan meg is térül.

Kérdés, hogy milyen céllal, milyen berendezésekben szándékozunk esővizet használni? Szükségünk van-e jó minőségű ivóvízre minden esetben? Érdemes-e a meglévő tetőfelületünket beruházni?

A kérdések megválaszolása előtt mindenképpen tisztáznunk kell, hogy milyen vízigények várhatóak egy családi ház esetében. Egy átlagos, 4 fős magyar családnál a vízfogyasztás várható értéke 460-500 liter naponta. Budapesten ez az érték magasabb, vidéken alacsonyabb.

Az alábbi ábrán látható a vízfogyasztás tevékenységek szerinti megoszlása, melyből egyértelműen látszik, hogy fürdés, és a WC-használat a teljes felhasználás közel 60%-át teszi ki.



5. ábra: A vízfogyasztás tevékenységek szerinti megoszlása

A legegyszerűbb rendszer az ereszből tartályba/hordóba összegyűjtött csapadékvíz, melyet aztán szivattyúval, vagy gravitációval juttatnak a felhasználás helyére. Ez a fajta rendszer már sokak számára ismert és elérhető alternatíva. Beruházási költsége viszonylag alacsony, megtérülési ideje kedvező. Leginkább kertes családi és társasházakra korlátozódik az alkalmazása (mosás, autómosás, öntözés, WC...).

A szürkevízzel működtetett rendszer beruházási költsége átlagosan körülbelül 2- 300 000 Ft körül mozog. Megtérülési ideje függ a pontos helyszíntől (az átlagos éves

csapadékmennyiség Magyarországon az alföldi régióban 400 mm, míg például a nyugati megyékben ennek a duplája, 800 mm is lehet), és a tetőfelület nagyságától.

Egy 100m²-es tetőfelület éves hozama az Alföldön körülbelül 40 m³, míg a nyugati megyékben (például Zalában) 80 m³. A fent említett négytagú család éves vízfogyasztása körülbelül 180 m³.

Tehát a csapadékvízzel fedezhető fogyasztás az éves érték 22 - 44% lehet, mely érték a helyszíntől és a tető nagyságától függ leginkább. A megtakarítás éves szinten akár 20 000 Ft is lehet. Ezzel az egyszerűsített megtérülési idő a jelenlegi vízárakkal számolva 10 év alá is leszorítható. A vízdíjak várható emelkedésével a megtérülési idő még kedvezőbben alakul majd. [5]

1.6. Esővízgyűjtő rendszerek

Esővízgyűjtő rendszerek és elemeik Európa számos országában állami támogatással is ösztönzik a házi esővízgyűjtő rendszerek kiépítését. Itthon egyelőre nem támogatott ez a lakossági beruházás – amit a szakértők a kedvezőtlen csapadékviszonyokkal indokolnak –, ennek ellenére növekszik azoknak a háztartásoknak a száma, amelyek valamilyen formában hasznosítják a csapadékvizet. A legegyszerűbb rendszer a felszíni tartályok elhelyezése és összekötése az ereszcsonna ejtővezetékével – közbeiktatva egy mechanikai szűrőt –, a legteljesebb rendszerek összetett szűrőrendszerükkel ivóvízellátásra is alkalmasak. A házi rendszereknél csak a tetőről gyűjtjük a vizet. A különböző tetőfedő anyagok elhanyagolható mértékben befolyásolják a hasznosítható esővíz mennyiségét. Kb. 5% különbség van ilyen szempontból a legjobb – pala, cserép – és a legkevésbé jó – a betoncserép – tetőfedő anyagok között. A felületi vizek – burkolt kerti felületek – gyűjtésével nem érdemes kísérletezni, mert speciális kezelést igényelnek – ülepítést, szűrést, szikkasztást –, és a vízminőség rendszellenőrzését, hogy nem került-e bele valamilyen káros anyag. A fagypont alatt elhelyezett tárolókban az állandó hőmérsékletnek köszönhetően hónapokig is megfelelő minőségű marad a csapadékvíz. Kerti hasznosítás szempontjából azonban a felszíni tárolás is tökéletesen megfelelő. Nagyszüleink egy-két darab brikettet is dobtak a tárolóba – csak tapasztalatilag ismerve a szénzsűrők hatását –, mert így tovább maradt megfelelő minőségű a víz, ma is sokan teszik ezt. A vízkivétel mindig a tartály felső rétegéből történik, így a tartályban leülepedik a belekerült homok és más szennyeződés.

1.6.1. Az esővízgyűjtő rendszerek elemei:

- Csővezeték, amellyel az ereszcsonnából a tartályba vezetjük a vizet.
- Mechanikai szűrők, melyek beépíthetők az ereszcsonna ejtővezetékébe, a ciszterna beömlőnyílása elé, vagy magába a ciszternába is. A szűrők megakadályozzák, hogy a tárolóba szervesanyag-tartalmú szennyeződések (pl. falevelek) kerüljenek, amelyek bomlásukkal elősegíthetik az algaképződést. A szűrőbetétek vagy egy egyszerűbb

szűrőbe helyezett geotextília megakadályozza a homokbeszivárgást is. Hogy mekkora szűrőre van szükség, azt a várható vízhozam, vagyis a tetőfelület nagysága határozza meg.

- Tartály, készülhet betonból vagy műanyagból. (A műanyag tartályok készülhetnek polietilénből vagy poliészterből, ez utóbbi ivóvízellátó rendszereknél nem használható.) Kis súlyuk és jól kifejlesztett alkatrészeik miatt leginkább a műanyag tartályos rendszerek terjednek. A tartályok telepíthetők: a kültérben földbe süllyesztve (ha erre alkalmas bordázott tartályról van szó); a felszínen is elhelyezhetők, beltérben pedig a pincébe, alagsorba is kerülhetnek.
- Gépészeti elemek: szivattyú és a hozzá kapcsolódó szabályozórendszer, amelyeket a gyártók komplett egységekben forgalmaznak.
- Szikkasztóakna vagy -rendszer: a fölösleges vizet egy süllyesztett, perforált (lyuggatott) falú műanyag szikkasztóblokkba, -alagútba vagy -aknába vezetjük, amely tárolja, majd egy kavics szűrőágyon keresztül visszavezeti a talajba.

ESŐVIZGYŰJTŐ RENDSZEREK - WWW.TARTALYHAZ.HU

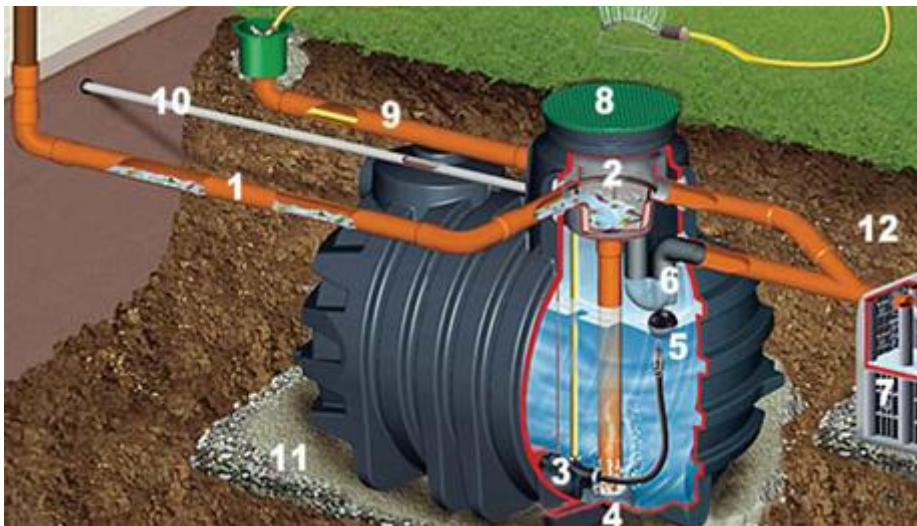


Zero Energy House - Környezettechnikai rendszerek

6. ábra: Esővízgyűjtő rendszerek [8]



7. ábra: Öntözéshez: A sorba köthető tartályok ugyan plusz földmunkával járnak, de később is bővíthetők.



8. ábra: Merülő szivattyús esővízgyűjtő rendszer – öntözéshez

Elemei: 1. csővezeték az ereszcsonatnál; 2. tartályban elhelyezett kosárszűrő; 3. merülő szivattyú; 4. befolyáscsillapítás; 5. úszófejes szívótömlő; 6. túlfolyósifon; 7. szikkasztó, a túlfolyó víz elvezetésére; 8. kettős falú aknafedél, gyalogosforgalomra; 9. a kerti öntözőrendszer csővezetéke és csatlakozója; 10. a villamos vezeték védőcsöve; 11. 10-20 cm vastag homokos-kavicsos ágy; 12. feltöltött homokos, kő- és törmelékmentes talaj; (30-40 cm vastag rétegenként tömörítve). A tartályt 80 cm talajréteg takarja. (Graf-rendszer)



9. ábra: Kerti és háztartási vízellátó rendszer

Elemei: 1. csővezeték az ereszcatornától; 2. öntisztító belső szűrő; 3. befolyáscsillapítás; 4. úszófejes szivótömlő; 5. túlfolyószifon; 6. teleszkópos akna, gyalogosforgalomra; 7. házi vízellátórendszer utántöltő egységgel. [6]

1.7. Telepítés

A tartályok telepítésének földmunkadíjával úgy kalkulálhatunk, hogy egy kisebb markológép gépóradíja tízezer forint, kb. két-három óra alatt végezni lehet még a sorba kötött nagyobb tartályoknak szükséges gödörrel is.

A tartály vízszintes, stabil homokágyon áll. Ha tömör, agyagos a talaj, akkor azt ne töltsük vissza, hanem a tartályok befedéséhez 16-32-es kavics vagy sóder töltőanyagot használjunk. A tartályok méretétől függően 3-5 óra alatt befejezhető a telepítés. A telepítés, összeszerelés, a csatornabekötés és egy egyszerű szikkasztó kialakítása további átlagosan 100 000 forintos munkadíjat jelent.

A tartály a teljes befedés előtt, a tető két oldaláról gyűjtik a vizet, és csövekkel vezetik a tartályba. Az esővizet szállító csövek lejtése 1-2%. A háztartást is ellátó rendszerek központja a szivattyúból, nyomásszabályozó vezérlő automatikából álló egység. Az ún. úszókapcsoló a kritikus alsó vízszint elérése esetén bekapcsolja a vezetékesvíz-töltést a tartályba vagy a kisméretű tárolóba. Az úszókapcsoló vezérlésével a vezetékes rendszer nyitását, zárását a mágnesszelep és a transzformátor végzi – így amikor kiürül a tartály, a rendszer automatikusan vált a hálózati vízre. Az ilyen központi vezérlők ára 250–350 000 forint.



10. ábra: Tartály vizes kerti élőhellyel kombinálva

Egyes szakértők szerint a betonból készült tartályokban tárolt víz – az esővíz és a betonfelület között lejátszódó kémiai folyamatoknak köszönhetően – jobb minőségű. Az előre gyártott vasbeton tartályok 5–13 m³-es méretben készülnek, garantáltan vízzáróak, míg ezt sokkal nehezebb elérni egy egyedi kivitelezésű ciszternánál. Képünkön a tározó fölött vizes kerti élőhelyet alakítottak ki, a kavicsréteg alatti szűrőrendszeren keresztül jut a tartályba az esővíz. (Mall-rendszer) [7]

1.8. Vízügyi díj a virtuális víz koncepciójáért

A „virtuális víz” elméletének kidolgozásáért John Anthony Allan kapta 2011-ben a stockholmi központú Nemzetközi Vízügyi Intézet kitüntetését.



11. ábra: Water prize

A londoni King's College kutatója fejlesztette ki azt a módszert, amellyel megállapítható, hogy mennyi vízbe kerül a különböző élelmiszerek és egyéb termékek gyártása és forgalmazása.

A brit tudós kimutatta például, hogy egy csésze gőzölgő kávéban 140 liter virtuális víz van, azaz ennyi használdik el az alapanyag előállítása, feldolgozása, csomagolása, szállítása és végül a fekete elkészítése során. Számításai szerint egy átlagos amerikai naponta hatezer liter virtuális vizet fogyaszt, egy kilogramm marhahús „fogyasztása” pedig 15 ezer liter.

A Stockholmi Vízügyi Díj nyerteséről döntő bizottság indoklása szerint „Allan úttörő munkája nagyban segítette a vízzel kapcsolatos problémák megértését. Eredményei a világkereskedelemtől egészen a tudomány világáig széles körben alakították az emberek gondolkodását.”

A 150 ezer dollárral (24 millió forint) dotált díjat minden évben az ENSZ Víz Világnapja és a stockholmi Víz Hete nemzetközi vízügyi fórum alkalmából ítélik oda. Az elismerést XVI. Károly svéd király adja át. [9]

2. Szennyvíz és szennyvíztisztítás

Vízzennyezés: minden olyan emberi tevékenység, illetőleg anyag, mely a víz fizikai, kémiai, biológiai és bakteriológiai tulajdonságait (természetes minőségét) károsan megváltoztatja. A vízzennyezés következtében a víz emberi használatra részben, vagy teljesen alkalmatlanná válik, ill. a természetes vízi életfolyamatok kárt szenvednek. Vízzennyeződés a mérgező, fertőző, sugárzó, egyéb ártalmas anyagok, például a kommunális szennyvíz és ipari szennyvíz stb. vízbe vezetése. A vízminőségrontó hatás származhat a vízgyűjtő természetes forrásaiból is (természetes vízzennyezés), sőt magában a vízben is keletkezhet. (Környezetvédelmi Lexikon)

2.1. Szennyvizek csoportosítása

A víz antropogén felhasználás során szennyvízzé válhat, amelyet a keletkezése és a szennyezőanyag-tartalom szerint két nagy csoportra osztunk:

1. **Kommunális szennyvíz**, amelyben a felmosóvíz, mosóvíz, fürdővíz, ételmaradék, széklet, vizelet, stb. található. Fő jellemzője a nagy mennyiségű szervesanyag-tartalom, és a nagy tömegű mikroorganizmus.

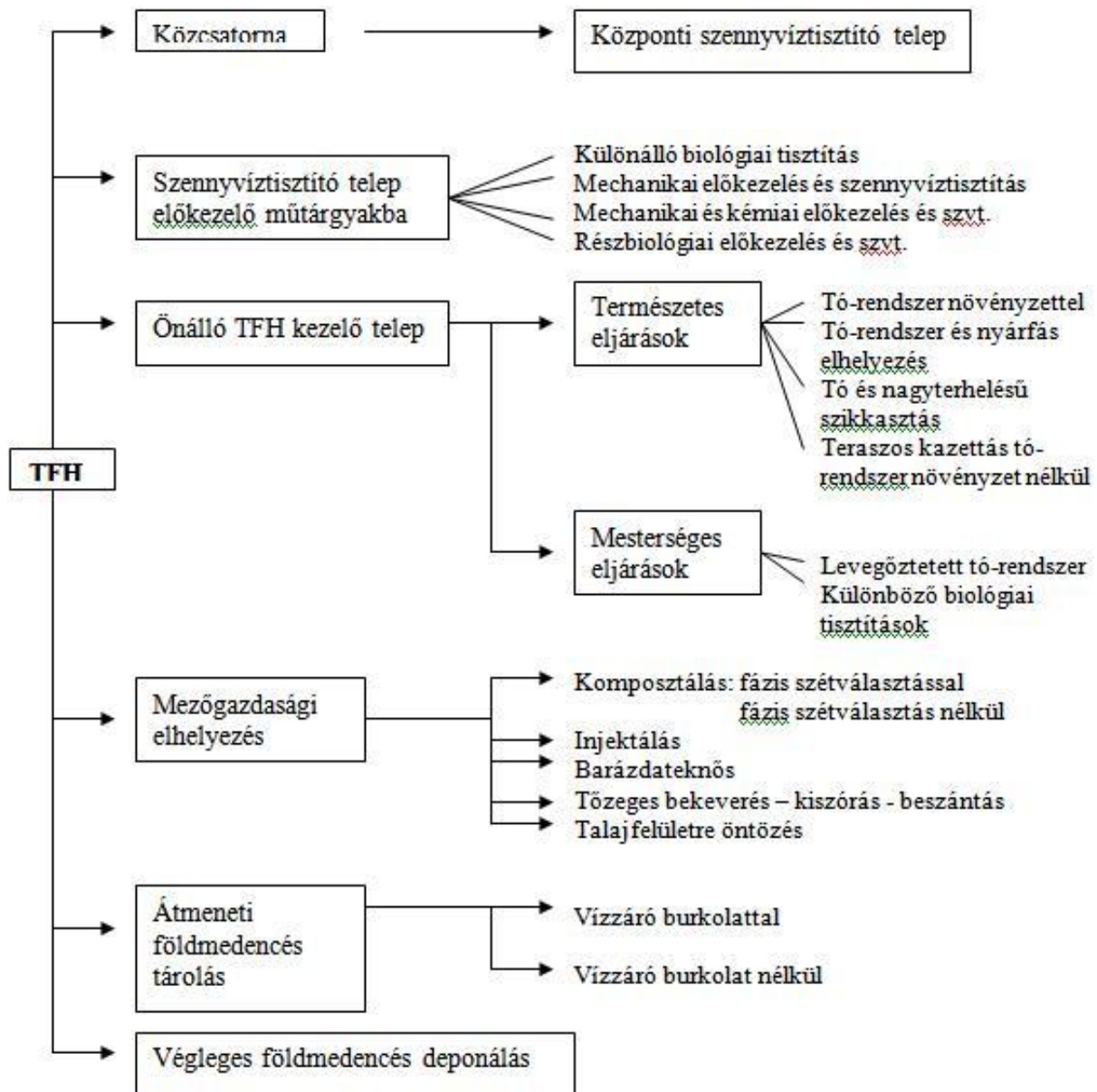
Ez a szennyvíz két okból veszélyes:

- A szerves anyagok bomlása során lecsökken a víz oldott oxigén tartalma.
 - A mikroorganizmusok közvetlen fertőzési veszélyt jelentenek a környezetre.
2. **Ipari és mezőgazdasági szennyvíz**, amely összetétele üzemenként változhat. Tisztításuk az adott üzemnek megfelelően speciális feladat. [10]

2.2. A szennyvizek tisztítása

2.2.1. Csatornázási rendszerek

A szennyvizek tisztításához azokat össze kell gyűjteni és a keletkezés helyén vagy attól távol, mesterséges vagy természetes tisztító telepeken a befogadó vízminőség igényeit kielégítő tisztítást kell elvégezni. A szennyvizek összegyűjtése csatornahálózaton történik. Kisebb településeken, ahol nincs csatorna, a szennyvizek gyűjtésének elterjedt módszere a szippantókocsival történő begyűjtés, a telkeken található egyedi zárt szennyvíztároló medencékből. Ez utóbbi módon gyűjtött házi szennyvizek elnevezése *települési folyékony hulladék* (TFH).



12. ábra: A települési folyékony hulladék elhelyezési lehetőségei

A csatornázási rendszereket különböző szempontok alapján csoportosíthatjuk. Gyűjtés jellege alapján megkülönböztethetünk egyesített és elválasztott rendszerű csatornát. **Egyesített rendszerről** beszélünk, ahol a szennyvizet és az ellátott területre lehullott csapadékvizet közös csatornahálózatban szállítják. **Elválasztott a rendszer**, ahol a szennyvizet szennyvízcsatorna-, a csapadékokat külön csapadékcsatorna vezeti el. A kettő kombinációjaként úgynevezett **vegyes rendszer** jön létre.

Aszerint, hogy milyen erő mozgatja a vizeket a csatornában, megkülönböztethetünk: gravitációs, nyomás alatti és vákuum alatti csatornákat. A **gravitációs csatornában** a szennyvíz a gravitációs erő hatására az esés irányában mozog. Ilyenek a hagyományos

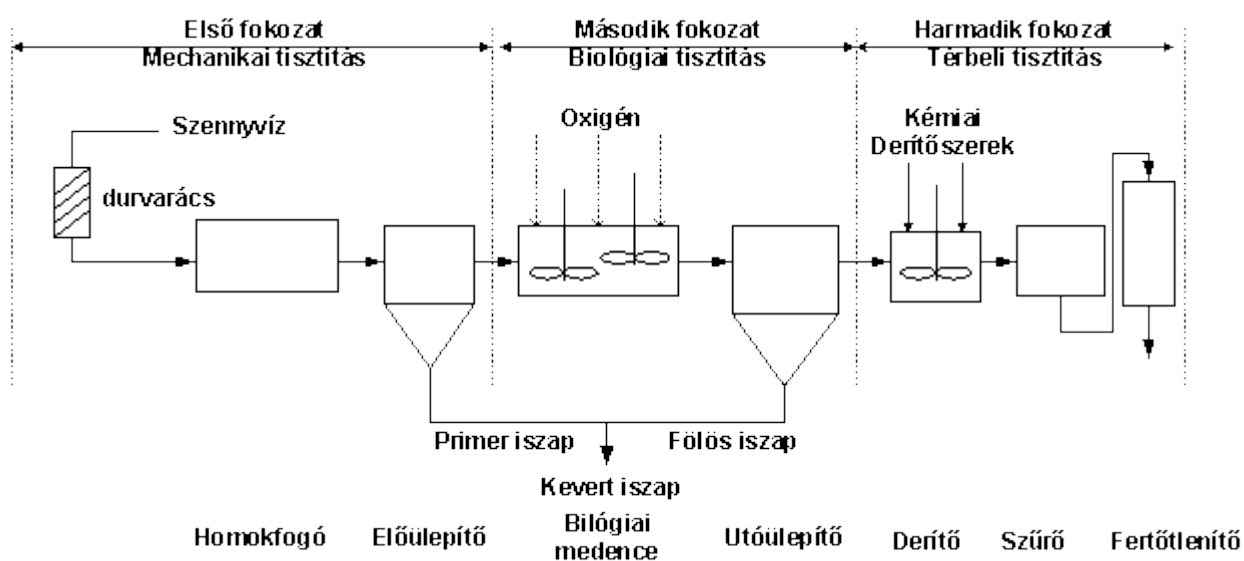
csatornák. A **nyomás alatti csatornahálózat** a vízvezetékhálózatra emlékeztet, csak benne éppen fordított irányban - nem egy központ helyről a fogyasztók felé, hanem a fogyasztóktól egy centrum, a tisztító telep felé - halad a víz, amit a szennyvíz keletkezési helyén (telkenként) szivattyúval nyomnak a gyűjtővezetékbe. A **vákuum alatti csatornázási** rendszerben pedig egy központi szívóberendezés szippantja magához a vizet a vezetékrendszeren át. A meglévő csatornahálózatok többsége gravitációs működésű. Ez érthető is, mert az alternatív nyomás, illetve vákuum alatti szennyvízelvezetés csak néhány évtizedes múltra tekint vissza. [12]

2.2.2. Hagyományos (mesterséges) szennyvíztisztítás

A városi szennyvizet általában mesterséges szennyvíztisztító telepeken tisztítják. Mesterséges tisztítás során nagy mennyiségű szennyvíziszap keletkezik, melynek kezeléséről, elszállításáról és hasznosításáról gondoskodni kell.

A csatornahálózatba bevezetett szennyvizek eredet szerint lehetnek háztartási szennyvizek és ipari szennyvizek. Ipari szennyvizet nem lehet korlátozás nélkül a közcatornába vezetni, olyan mértékű előtisztítást kell az üzemeknek végrehajtani, hogy a csatornába bocsátott szennyvíz minősége kielégítse a vonatkozó jogszabályi határértékeket. A nagyobb, regionális telepek sokszor tisztított ipari szennyvizet is fogadnak. Az ilyen telepeken keletkezett szennyvíziszapok jelentős mennyiségű toxikus anyagot, nehézfémeket tartalmazhatnak, ami határt szab a hasznosíthatóságuknak (pl. mezőgazdasági földeken való felhasználás).

A szennyvíztisztításnak három fokozata lehetséges:



13. ábra: A szennyvíztisztítás általános folyamatábrája [11]

Elsőfokú, vagy mechanikai tisztításkor a szennyvíz fizikailag elválasztható, darabosabb úszó és lebegő anyagait távolítják el, rácsok, szűrők, ülepítő berendezések segítségével. Ez néhány egyszerűbb szennyvízelhelyezési módhoz elegendő hatású tisztítást nyújt, de a korszerű szennyvíztelepeken általában csak a tisztítás első fokozataként jön számításba. A mechanikai tisztításhoz tartozik a csatornahálózaton elvezetett szennyvízbe infiltrációval bekerülő homok eltávolítása is (homokfogók segítségével).

Másodfokú, vagy biológiai tisztítás folyamán a szennyvízben lévő mikroorganizmusok elszaporítása és tevékenységük felfokozása révén bontják és ásványosítják, élő sejtanyaggá alakítják a szennyvíz szerves anyagait, ezáltal a víz szennyező hatása jelentősen csökken. A szerves anyagokat rendszerint aerob körülmények közt (oxigén jelenlétében) működő mikroorganizmusok bontják, ezért levegőt vagy tiszta oxigént juttatnak a rendszerbe. A mesterséges biológiai tisztítás két legelterjedtebb technológiája az eleveniszapos és a csepegtetőtestes tisztítás. A kommunális szennyvizet a legtöbb szennyvíztisztító telepen első- és másodfokú tisztításnak vetik alá.

Csepegtetőtestes tisztítás: A szennyvíz oldott szerves anyagának elbontására alkalmazott aerob módszer. A hagyományos (kőzúzalékos) és a műanyag töltetű csepegtetőtestekben az előülepített szennyvíz a nagy fajlagos felületű töltőanyagra települt biológiai hártya mikroorganizmusainak lebontóképessége folytán tisztul meg. A szennyvizet egyenesen juttatjuk a töltőanyagra. A lebontó mikroorganizmusok számára szükséges aerob viszonyokat a legtöbb esetben a természetes légmozgás biztosítja.

Az eleveniszapos tisztítás a leggyakrabban alkalmazott eljárás országszerte. A mechanikailag előtisztított szennyvíz a nagy mikroorganizmus tömeget tartalmazó eleveniszapos medencébe kerül, ahol a mikroorganizmusok életben tartása és nagy számban történő megújítása érdekében az iszap-szennyvíz keveréket levegőztetik, keverik és áramoltatják. Bizonyos idő elteltével az eleveniszapot ülepítéssel elválasztják a víz fázistól, és egy részét fölös iszapként elvezetik, másik részét visszaforgatják (recirkuláltatják) az újonnan érkező szennyvíz „beoltása” céljából. Az eleveniszapos eljárás szuszpendált állapotban lévő baktériumokat használ az oldott és a kolloid állapotú szervesanyagoknak szén-dioxiddá és vízzé való oxidálásához. Az oxidáció révén a szervesanyag nagy része a sejtekbe épül be, amit a fölös iszappal távolítanak a rendszerből.

Harmadfokú tisztítás során a biológiai fokozat végtermékeként keletkezett szervesetlen anyagokat (például nitrátok, foszfátok) távolítják el. III. fokozatot ott alkalmaznak, ahol a

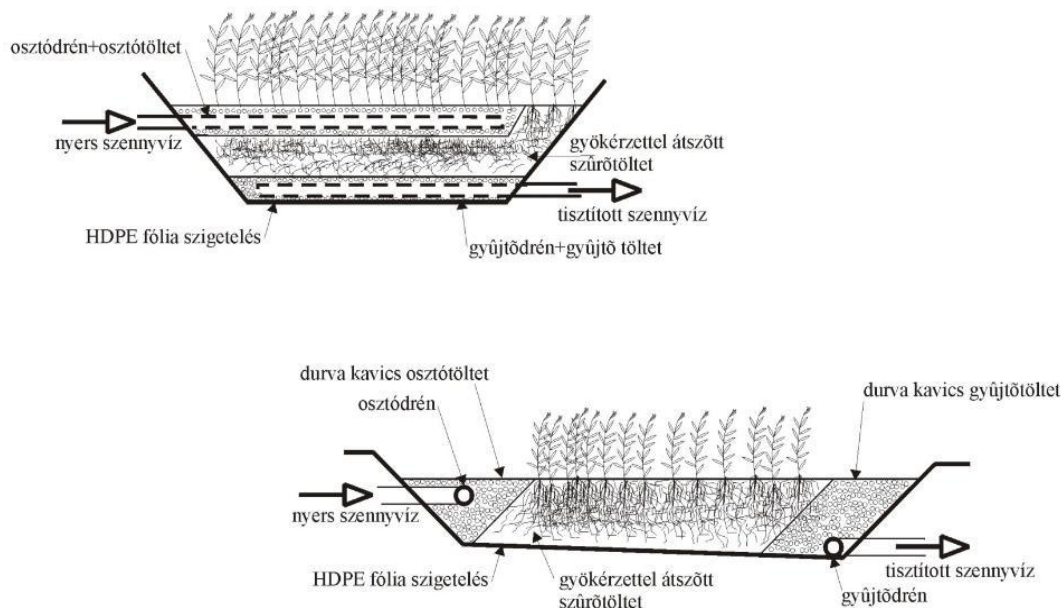
befogadó élővíz érzékeny (pl. állóvizek, kis vízhozamú vízfolyások). Ez a technológia azonban bonyolult és drága, széles körben még nem elterjedt.

A tisztított szennyvíz **befogadója** lehet felszíni víz vagy a talaj (mezőgazdasági területek, faültetvények). Hazánkban a tisztított szennyvizet általában felszíni vízfolyásokban helyezik el.

A **szennyvíziszap** a mesterséges tisztítás kiküszöbölhetetlen mellékterméke, legnagyobb részét a biológiai tisztításkor keletkező élő- és elhalt mikroorganizmusok tömeg adja, melyet az utóülepítőkből távolítanak el. Kisebb része a mechanikai tisztítási fokozatban, az előülepítő(k) fenekén összegyülemelő ún. nyersiszap.

Szennyvíziszap kezelésnek nevezzük mindazokat az eljárásokat, amelyeket a keletkező iszappal a szennyvíztisztító telepen végeznek a térfogat és a fertőzőképesség csökkentése, a kezelhetőség, a hasznosíthatóság, illetve az elhelyezhetőség javítása céljából. Mivel a települési szennyvíziszap víztartalma nagy (átlagosan 95-98%), a leggyakoribb kezelési módszer az iszap nedvességtartalmának csökkentése, mert ezzel az eljárással a továbbkezelendő iszap térfogata jelentős mértékben csökkenthető, aminek jelentős gazdasági hatásai vannak. A kezelési módszereket alapvetően az iszap összetétele (eredete) és további felhasználása határozza meg. Gyakori a mezőgazdasági területekre (tápanyagtartalom hasznosíthatósága miatt) vagy rekultiválandó területekre való kihelyezés.

A települési szennyvizek kezelésének másik lehetősége a természetes szennyvíztisztítás, mely 5000 lakosság - leginkább: 2000 lakosság - alatti településeknél jöhet szóba. Környezetvédelmi (csekély energia- és vegyszerfelhasználás, nem termelődik szennyvíziszap) és gazdaságossági szempontból is ajánlható. [12]



14. ábra: Természetes szennyvíztisztítás (gyökérzónás reaktorok)

2.2.3. A szennyvizekben található legfontosabb szennyezőanyagok

Úszó és lebegő szennyeződések

Ezen szennyezőanyagok nagyobb része mechanikai tisztítással eltávolítható. A szilárd részecskék durva és finom rácsokkal, homokfogókkal és üleptőkkel, a szennyvíz tetején úszó zsírok, olajok pedig zsírfogókkal választhatók le.

Biológiailag bontható szerves szennyezőanyagok

A nagy szervesanyag tartalmú, nyers szennyvizeket, ha élővízbe vezetik, megindulnak a természetes biológiai lebontási folyamatok, a vizekben élő mikroorganizmusok által. A mikroorganizmusok a lebontó munkájuk során oxigént használnak el a vízből. Ha nagy mennyiségű szerves szennyezés kerül a vízbe, ez jelentős oxigént fogyaszt el a vizekből, így nem marad elegendő oxigén a magasabb és alacsonyabb rendű élőszervezetek számára. A szerves anyagok bontása oxigénmentes körülmények között, anaerob úton is végbemehet, anaerob mikroorganizmusok által. Anaerob bomlás során azonban bűzös és mérgező melléktermékek is keletkeznek.

Fentiekből következik, hogy a vizekbe vezetett szennyvizek szerves anyagainak bomlása károsítja, ill. terheli a vízi ökoszisztémákat. A szervesen bontható szennyezőanyagok jelentős részét a szennyvizekből el kell távolítani, mielőtt élővízbe vezetnék őket (másodfokú tisztítás). A szennyvíztelepeken kontrollált körülmények között, szintén mikroorganizmusok segítségével történik a tisztítás, a vizek természetes öntisztulási folyamatához hasonló elven. Az oxigénellátást mesterséges levegőztetéssel biztosítják.

A szennyvizek szerves szennyezőanyag tartalmával függ össze a **lakosegyenérték (LE)** fogalma. Egy lakos által naponta a csatornába bocsátott szennyvíz szervesanyag tartalmát nevezzük lakosegyenértéknek. Az EU települési szennyvíztisztítást szabályozó irányelve a lakosegyenérték fogalmát a következőképp határozza meg: egy LE az a szennyvízben lévő biológiailag lebontható szerves szennyezőanyag-mennyiség, amelynek ötnapos biokémiai oxigénigénye 60 g BOI₅ naponta (91/271/EGK irányelv, 2. cikk).

Növényi tápanyagok

A szerves szennyezők biológiai bontás során egyszerűbb anyagokká bomlanak (CO₂, víz, ammónia, metán stb.). A szerves anyagokban kötött nitrogén nagy része nitrátokká alakul, a foszfor pedig foszfátokká. A másodfokú biológiai tisztítás jó hatásfokkal eltávolítja (pontosabban lebontja) a szerves anyagokat a szennyvízből, viszont annak nitrogén és foszfortartalma a növényzet által könnyen felvehető vegyületekké alakul. A nitrátok és a foszfátok fontos növényi tápanyagok, a vízi növényzet és algák túlzott elszaporodását idézhetik elő. Ez a kedvezőtlen folyamat az eutrofizáció. A növényi tápanyagok eltávolítása a szennyvíztelepeken elérhető harmadfokú tisztítással, ez azonban bonyolult és drága technológia.

A kommunális szennyvizek foszfortartalma főleg a mosószerekből, háztartási tisztítószerekből és az emberi kiválasztásból származik. Az emberi kiválasztás naponta, személyenként 2 g foszfort, ezen felül a hagyományos mosószerek további 2 g foszfort visznek a vizekbe. A nitrogén szennyezés legnagyobb része szintén az emberi kiválasztásból (vizelet és fekália) ered.

Egyéb szennyezőanyagok

Toxikus nehézfémek, szintetikus mosószerek, kórokozó mikroorganizmusok, szerves mikroszennyezők (pl. növényvédőszer), stb. szintén állandó összetevői a szennyvizeknek. A lakossági vegyszerfelhasználásból eredő nehezen lebomló, toxikus szennyezőanyagok gátolják a szennyvizek biológiai tisztítását vagy a természetes vizekbe kerülve a természetes öntisztulási folyamatokat (a mikroorganizmusokra mérgezőek), másrészt károsíthatják az élővilágot.

Amennyiben (előtisztított) ipari szennyvizek is kerülnek a szennyvíztelepekre, sokféle káros vagy mérgező vegyület fordulhat még elő, iparágtól függően (pl. cianid). [12]

2.3. Irányelvek

A keletkező szennyvizek ártalommentes elhelyezésével kapcsolatos igények és az EU települési szennyvízkezelésről szóló irányelvnek határidőre való teljesítéséhez

rendelkezésre áll a Települési Szennyvizek Ártalommentes Elhelyezése Nemzeti Programját alkotó két, kormányrendelettel elfogadott program:

- a 25/2002. (II. 27.) Korm. rendelet szerinti Nemzeti Települési Szennyvízelvezetési és Tisztítási Megvalósítási Program (továbbiakban: „A” program), valamint

- a 174/2003. (X. 28.) Korm. rendelet szerinti, a közműves szennyvízelvezető és tisztító művel gazdaságosan el nem látható területekre vonatkozó Egyedi Szennyvízkezelés Nemzeti Megvalósítási Programja (továbbiakban: „B” program).

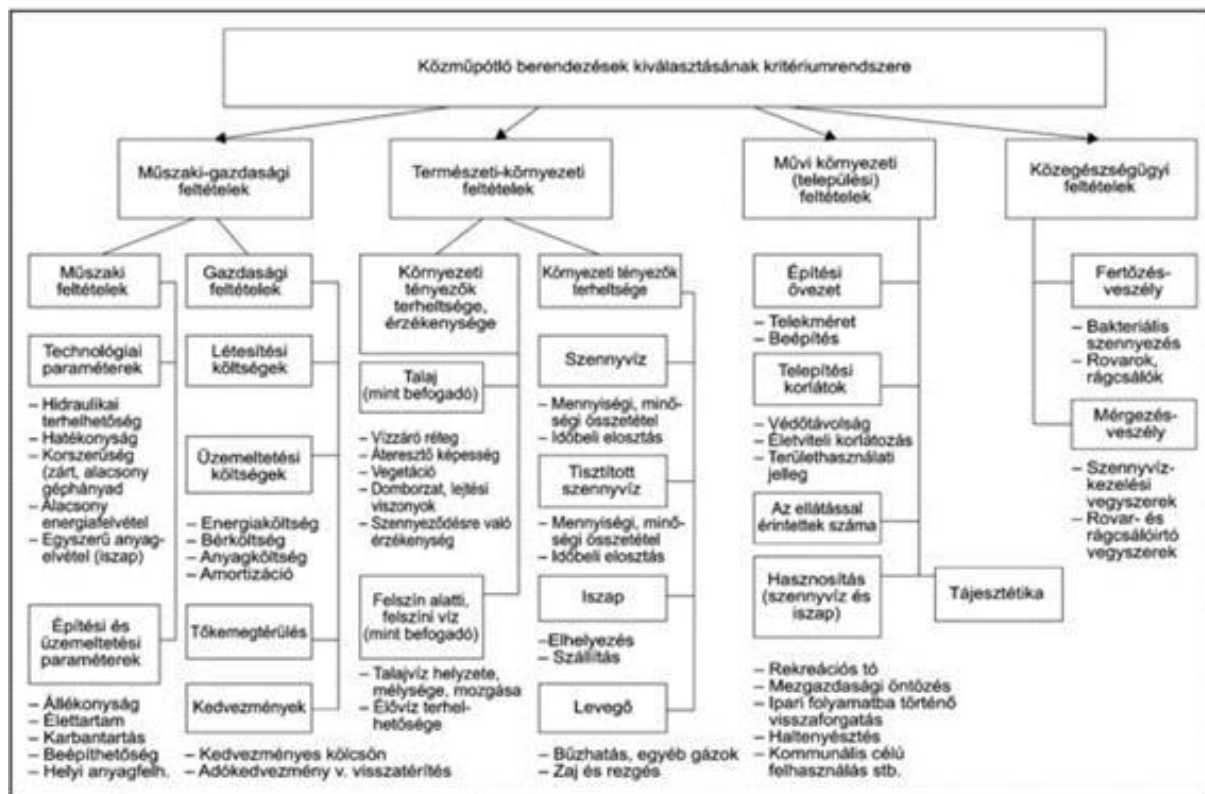
Az „A” és a „B” program együttesen alapozza meg az ország összes települési szennyvizére vonatkozóan a szakszerű kezelés és az ártalommentes elhelyezés ütemezett megvalósítását.

A napjainkban megszokott „közcsatorna + ún. mesterséges (nagyüzemi) szennyvíztisztító telep” rendszer környezetbarát alternatíváinak számítanak a következők:

- a közcsatornával ellátott területek **természetközeli szennyvíztisztítási** módszerei, valamint
- a nem csatornázott területek korszerű **egyedi szennyvíz-elhelyezési kislétesítményekkel** történő szennyvíz ártalmatlanítási módszerei.

A két alternatíva közös jellemzője, hogy a szennyvíz szennyező anyag tartalma mindkét esetben a talaj-víz-növény közegében, elsősorban a természetben megtalálható mikroorganizmusok élettevékenységének köszönhetően bomlik le és a lebomláshoz **külső energia bevitelére nincs szükség.**

A két kategória megkülönböztetését, az eltérő alkalmazási terület, az eltérő kialakítás, méretek és költségek, illetve a szükségesen eltérő szakmai és jogi szabályozás szempontjai indokolják. Ily módon, illetve a szakmai hagyomány alapján a *természetközeli szennyvíztisztítást* az „A” programhoz, a korszerű *egyedi szennyvíz-elhelyezést* pedig a „B” programhoz tartozónak tekintjük.



15. ábra: Közműpótló berendezések kiválasztásának kritériumrendszere

2.4. Az egyedi szennyvízkezelés lehetséges megoldásai

A „B” program szerinti, azaz a közcsatornával gazdaságosan el nem látható területek - települések és településrészek - **egyedi szennyvízkezelésének** három fő, technológiai- és műszaki szempontból jól elkülöníthető megoldási lehetősége van:

- a korszerű egyedi szennyvíz-elhelyezés (ún. kislétesítményekkel),
- a szennyvíztisztító kisberendezések alkalmazása, valamint
- a zárt tárolóban való gyűjtés és elszállítás (települési folyékony hulladék).

Ezek jogi fogalom-meghatározása a „B” programról szóló kormányrendelet szerint:

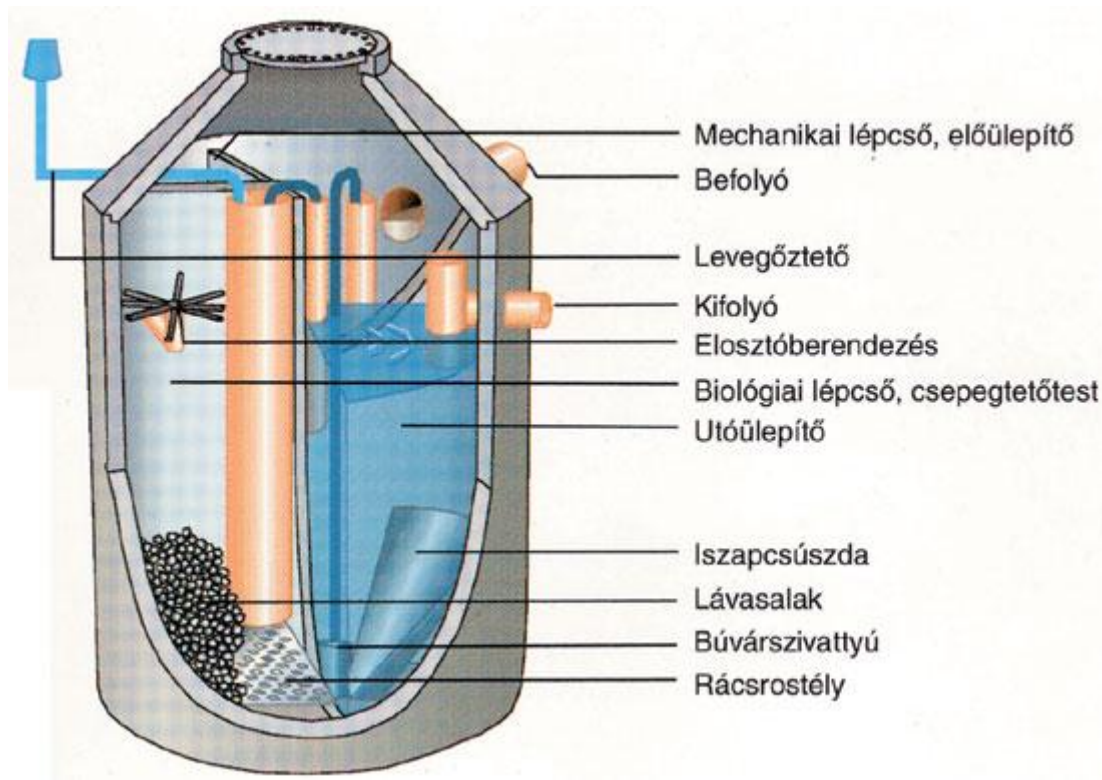
„2. § b) **egyedi szennyvízkezelés**: az egyedi szennyvízkezelésre lehatárolt területeken olyan egyedi szennyvízkezelési létesítmények (építmények) alkalmazása, amelyek 1-25 lakosegyenértéknek (főnek) megfelelő települési szennyvíz tisztítását és/vagy végső elhelyezését, illetve átmeneti gyűjtését, tárolását szolgálják. Ezek a környezetvédelmi és vízgazdálkodási szempontoktól, illetve a beépítési szokásoktól függően lehetnek: az egyedi szennyvíz-elhelyezési kislétesítmények, az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések és az egyedi zárt szennyvíztárolók. Az egyedi szennyvízkezelési létesítmények (építmények) karbantartása során keletkező folyadék, iszap és építő anyag hulladékok elszállítását és kezelését külön jogszabály szerint kell végezni.

ba) egyedi szennyvíz-elhelyezési kislétesítmény: olyan létesítmény (építmény), amely a környezeti elemek terhelését csökkentve a települési szennyvizek nem közműves elvezetésére-tisztítására és elhelyezésére szolgál, a közműves szennyvízelvezetéssel és –tisztítással egyenértékű környezetvédelmet és életminőséget biztosít. Az egyedi szennyvíz-elhelyezési kislétesítmény a szennyező anyagok lebontását energia bevitel nélkül végzi. Technológiai elemei: az oldómedence, a kavics/homokszűrő(k), amelyek összességében lehetővé teszik - a földtani közegbe történő végső kibocsátás esetén - a növényzet és a talaj él világa számára a tisztított szennyvizek maradék tápanyagtartalmának hasznosítását, vagy a felszíni vizekben történő ártalommentes elhelyezést,



15. ábra: Egyedi kislétesítmény

bb) egyedi szennyvíztisztító kisberendezés: olyan létesítmény (építmény), amely a települési szennyvizek nem közműves elvezetésére-tisztítására és elhelyezésére szolgál, a közműves szennyvízelvezetéssel és tisztítással egyenértékű környezetvédelmi megoldást biztosít. A szennyező anyagok lebontását energia bevitel segítségével végző egyedi szennyvíztisztító kisberendezésnek biztosítani kell a szennyvizek szennyező anyagtartalmának külön jogszabályban előírt mértékű eltávolítását, akár felszíni víz, akár a földtani közeg a befogadó,



16. ábra: Egyedi szennyvíztisztító kislétesítmény

bc) egyedi zárt szennyvíztároló: olyan létesítmény (építmény), amely egy vagy több, zártan és vízzáróan kialakított medencéből áll; a szennyvizek ártalommentes gyűjtésére és a szennyvízből keletkező települési folyékony hulladék időszakos tárolására szolgál; az ebben gyűjtött települési folyékony hulladék ártalommentes elhelyezése a rendszeres elszállítás, a hulladékgazdálkodásra vonatkozó külön jogszabályok szerinti további kezelés után biztosított;"



17. ábra: Egyedi zárt szennyvíztároló

2.5. Az egyedi szennyvíz elhelyezési kislétesítmények lehetséges elemei

Előkezelő kisműtárgyak:

- oldómedence (családi házak esetében)
- olajfogó aknák (éttermek, mosodák, szerviz állomások stb. esetében)
- Imhoff (kétszintes) akna

Közbenső szennyvíztisztító egységek, ha szükséges:

- közbenső homokszűrő
- recirkulációs durvahomokágyas szűrő
- szakaszos üzemű finomhomok szűrő
- szivattyús adagolású sekély árkos homoktöltetű elhelyező mező

Utótisztító és elhelyező egységek:

- elhelyező mező
- elhelyező ágy
- (elhelyező akna)

Speciális rendszerek:

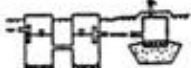
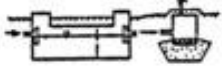
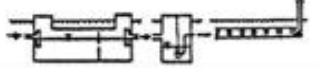
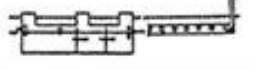
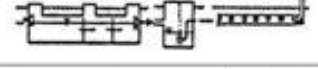
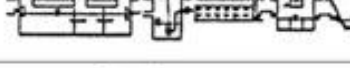
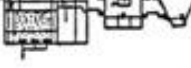
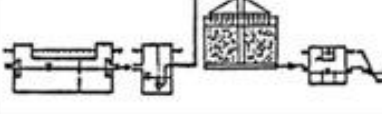
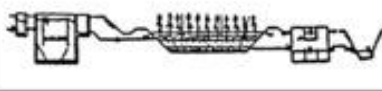
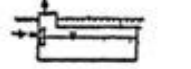
- dombos rendszerek
- újrahasznosító teljes recirkulációs rendszer
- szürke vizes rendszerek

A rendszer kialakításának lehetséges megoldásai:

- gravitációs átfolyású
- szifonos adagolású
- szivattyús adagolású

A rendszer üzemeltetésének lehetséges megoldásai:

- váltakozó üzemmód
- szakaszos üzemmód

Jel	Alkalmazási határ	Jelkép	Megnevezés	Befo- gadó
A	1–6 fő 0,10–1,0 m³/d		Egyszerű oldóakna + szikkasztó akna (1–2 lakás)	talaj
B	6–16 fő 1,0–2,5 m³/d		Egyszerű oldómedence + szikkasztó akna (2–4 lakás)	talaj
C	16–40 fő 2,5–6,0 m³/d		Egyszerű oldómedence + adagoló + szikkasztómező (4–12 lakás)	talaj
D	25–40 fő 3,5–6,0 m³/d		Bővített oldómedence + szikkasztómező (8–12 lakás)	talaj
E	40–166 fő 6,0–25,0 m³/d		Bővített oldómedence + adagoló + szikkasztómező	talaj
F	40–166 fő 6,0–25,0 m³/d		Bővített oldómedence + adagoló + homokszűrő + fertőtlenítési lehetőség	élővíz
G	60–500 fő 1,0–75,0 m³/d		Eleveniszapos biológiai kiszárasztás (szükség szerint N és P eliminációval) + fertőtlenítési lehetőség	élővíz
H	33–250 fő 5–37,5 m³/d		Kisterhelésű csepegtető- testes tisztító (ülepítő, csepegtetőtest) + fertőtlenítési lehetőség	élővíz
I	100–500 fő 15,0–75,0 m³/d		Szabad felszínű épített mocsár (wetland) (ülepítés, elárasztás)	élővíz, talaj/ mg-i haszn.
J	100–500 fő 15,0–75,0 m³/d		Tavas tisztítás (ülepítés, anaerob-, fakultatív-, aerob tavas tározás) + fertőtlenítési lehetőség (élővíz esetén)	élővíz, talaj/ mg-i haszn.
K	50–500 fő 3,0–75,0 m³/d		Gyökérszén tisztítás (ülepítés, növényágy) + fertőtlenítési lehetőség (élővíz esetén)	élővíz, talaj/ mg-i haszn.
L	1–50 fő 0,10–7,5 m³/d		Zárt tároló + szennyvíz elszállítás (központi szennyvíztelepre, kezelő telepre, leürítőhelyre)	

18. ábra: Szakszerű közműpótló megoldások

2.6. Összefoglalás

A bemutatott egyedi/helyi szennyvízelhelyezési technológiákat hazánknál lényegesen kedvezőbb gazdasági helyzetben lévő, a környezetvédelem terén előttünk járó, fejlett országokban is elterjedten alkalmazzák. Ezeknek az egyszerű technológiáknak az alkalmazási lehetőségét minden esetben érdemes mérlegelni, amennyiben:

- az elhelyezendő szennyvíz mennyisége kicsi (kistelepülések és önálló településrészek esetén);
- a helyi adottságok (terepviszonyok, talaj- és talajvíz adottságok, telkek mérete) lehetővé teszik;
- a laksűrűség alacsony, a gyűjtőcsatorna fajlagos építési költsége magas.

A hosszú távú elképzelések kidolgozása során azonban nem szabad elfelejtkezni arról, hogy még a megfelelően kezelt szennyvíz is veszélyeztetheti az emberi egészséget és a környezetet. A szennyvíz tisztítása és szakszerű elhelyezése bonyolult biotechnológián alapul, ily módon is kockázatos tevékenység, emiatt a megfelelő szakértelem nélkülözhetetlen az előkészítés és tervezés, a megvalósítás, üzemeltetés és üzemellenőrzés folyamatában egyaránt. [13]

A szennyvíztisztító kislétesítmény előnyei:

- A tartály alapanyaga polipropilén, fagy-, sav-, lúgálló.
- Súlya 100 - 120 kg, így telepítése során darut nem igényel.
- Évi 1 alkalommal kell üríteni, $\sim 0,8\text{m}^3$ iszap keletkezik (4fő)
- Mozgó alkatrészt nem tartalmaz, meghibásodása szinte kizárt
- Sem adalékanyagot, sem villamos energiát nem igényel
- Nincs csatornadíj, a tisztított víz gyökérzónás öntözésre hasznosítható

2.7. Megtérülés

Egy modern, komplett szennyvízkezelő rendszer kiépítése egy családi ház esetében körülbelül 800 000 – 1 000 000 Forint. A Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. 2011. évre szóló szennyvízelvezetési díja 325,3 Ft/ m³ + ÁFA. Ez 19,5%-os drágulás az előző évhez képest. Egy négytagú család esetében éves szinten körülbelül 250 m³ szennyvíz keletkezik, ami évente körülbelül 100 000 Ft csatornahasználati díjat jelent. Így a beruházás egyszerű megtérülése 8-10 évre tehető, ha nem vesszük figyelembe a jövőben várható újabb áremelkedéseket. [14]

Szennyvízkezelési megoldások fenntartási költségei			
Megnevezés	Fenntartás 1 évre	Fenntartás 10 évre	Tisztított víz elhelyezése
Szennyvíztároló	~180 000	~1 800 000	Szennyvíz zárt tárolóban való gyűjtése, elszállítása
Kislétesítmény	~8 000	~ 80 000	A tisztított víz kizárólag gyökérzónás szikkasztással elhelyezhető.
Kisberendezés	~ 15 000	~ 150 000	Befogadó: tó, folyó, vízgyűjtő tartály, szikkasztómező (locsolható)
Közmű, csatorna	~80 000	~ 800 000	Szennyvíztisztító telep

19. ábra: Szennyvízkezelési megoldások fenntartási költségei [4]

Szennyvíz iszap elszállítása 4 fős család, 4 x 100 liter napi vízhasználata esetén [kalkuláció]		
	1 év	10 év
Emésztő	240 000,-	2 400 000,-
Szennyvíztisztító	3000,-	30 000,-
Éves megtakarítás: 237 000*, - Ft / év *(helyenként változó, megközelítő adat)		

20. ábra: Szennyvíz iszap elszállítása [4]

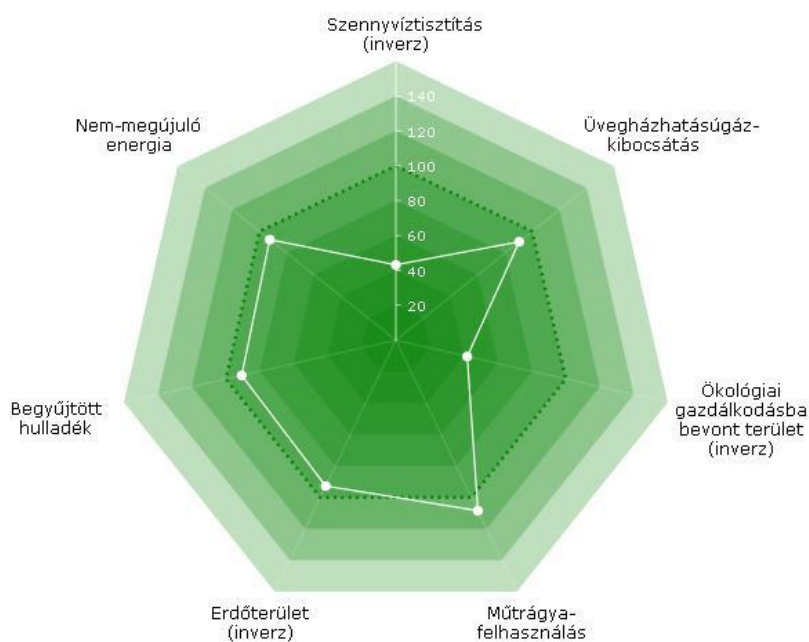
2.8. Környezeti körkép

A diagram a környezet terhelésében bekövetkezett változásokat kívánja szemléletesen bemutatni az elmúlt tíz év adataira támaszkodva. A Környezeti helyzetkép, 2011 című kiadvány minden fejezetéből egy-egy jellemző adatsor került kiválasztásra. A mutatók változását úgy ábrázoljuk, hogy a diagramon a csökkenés jelenti a környezetünk szempontjából történő javulást. Például az ökológiai gazdálkodásba bevont területek növekedése a diagramon csökkenésként jelenik meg, ezt az eredeti index inverzével szemléltetjük.

A diagram a 2000. évi állapothoz képest mutatja a hét indikátor változását és a poligon területének változásával szemlélteti az emberi tevékenység környezetre gyakorolt hatását. [15]

Környezet radar 2010. év

Környezetünk állapota, 2000. év = 100



21. ábra: Környezeti radar

Győr, 2013. április 22.

Nagy Lilla

Forrásjegyzék

- [1] www.kutdiak.kee.hu
- [2] www.met.hu
- [3] http://vit.bme.hu/targyak/ttp-vizepvizgazd/HEFOP_Vizep_Vizgazd.pdf
- [4] www.esoviz.hu
- [5] <http://lakjonjol.hu/cikk/esovizhasznositas/1504-esoviz-a-vecebe-megeri>
- [6] www.summatrade.hu
- [7] www.otletmozaik.hu
- [8] www.tartalyhaz.hu
- [9] http://www.ng.hu/Civilizacio/2008/03/Vizugyi_dij_a_virtualis_viz_koncepciojaert

- [10] <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/kornykem1/szennyviz.htm>
- [11] http://kemtech.net/tkurzus/06_viz/06main.htm#09
- [12] <http://www.zoldinfoanc.hu/doksik/miskolc/szennyviz/Szennyviz1.htm>
- [13] Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, SEGÉDLET A KORSZERŰ EGYEDI SZENNYVÍZKEZELÉS ÉS A TERMÉSZETKÖZELI SZENNYVÍZTISZTÍTÁS ALKALMAZÁSÁHOZ Budapest, 2005. december
- [14] <http://lakjonjol.hu/cikk/hazi-szennyvitztisztitas/762-hazi-szennyvitztisztitas>
- [15] www.ksh.hu

Tartalom

1. Csapadékvíz hasznosítása	2
1.1. A vízkészlet mennyiségi és minőségi problémái	2
1.2. Magyarország csapadék viszonyai	3
1.3. Vízkészletek	5
1.3.1. Felszíni vízkészletek	5
1.3.2. Felszín alatti vízkészletek	6
1.3.3. A vízgazdálkodási mérleg	6
1.4. Miért érdemes az esővizet hasznosítani?	6
1.4.1. Esővíz-hasznosítás célja	7
1.4.2. Esővíz-hasznosítás gazdasági háttere	7
1.4.3. A megfelelő méretű tartály kiválasztása	7
1.5. Megtérülés	9
1.6. Esővízgyűjtő rendszerek	10
1.7. Telepítés	14
1.8. Vízügyi díj a virtuális víz koncepciójáért	15
2. Szennyvíz és szennyvíztisztítás	17
2.1. Szennyvizek csoportosítása	17
2.2. A szennyvizek tisztítása	17
2.2.1. Csatornázási rendszerek	17
2.2.2. Hagyományos (mesterséges) szennyvíztisztítás	19
2.2.3. A szennyvizekben található legfontosabb szennyezőanyagok	22
2.3. Irányelvek	23
2.4. Az egyedi szennyvízkezelés lehetséges megoldásai	25
2.5. Az egyedi szennyvíz elhelyezési kislétesítmények lehetséges elemei	28
2.6. Összefoglalás	30
2.7. Megtérülés	31
2.8. Környezeti körkép	32
Forrásjegyzék	33