

## FÓRUM

A Magyar Hidrológiai Társaság 2018. július 4-6. között rendezte meg XXXVI. Országos Vándorgyűlését Gyulán. A Vándorgyűlés *A fenntartható fejlődési célok (SDG-k) és a hazai vízgazdálkodás* című 1. szekciójában felkért előadók tartottak előadásokat. Az alábbi cikk dr. Dulovics Dezsőné főiskolai tanár, professor emerita előadásának szerkesztett változata, amelyben felhasználva több évtizedes szakmai tapasztalatait, megfogalmazza azokat a teendőket, amelyekkel méltányos szanitáció biztosítható lenne mindenkinek hazánkban.

### Mit kell még tennünk, hogy hazánkban mindenkinek legyen méltányos szanitációja?

Dulovics Dezsőné

Professor Emerita, Szent István Egyetem

#### BEVEZETÉS

Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok (SDG-k) 6. pontja tartalmazza a vízgazdálkodásra vonatkozókat, ezek között a 6.2.-ben került megfogalmazásra a címben is szereplő elérni kívánt célt: „2030-ra mindenki számára egyenlő esélyű hozzáférés biztosítása a megfelelő szintű szanitációhoz és higiénéhez, a szabadtéri székletürítés megszüntetése, különös figyelemmel a nők, a lányok és a kiszolgáltatott helyzetben lévők szükségleteire.” A célok megfogalmazása alátámasztására még két, általános meghatározás is szerepel: „6.a. 2030-ig a nemzetközi együttműködés és a kapacitásépítési támogatás kiterjesztése a fejlődő országokra, a vízhez és a szanitációhoz kapcsolódó tevékenységek és programok vonatkozásában, beleértve a víz összegyűjtését, sótalánítást, a hatékony vízhasználatot, a szennyvíztisztítást, az újrahasznosítást, és az újrahasználatot elősegítő technológiákat”, valamint a 6.b. *A helyi közösségek részvételének támogatása és erősítése a vízzel és a szanitációval kapcsolatos menedzsment javításában*”.



A Magyar Hidrológiai Társaság 2018. évi, Gyulán megrendezett XXXVI. Vándorgyűlésén az 1. szekció a fenntartható fejlődési célok és a hazai vízgazdálkodás összefüggéseit vizsgálta. Jelen tanulmány az ott elhangzott és a fenti címet viselő előadásának összefoglalója (Dulovics Dné 2018).

#### MIT ÉRTÜNK A SZANITÁCIÓ FOGALMA ALATT?

A szanitáció tág fogalom – amit az SDG-k fordítása során a Földünk különböző helyein tapasztalt eltérő ellátottsági színvonal miatt kényszerültek használni – az emberi fekáliás szennyeződések elhelyezésének széleskörű módját fedti le. Hazánkban ennek a szónak az értelmezése magyarázatot igényel, ide értjük:

- a közműves (centralizált települési és regionális) szennyvízgyűjtést és –tisztítást,
- a semi-centralizált, decentralizált, egyedi szennyvízelhelyezést,
- a települési folyékony hulladék (TFH) és szilárd ürülék (ürgödrös és komposzt WC-beli) – gyűjtést és -kezelést.

A TFH általában a szennyvíztárolókból szennyvíztisztító telepre, a szilárdnak tekintett fekália pedig az ürgödrökből kerül elszállításra és kezelésre. A komposzt WC-kben talajerő javításra, hasznosításra történik meg a kezelés (Ország 2018).

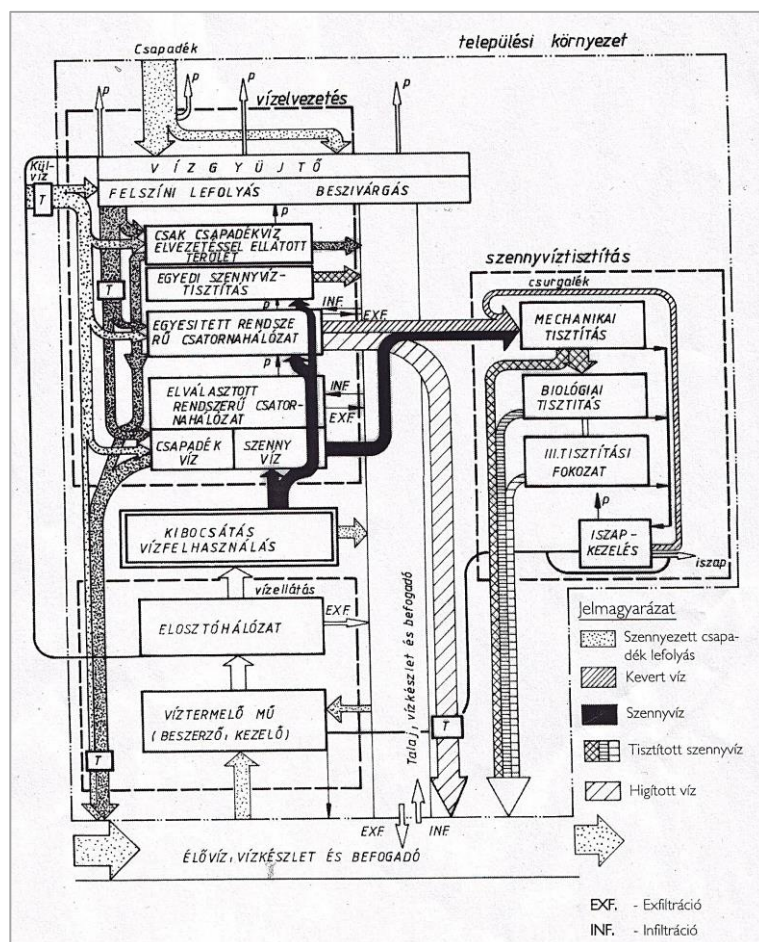
A szennyvíz fogalmi körébe többféle kibocsátást sorolunk, mint:

- házi szennyvíz (mosogatásból, mosásból, fürdésből, öblítésből és WC-ből)
- ipari szennyvíz (iparból, kisiparból, termelésből stb.)
- idegen víz (talajvíz, drénavíz, elfolyó kútvíz stb.)
- csapadékvíz (esővíz, hóolvadás vize stb.).

Az első két kibocsátás a kommunális szennyezett vizet, az első három csoport a szárazidei szennyvizet, és az összes csoport együtt adja a kevert szennyvizet.

A házi szennyvíz általánosságban 70 %-ban szerves és 30 %-ban szervesetlen anyagokból áll, ezek összesen 99,9 %-ban vizet és 0.01 %-ban szilárd szennyeződést tartalmaznak. A szerves anyagok durván 10 %-a zsírból, 25 %-a szénhidráttól, 65 %-a fehérjéből állnak. A szervesetlen anyagok főként homokot, sókat és fémeket testésítenek meg.

A szanitáció folyékony fázist (szennyvizet) eredményező módzatai beépülnek a települési hidrológiai környomatba. Az 1. ábra által ábrázolt szanitációs folyamatokat vizsgálva látható, hogy a felszíni és/vagy felszín alatti víztermelő művekből nyert víz felhasználása során elszennyeződik és különféle rendszerű szennyvízelvezető csatornában kerülhet összegyűjtésre, majd a szennyvíztisztító telepre vezetésre. Végezetül a folyékony fázis tisztítása után általában élővíz befogadóba jut. A szennyvíztisztítás során kiválasztott iszapot pedig kezelés, víztelenítés után elhelyezik, hasznosítják. A kiválasztott nagy koncentrációjú csurgalékvíz - fázist visszavezetik a telepre befolyóhoz.



1. ábra. A települési hidrológiai körfolyamat szennyezőanyag transzportja (Dulovics Dné és Telekes 1995)

Az egyedi szennyvíztisztító létesítményekből vagy berendezésekből pedig - általában más lehetőség hiányában - a talajba, földtani közegbe, mint befogadóba vezetik a már megtisztított vizet. Vízmérleg szempontjából megállapítható, hogy a települési és regionális (közműves) szennyvízelvezetés és tisztítás során ma hazánkban kizárólag élővíz befogadóba történik a tisztított szennyvíz elhelyezése, míg az ivóvízkivételeknek több mint 70 %-a felszín alatti vízből ered.

Ez a települési hidrológiai körfolyamati modell azt eredményezi, hogy a közműves szennyvízcsatornázás fejlődése a felszín alatti vízkészletben monoton módon növekvő deficitet okoz, mivel nem pótolja vissza az onnan kivett és felhasznált vízmennyiséget. Vagyis a jövő nemzedékének érdekeit nem vesszük figyelembe ezzel a módszerrel.

### HONNAN JÖVÜNK ÉS HOL ÁLLUNK?

A rendszerváltozáskor hazánkban a vízellátás és csatornázás, valamint a csatornázás és szennyvíztisztítás kiépítettsége közötti lényeges eltérés volt tapasztalható, amelyet, ha egy ollóval kívánunk ábrázolni, akkor ez az olló két szára közötti nagy különbséggel volt jellemezhető.

A talajvíz az egyedi szennyvízelhelyezés következtében elnitrátosodott, és prioritásként először az egészséges ivóvízellátásról kellett gondoskodni. A közműves ivóvízellátást az életszínvonal szempontjából politikai

kérdésnek tekintették Pénzügyi korlátok miatt a szennyvízelvezetés, de különösen a szennyvíztisztítás és a szennyvíziszap kezelés lassan fejlődött, aminek következtében az ellátások között létrejöttek az „ollók”. Ezek az eltérések a nem kellő mértékben tisztított szennyvíznek a mélyebb talajrétegekbe történő szivárogtatása következtében tovább rontották az első vízáadó réteg állapotát. A víziközmű ellátottságra vonatkozóan statisztikai adatok a 2002. január 1-i állapotra Juhász (2003) rendkívül értékes összeállításában olvashatók. A Szerző ebben a publikációjában vizsgálta a vízellátás és szennyvízelvezetés közötti „ollót”, a szennyvíztisztító telepek kapacitását és terhelését, továbbá a szennyvíziszap elhelyezésének megoszlását (ld. 1., 2., 3., és 4. táblázatokat).

A működő 539 szennyvíztisztító telep átlagos napi (hidraulikai) terhelése csapadékvízzel együtt 923,6 ezer  $m^3/d$  és a szárazidei (hidraulikai) terhelés 853,1 ezer  $m^3/d$  értékre volt tehető 2002. január 1-én.

A 3. táblázat a 2002. január 1-re vetített hazai összes átlagos hidraulikai terhelési adatokat tartalmazza tisztítási fokozatokra bontva.

A szennyvíziszap kezelése és elhelyezése a szennyvíztisztításnál még elmaradottabb helyzetben volt. A mezőgazdasági és depóniában történt elhelyezésre vonatkozó 2002. január 1-i adatokat a 4. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. Ivóvízellátó és közcsontra hálózatba bekapcsolt lakások száma és aránya Magyarországon 2002. január 1-én (Juhász 2003)

Lakások száma	ezer db	%
A hazai lakásállomány összesen	4 075	100,0
Közműves ivóvízellátó hálózatba bekötött lakás	3 794	93,1
Közterületi közkifolyóval ellátott lakás	174	4,2
Ivóvízellátó hálózattal ellátott lakás	3 968	97,3
Szennyvízcsatorna hálózatba bekötött lakás	2 172	55,3

2. táblázat. A hazai víztermelő és szennyvíztisztító kapacitások 2002. január 1-én (Juhász 2003)

Megnevezés	Kapacitás ezer m <sup>3</sup> /d
Víztermelő kapacitás összesen	5 000
Az üzemelő 6238 kút és 25 felszíni vízkivétel termelése	2030
Szennyvíztisztító telepek (hidraulikai) kapacitása	2110
ebből csak mechanikai (1) tisztítási fokozat	387
biológiai (2) tisztítási fokozat	1171
tápanyag eltávolítási (3) fokozat	552

3. táblázat. A hazai átlagos napi szárazidei hidraulikai terhelés szennyvíztisztítási fokozatonként 2002. január 1-én (Juhász 2003)

Megnevezés	Átlagos napi (hidraulikai) terhelés ezer m <sup>3</sup> /d
Csak 1. tisztítási fokozat	55,6
2. tisztítási fokozat	495,6
3. tisztítási fokozat	301,9
Szennyvíztisztítás összesen	853,1

Megjegyzés: átlagos napi hazai víztermelés 2002. január 1-én 2030 ezer m<sup>3</sup>/d, az összes átlagos szennyvízterhelés tisztítása az átlagos víztermelés 42 %-a, a 2. és 3. fokozat összesen az átlagos víztermelésnek a 39%-a.

4. táblázat. A szennyvíziszap hazai elhelyezésének 2002. január 1-i megoszlása (Juhász, 2003)

Elhelyezés megnevezése	db	Izappennyiség t/d	Felhasználási arány %
Mezőgazdasági célú			
ebből közvetlen kihelyezés	74	16 273	14,3
komposzt	77	27 515	24,2
Depónia, hulladéktelepek és meliorált felszínek (bányameddők lezárása)			
ebből átmeneti	32	3 079	2,7
végleges	201	66 972	58,8

### Hol vagyunk?

Az Európai Unió által támogatott harmonizáció következtében napjainkra a közműves szennyvízcsatornázás és szennyvíztisztítás jelentős fejlődésen ment keresztül. A Belügyminisztérium 2016. évi előzetes adatai szerint:

- a közcsontra bekötött lakások aránya 81,5 %, a növekedése – a 2002. évi adatokhoz viszonyítva – 28,2 %, ami azonban tovább növelhető a meglévő hálózatra és a ki nem használt vezeték hosszakra történő bekötésekkel,
- a szennyvízelvezető hálózat hossza 67,3 ezer km,
- a szennyvíztisztító telepek száma 826 db., a 2002-höz viszonyított növekménye 287 db.

A 91/271 Települési Szennyvíz Direktívában megfogalmazott európai követelmények alól, mint csatlakozó ország, haladékok kaptunk, a következők szerint:

- 2008. december 31-ig kellett teljesíteni az érzékeny területeken levő  $\geq 10\ 000$  LE szennyvízelvezetési agglomerációk települési szennyvíz tisztító telepeinek a kiépítését,
- 2010. december 31-ig kellett teljesíteni, a fenti nem érzékeny területeken lévő települések meglévő szennyvíztisztító telepeit,
- 2015. december 31-ig kellett teljesíteni a  $\geq 2\ 000$  LE szennyvízelvezetési agglomerációk települési szennyvíz tisztító telepeinek a megvalósítását.

Az utolsó lépcsőt is teljesítettük, így ma a szennyvíztisztító kapacitások kiépítése biztosítja a közműves szennyvízelvezetéssel ellátottak szennyvizének tisztítását a 2 000 LE-nél nagyobb agglomerációkban, a 91/271 Szennyvíz Direktíva szerinti harmonizációs programjának megfelelően.

### MERRE MEGYÜNK?

Az ENSZ 6.2 SDG teljesítése érdekében jövőbeli feladatként kitűzhetőket három nagy csoportba sorolhatjuk, melyeket egymással összhangban, a fenntarthatóság alappilléreire (környezet, társadalom, gazdaságosság) komplexen építve, kell megoldani.

1. A legfontosabbnak az *újrahasznosítási* lehetőségek kihasználását tekintjük, ami paradigmaváltást kényszerít ki a szennyvíz-, szennyvíziszap elhelyezésében,
2. a következőnek a meglévő létesítmények fenntartható *rekonstrukcióját* és *intenzifikálását*, és végezetül
3. be kell fejezni a 91/271 Direktíva harmonizációját, a  $\leq 2000$  LE terhelésű szennyvíz-agglomerációk Vízkirányelvben megfogalmazott fenntartható szanitációját.

### Újrahasznosítás

Az újrahasznosítás a fenntarthatóság érdekében ki kell, hogy terjedjen a szennyvíz és a szennyvíziszap, anyag- és energia tartalmára egyaránt (Ligetvári 2011 és 2017, Kárpáti 2017). Indokolja ezt a Földön tapasztalható klímaváltozás következtében kialakuló vízhiány, és a hulladékproblémák miatt kényszerűen bevezetésre kerülő körforgásos gazdaság, valamint a nyersanyagok, energiahordozók, és a talajok tápanyag készletében kialakuló hiányok.

A települési vízgazdálkodásban Magyarországon a vízhiány kialakulását az 1. ábrán már szemléltettük. Ott mutattuk be, hogy azáltal, hogy hazánkban 70 %-ot meghaladó mértékben a felszín alatti vízkészletből nyerjük ivóvizünket, az ebből keletkező tisztított szennyvizet meg főként élővíz befogadókön keresztül a vízhálózatunk segítségével utaztatjuk a nagy vízfolyásaink által az alvízi országokba, folytonosan csapolva a hazai vízkészletet. Ez ma arra int bennünket, hogy a tisztított szennyvizet (szürkevizet) „új víz”-ként vegyük számításba, és olyan mértékig tisztítsuk csak meg ezt az új vizet, ami a talaj degradációját megszüntetni képes elfolyó vizet eredményez. Ez által a talajt, mint természetes befogadót sokkal nagyobb mértékben vegyük igénybe a szennyvíz elhelyezésére



és/vagy öntözéses hasznosítására. Hiszen a talaj biotop környezetet biztosít erre a célra.

A fenntarthatóságot és a komplex hasznosítást összekötve, ma a következő két lehetőség állhat előttünk:

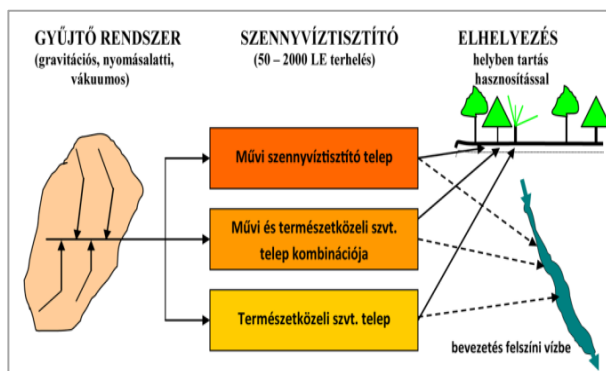
- az egyik út a  $\leq 2\,000$  LE terhelésű szennyvíz-agglomerációs területeken ott, ahol a földtani közeg nem érzékeny és nincs magas talajvízszint, a szennyvíz befogadására, vagy az un. szaniter rendszereket alkalmazzuk és a szürke szennyvizet öntözésre használjuk, vagy a biológiailag tisztított szennyvizet a talajba szivároztatjuk, talajvíz dúsítás érdekében vagy
- a másik út, hogy a 18/340 EU rendelet szerint a kommunális szennyvizet biológiai tisztítás után  $\leq 10\,000$  E coli szám és  $\leq 5$  turbiditás mellett nem közvetlen élelmiszer (D osztályú, vagyis energiatű, vagy vetőmag stb.) termelési célú öntözésre használjuk.

Kiemelnék még a fent említetteknek a párologtatást növelő-, és ez által léghőmérsékletet csökkentő hatásait, amelyek a nyári aszályos időszakokban, főként a települési környezetben, a klímaváltozás okozta hőmérsékletnövekedés mérséklése miatt, kedvezőnek tekinthetők.

A szennyvíztisztítás során kiválasztott alakos szennyeződés - a szennyvíziszap -, nem hulladék, hanem érték, melynek lehetséges mezőgazdasági-, vagy energetikai célú felhasználása, ugyanakkor napjainkban egyre nagyobb figyelem fordul az abban lévő, és egyre fogyatkozó nyersanyagok (pl. foszfor) másodlagos kinyerésére.

### A közműves szanitációban a fenntarthatóságot biztosító rekonstrukciók, intenzifikációk rövid összefoglalása

A közműves szennyvíz-elhelyezési megoldások fenntarthatósága a csatornahálózat, szennyvíztisztító telep és befogadó(k) közötti kapcsolati rendszerben valósítható meg. Mindhárom elem kölcsönhatásait mutatja be a 2. ábra (Dulovics 2005).



2. ábra. A szennyvíztisztítás kapcsolata a csatornázással és a befogadóval (Dulovics 2005)

A befogadó – mely az elhelyezést biztosítja - milyensége határozza meg, hogy milyen fokú eltávolításra kell a szennyvíztisztító telepnek és az esetleges közvetlen kivezetéseknek (vérszűrők, záporkiömlők) megfelelniük az output során, és a csatornahálózaton érkező szennyvíz adja meg az odaérkező inputot, vagyis, hogy miből kell a befogadó fenntarthatóságát a szennyvíztisztítás során elérni.

Ha részletezni akarjuk tehát, hogy milyen rekonstrukciókkal kívánjuk a fenntarthatóságot a szanitációval elérni, akkor a teljes rendszert, annak kölcsönhatásaival együtt szükséges vizsgálni. Így elemezni kell, hogy hogyan lehet a csatornahálózati problémákat, a szennyvíztisztítás fenntartható rekonstrukciója érdekében csökkenteni, hogyan lehet a befogadó fenntarthatóságát a szennyvíztisztítás rekonstrukciója során biztosítani.

### A csatornahálózati rendszerek fenntartható rekonstrukciója során alkalmazható típusok összefoglaló bemutatása

Amennyiben az újrahasznosulást és újrahasznosítást tekintjük fő célnak, akkor a csatornahálózati rendszerek közül az un. *javitott* (modified) típusokat kell előtérbe helyezni, mind az elválasztott, mind az egyesített rendszerek esetében. Ezeknél a megoldásoknál a tisztítást nem igénylő és az azt igénylő vizek szétválasztásával és a tisztítás nélkül felhasználható vizek hasznosulásával csökkenteni tudjuk a szennyvíztisztító telepek terhelését az esetleges szabálytalan bekötések leválasztása révén, a csapadékvíz tudatosan tárolt, beszivároztatott hányadától. Ez azonban nem elegendő, hiszen a szennyvíztisztító telepek egyenlőtlen terhelését az un. idegen vizek is okozzák, melyek a nem kellően vízzáró csatornába történő infiltráció révén beszivárognak, és túlterhelik a szennyvíztisztító telepet, végső esetben esetleg átmosva a biológiai tisztítást végző mikroorganizmus kultúrát is.

Ezért a csőhálózati rekonstrukciók gördülő fejlesztési tervek szerinti végzése elengedhetetlen. Itt elsősorban a lecsökkent szennyvízkibocsátás során a gyűjtőhálózatra kifejett káros hidraulikai (leülepedések), biokémiai (szag- és korróziós hatások) következményeinek elhárítását is figyelembe vevő, kitarakás nélküli, un. NO DIG technológiákat célszerű előtérbe helyezni, melyek építésük során a környezet és a lakosság mérsékelt zavarását idézik elő.

A rekonstrukciók megvalósítása tőkét igényel. Ennek a felújítási cikluson belüli összegyűjtése a szolgáltatás díjából történhet meg. Napjaink díjpolitikája ezt nem teszi lehetővé, mivel a közműadó- és a rezsi-csökkentés miatt a szolgáltatást végző cégek csökkentett mértékű bevételekhez jutnak. Ezért az állam feladata a rekonstrukciókat lehetővé tevő díjpolitika bevezetése és alkalmazása.

A szennyvízcsatorna hálózatban a folyékony szennyezőanyagok összegyűjtése és a szennyvíztisztító telepre történő elvezetése a feladat. Ennek mennyisége az ellátott területen élők számától függ, mivel életük biológiai folyamatainak és életmódjuknak a függvénye. A szennyeződések szállító vízfogyasztást számos tényező határozza meg, legnagyobb hatást a fogyasztók gazdasági teherviselő-képessége gyakorolja. Ez két csoportra osztja a vízfogyasztást, van egy olyan hányada, ami nem árelasztikus, ez hozzávetőleg 60 l/fő/d, és az e feletti már árrugalmasnak tekinthető. A hazai tapasztalatok alapján 60 l/fő/d és 150 l/fő/d szennyvízkibocsátás tételezhető fel. Tervezések célszerű a települési vízfogyasztás elemzéséből kiindulni, és az un. idegenvizek bejutását is vizsgálat tárgyává tenni. A csatornahálózatban a lakosegyenérték szám (LE) függvényében az 5. táblázat szerinti fajlagos szennyezőanyag kibocsátások tájékoztató értékeivel számolhatunk.

5. táblázat. A kommunális szennyvízben lévő szennyezőanyagok fajlagos mennyisége (g/LE/d) és koncentrációi (mg/l) 60-150 l/LE/d fajlagos szennyvízkibocsátás esetén

Megnevezés	Mennyiség (g/LE/d)	Koncentráció határok (mg/l)
KOI	120	2 000 – 800
BOI <sub>5</sub>	60	1 000 – 400
LA	70	1 167 – 467
öN	11	183 – 73
öP	2,4	40 – 16

Tervezéskor, ha van rá mód, a nyers-szennyvíz koncentráció mértékadó értékeit mérésrel célszerű meghatározni.

#### A befogadó típusai által megkövetelt szennyvíztisztítási igények

A tisztított szennyvíz elhelyezésére szolgáló befogadók a Vízi Keretirányelvben megfogalmazottak szerinti, és/vagy az esetleges hasznosítás által igényelt mértékű tisztítást követelik meg.

A VKI egyik követelménye az *élvizek „jó”* vízminőségi állapotának előírása. E tekintetben hazánkban számos feladatot kell még teljesítenie az EU vízminőségre vonatkozó jelenlegi értékelése szerint, mivel a vízfolyásainknak hozzávetőleg 20 %-a felel meg ennek a követelménynek.

A tisztított szennyvíz *öntözési hasznosításának* előtérbe helyezésével, ez a feladat csökkenthető, elsősorban például a Nagy Alföldön, vagy a már sivatagi tulajdonságú Homokhátságon, ahol a homoktalaj jó lehetőséget teremt a beszivárogtatásra. Itt kevés a nitrát-érzékeny terület, tényleg időben olyan technológia alkalmazására kell törekedni, amelynél a biológiai tisztítás után ne alkalmazzunk tápanyag eltávolítást, mivel ebben az esetben a talaj és növényzet egyaránt *igényli a N és P* tápanyagokat, mikroelemeket, a degradáció elkerülése érdekében. Ezáltal a szennyvíztisztítás költségei is, és ezzel párhuzamosan pl. az energiateljesítmény is csökkennek. Azok a telepek, amelyek tápanyag-eltávolításra is ki vannak építve, ezt a fokozatot az öntözésre fel nem használt, többletként jelentkező szennyvíz hányad tisztítására és/vagy haváriák (pl. nem várt túlterhelések stb.) eseteire használhatják elsősorban, kiegészítő technológiaként.

#### Alkalmazásra szóba jöhető szennyvíztisztítási technológiák a rekonstrukciók, illetve intenzifikációk során

A rekonstrukciók során természetes és mesterséges szennyvíztisztítási technológiákat alkalmazhatunk. Az intenzifikálás lehetőségei – melyek a fenntarthatóság érdekében kerülnek alkalmazásra - minden tisztítási lépcsőben megtalálhatók, eszközei és célja azonban más és más lehet (Dulovics 2016).

A mechanikai tisztítási lépcsőben kiemelhető a SEDIPAC 3 D. és a vegyszeres kicsapás alkalmazása. A biológiai lépcsőben teljesítménynövelők lehetnek az eleveniszapos és biológiai csepegtetőteszt tisztítás kombinációjaként felfogható kötött- és mozgó fixfilmes rendszerek, vagy a membránszűrés alkalmazása. Az utótisztítás bevezetése is intenzifikációt eredményezhet, pl. az utóülepítő hatásfokának a fokozásával, vagy újabb tisztítási egy-

ségek bevezetésével, főleg a mikroszennyező anyagok eltávolítása érdekében. A nyers és a hagyományos technológiákkal tisztított szennyvíz jelentős mennyiségben tartalmazhat ugyanis antropogén anyagokat, gyógyszer-, hormon-, növényvédőszer- és mikroműanyag stb. maradványokat. Ezeket az ún. „negyedik” tisztítási fokozatot biztosító mesterséges technológiai lépcsők beiktatásával (pl. ózon, poralakú aktív-szén adagolással), vagy természetközeli „szépítő” tavakkal lehet eliminálni. Ezeknek az alkalmazása stratégiai megfontolásokat igényel a fenntarthatóság teljes körű figyelembevételével, és az európai tapasztalatok értékelését a jelenleg Európában folyó kísérleti alkalmazások eredményeiből. Ennek a stratégiai feladatnak a kimunkálása a közeljövő halaszthatatlan és fontos feladata.

#### A ≤ 2000 LE terhelésű szennyvíz agglomerációk szanitációjának Vízi Keretirányelvet kielégítő befejezése

Az ebbe a nagyságrendi kategóriába tartozó települések jelentős jellegzetessége a nem városias, szétszórt beépítés, a nagy telek és az ott folyó mezőgazdasági munka kiszolgáltatást biztosító épületállomány, kevés ipar, főként kisipar, kis vízhozamú vízfolyások, amelyek gyakran már jelentősen terheltek, esetleg időszakosak. Kis mértékben, általában 20%-nál kisebb mértékben fedett felületek. Ezért általában vagy nem gazdaságos a szennyvízcsatornázásuk, melynek küszöbérték mutatója: 45 lakás/km csatorna, ami megfelel 120-130 fő/km csatorna ellátásnak. Laza beépítés, kis laksűrűség, érzékeny területen 25 fő/ha, normál területen 35 fő/ha és 130-170 m/ha csatornasűrűség (Juhász 2000) vagy olyan csatornázási megoldásokat kell alkalmazni, melyek költségkímélők (Dulovics 2010, 2011). Ez utóbbi hazánkban is ismert és alkalmazott megoldásokat azonban objektív módon, a rájuk vonatkozó tapasztalatokat összegyűjtve értékelni volna szükséges.

A fentiek szerint tehát a szennyvíztisztítás szempontjából célszerű megkülönböztetni:

- az egyedi szennyvízelhelyezést biztosító szennyvíztisztító kislétesítményeket és kisberendezéseket - a 4-50 LE nagyságrendi kategóriában, és
- az 51- 2 000 LE nagyságrendi kategóriában a kis szennyvíztisztító telepeket.

Ki kell is mondani, hogy az ebbe a nagyságrendi kategóriába tartozó magyar állampolgároknak a VKI-t kielégítő szennyvíz-elhelyezési megoldását, ugyanolyan támogatás mellett volna szükséges beruházni, mint az e feletti méretű, és már ellátott agglomerációknál lakóké. E feltételek biztosítása ma azonban nem egyértelműen világos.

#### Szennyvíztisztító kislétesítmények és kisberendezések 4-50 LE tartományban

Az ebbe a nagyságrendbe tartozó megoldások műszaki-gazdasági követelményei az alábbiak:

- az ingatlanon keletkező szennyvíz ne korlátozza az életvitelt,
- a létesítmény legyen egyszerű,
- legyen érzéketlen a hidraulikai- és szerves anyagterhelés ingadozásaira,

- a létesítmény legyen egyszerűen, gazdaságosan megépíthető a telekhatáron belül, tájba illően,
- üzemeltetése legyen egyszerű, megbízható és energiatakarékos,
- ne igényeljen rendszeres felügyeletet,
- kicsi legyen a karbantartási igénye,
- és hosszú legyen az élettartama.

Mértékadó a berendezés egyszerűsége, megbízhatósága és az összköltség ráfordítás optimuma (Dulovics 2010).

Az egyedi létesítmények befogadója lehet élővíz és földtani közeg. Az elfolyó vízre vonatkozó követelményeket ma a 30/2008. (XII.31) Kormányrendelet 4. sz. Melléklete írja elő a **6. táblázatban** foglaltak szerint.

6. táblázat. Egyedi szennyvízkezelő berendezésekből elfolyó víz határértékei (30/2008 Kormányrendelet alapján)

Felszíni víz befogadó esetén	
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI <sub>k</sub> )	150 mg/l
Ammónia, Ammónium-Nitrogén (NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> -N)	40 mg/l
Földtani közegbe történő bevezetés esetén	
Fokozottan érzékeny és magas talajvízállású területen	
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI <sub>k</sub> )	75 mg/l
Ammónia, Ammónium-Nitrogén (NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> -N)	10 mg/l
Összes szerves Nitrogén (öN)	25 mg/l
Nem fokozottan érzékeny területen	
Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI <sub>k</sub> )	100 mg/l

A rendeletben foglaltaknak a megfelelőségét az ENSZ 6.2. SDG –t kielégítő követelményrendszer szerint érdemes volna felülvizsgálni. Megalapozott és széleskörű kutatással elsősorban a talajnak, mint befogadónak és a beszivárgatásnak, mint elhelyezési módnak - annak fajtáitól, rétegvastagságától, szennyezőanyag terhelésétől stb.-től függő mechanikai, biológiai, kémiai és bakteriológiai - eltávolító képességét mérések alapján meghatározott és szignifikáns tulajdonságai szerint figyelembe venni.

Megemléítésre érdemesek még az ún. STEP (Septic Tank Effluent Pump) rendszerek, mikor az oldómedencékben (septic tank) előtisztított víz összegyűjtése után közös „talaj- biológiai tisztító - szikkasztó” rendszerbe szivároztatják be a vizet. Ezt a megoldást elsősorban a semi-centralizált elrendezés indokolja, amikor több épület oldómedencéjét kötjük össze a különböző befogadókba vezetés, vagy hasznosítás előtti biológiai tisztítást nyújtó létesítménnyel.

A szennyvíztisztítás egyedi berendezéseinek technológiájára általában a következő lehetőségek összekapcsolása használatos:

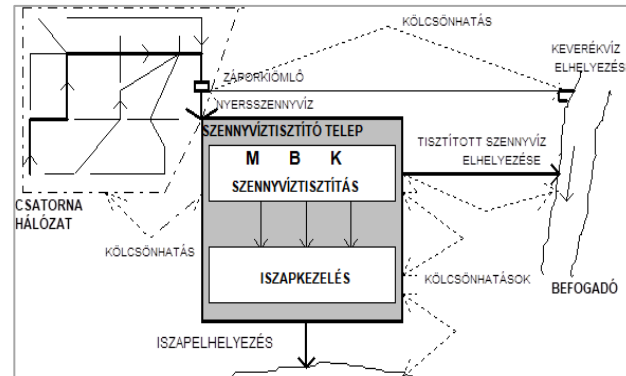
Előtisztítás	kiegyenlítés: oldómedence
Biológiai tisztítás	talaj-biológiai tisztító-szikkasztó
	eleveniszapos
	csepegtetőtestes
	tárcsás merülőtestes
	SBR
	fixfilmes
	membrán-eleveniszapos rendszerek
Utőtisztítás	szűrés
	tavas tisztítás
	növényágyas rendszerek
	öntözés (nyárfás, suhángfüzes stb.)

Az egyedi berendezéseket lehetséges programszerűen a település ellátására telepíteni, ha az ún. Települési Szennyvízkezelési Program alapján a hatóság ehhez hozzájárul. Talaj befogadó esetén monitoring rendszer kell működtetni a talajba szivárogtatott vizek ellenőrzése érdekében.

#### Kis szennyvíztisztító telepek (50-2000 LE)

A ≤2 000 LE terhelésű településeken alkalmazott gravitációs, vagy félgravitációs (átemelővel üzemelő) szennyvízgyűjtés tervezési módszereit felül kellene vizsgálni, mivel az ilyen településeken hektikusan keletkező szennyvíz lefolyás miatt, a minimálisan keletkező mennyiségek nagyon kis úsztatási mélység mellett megy végbe a gyűjtés, nagyon hosszú tartózkodási idővel. Ez feliszapolódással és bűzkeletkezéssel jár. A gépi kényszerüzemű szennyvízelvezetés tapasztalatait pedig össze kellene gyűjteni és kiértékelni annak érdekében, hogy a velük szerzett ismeretek alapján épített rendszerekben kevesebb üzemeltetési problémával találkozzunk a jövőben. Vonatkozik ez a több kistelepülést összekötő térségi, regionális rendszerek típusbáinak a megelőzésére is. A tapasztalatok összegyűjtését a vízfogyasztás alapján meghatározott fajlagos szennyvízkibocsátás meghatározásával kell kezdeni, hogy a kedvező hidraulikai feltételek biztosítására legyen kiinduló adat.

Az 51 – 2 000 LE agglomerációs nagyságrendben a 3. ábra szerinti tisztítási módszereket és elhelyezési lehetőségeket célszerű alkalmazni (Dulovics 2011).



3. ábra. A szennyvízgyűjtés, tisztítás és elhelyezés lehetőségei 51-2 000 LE terhelésű településeken (Dulovics 2016)

A szóba jöhető tisztítási technológiák részletesebben a következők:

- eleveniszapos tisztítás iszapstabilizálással,
- tárcsás merülőtestes és csepegtetőtestes,
- nem levegőztetett tavas,
- levegőztetett tavas,
- tavas és csepegtetőtestes kombinált tisztítás,
- növényzetes tisztítás,
- öntözés (nyárfás, suháng füzes)

Az eleveniszapos tisztításon kívül természetesen a felsorolt technológiákhoz a kiegyenlítés és a mechanikai előtisztítás (pl. kétszintes üleptítővel), vagy a STEP rendszeres összegyűjtés alkalmazása indokolt.

## ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK

Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljai 6.2. pontjának teljesítése tekintetében hazánk az Európai Unióhoz való csatlakozás harmonizációja során hatalmas lépést tett előre az elmúlt években. Teljesítettük a 91/271 Települési Szennyvíz Direktíva által előírt feladatainkat a  $\geq 2000$  LE terhelésű szennyvíz agglomerációk vonatkozásában. A beruházásokhoz az EU megfelelő támogatást biztosított. A hátralevő feladatokat a jelenlegi helyzet ismeretében három pontban fogalmazhatjuk meg, melyeket egymással összhangban, a fenntarthatóság alappilléreire (környezet, társadalom, gazdaságosság) komplexen építve, kell megoldani.

1. A legfontosabbnak az *újrahasznosítási* lehetőségek kihasználását tekintjük, ami paradigmaváltást kényszerít ki a szennyvíz-, szennyvíziszap elhelyezésében,
2. a következőnek a meglévő létesítmények fenntartható *rekonstrukcióját* és *intenzifikálását* tekinthetjük, végezetül
3. be kell fejezni a  $\leq 2000$  LE terhelésű *szennyvíz-agglomerációk* Víz Keretirányelvben megfogalmazott fenntartható szanitációját.

Ez utóbbi település-nagyságrendben lakó népességnek a gazdasági teherbíró képessége korlátozott, ezért a jelenleg nem körvonalozott támogatások körét a többi, már korábban ellátott magyar állampolgárával azonos szinten kell a társadalmi szolidaritás jegyében kidolgozni.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Dulovics D.* (2005). Csatornahálózat, szennyvíztisztítás és befogadó kapcsolata, MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2005 május-június, pp. 3-7.
- Dulovics D.* (2010). Szennyvíztechnika kistelepüléseken I.  $\leq 50$  LE terhelési kategória. MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2010 november-december, pp. 3-15.
- Dulovics D.* (2011). Szennyvíztechnika kistelepüléseken II. MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2011 január-február, pp. 3-12.
- Dulovics D.* (2016). MMK Szakmai Továbbképzés. Szennyvíztisztító telepek intenzifikálása, rekonstrukciója, beleértve a szennyvíztisztító kisberendezéseket is. Budapest, 2016. január 26.
- Dulovics Dné* (2018). Mit kell tennünk, hogy mindenkinek legyen méltányos szanitációja. MHT. XXXVI. Országos Vándorgyűlése 1. Szekció előadása, Gyula, 2018. július 4.
- Dulovics Dné és Telekes G.* (1995). A környezeti hatásvizsgálatok módszerei, European Commission TEMPUS Structural Joint European Project SJEP-09015/95, Architectural Ecology-Építészeti Ökológia, YMMF, Sorozatszerkesztő: Novák Ágnes, Budapest
- Juhász E.* (2000). A csatornahálózatra és szennyvíztisztító telepekre (az Európai Bizottság 93/481 EK határozata szerint) vonatkozó megfelelőségi kritériumok és szabályok, mérési eljárások, határértékek kidolgozása, megfogalmazása, 3. Tervezet, Kézirat, Budapest.
- Juhász, E.* (2003). Hová jutott a közműolló, avagy mit lehet kiolvasni a statisztikából
- Ligetvári F.* (2011). Víztelenített szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezésének és hasznosításának számítási alapjai, Hidrológiai Közöny, 91. (1), pp. 9-14.
- Ligetvári F.* (2017). A részlegesen tisztított szennyvíz közcélú hasznosítása, MaSzeSz XVIII. Országos Konferencia, előadás (ppt), Lajosmizse
- Kárpáti Á.* (2017). Szennyvíziszapok – újrahasznosítási lehetőségek – EU gyakorlat, MaSzeSz HÍRCSATORNA, 1. szám. pp. 20-38.
- MaSzeSz HÍRCSATORNA, 2003 január-február, pp.17- 21.
- Ország J.* (2018). VÍZÖNELLÁTÓ. <https://www.eautarcie.org/hu/>