

Szennyvíztisztító kisberendezések, szennyvízelhelyező kislétesítmények

Szennyvíztisztító kisberendezések létesítésének, üzemeltetésének jogszabályi háttere

A szennyvíztisztítás és -elhelyezés jogszabályi fejlődése

Az első vízügyi törvény és végrehajtási rendelete a háború után 1964-ben született, amelyben külön fejezetet kapott a vizek mennyiségi és minőségi védelme. A jogszabály szennyvíztisztító létesítésének és üzemeltetésének kötelezettségét csak az üzemekkel – valószínűleg ide nem értve a szennyvíztisztítókat – kapcsolatban nevesítette. A befogadók, ideértve a talajvizet is, szennyvezetésének szankcionálásaként a törvénybe került a szennyvízbírság intézménye – lényegében az üzemi szennyvízkibocsátásokra vonatkozóan –, amelynek alapja a kibocsátott szennyező anyagok mennyisége volt amellet, hogy a bírság összegének megállapításánál figyelembe kellett venni a szennyvíznek a befogadó minőségére és öntisztulására gyakorolt hatását is.

A káros szennyezés határértékeit és a bírság mértékét csak az öt év késéssel, 1969-ben kibocsátott jogszabályok konkretizálták és módosították – utoljára 1978-ban. Az OVH 1/1973 majd a 2008-ban hatálytalanított 4/1981 számú rendelkezésével tette közzé az Országos Vízgazdálkodási Szabályzatot, mintegy a vízgazdálkodással kapcsolatos tevékenységek minimálkövetelmény-gyűjteményét. A szabályzat rögzítette, hogy a befogadóba bevezethető tisztított szennyvíz mennyiségét és minőségét a befogadó terhelhetősége alapján kell meghatározni. A tisztított szennyvíz szikkasztásának feltételeként szabta, hogy a talaj legyen alkalmas a szikkasztásra, a talajvíz használatát a szikkasztás ne korlátozza, és a talajvízháztartást kedvezőtlenül ne befolyásolja.

A befogadók terhelhetőségét szem előtt tartva 1978-tól az ország területét hat vízminőség-védelmi kategóriába (I–VI.) sorolták. A kiemelt vízminőség-védelmi terület (I–V.) kategóriába került prioritásként a Balaton (I.), az ivóvízbázisok és az üdülőterületek (II.), az ipari területek (III.), az öntözővízbázisok (IV.), a Duna és Tisza nem kiemelt szakaszai (V.). A többi terület a nem kiemelt (VI.) kategóriába került. Az egyes kategóriákra eltérő szigorúságú határértékeket állapítottak meg, összesen 31 szennyező anyagra vonatkozóan. A szennyező anyagok közé a szerves szennyezők összegző paramétereként csak a KOI került be (a BOI nem), az eutrofizációt okozók közül az ammónium, a nitrát és az összes foszfor, a mérgező anyagok közül pedig a cianidok, valamint tíz nehézfém.

Új fogalmakat, elveket hozott a környezet védelmének általános szabályairól szóló törvény 1995-ben, például a környezetterhelési díj rendszerét.

A törvénybe a szennyvíztisztítással kapcsolatban bekerült új fogalmak:

- környezetterhelés: valamely anyag vagy energia közvetlen vagy közvetett kibocsátása a környezetbe;
- igénybevételi határérték: „a környezet vagy valamely eleme jogszabályban vagy hatósági határozatban meghatározott olyan mértékű igénybevétele, melynek meghaladása – a mindenkori tudományos ismeretek alapján – környezetkárosodást idézhet elő”;

- elérhető legjobb technika: „a korszerű technikai színvonalnak, és a fenntartható fejlődésnek megfelelő módszer, üzemeltetési eljárás, berendezés, amelyet a kibocsátások, környezet-terhelések megelőzése és – amennyiben az nem valósítható meg – csökkentése, valamint a környezet egészére gyakorolt hatás mérséklése érdekében alkalmaznak, és amely a kibocsátások határértékének, illetőleg mértékének megállapítása alapjául szolgál”.

Ugyanebben az évben lépett hatályba a vízgazdálkodásról szóló törvény, amely leváltotta a 30 évvel korábbi vízügyi törvényt. A törvény többek között az európai uniós 91/271/EGK tanácsi irányelvnek való megfelelés jegyében jött létre. A törvény már használta az „egyedi szennyvízkezelés” kifejezést a szennyvízkezelés utáni, befogadóba nem vezetett szennyvíz begyűjtésére vonatkozóan, és deklarálta a közműves szennyvízelvezető és -tisztító művel gazdaságosan el nem látható területekre vonatkozó Egyedi Szennyvízkezelés Nemzeti Megvalósítási Program elkészítésének igényét.

2000 óta a felszíni vizek minőségét érintő szennyezőanyag-terhelések csökkentése érdekében vannak „érzékeny felszíni víznek” nevesítve az eutrofizált vagy eutrofizációval veszélyeztetett felszíni vizek, a Balaton, a Velencei-tó és a Fertő tó [240/2000. (XII. 23.) Korm. rendelet]. Ugyanettől az évtől 2008-ig volt hatályban a felszín alatti vizek, illetve a földtani közeg védelméről szóló jogszabály [33/2000. (III. 17.) Korm. rendelet], amely többek között több új fogalmat definiált, például a kockázatos anyagét, amely „olyan emberi tevékenységből származó anyag, amely a földtani közegbe, illetve a felszín alatti vízbe kerülve a környezetre, az emberi egészségre, a környezethasználatokra kockázatot jelent mérgező, rákkeltő, teratogén, mutagén, szervezetben való felhalmozódása vagy egyéb kedvezőtlen hatása miatt”.

A korábbi, a befogadók, állapotát, terhelhetőségét figyelembe vevő immissziós szemlélet változott meg 2001-től, és előtérbe került az emissziós szemléletű vízvédelem. A felszíni vizek védelmére – az európai uniós szennyvízkezelési irányelvnek (91/271/EGK) megfelelés érdekében – a technológiákból származó anyagokat veszélyességük szerint kategorizálták, és a veszélyességtől függően egyrészt egyes anyagok technológiából kibocsátását jogszabály [203/2001. (X. 26.) Korm. rendelet] megtiltotta, másrészt egyes anyagok kibocsátásának csökkentését írta elő, harmadrészt a felszíni vízbe bocsátható anyagok jelentős körére technológiai határértékeket állapított meg, továbbá feljogosította a vízvédelmi hatóságot, hogy a befogadó érzékenységtől függően egyedi vízgyűjtő területi határértéket állapítson meg.

A 2010-ben visszavont 174/2003. (X. 28.) Korm. rendelet a közműves szennyvízelvezető és -tisztító művel gazdaságosan el nem látható területekre vonatkozó Egyedi Szennyvízkezelés Nemzeti Megvalósítási Programjában több fogalmat definiált:

Egyedi szennyvízkezelésnek nevezte a jogszabály a nem közüzemi szolgáltatás keretében a „települési szennyvíz tisztítását és/vagy végső elhelyezését, illetve átmeneti gyűjtését, tárolását szolgáló” létesítmények alkalmazását, ha kapacitásuk 1–25 lakosegyenértéknek (főnek) megfelelő.

Ilyen létesítmények:

- az egyedi szennyvízelhelyezési kislétesítmények,
- az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések és
- az egyedi zárt szennyvíztárolók.

A három létesítmény közül az első kettő közös ismérve volt, hogy a „közműves szennyvízelvezetéssel és -tisztítással egyenértékű környezetvédelmet és életminőséget biztosít”, de az egyedi szennyvízelhelyezési kislétesítmény a szennyező anyagok lebontását energiabevitel nélkül, a kisberendezés pedig energiabevitel segítségével végzi. A jogszabály nevesítette is az egyedi szennyvízelhelyezési kislétesítményeket: az oldómedencét és a kavics-/homokszűrő(ke)t.

Az emissziós vízvédelmi szemlélet fejlődésének következő lépcsőjében a jogszabályalkotó a szennyvíztisztításra mint technológiai kibocsátási tevékenységre is megállapított határértékeket a BOI5, KOI, öLA, öN és öP paraméterek vonatkozásában, a szennyvíztisztító kiépítési kapacitásának nagyságától függő mértékben. A határértékek kialakításának fő elve az volt, hogy a kisebb kapacitású tisztítóknak magasabb, a nagyobb tisztítóknak alacsonyabb határértékeknek kell megfelelniük [28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet].

Az egyedi szennyvízkezelő létesítményekre vonatkozóan csak 2012 végétől születtek meg kibocsátási határértékek [30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet].

A szennyvíztisztítás és -elhelyezés aktuális jogszabályi helyzete

A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény a települési önkormányzat közszolgáltatási feladatai közé utalta a nem csatornával elvezetett, „más módon összegyűjtött” szennyvíz begyűjtésének, elhelyezésének és a begyűjtés ellenőrzésének megszervezését. Alapelveként fogalmazódott meg, hogy a csatornahálózatba nem vezetett szennyvizet tisztítani kell, majd vagy befogadóba kell vezetni, vagy gyűjteni és begyűjtésre feljogosított közszolgáltatónak kell átadni. A szennyvíztisztító kisberendezésből származó iszap elhelyezésére ugyanez vonatkozik.

A törvény a fogalommeghatározások között definiálja a „közcélú vízilétesítményt” mint a „vízi-közművekkel nyújtott szolgáltatás” eszközét. A nem közműves szolgáltatást biztosító létesítményekre a „saját célú vízilétesítmény” fogalmát használja, idesorolva a „közcélú vízilétesítménynek nem minősülő szennyvíz gyűjtését, tisztítását, hasznosítását és elhelyezését szolgáló művet”.

2004 óta a felszíni vizek védelmére irányulóan és az Európai Tanács különböző irányelveinek történő megfelelés érdekében van hatályban a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet. A vízvédelemre tekintettel a jogszabály a tisztított szennyvízre – a megelőző szabályozás elveihez is hasonlóan – hármas határértékrendszerrel állapított meg, ötvözve az emissziós és az immissziós szemléletet. A különböző tevékenységekből – ez alá besorolva a háztartási és a településüzemeltetési tevékenységeket is – származó szennyező anyagok kibocsátására, emisszióira technológiai határértékek vonatkoznak. A befogadók védelme oldaláról, a vízszennyező anyagok befogadására, immissziójára vonatkozóan a vízminőség-védelmi területi kategóriáktól függő területi határértékeket kell betartani. Harmadik védelmi elemként a vízvédelmi hatóság sajátos vízvédelmi érdekekből egyedi határértékeket állapíthat meg.

Amennyiben a tisztított szennyvizet felszíni vízbe vezetik, a 2000 LE-nél kisebb kapacitású szennyvíztisztítóknál a 3.1. táblázat szerinti technológiai kibocsátási határértékeket kell betartani. Ebben a település nagyságrendben foszforra és nitrogénre határérték nincs, legfeljebb egyedi határértékek szabhatók ki ezekre a létesítményekre.

A 2000 LE-nél kisebb szennyvízelvezetési agglomerációk és felszíni víz befogadó esetén a 3.1. táblázat szerinti határértékek:

- a természetközeli szennyvíztisztítás,
- a kis szennyvíztisztító telepen végzett szennyvíztisztítás,
- az egyedi szennyvíztisztító kisberendezéssel végzett szennyvíztisztítás

után kibocsátott tisztított szennyvíz minőségére vonatkoznak, ám ugyanezen jogszabály a fenti szabályok alól rögtön ki is vonta az egyedi házi szennyvízkibocsátásokat.

3.1. táblázat

Technológiai kibocsátási határértékek felszíni víz befogadó esetén (saját szerkesztés)

Kiépített terhelési kapacitás [Le]	Szennyező komponensek határértékei ⁽¹⁾ koncentrációban (mg/l) vagy minimális eltávolítási hatásokban (%) megadva									
	Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI _k) ⁽³⁾		Biokémiai oxigénigény ^{(2) (3)} (BOI ₅)		Összes lebegőanyag (δLA) ⁽³⁾		Összes foszfor (δP)		Összes nitrogén (δN)	
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	V. 1-jétől XI. 15-ig	XI. 16-tól IV. 30-ig
<600	300	70	80	75	100	–	–(4)	–(4)	–(4)	–(4)
601–2000	200	75	50	80	75	–	–(4)	–(4)	–(4)	–(4)

Megjegyzés: (1) A koncentrációban megadott határérték (napi átlagérték) és az eltávolítási hatások alapján meghatározott határérték közül csak az engedélyben előírt egyik kritériumnak kell megfelelni. A százalékos csökkentést a tisztítótelepre bevezetett nyers szennyvíz koncentrációjához képest kell értelmezni. (2) A BOI₅ más paraméterrel helyettesíthető: összes szerves szén (TOC) vagy teljes oxigénigény (TOD), ha összefüggés állapítható meg a BOI₅ és a helyettesítő paraméter között. (3) Tavasz szennyvíztisztítás után vett vízmintákat – KOI_k, BOI₅ komponensekre – a vízminőségi vizsgálatokat megelőzően szűrni kell, azonban a szűretlen víz összes lebegőanyag-koncentrációja nem haladhatja meg a 150 mg/l-t. (4) A hatóság vízvédelmi érdekek alapján egyedi határértéket állapíthat meg.

E jogszabály szerint természetközeli szennyvíztisztító az 1. vízminőség-védelmi területi kategóriában nem telepíthető, 2. vízminőség-védelmi területi kategóriában, valamint a nitrátérzékeny területeken pedig csak a hatóság egyedi engedélye alapján.

A decentralizált szennyvíztisztító létesítményekkel kapcsolatos fontos fogalmakat, a létesítési és üzemeltetési feltételeket a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet tartalmazza. A jogszabály leváltotta a korábbi egyedi szennyvízelhelyezési kislétesítmények és az egyedi szennyvíztisztító kisberendezések fogalmát, és ismert szakkifejezések jogszabályi meghatározását adta meg:

- *egyedi szennyvíztisztítás* az 1–50 LE szennyvízterhelésnek megfelelő mennyiségű települési szennyvíz tisztítása, elhelyezése, sőt átmeneti gyűjtése és tárolása is;
- az *egyedi szennyvíztisztító berendezés* olyan vízlétesítmény, amely a települési szennyvizek nem közműves, biológiai tisztítását energiabevitel segítségével végzi;
- a *természetközeli szennyvíztisztítás* olyan biológiai szennyvíztisztítási eljárás, amely során a szennyező anyagok lebomlását a hordozó talajhoz, homokhoz, kavicsához, növények gyökerének felületéhez kapcsolódó mikroorganizmusok végzik aerob vagy anaerob módon, valamint a tavasz szennyvíztisztítási megoldások;
- a *tisztítómezővel ellátott oldómedencés létesítmény* olyan oldómedencéből és tisztítómezőből álló vízlétesítmény, amely a települési szennyvizek nem közműves elvezetésére és elhelyezésére szolgál, és amely a szennyező anyagok lebontását energiabevitel nélkül végzi.

A jogszabály mennyiségi korlátot állít a tisztítómezős oldómedence és az egyedi szennyvíztisztító létesítése elé, ha a tisztított szennyvíz befogadója a földtani közeg. Ilyen létesítmények csak 500 m³/d feletti kibocsátás esetén létesíthetők. Ez a mennyiség kb. 1,37 m³/d, azaz kb. 10 lakosnyi átlag szennyvízmennyiség kibocsátását jelenti. A jogszabály szerint tehát ennél kisebb kibocsátás esetén a tisztított szennyvizet csak felszíni víz befogadóba lehetne vezetni, vagy gyűjteni és tengelyen elszállítani lehetne, vagy természetközeli szennyvíztisztítási technológiát kellene alkalmazni.

Ugyanezen jogszabály szerint „a szennyvíz mennyiségének nagyságától függően törekedni kell a természetközeli szennyvíztisztítási megoldások alkalmazására”. Ebből konklúzióként az vezethető le, hogy 8–10 fő (kb. ugyanennyi LE) alatt a jogszabályalkotó a természetközeli tisztítók létesítését kívánja előtérbe helyezni.

2012 végétől az egyedi szennyvízkezelő létesítmény által kibocsátott tisztított szennyvízre a jogszabály [30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet] eltérő határértékeket állapított meg attól függően, hogy felszíni vízbe vagy a talajba kerül a tisztított szennyvíz. Ez a jogszabály felfogható úgy is, hogy felszíni víz befogadó esetén a helyzet bonyolultabb lett a decentralizált szennyvíztisztítók kibocsátásai szempontjából, pedig a jogszabály megjelentetésének a szándéka nem ez lehetett.

3.2. táblázat

Egyedi szennyvízkezelő létesítmény által kibocsátott tisztított szennyvíz határértékei (saját szerkesztés)

Szennyező anyagok	Felszíni vízbe történő bevezetés esetén határérték (mg/l)
Dikromátos oxigénfogyás KOI_k	150
Ammónia-ammónium-nitrogén NH_4-N	40

3.3. táblázat

Egyedi szennyvízkezelő létesítményből földtani közegbe történő bevezetés esetén a tisztított szennyvíz határértékei (saját szerkesztés)

Szennyező anyagok	Mintavétel típusa	Földtani közegbe történő bevezetés esetén határérték felszín alatti víz szempontjából	
		fokozottan érzékeny és magas talajvízállású területen mg/l	nem fokozottan érzékeny területen ⁽¹⁾ mg/l
Dikromátos oxigénfogyasztás KOI_k	minősített pontminta	–	150
	24 órás átlagminta	75	100
Ammónia-ammónium-nitrogén NH_4-N	minősített pontminta	–	–
	24 órás átlagminta	10	–
Összes szervesetlen nitrogén ΣN_{szv}	minősített pontminta	–	–
	24 órás átlagminta	25	–

Megjegyzés: ⁽¹⁾ A mintavétel típusa vagylagosan írható elő, egy-egy paraméterre mindkettő együtt nem alkalmazható.

A jogszabály szerint egyébként a felszín alatti víz szempontjából fokozottan érzékeny területen vagy a magas talajvízállású területen csak denitrifikációt is megvalósító egyedi szennyvízkezelő berendezést lehet telepíteni.

Az egyedi szennyvíztisztítók létesítése lehet programszerű abban az esetben, ha egy szennyvízelvezetési agglomerációban a település a decentralizált szennyvíztisztításról programot fogad el, és abban lehatárolja a település azon részét, ahol közcatorna helyett ilyet kíván kialakítani. Programszerű telepítés esetén az érintett területre monitoringrendszer kell kiépíteni és üzemeltetni [147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet].

A decentralizált szennyvíztisztítók létesítésének, üzemeltetésének, fennmaradásának és megszüntetésének engedélyezése az éves szennyvízkibocsátás nagyságától függ. Az engedélyező, ha a kibocsátás az 500 m³/év mennyiséget nem haladja meg, a település jegyzője, más esetekben az elsőfokú vízügyi hatóság [72/1996. (V. 22.) Korm. rendelet].

A kisberendezésekre vonatkozó német jogszabályok

A kisberendezések létesítése, üzemeltetése és fenntartása a német vízgazdálkodásról szóló törvény (Wasserhaushaltsgesetz) szerint a szennyvíz tisztítására és elhelyezésére vonatkozó előírások figyelembevételével történhet. Alapelvként fogalmazódik meg, hogy a tisztított szennyvíz mennyiségét és szennyezettségét felszíni vízbe vezetésnél olyan szinten kell tartani, ami a hozzáférhető legjobb technika szerinti módszerekkel elérhető. Az elvi megfogalmazás mellett a szennyvízrendelet (Abwasserverordnung) a hozzáférhető legjobb technikával elérhető követelményeket is megállapítja. A rendelet felszíni víz befogadó esetén a szennyvíztisztítókat a BOI_5 -terhelés nagyságától függően öt osztályba sorolja. A legfeljebb $8 \text{ m}^3/\text{d}$ kapacitású kisberendezések a 60 kg/d -nél (azaz 1000 LE egyenértékűnél) kisebb szennyvíztisztítók kategóriájába esnek, ezért a kibocsátásukra az arra vonatkozó határértékek vonatkoznak, azaz 150 mg/L KOI és 40 mg/L BOI_5 . Amennyiben a befogadó állapotára a bevezetés okozta többletterhelés kedvezőtlen lenne, szigorúbb követelményeket kell előírni, különösen érzékeny vízfolyásszakaszokon a kisberendezésekből történő bevezetés megtiltható.

A decentralizált szennyvíztisztítással érintett területeken az ingatlanokon keletkező házi szennyvizet kisberendezésekkel kell az ingatlan hasznosítójának tisztítani. A kisberendezésekben és szennyvíztárolókban keletkező iszap elhelyezésének kötelezettsége a tartományi törvényalkotások szerint általában az önkormányzatoknál van.

A decentralizált szennyvíztisztítás és -elhelyezés kereteiben csak biológiai szennyvíztisztító kisberendezések létesíthetők. A régi berendezéseket a tartományi törvényalkotók által meghatározott időpontig lehetett biológiai tisztítóra átalakítani.

A tisztított szennyvíz minőségi követelményeire a tartományok alkot(hat)nak jogszabályt a talajban történő elhelyezésre.

Ezek többnyire az alábbiak:

BOI_5	25 mg/l
KOI	90 mg/l
TOC	$\text{max. } 30 \text{ mg/l}$
30 perces ülepedés	$0,3 \text{ ml/l}$
$\text{NH}_4\text{-N}$ (12°C felett)	$\text{max. } 10 \text{ mg/l}$

A készre szerelt szennyvíztisztítókra speciális előírások vonatkoznak. 2005 óta a Deutsche Institut für Bautechnik (Német Építéstechnikai Intézet) forgalombahozatali engedélyének megszerzéséhez a biológiai szennyvíztisztító kisberendezések öt osztályba sorolandók (lásd 3.4. táblázat). A szervesanyag-lebontásra mindegyik berendezésnek alkalmasnak kell lennie. A C osztályú tisztítóberendezéseknek csak a KOI- és BOI -határértékeket kell teljesítenie. Ha a befogadóba vezetés feltételei miatt szükséges, akkor a nitrogén vagy foszfor csökkentésére alkalmas berendezések alkalmazhatók (N és D osztály). A foszforeltávolításra alkalmas technológiával kiegészített berendezések a +P osztályúak, a fecál coliformok csökkentését fokozottan biztosító berendezések +H jelűek.

A harmadfokú tisztítási követelményeket teljesítő berendezések általában üzemben előregyártott konstrukciók, amelyeket az Intézetnek kell jóváhagynia. Emellett a technológiai kibocsátásukat egyéves, üzemi körülmények között végzett vizsgálatokkal kell igazolni.

A svájci vízgazdálkodási szakszövetség (VSA) irányértékeket adott ki a 200 LE -alatti aerob üzemű kisberendezések szennyvízkibocsátására. Ezek a németországi szabályozással szemben ugyan kevésbé szofisztikált, de néhány paraméter tekintetében szigorúbb követelményeket állítanak fel a kibocsátásokra.

3.4. táblázat

A különböző kisberendezés-osztályok kibocsátási követelményei (saját szerkesztés)

Osztály	KOI mg/L	BOI ₅ mg/L	NH ₄ -N mg/L	N _{anorg.} mg/L	P mg/L	fekál coliformok i/100 mL	δLA mg/L
C	150 ^I / 100 ^{II}	40 ^I / 25 ^{II}					75 ^I
N	90 ^I / 75 ^{II}	20 ^I / 15 ^{II}	10 ^{II}				50 ^I
D	90 ^I / 75 ^{II}	20 ^I / 15 ^{II}	10 ^{II}	25 ^{II}			50 ^I
+P					2 ^{II}		
+H						100 ^{II}	

Megjegyzés: ^I minősített pontmintából, fekál coliformhoz egyszerű pontmintából; ^{II} 24 órás átlagmintából; NH₄-N és N_{anorg.} T ≥ 12 °C szennyvízhőmérséklet esetén

3.5. táblázat

Aerob üzemű kisberendezések kibocsátási irányértékei (VSA) (saját szerkesztés)

Paraméter	Nitrifikáció nélküli kisberendezés	Nitrifikációs kisberendezés
δLA (mg/L)	30	20
BOI ₅ (mg/L)	30	20
KOI	90	60
DOC (mg/L)	20	10
Átlátszóság (Snellen-féle) (cm)	>30	>30
NH ₄ -N (mg/L)	–	3
δP (mg/L)	–	–

Kisberendezésekre vonatkozó szabványok, műszaki előírások, irányelvek

A szennyvíztisztítás hazai szabványosítása, műszakiirányelv-alkotása és a szakmai gyakorlat tradicionálisan a német (német–osztrák) szemlélettel, gyakorlattal függ össze, gyakran azt követi. A házi szennyvíztisztító kisberendezésekre Németországban az első szabvány 1942-ben jelent meg. A szabvány inkább segédletként volt értelmezhető, a tisztítóegységekre vonatkozóan már méretezési szabályokat írt le. Házi szennyvíztisztító alatt egyszerű ülepítőt, illetve az iszap tartós tárolására és rothasztására is alkalmas oldómedencét, az altalajöntözést, a csepegtetőtestet és szikkasztóaknát értették. A méretezéshez 150 L/fő.d „normatív” szennyvízkibocsátást tartalmazott a szabvány. A háború utáni szabvány a legfeljebb 500 lakos kiszolgálására alkalmas tisztítóegységeket értette kisberendezés alatt.

A DIN 4261-1 szabvány 1970-es kiadásának címében megjelent a „szennyvíz levegőztetése nélküli berendezések” pontosítás, ami egyrészt utalt arra, hogy a kisberendezéseknél is eljött az ideje a levegőztetési technológiáknak, másrészt pedig arra, hogy új szabványlap megjelenésére lehetett számítani. A szabvány (DIN 4261-2) meg is jelent, igaz, 14 évet várni kellett.

A házi szennyvíztisztító létesítményekre 1952-ben az Építésügyi Minisztérium műszaki előírásként funkcionáló, azaz kötelezően alkalmazandó Csatornatervezési és méretezési szabályzatot adott ki, jól láthatóan az idehaza szakmailag már régóta elfogadott német szabályozási minták

alapján. A szabályzat a házi szennyvíztisztító kis berendezésekkel foglalkozott, még nem használta a kisberendezés vagy ezzel kapcsolatos gyűjtőfogalmat. A szabályzat mechanikai tisztítóberendezések alatt a két, illetve háromkamrás műtárgyat és a kétszintes ülepítőt értette. A biológiai tisztító műtárgyak között a bővített oldómedence, a szikkasztó, a csepegtetőtest említett. A szabályzat a műtárgyak kialakítására minimális szerkesztési szabályokat állított fel, és mintarajzokat is közölt. A tisztított szennyvíz felszíni vízbe vezethetőségeként a tisztító műtárgy fajtájától függően, irányadó értéként különböző mértékű (100–500-szoros) hígítást, illetve „utóülepítővel” rendelkező biológiai tisztítás esetében 50-szeres hígítást adott meg a szabályzat. A talajba történő elhelyezéssel kapcsolatban a szabályzatba került, hogy szikkasztás csak akkor tervezhető, ha a szikkasztás alsó síkja és a legmagasabb talajvízszint között legalább 1 m különbség van. Ugyanakkor ellentmondásosan viszont nevesítette a „szikkasztókutat” mint a biológiailag tisztított szennyvíz „mélyebb talajrétegekbe” elhelyezésének létesítményét, igaz, azzal a megjegyzéssel, hogy a talajvíz veszélyes elszennyeződését nem okozhatja.

1962-ben az MSZ 15302 „Csatornatervezés és -méretezés – Szennyvíztisztítás” szabvány a kis házi szennyvíztisztítókra vonatkozóan még mindig visszautalt a korábbi szabályzatra. A szabvány tárgya az elszikkasztás műtárgyai, méretezése és műszaki kialakításuk szabályai, valamint elhelyezésük szabályai. A szabvány szerint a talajszűrő alatt valójában mezőgazdasági területen elhelyezést kellett érteni. Először (és utoljára) tűnik fel szabványban a talaj „oxidálóképessége” fogalom, amely az áteresztőképesség mellett a szűrő méretezésének alapja. A homokszűrővel eltávolítandó BOI_5 -re vonatkozó $\text{g O}_2/\text{m}^2$ mértékegységben kifejezett oxidálóképességre és a m^3/d . ha-ban kifejezett kibocsáthatóságra a különböző talajokhoz az alábbi értékeket a 3.6. táblázat tartalmazza.

3.6. táblázat

Különböző talajok oxidálóképessége és terhelhetősége (saját szerkesztés)

	Oxidálóképesség g/m^2	Terhelhetőség $\text{m}^3/\text{d}.\text{ha}$
Homok	4–8	100–300
Iszap	2–4	50–100
Vályog	1–2	25–50
Agyag	0,5–1,0	15–25

A szabvány a tisztított szennyvíz befogadókba vezetéséhez, az oxigénfogyasztás vizsgálatán alapuló terhelhetőség számítására adott módszert, illetve egyszerűsítő módszerként a tisztítási technológiákhoz különböző hígítási mértékeket és becslési módszert rendelt.

Az OVH házi szennyvízkezelő kisműtárgyakról 1971-ben ágazati műszaki irányelveket adott ki, az oldómedencék, kétszintes ülepítők, a biológiai csepegtetőtestek és homokszűrők tervezéséről és műszaki kialakításukról. A homokszűrőt még az oldómedence alternatívájaként említi. Az irányelvben megjelent a „lakosegyenérték” fogalom (léé), de vízhozamra vonatkoztatva ($1 \text{ LEÉ} = 100 \text{ l/fő}$).

Befogadóként tavat is megfelelőnek tartottak, ha a szennyvíz biológiailag tisztított (értsd: oldómedence utáni homokszűrőn), és legalább 10 m²/leé vízfelszínű, amennyiben a terhelhetősége ezt egyébként lehetővé teszi.

1976-ban lépett hatályba *A szennyvíztisztítás és szennyvíztisztítási építmények tervezési előírásai* című építésügyi ágazati szabvány, amelyben külön fejezetet kaptak a legfeljebb 1250 m³/d kapacitású kis szennyvíztisztító berendezések, amelyben a $Q_{\text{dmax}} \leq 15$ m³/d nagyságúak házi szennyvíztisztító berendezések, a 3–75 m³/d tartományba esők törpe szennyvíztisztító berendezések, a 75–1250 m³/d nagyságúak pedig kis szennyvíztisztítók néven szerepeltek. A szabványban ismét felbukkan a talajszűrés, immár a gyorszűrőkkel és mikrodobszűrőkkel együtt a fizikai utótisztítás kategóriájában. A talajszűrő méretezésével kapcsolatban korábban alkalmazott talajoxidáló képesség kikerült a szabványból, a terhelhetőség irányértékei pedig a korábbi szabványhoz képest jelentősen megnöttek: homoktalajra 400–1200 m³/d.ha, iszapos homoktalajra 200–400 m³/d.ha. A kötött talajokra már irányadó értékeket nem találunk, viszont alagcsövezett homok talajszűrő esetére 4000 m³/ha.d nagyságú terhelhetőség bukkan fel. A szabványban megjelentek a biológiai tisztítás teljes oxidációs technológiájú létesítmények és a merülőtárcsás műtárgyak fogalmai. Ezekkel összefüggésben a biológiailag tisztított szennyvíz kritériumának a 25 mg/L BOI₅-koncentrációt kellett alkalmazni.

A települések szennyvíztisztító telepei műszaki irányelv sorozatban 1984-ben külön lap készült a szennyvíztisztító kislétesítményekről, amely a korábbi ágazati műszaki irányelv átdolgozása. Az irányelv a házi szennyvizek tisztítására szolgáló kisműtárgyak és kisberendezések alkalmazhatóságának felső határát 75 m³/d-ben adta meg. Az irányelv tárgya lényegében az egyszerű és bővített oldómedence, valamint a szikkasztás és a homokszűrő árok és mező méretezése és kialakítása volt, a már akkor alkalmazott gyártmányos kisberendezésekre csak halvány utalás volt.

A Magyar Szabványügyi Testület 2000-ben adott ki szabványt *Településekről származó szennyvizek tisztítótelepei. Szennyvíztisztító kisműtárgyak és kisberendezések* címmel, amely a kézirat készítésének időpontjában is érvényben van. A szabvány alkalmazási területe a 75 m³/d mennyiséget meg nem haladó házi szennyvizek tisztítása. A szabványban a(z) (egyszerű) oldómedencét, a bővített oldómedencét a zsír- és olajfogóval együtt sorolja be az előtisztító műtárgyak közé. A *Szennyvíz tisztítása* fejezetcím előtt nem szerepel ugyan 'biológiai' jelző, de a fejezetben a biológiai tisztítási módszerekről van szó, megjelölve, hogy a lebegőanyag-tartalmat, az oldott szennyező anyag mennyiségét kell csökkenteniük, illetve a szennyvíz anaerob jellegét kell megszüntetniük. A biológiai tisztítási technológiák közül a homokszűrő árkot és mezőt hagyományos tisztítási eljárás alatt tárgyalja. A szabvány körülírja az eleveniszapos, a csepegtetőtestes és merülőtárcsás berendezések alkalmazási helyét, de méretezésük, kialakításuk sajátosságai nem része a szabványnak. A szabvány nevesíti a „természetes technológiákat”, lényegében a gyökerteres, „teraszos-kazettás” és a tavas tisztítást. A gyökerteres technológiát „zárt kivitelű” technológiának aposztrofálja, a teraszos-kazettás és tavas tisztítást pedig csak nagyobb terhelések esetén tartja alkalmazhatónak. A talajba szikkasztás létesítményei a korábbi műszaki kiadványok szellemében és intencióit átvéve jelentek meg. Az ún. „szikkasztási együtttható” kapcsán lényeges változásnak tekinthető, hogy a befogadó talaj szikkasztóképesége alapján a kedvezőtlenebb talajokat is alkalmazhatónak jelölte meg. (A szikkasztási együtttható a talaj helyszíni szikkasztási próbával megállapítható víznyelő képességét jelenti.)

3.7. táblázat

A szikkasztási tényező változása az egykori magyar műszaki szabályozási kiadványokban (saját szerkesztés)

Szikkasztási tényező min/cm	OVHMI 146/7-71	MI 10-127/9-84	MSZ 15287:2000
	1 m ³ /d szennyvízterheléshez szükséges szikkasztófelület m ²		
1-ig	14	14–15	14–15
1–2	18	16–17	16–17
2–4	25	18–26	18–26
4–12	28 (4–6 min/cm) 37 (6–12 min/cm)	Lehetőleg kerülni kell!	27–39
12 felett	45 (12–18 min/cm) 50 (18–24 min/cm) szikkasztásra nem alkalmas (> 24 min/cm)		Lehetőleg kerülni kell!

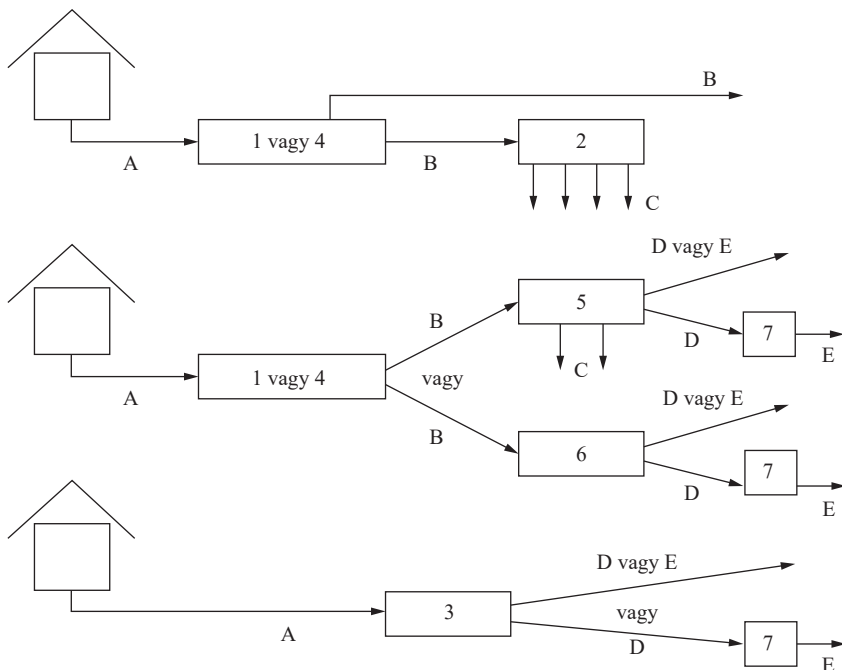
A szabvány előírása szerint felszíni vízbe csak biológiailag tisztított szennyvíz vezethető. 2000-től kezdve Magyarországon bevezettük a kisberendezésekre vonatkozó EU-s szabványokat. A folyamat 2013-ig tartott, amikor az utolsó szabványrész is megjelent, miközben a már megjelent lapok – akár többször is – megváltoztak. A *Szennyvíztisztító kisberendezések 50 összes lakosegyenértékig* főcímmel közzétett, EU-harmonizált szabvány öt részből áll:

1. rész: Előregyártott oldómedencék
3. rész: Készre gyártott és/vagy helyszínen összeszerelt házi szennyvíztisztító berendezések
4. rész: Előregyártott elemekből a helyszínen összeszerelt oldómedencék
6. rész: Előregyártott tisztítóegységek az oldómedencékből elfolyó szennyvízhez
7. rész: Előregyártott harmadik fokozatú tisztítóegységek

Ezek MSZ EN jelzettel jelentek meg, de angol nyelvűek. Mivel fordításuk – számos más szabványhoz hasonlóan – nem készült el, jogi relevanciájukat sok mérnök és jogász megkérdőjelezi, különösen arra hivatkozva, hogy az angol nyelv Magyarországon nem hivatalos nyelv.

A szabványsorozat az előregyártott vagy előregyártott egységekből a helyszínen összeszerelt kisberendezések vizsgálataira vonatkozó előírásokat mellékletekben tartalmazza. A kötelezően elvégzendő vizsgálatok a vízzáróságra, a szerkezeti-erőtani jellemzőkre, tartósságra, tűzállóságra, a veszélyes anyagokkal szembeni megfelelésre, valamint a technológiai működési hatások ellenőrzésére irányulnak. Az oldómedencék esetében a szabvány a „hidraulikai hatások” vizsgálatát írja elő, ami alatt az ülepedési hatások vizsgálatát érti. A szabványsorozat harmadik részének B függeléke tartalmazza az előregyártott vagy helyszínen összeszerelt kisberendezések technológiai működési vizsgálatának körülményeit. A szabvány részletesen leírja a vizsgálat helyszíne kiválasztásának szempontjait, a berendezésre vezethető szennyvíz minőségi paramétereinek alsó-felső határait, a vizsgálatok időtartamát különböző terhelések mellett (a névleges mellett a terhelés alsó és felső határait), a szennyvízbetáplálás napon belüli menetrendjét, a mintavételek módját, darabszámát és a vizsgálandó paramétereket. Különleges üzemi körülményként vizsgálandó csúcs-terhelésként a fürdőkád egy- vagy többszöri leengedésének megfelelő terhelés melletti, a névleges terhelés melletti 24 órás áramkimaradás és a terhelés nélküli működés.

A termék szabványnak való megfelelését a gyártó CE-tanúsítvánnyal igazolja, amely az alábbi adatokat tartalmazza: a gyártó megjelölése, a CE-megfelelés éve, a vonatkozó szabvány jele, a termék általános jellemzője, a tisztítási hatásokra vonatkozó adatok, a méret, illetve kapacitás, a vízzáróságra, az állékonyságra, a tartósságra és a tűzállóságra, valamint a veszélyes anyagokkal szembeni ellenálló képesség megfelelésére vonatkozó adatok.



Jelmagyarázat

A Házi szennyvíz

B Oldómedencéből elfolyó szennyvíz

C Tisztított szennyvíz elszikkasztása

D Tisztított szennyvíz

E Szennyvíz harmadfokú tisztítása

1 Előregyártott oldómedence

2 Talajszikkasztó rendszer

3 Készre gyártott és/vagy helyszínen összeszerelt házi szennyvíztisztító berendezés

4 Előregyártott elemekből helyszínen összeszerelt oldómedence

5 Szikkasztóberendezés előkezelte házi szennyvízre

6 Előregyártott tisztítóegységek az oldómedencéből elfolyó szennyvízhez

7 Előregyártott harmadik fokú tisztítóegységek

3.1. ábra

Az EN 12566 szabványsorozat alkalmazási sémája (saját szerkesztés)

CE 9876	
Any Co Ltd, P.O. Box 21, B-1050	
16	
0012014-09-30	
EN 12566-6:2016 Prefabricated treatment units for septic tank effluent — - Product's reference code: "BWV 41" — - Material: CONCRETE To be used outside buildings for septic tank effluent	
Effectiveness of treatment:	
Treatment efficiency (at tested organic daily load BOD ₅ = 0,9 kg/d)	COD: 80 % BOD₅: 80 % SS: 70 % P NPD KN NPD
Number of desludging during CE test	0
Power consumption	0,2 kWh/d
Microorganism reduction	E. Coli: 1 000 cfu/100 ml
	2 log unit
	Intestinal enterococci: 1 000 cf/100 ml
	1,5 log unit
Treatment capacity (nominal designation):	4 PT
Watertightness: (water test)	Pass
Crushing resistance:	
Load bearing capacity	Height of backfill 0,5 m WET 1,20 m

3.2. ábra

Példa CE-megfelelőségi tanúsítványra (saját szerkesztés)

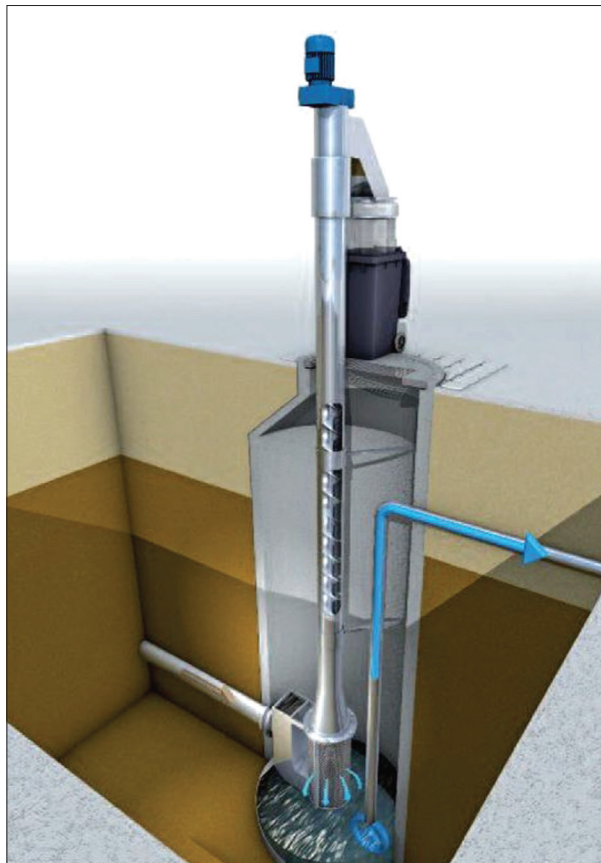
A szabvány részeinek számozásából látszik, hogy lyukak vannak a rendszerben. A szabványt megalkotó bizottság két, hézagokat kitöltő dokumentumot tett közzé, a talajszikkasztó rendszerekre (2. rész) és az előtisztított szennyvizek szűrőrendszereire (5. rész), amelyek gyakorlati útmutatónak (Code of Practices) tekinthetők.

Kis szennyvíztisztítók működése és műszaki kialakítása

Rácsok

A kisberendezésekbe külön rács funkciójú egységet nem építenek be. Azok az anyagok, amelyek a nagyobb települési szennyvíztisztítóknál a rácsról lekerülnek, a kisberendezések ülepitő egységében az iszapba vagy az uszadékba kerülnek és maradnak vissza, illetve a szennyvíziszappal közösen kerülnek ki a tisztítóból. Az 50 LE-t meghaladó nagyságú kis szennyvíztisztítóknál megfontolandó külön rácsegység létesítése, illetve a rács kialakításának és üzemeltetésének módja.

A gépi rács létjogosultsága az 50–500 LE kapacitású létesítményeknél a felső határ közelében a mai technikai lehetőségek és üzemeltetői attitűdök mellett vitathatatlan. Praktikus olyan gépi rácsot választani, amely kompakt kialakítású, és alkalmas a rácsszemét víztelenítésére és tömörítésére is. Az alsó kapacitáshatár közelében az egyszerűbb, rácskosaras vagy kézi tisztítású rács megoldások is szóba jöhetnek.



3.3. ábra

Aknába telepíthető gépi finomrács (Huber-katalógus)

Úsztató és flotáló műtárgyak

Az úsztató és flotáló műtárgyak a zsírok, olajok, viaszok, szappan, szabad zsírsavak, fa- és parafadarabok, zöldségmaradványok stb. eltávolítására szolgálnak. Ilyen anyagok nagyobb mennyiségben a konyhákból, éttermekből kerülnek ki. Az úsztató műtárgyat úgy kell kialakítani, hogy a víznél könnyebb anyagok a felszínre úszhassanak, az ülepedőképes anyagok a fenékre leülepedhessenek, a szennyvizet pedig a fenékiszap feletti térből vagy terelőfal, vagy uszadékviszatarató stb. fal alatt kell kivezetni. Ilyen műtárgy létesítése az 50 LE feletti kis tisztítóknál lehet indokolt, de ekkor is a keletkezés közelében, a külső alapcsatornába vezetés előtti előtisztító egységként.

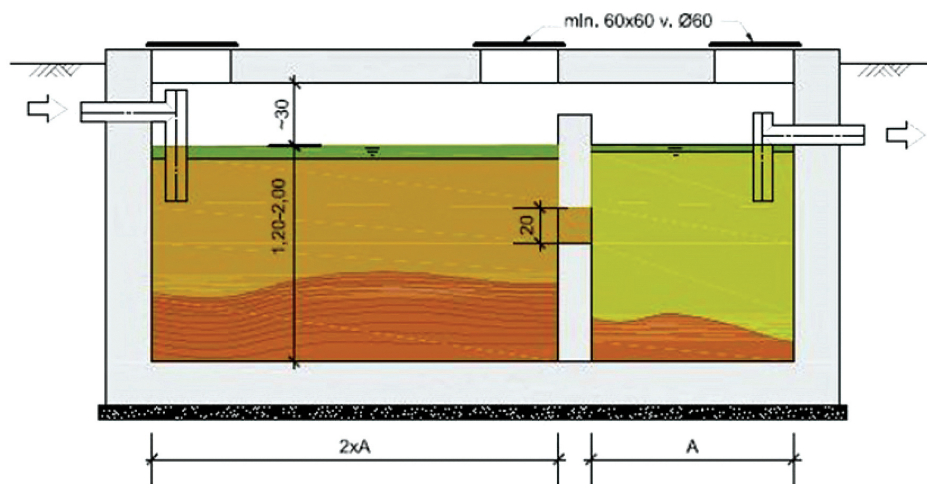
Egyszerű és bővített oldómedencék

A kisberendezéseknél a rács, zsírfogó, valamint az előülepítő egy többkamrás műtárgyba kerül. Az oldómedencékben a szennyvíz ülepezhető fázisa a fenékre süllyed, a víznél kisebb sűrűségű anyagok pedig a felszínre úsznak. A kiülepedett, nagyrészt szervesanyag-tartalmú iszap a jelentős tartózkodási idő miatt rothadásnak indul. A bővített oldómedencében az áramlási sebesség 0-ra is csökken. A durva anyagok az első kamrában maradnak. Az ülepedés és felúszás eredményeként iszap – fenékiszap – képződik a bővített oldómedencében. A fenékiszap az oxigénellátottságnak megfelelően két zónát képez: a felső réteg oxigénnel ellátott (aerob), a mélyebb rétegek anaerob rétegek.

A felső rétegben az oxigénben gazdag szennyvízben lévő szerves anyagok igen csekély része bomlik le. Az anaerob iszapban lévő tápanyagok rothadással bomlanak le. A keletkező gáz a levegőbe kerül. A bővített oldómedencében képződő iszapot fekál iszapnak is nevezik, utalva fekáliás eredetre. Az oldómedence kifejezésben az 'oldó' szó arra utal, hogy az ülepezhető lebegőanyag formában lévő szerves anyag a tartózkodási idő alatt jelentős részben hidrolizál, átalakul oldott formájú szerves anyaggá. A kiülepedett iszap részben kirothad, ami biokémiai értelemben a szerves anyag anaerob körülmények közötti lebomlását jelenti. A szerves anyag lebomlása, az iszap stabilizálódása, azaz rothadóképességének csökkenése a bővített oldómedencékben nem teljes. A szerves anyag részleges stabilizálódása a BOI_5 csökkenésében mérhető is. A BOI -csökkenés a hosszú – akár fél, egy évet meghaladó – tartózkodási időnek köszönhető. A rendelkezésre álló hosszú rothadási idő ellenére a szervesanyag-lebontás mégis részleges, aminek fő oka az alacsony hőmérséklet ($<25\text{ }^{\circ}\text{C}$) és az iszap homogenitásának hiánya, amelyek együtt a szerves anyagok lebomlását gátló folyamatok és miliő (például savasodás) kialakulásához vezetnek. Mindezek következtében nem tud kialakulni az az anaerob baktériumkultúra, amely jó hatásfokkal tudná a szerves anyagok lebontását végezni.

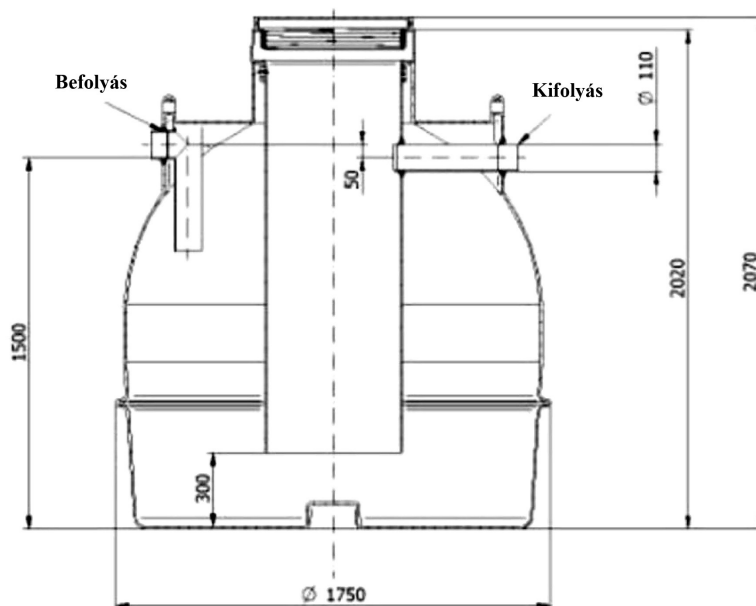
Az oldómedencék alkalmazásának előnye még a lebegő és uszadékanyagok jó hatásfokú csökkentése mellett, hogy üzembiztosak, mennyiségi és minőségi kiegyenlítő hatásuk a következő tisztítási fokozat üzemére is kedvező. A bővített oldómedencéket alkalmazták a homokszűrők mint biológiai tisztítók, szennyvíztavak előtt; ma továbbra is alkalmazhatók a természetközeli tisztítók (tavak, növényágyas), valamint a teljes biológiai tisztítást nyújtó aerob kisberendezések előtt.

Az egyszerű oldómedencék viszonylag rövid tartózkodási idejűek (elméletben három nap). Az iszapelúszás csökkentése érdekében két kamrára osztott műtárgy, az első kamra a műtárgy hasznos térfogatának kétharmadát, a második kamra pedig egyharmadát adja.



3.4. ábra

Hagyományos egyszerű oldómedence kialakítása (saját szerkesztés)



3.5. ábra

Egyszerű oldómedence polietilénből (Polyduct)

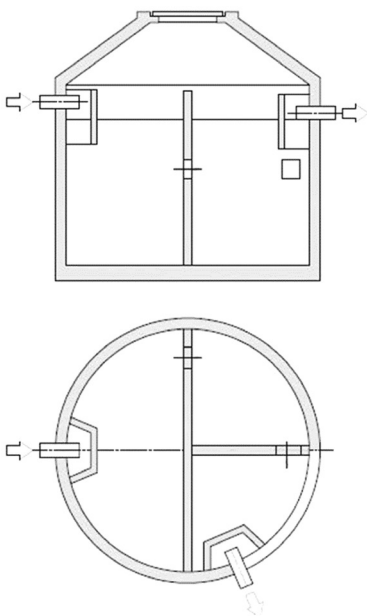
A bővített oldómedencében a tartózkodási idő lényegesen nagyobb (6–10 nap), ami jobb lebegőanyag- és szervesanyag-eltávolítási hatásfokot ígér. Többnyire háromkamrás kialakításúak, az első kamra a teljes hasznos térfogat felét, a másik kettő pedig negyedét-negyedét teszi ki.

A bevezetésnek a műtárgybeli vízszint fölött kell lennie legalább 5 cm-rel, hogy a vízszint esetleges megemelkedése ne duzzasson vissza a csatornába. Továbbá a szennyvizet merülőfallal vagy függőleges T-csővel kell a vízszín alá, a hasznos magasság felső harmadába irányítani. A kamrák

közti kb. 20 cm méretű átvezető nyílás a vízmagasság felső harmada körül legyen. A szennyvizet az utolsó kamrából, az uszadék elúszásának megakadályozása céljából szintén T-csővel vagy merülőfal mögött kell kivezetni úgy, hogy a szennyvíz a felső, legkisebb lebegőanyag-tartalmú vízrétegből legyen elvéve. Amennyiben az oldómedencéből elfolyó szennyvizet homokszűrőre vezetik, célszerű a kivezető csőre – az oldómedencén belül vagy kívül – 1,5–2 mm résméretű szűrőt szerelni.

A hasznos vízmélység a megszokott gyakorlat szerint 1,2–2,0 m közötti, a vízszint felett minimum 30 cm légtér mellett. Ezen paraméterek mellett, ha a bevezető házi szennyvízcsatorna fektetési mélysége kedvezően 80 cm körüli, a műtárgy többnyire a talajvízszint felett telepíthető. A vasbeton műtárgyakat a kezelhetőség érdekében (uszadék leszedése, iszaptalanítás) legalább 60 × 60 cm-es, de inkább 80 × 80 cm-es nyílásokkal kell kialakítani a be- és kivezetéseknél, illetve a kamrák közötti átvezető nyílásoknál. A nyílások a műtárgy telepítési helyén várható terhelésnek megfelelő teherbírású (általában könnyű) öntöttvas vagy bordázott lemez fedlappal zárhatók le.

A műtárgyakat szakszerű csatornakialakítás mellett nem szükséges külön szellőzővel ellátni, a műtárgy az épületen belül a csatorna függőleges szakaszán kialakított, tető fölé kivitt csövön át szellőztethető ki.



3.6. ábra

Bővített oldómedence konstrukciója (saját szerkesztés)

Folyamatos átfolyású eleveniszapos kisberendezések

A berendezések két fő egysége a levegőztetett biológiai tér és az utóülepítő. A biológiai kamrába a szennyvíz egyszerű szűrés után (például rácskosár) gravitációsan vagy szivattyúsan jut. Az eleveniszap működéséhez, a szerves anyagok lebontásához, esetleg a nitrifikáció vagy az eleveniszap stabilizálásához szükséges levegőztetést többnyire finombuborékos levegőztetők végzik. A leve-

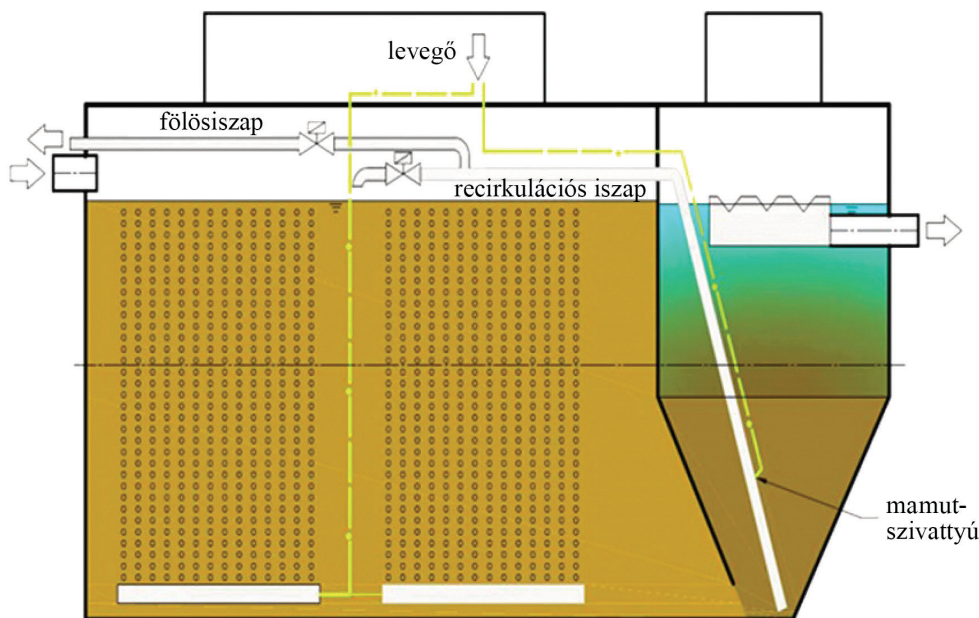
gőztetés alatt nemcsak a biomassza működéséhez szükséges aerob viszonyok fenntartása történik, hanem a szennyvíz-eleveniszap elegy homogenizálása, „keverése” is, hogy az eleveniszap ne tudjon a reaktortérben kiüledni.

A levegőztetett térből a szennyvíz-eleveniszap elegy gravitációsan folyik át az utóülepítő térbe, ahol az eleveniszap és a szennyvíz szeparálása gravitációsan megy végbe. Az ülepítőtér hidraulikailag függőleges átfolyású. Ez a leghelytakarékosabb ülepítő kialakítás, az eleveniszap gravitációs ülepedéséhez szükséges feltételek kedvezőek, és a kiüledett iszap is kedvező feltételekkel (kellő szárazanyag-tartalom) vehető el.

A kiüledett iszap legnagyobb részét vissza kell vezetni a biológiai reaktortérbe, hogy a kellő mennyiségű működő biomasszatömeg folyamatosan rendelkezésre álljon a biológiai lebontási folyamatokhoz. A biomassza működése során a szennyvízben lévő szennyező anyagok a lebontásukkor részben beépülnek a biomasszába, megnövelve annak mennyiségét. A stabil üzem szempontjából célszerű az eleveniszap koncentrációját kvázi állandó értéken tartani, tehát a keletkező iszaptöbbletet (iszapszaporulatot) el kell venni.

A biológiai térből az utóülepítő térbe az átvezetés felső vagy alsó lehet. Felső átvezetéskor a viszonylag legkisebb oldotttoxigén-tartalmú elegy kerül az utóülepítőbe, és a felszínre flotálódott habanyagok is lefölozödnek.

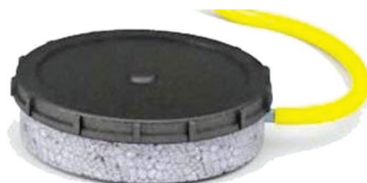
Alsó átvezetésnél a biológiai reaktor és az utóülepítő közti válaszfal alsó részét megnyitva jut át a szennyvíz-eleveniszap elegy az utóülepítőbe. Ekkor nincs szükség áramlásterelőre (például csillapítóhengerre), a szennyvíz rögtön függőlegesen felfelé áramlik, miközben az iszappelyhek kiülednek. Az utóülepítő alján kialakuló nagyobb iszapsűrűség miatt sajátos egyensúly alakul ki az utóülepítő és az eleveniszapos reaktor alsó része között, aminek eredményeként nincs szükség gépi iszaprecirkulációra, autorecirkuláció alakul ki.



3.7. ábra

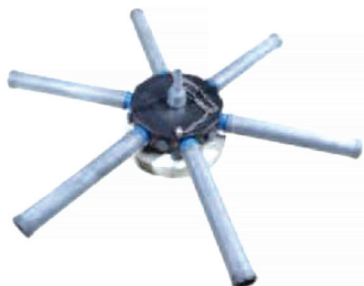
Eleveniszapos kisberendezés alsó átvezetéssel, auto-iszaprecirkulációval (saját szerkesztés)

Az iszapszaporulatot, a fölősiszapot az előülepítő műtárgyba lehet vezetni, és a primer iszappal együtt tárolható. Amennyiben előülepítő fokozat nem készül, a fölősiszapnak külön tároló térfogatot kell kialakítani vagy önálló műtárgyegységben, vagy a kisberendezés dedikált rekeszében. A biomassza levegőztetésére a légbefúvásos technológiák a legcélszerűbbek, amelyeket fúvók táplálnak kisnyomású levegővel. A finombuborékos membránlevegőztetők többnyire paneles, tányéros, csöves és tömlős kialakításúak.



3.8. ábra

Tányéros levegőztetőmembrán (Lausitzer-katalógus)



3.9. ábra

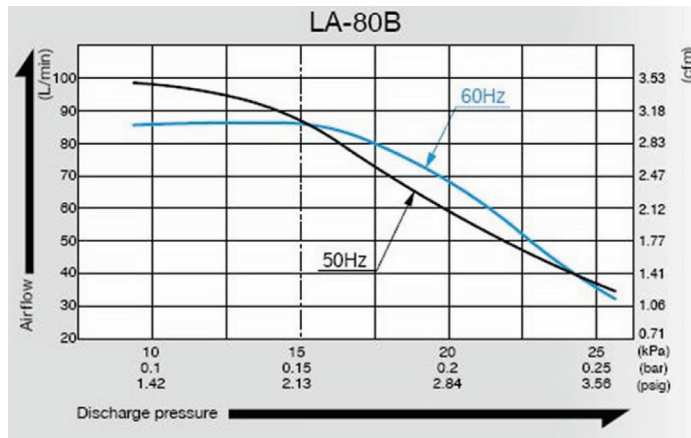
Csillag elrendezésű csőmembrán levegőztető (Lausitzer-katalógus)

A legkisebb berendezéseknél a kisberendezéseknél is jól alkalmazható, csendes üzemű membránfúvók alkalmazhatók. A kis membránfúvók légszállítása típustól függően kb. 30 l/min és 250 l/min között van, nyomástartományuk 10–20 kPa, teljesítményfelvételük 30–130 W. A levegőcsonkjuk kis méretű tömlő csatlakoztatására alkalmas. Méretük $\sim 200 \times 200$ mm – 200×400 mm, tömegük 10 kg alatt van.



3.10. ábra

Membránfúvó (Nitto Kohki)

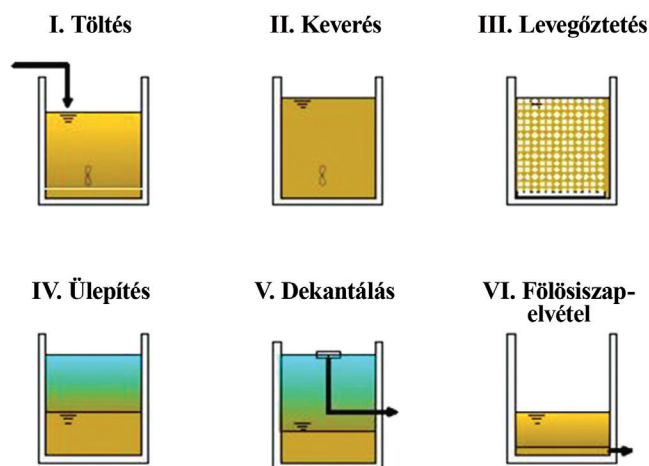


3.11. ábra

A membránfúvó légszállítása (Nitto Kohki)

SBR-kisberendezések

Körülbelül a 90-es évekig az eleveniszapos szennyvíztisztító kisberendezések közül a folyamatos üzeműeket építették, telepítették, és hidraulikailag gravitációs működésűek voltak (az iszaprecirkulációtól eltekintve). A berendezésben rendelkezésre álló reaktortérfogat jobb kihasználásához a nagy szennyvíztisztító létesítményekben is alkalmazott SBR-rendszerek megjelentek a kisberendezések világában is. Az SBR rövidítés a Sequencing Batch Reactor rövidítéséből származik, és az ugyanazon reaktortérben egymást követő különböző technológiai folyamatokra utal. A biológiai egység ciklikus üzeműe miatt nincs szükség az eleveniszap-szennyvíz elegyből az iszapfázis leválasztását végző utóülepítőre.



3.12. ábra

Az SBR-rendszer üzemciklusai (saját szerkesztés)

Az SBR-reaktor ciklikus üzeme a szennyvízhozamok ingadozásainak mérséklése szempontjából is kedvező. Ez a hatás elsősorban a szennyvíz-előkezelő (ülepítő) fokozatban érvényesül, miközben az előkezelő tér szennyvíztároló is. Az SBR-technológiájú kisberendezések többnyire napi három vagy négy idővezérelt ciklussal üzemelnek.

Ezenbelül a szennyvízfeladás több változatban is lehetséges.

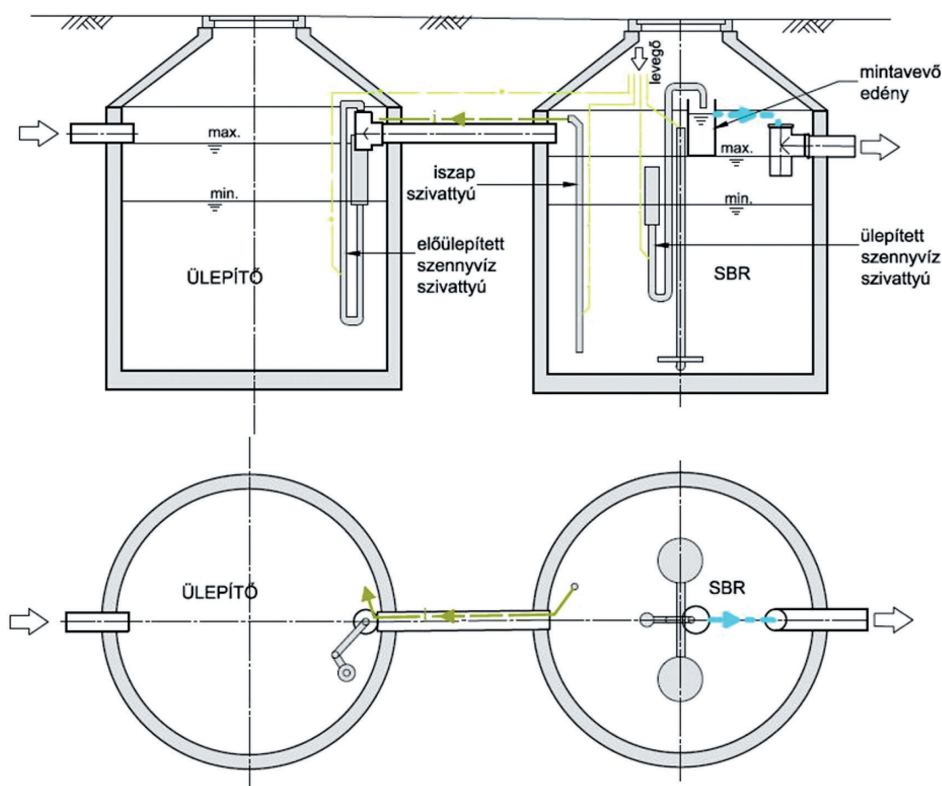
a) Az előkezelőből (ülepítőből) az SBR-reaktorba az ülepített szennyvíz elvétele után ciklusonként egyszer kerül sor a szennyvíz feladására.

b) Ciklusonként többször is sor kerül szennyvíz feladására, több belső levegőztetési fázis között. A ciklusidőkön alapuló működtetés mellett létezik még az állapotvezérléses üzem, illetve az idő- és állapotvezérlés kombinációja. Az állapotvezérlés tipikus esete, amikor a szennyvíz feladása az előkezelőből egy maximális szintig folyamatos.

Ebből három dolog is következik:

1. a tartózkodási idők a reaktortérben mindig változók lesznek, kisebb szennyvízhozam mellett hosszabbak lesznek a tartózkodási idők, a nagyobb szennyvíz-kibocsátású napokon pedig fordítva;
2. a tisztított szennyvíz minősége ebből adódóan is változó lesz;
3. célszerű bőséges kiegyenlítő kapacitásra tervezni az előkezelő reaktorteret.

Ilyen típusú üzemeltetéshez a berendezést szintkapcsolóval vagy szintérzékelővel, vagy a levegőztető rendszerbe épített nyomásérzékelővel kell szerelni.



3.13. ábra

SBR-kisberendezés kialakítása két műtárgyegységgel (saját szerkesztés)

Az SBR-rendszerű kisberendezések két részből állnak: az (elő)ülepítőből és az SBR-reaktorból. A legkisebb berendezéseknél egy műtárgyban alakítják ki a két egységet, a nagyobbaknál külön műtárgyba kerül az előülepítő és az SBR-egység. Az ülepítő egyúttal puffertér is változó vízszinttel, ezért az ülepített szennyvíz szivattyúval adható fel az SBR-egységre. Innen az (utó)ülepített szennyvizet szivattyúval lehet dekantálni a mintavevő edénybe, ahonnan gravitációsan vezethet el az utótisztítóba vagy a befogadóba. A fölősiszapot időként szivattyú emeli vissza az előülepítőbe. A kis SBR-berendezéseknél alkalmazott szivattyúk, miként a folyamatos átfolyású eleveniszapos kisberendezéseknél is, praktikusán mamutszivattyúk, a levegőztetőelemek és a fúvók hasonlóak a folyamatos átfolyású eleveniszapos kisberendezéseknél alkalmazottakhoz.

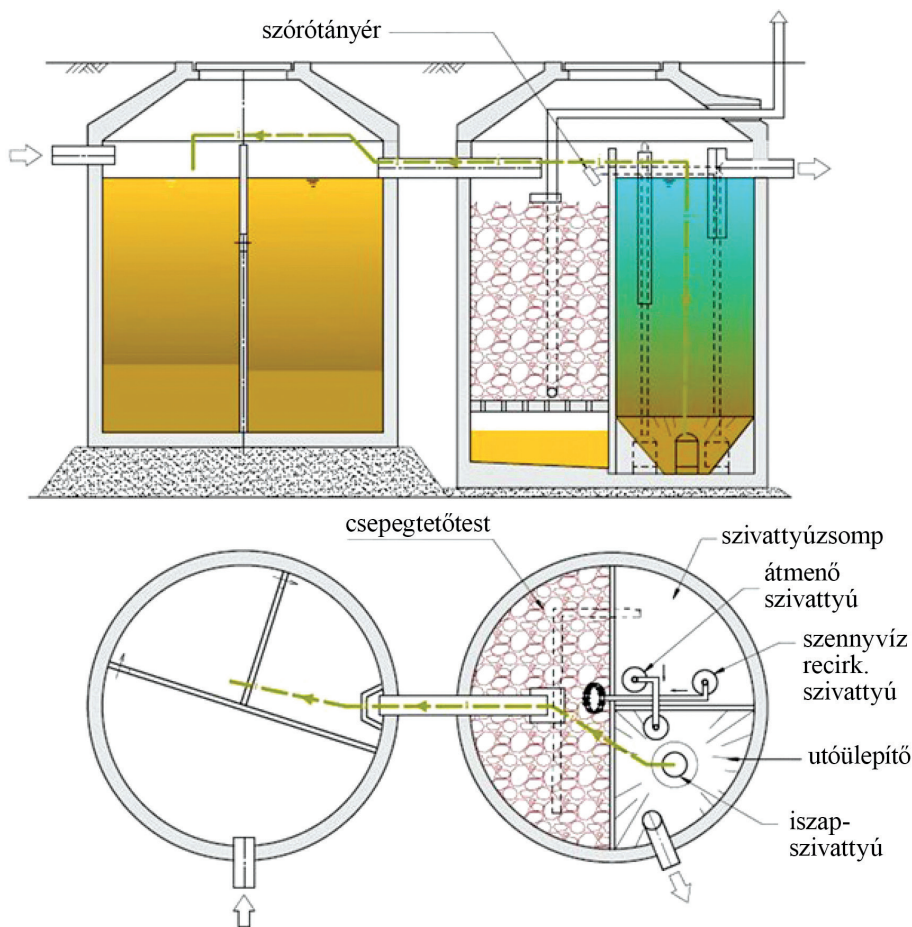
Csepegtetőtestes kisberendezések

A csepegtetőtestes tisztítás aerob tisztítási folyamat, ahol a biológiai bontást végző mikroorganizmusok felülethez kötődve biológiai hártát alkotnak. A biológiai hártát hordozó töltet közetanyag vagy gyűrű alakú műanyag elemek. A kisberendezéseknél többnyire bazalt, láva és hasonló kőzeteket alkalmaznak. A mechanikailag előtisztított szennyvíz egyenletesen elosztva vezethető a töltet felületére. A tölteten átcsőrgedező szennyvíz érintkezik a biológiai hártával, miközben a hézagokban áramló levegőből oldott oxigént vesz fel. A biológiai hártia mikroorganizmusai elsősorban a szerves szennyező anyagokat bontják le és építik be testükbe. E folyamatok során a biológiai hártia vastagodik, a biofilm belső, oxigénnel kevésbé jól ellátott rétegei lassan elhalnak, a hártia időnként leszakad. Ezt a leszakadási folyamatot elősegíti a szennyvíz lemosó hatása is. A leszakadt biomassa a csepegtetőtest utáni ülepítőbe átszivattyúzva kiülepedhet. A zsompba kiülepedett iszapot (és ülepített szennyvizet) a zsompba telepített, szakaszos üzemű szivattyú emeli át a mechanikai előtisztító egységbe. A szennyvíz recirkuláltatásával a hidraulikai terhelés nő, a szennyvíz hígul, és a lökészerű terhelések is mérséklődnek. Az iszap a kiülepedett nyersiszappal együtt tárolódik. A recirkuláció szofisztikáltabb módjánál a csepegtetőtest után a szivattyútérből külön szivattyú váltakozva emeli vissza a szennyvizet a csepegtetőtestre és az előülepítőbe.

A töltetet réselt fenék támasztja alá, amely áteresztja a levegőt és a szennyvizet is a leszakadt biológiai hártával. A kürtőhatás révén a töltetet a fenék alá bevezetett levegő áramolja át. Az áramlási irány a külső térben és a töltetben előálló hőmérséklettől függ. A kisebb berendezéseknél (8–10 LE-ig) a csepegtetőtesteket az utóülepítővel együtt egy műtárgyban alakítják ki, a nagyobbaknál külön műtárgyba kerül a két technológiai egység.

A csepegtetőtest felületén a szennyvizet egyenletesen kell elosztani. A néhány méter átmérőjű kisberendezések egyik kamrájában a nagy csepegtetőtesteknél megszokott forgókaros vízelosztó szerkezetek nem helyezhetők el. Helyette egyszerűbb vízelosztókat alkalmaznak, tányéros elosztót, billenővályút, elosztó csövet stb.

A tölteten átfolyó szennyvizet szivattyú adja fel az utóülepítőre, ahonnan az ülepített szennyvíz gravitációsan vehető el. A kiülepedett iszapot szivattyú emeli az előtisztító egységbe (például bővített oldómedencébe), amely elengedhetetlen része a csepegtetőtestes technológiának.



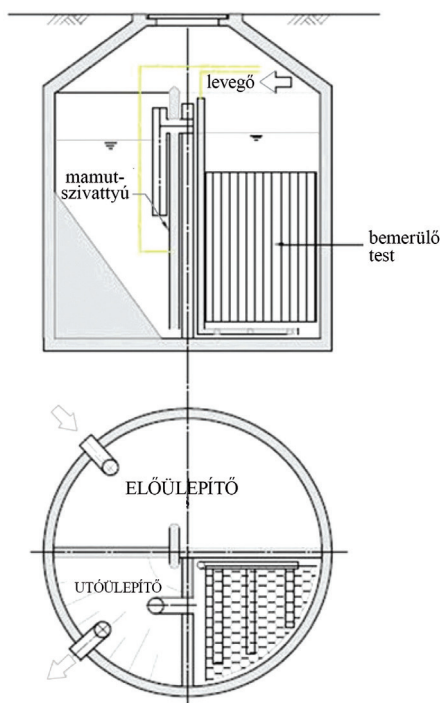
3.14. ábra

Csepegtetőtestes kisberendezés kialakítása két műtárgyegységgel (saját szerkesztés)

Merülőtárcsás csepegtetőtest

A merülőtárcsás csepegtetőtestek közös tengelyre, egymástól 15–20 mm-re szerelt tárcsákból vagy klaszterezett műanyag töltőtestekből állnak. A merülőttestek tengelye a vízfelszín fölött van, hogy legalább egyharmad részük a szennyvízbe merüljön. Forgás közben a tárcsák váltakozva merülnek a szennyvízbe, és kerülnek a víz fölé. Szennyvízbe merülve a felületeken megtelepedett biológiai hártya oldott szerves anyagokat vesz fel, kiemelkedve és a levegővel érintkezve pedig a biológiai bontáshoz szükséges oxigént vesz fel. A működés közben vastagodó biofilm időnként leszakad, részben a reaktortérben marad aktív biomasszaként, részben az utóülepítőbe átkerülve kiülepedik, és kvázi humifikálódott biomasszaként elvehető. Az iszapot az előülepítőbe lehet visszaszivattyúzni.

A nyers szennyvíz elsőször az előülepítőbe kerül, ahol a lebegőanyagok jelentős része kiülepedik, és az ülepített szennyvíz – általában gravitációsan – a merülőtárcsás egységre folyik.



3.16. ábra

Bemerülőtestes kisberendezés technológiai kialakítási sémája (saját szerkesztés)



3.17. ábra

Merülőtest (saját szerkesztés a Deutsche Dewatek katalógus alapján)

Membrán bioreaktorok (MBR)

A membrán bioreaktorok a folyamatos átfolyású eleveniszapos technológia és a membránszűrés kombinációi. A biológiai reaktor elvileg bármilyen eleveniszapos technológiát jelenthet – például szimultán iszapstabilizációs levegőztetett, elő- vagy utódenitrifikációs, biológiai többletfoszfóreltávolításos stb., de a tradicionális biológiai fokozat utolsó egységként alkalmazott utóülepítőt membránszűrő váltja fel. Miután utóülepítő egységre nincs szükség, a helytakarékos technológia kiválóan alkalmas a kisberendezésekben történő megvalósításra is. A membránok tömeges gyártása pedig kedvező a kisberendezésekben alkalmazásához. Az előregyártott kisberendezéseket gyártó cégek nagy része felvette kínálatába a membrán bioreaktoros műtárgyakat is, és technikailag sem jelent különösebb problémát, hogy a több műtárgyegységből vagy több kamrából álló kisberendezésbe utólag membránszűrő egységet építsenek be.

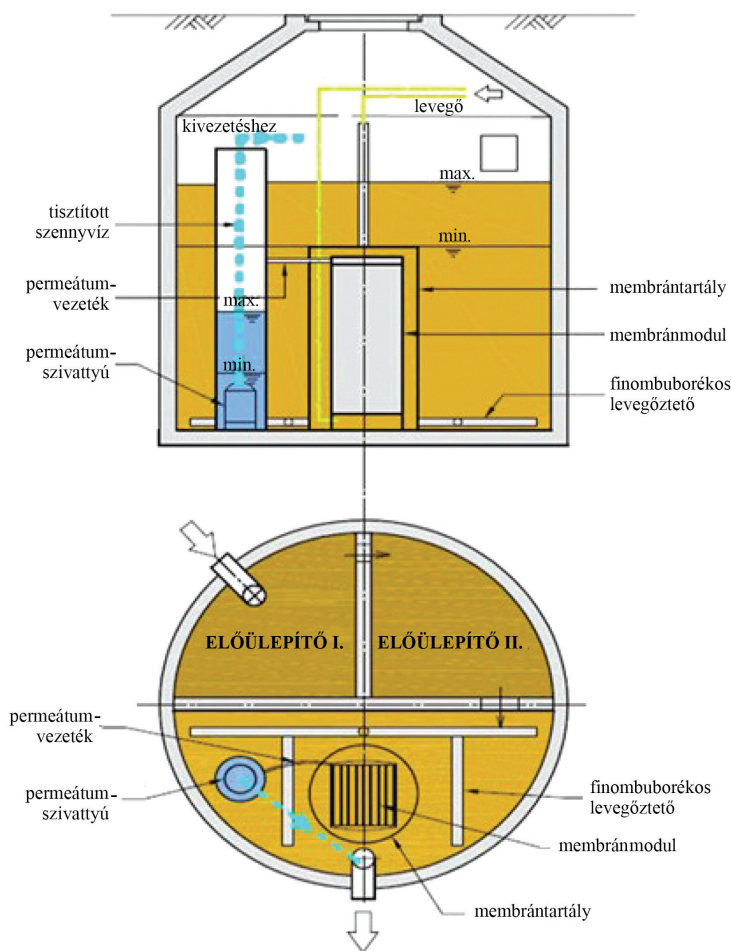
Az MBR-kisberendezések létjogosultsága a vízvédelem mai követelményei és jogszabályi előírásai miatt a tisztított szennyvíz rekreációs hasznosítású felszíni víz befogadóba bocsátása, egyes vízhasznosítási vagy újrahasználati célok elérése esetén kézenfekvő.

A membrántechnológiát alkalmazó berendezések négy technológiai egységből állnak: mechanikai szűrőből, ülepítőből, eleveniszapos biológiai reaktorból és a membránszűrő térből. A kisberendezéseknél e négy technológiai egység egy műtárgyban alakítható ki, a kis szennyvíztisztítóknál pedig akár három különálló műtárgyegységbe kerülhet. A mechanikai szűrő a néhány milliméter nagyságrendű, fizikailag könnyen kiszűrhető darabos és szálás szennyezések visszatartását végzi. A szűrő a bevezető cső végéhez, az ülepítőegységbe kerül. Az ülepítőben a gravitációsan könnyen kiülepíthető, jobbra szerves iszap ülepedik ki, illetve a felúszó anyagok maradnak vissza. A következő eleveniszapos reaktorba a szennyvíz gravitációsan folyik át. Működési elve szerint lehet konvencionális, lebegőágyas, fixágyas reaktor is. A szennyvíz-biomassza elegy levegőztetéséhez fűvót alkalmaznak, a sűrített levegőt a membránlevegőztető finombuborékosan juttatja be. A következő egység a membránszűrő tér, amelybe a szennyvíz-biomassza szintén gravitációsan folyik át. A membránszűrő térbe kerül(nek) a szennyvíz és biomassza szétválasztását végző be-merülő membrán szűrőegység(ek). A szűrőfelületen maradó és arról folyamatosan leváló biomassza visszamarad a reaktortérben, így a hagyományos eleveniszapos technológiákhoz képest lényegesen nagyobb – többnyire 8–12 g/l-es – eleveniszap-koncentráció alakul ki, ami a nitrifikációhoz, illetve megfelelő reaktorkonfiguráció esetén a denitrifikációhoz is kedvező.

A membránokat a pórusméretük alapján mikro-, ultra-, nanoszűrő, illetve a fordított ozmózis kategóriába soroljuk. Az eleveniszapos biológiai tisztításnál az ultraszűrő membránok alkalmazhatók, amelyek alkalmasak a szennyvízben lévő anyagok széles spektrumának kiszűrésére.

A mikro- és ultraszűrők pórustartományja kb. 0,1 és 5 µm között helyezkedik el, ami nemcsak a pelyhes szerkezetű eleveniszap szűrését, de a baktériumok és vírusok jó hatásfokú leválasztását is lehetővé teszi. A szeparáció megfelelőségét alapvetően a névleges pórusméret határozza meg, de a folyamatos üzem alatt a membránfelületen kialakul az eleveniszapból egy időben – a kvázi folyamatos membrántisztítás miatt – dinamikusan változó nagyságú, de nagyon vékony lepényréteg (fouling), ami a szűrés hatásfokát javítja.

A membrán kialakítása nemcsak a szeparáció szempontjából érdekes, de a membránon átjutó folyadékmennyiség (fluxus) és a membrán működését biztosító energiafelhasználás szempontjából is. Az energiaigény a membrán két oldala – az eleveniszap-koncentrátum és a szűrlet, avagy permeátum közti nyomás különbségétől, a transzmembránnyomástól függ. A mikro- és ultraszűrők esetében a szükséges működtető nyomás elvileg 0,1 és 10 bar között van, de az eleveniszap-szeparációnál az alkalmazott fluxus az alsó érték közelében van.



3.18. ábra

Membrán bioreaktoros kisberendezés (saját szerkesztés)

A membránok geometriailag szál- vagy síkmembránok. A kisberendezéseknél a legtöbb gyártó a síkmembránokat preferálja. A membránlapokat függőlegesen építik össze, közöttük 2–6 mm távolságot tartva. Az összeépített membránlapok képeznek egy szűrőmodult, amely lábakra állítva merül be az eleveniszapos reaktorba. A szennyvíz-eleveniszap elegy a modulban a lapok között alulról felfelé áramlik át. A szennyvíz a szűrőlapokban kívülről befelé áramlik. A membránlapon belül fekvő permeátumcsatornából a szűrt szennyvíz egy modult körbefogó gyűjtőcsatornába kerül, ahonnan szivattyú szívja el, vagy a membránreaktor vízszintje és a gyűjtőcső vége közti hidrosztatikus nyomáskülönbség hatására kerül a permeátumgyűjtő térbe.

A membrán felületén a biomasszából gyorsan kialakul egy vékony, a membrán fluxusát csökkentő lepényréteg. A membrán permeát teljesítményét folyamatos és intenzív levegőbefúvással lehet fenntartani. A befúvott levegőbuborékok feláramlás közben a szennyvíz-eleveniszap elegyet is áramlásban tartják, a membránfelületet a turbulencia folyamatosan tisztítja, szálmembránok esetében pedig a membránszálak hullámzó mozgást is végeznek, ami a membrán tisztulását segíti.



3.19. ábra

Membránmodul (Huber-katalógus)

Az átmenetileg az eleveniszapos reaktorban tárolódó eleveniszap-szaporulatot itt is időnként el kell venni. A fölősiszap visszavezethető a mechanikai előkezelőbe.

A tisztított szennyvíz BOI_5 -, KOI -koncentrációja jóval a jogszabályok előírta határértékek alatt maradhat, és mikrobiológiailag érzékeny felszíni víz befogadóba is vezethető vagy újrahasznosítható. A mikrobiális szennyezettség mértékét jelző összes coliformszám csökkenésével jellemezhető a membránszűrők mikrobiológiai hatékonysága. A pórusmérettől függően a coliformcsökkenés 5–10 nagyságrendű, a hatékonysága különösen az alkalmazott membrán pórusméretétől függ.

A membránszűrők összes coliformeltávolító képessége a befogadóra megállapítható terhelhetőségtől vagy a tisztított szennyvíz felhasználási céljától függően minősíthető. A felszíni vizeknél vagy az összes coliformszámot, vagy az *E. coli* számot vizsgálják az igénybevétel céljától függően. Felszíni víz befogadó esetén, ha azt fürdőzés céljára használják, a 2006/7/EK fürdővíz irányelvben, illetve az ennek megfelelő kormányrendeletben foglalt minőségi követelmények tekinthetők irányadónak.

3.8. táblázat

A természetes fürdővíz vízminőségi követelményei (saját szerkesztés)

Paraméter	Kiváló minőség	Jó minőség	Tűrhető minőség
Fekális <i>Enterococcus</i> (100 ml-ben)	200 ^I	400 ^I	330 ^{II}
<i>Escherichia coli</i> (100 ml-ben)	500 ^I	1000 ^I	900 ^{II}

Megjegyzés: ^I 95-percentilis, ^{II} 90-percentilis

Szennyvíztavak

Természetközeli szennyvíztisztítás alatt olyan biológiai jellegű szennyvíztisztítást értünk, amelynek során a talajhoz, szemcsés összlethez, növények gyökerének felületéhez kötődő mikroorganizmusok végzik a biológiai (akár aerob, akár anaerob) tisztítást, továbbá idesorolhatók még a tavas szennyvíztisztítási megoldások is. A tavas szennyvíztisztítás a hazai viszonyok között a 2000 lakosegyenérték alatti agglomerációknál szóba jöhető megoldás.

A tavas szennyvíztisztítók típusai:

- ülepítőtó,
- levegőztetés nélküli szennyvíztó,
- levegőztetett szennyvíztó,
- szépítő tó.

Az ülepítő szennyvíztavak a levegőztetett vagy levegőztetés nélküli szennyvíztavak előtt alkalmazott tó a nyers szennyvíz ülepíthető anyagainak kiülepítésére. A levegőztetés nélküli szennyvíztavakat fakultatív, illetve természetes levegőzésű tavaknak is nevezik, mert csak a vízfelszín irányából juthat be levegő. Elvileg alkalmasak a szerves anyagok biológiai bontására is. A felszínközeli vízrétegben aerob és anaerob mikroorganizmusok, a fenék közelében túlnyomórészt anaerob mikroorganizmusok végzik a szennyvíz tisztítását. Az oxigénbevitel és a fotoszintézis természetes úton a vízfelszínen keresztül megy végbe, az átkeveredést a szél és a hőmérsékleti rétegződés válthatja ki.

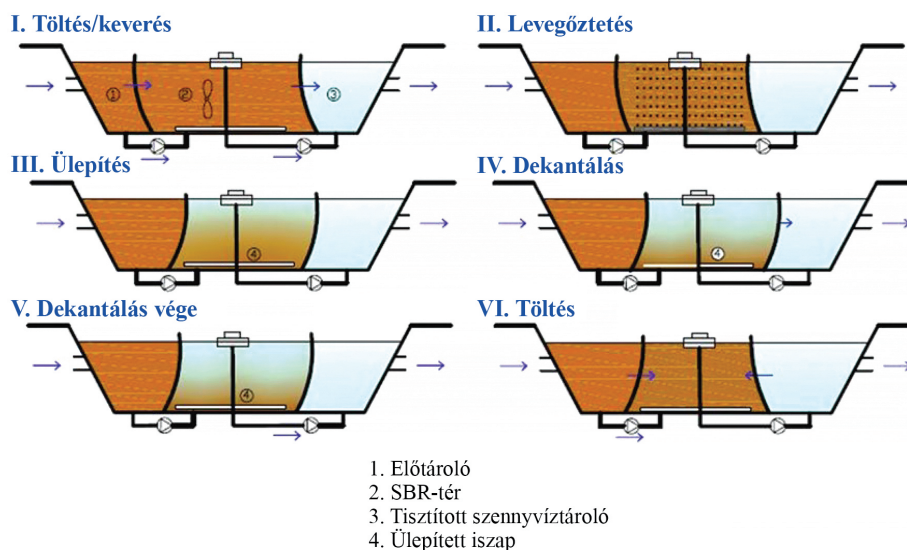
A levegőztetett szennyvíztavak elvileg a nyers, de célszerűbben a mechanikailag tisztított, ülepített szennyvíz biológiai tisztítására alkalmas létesítmények. A szépítő tavak a biológiai szennyvíztisztítás utótisztító fokozataként alkalmazhatók. Decentralizált szennyvíztisztító létesítményekként gyakorlatilag a levegőztetett, illetve szépítő tavak alkalmazása jöhet szóba, az előzőek 50 LE felett, az utóbbiak 50 LE alatt is.

A szerves anyag lebontásában a víz-fenékiszap találkozási zónájában, a fenéken, illetve a rézsűkön megtelepedett, valamint a lebegő mikroorganizmusok vesznek részt. A levegőztetéssel a biológiai bontás jelentősen javítható a levegőztetés nélküli tavakhoz képest. A levegőztetés lehet vezérelt is, ezzel a tisztított szennyvíz minősége is szabályozható bizonyos mértékig.

A szennyvíztavakat szigetelni kell, amihez megfelel a legalább 30 cm vastag, jó vízzáró, legalább $\leq 10^{-9}$ m/s vízáteresztő képességű helyi talaj is. Ennek hiányában legegyszerűbben vastag (legalább 1 mm), UV- és gyökérálló fólia alkalmazható. A fóliaszigetelést finomszemcsés ágyazó rétegre vagy vastag szűrőszövetre kell fektetni. A szigetelő fóliát a vízszint felett, illetve a partélen a talajba kell rögzíteni.

A szennyvízbevezetés vízszint feletti, a partéltől lehetőleg távolabbra benyúló, hogy a bebukó víz átlegegőzhessen. A szennyvíz be- és elvezetését olyan ponton kell kialakítani, hogy rövidre zárás ne tudjon kialakulni, a vízcsera a tó minden részében minél egyenletesebb legyen. A szennyvízkivezetést úgy kell kialakítani, hogy a felszín alóli vízrétegből legyen a vízkivétel, a felszínen lévő uszadék ne úszhasson el, növényes felszínnél a kivezetés ne tömődhessen el. A vízkivétel után mintavételi helyet kell kialakítani.

A szennyvíztavak levegőztetett tavakká alakításának egyik lehetősége az állandó szintű SBR-technológia (Constant Waterlevel Sequencing Batch Reactor) kialakítása. A technológia az SBR technológiai megvalósítása szennyvíztóban. A technológia szerint az állandó vízszintű tavat függőlegesen beépített, úszókra rögzített fóliafüggönyök elótározóra, SBR-reaktorra és kiegyenlítő térre osztják. A szennyvízbevezetés nagyságától, illetve az egyes terek közti szivattyús töltés-ürítés vezérlésétől függően a fóliafüggönyök horizontálisan mozognak, és a különböző funkciójú terek nagysága változik, miközben a vízszint kvázi állandó marad mindegyik térben.



3.20. ábra

Állandó szintű SBR-technológia elvi megvalósítása levegőztetett szennyvíztóban (saját szerkesztés)

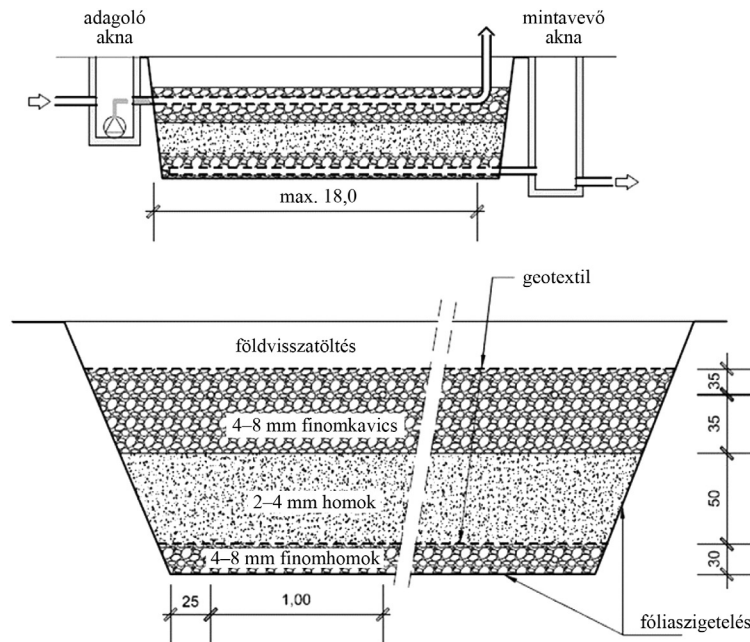
A szépítő tavak feladata a legalább biológiailag tisztított szennyvíz minőségének javítása. A várható minőségjavulás a megelőző fokozatokban nem eliminálható szerves anyagokat reprezentáló maradék BOI és KOI, a vízinövények által felvehető növényi tápanyagok és a zavarosságot okozó szűrhető lebegőanyagok csökkenésével jellemezhető.

A szépítő tó jó működéséhez elsősorban a növényi és állati mikroorganizmusok diverzitása, másodsorban kedvező térfogati és geometriai kialakítás szükséges, ami alatt azt kell érteni, hogy lehetőleg legyen nagy térfogatú és nagy felületű, a vízmélysége a fényviszonyoknak kedvezően kicsi legyen.

Homokszűrő mezők és árkok

Az oldómedencéből elfolyó, alapvetően mechanikailag tisztított, illetve anaerob úton biológiailag részlegesen tisztított szennyvíz befogadóba vezetéséhez, a felszíni víz vagy talaj, talajvíz minimális védelme érdekében szükség volt a szennyvíz lebegőanyag- és szervesanyag-tartalmának további csökkentésére, amihez a természetben a talajban történő átszivárgáshoz hasonló folyamatok gyorsítása és intenzívebbé tétele érdekében a talajba mesterségesen kialakított homokszűrőket építettek. A homokszűrőknek tulajdonképpen az anaerob fokozat után második aerob biológiai tisztítási funkciót is el kell látniuk a lebegőanyag csökkentése mellett. Oldómedence után alkalmazva biológiai tisztítást végző bioszűrő funkciót látnak el.

A környezet fokozottabb védelme érdekében, a legjobb elérhető technikák alkalmazása jegyében ma már biológiai tisztító rendszereket kell alkalmazni. Az ezekről elfolyó tisztított szennyvízben lévő maradék BOI, KOI és lebegőanyag koncentrációjának további csökkentéséhez ma is alkalmazhatók a már említett mesterséges, térszín alatti homokszűrők, amelyeknek most már nem második biológiai fokozatként kell működniük, hanem dedikált utótisztító feladataik vannak.



3.21. ábra

Homokszűrő mező (saját szerkesztés)

A drénárok lehet függőleges és rézsús kialakítású. A drénárok legkisebb felső szélessége 1,8 m, fenékszélessége 0,5 m. Az árkok hossza a jó szellőzés érdekében legfeljebb 18 m.

A dréncsövet úgy kell beépíteni, hogy a szennyvizet minél egyenletesebben ossza el az alatta lévő szikkasztóttestbe. Ezért a drénvezeték 2% körüli lejtéssel kell fektetni. A dréncső ajánlott mérete DN 100. Az egyenletes elosztás feltétele, hogy a szennyvizet úgy kell a szikkasztóra terhelni, hogy a csövet legalább negyedéig töltsse ki. Ez a feltétel akkor teljesíthető, ha a szennyvíz feladása szakaszos. A szakaszos feladás azért is célszerű, hogy a szikkasztóttest a szennyvízfeladások közti időben átlevégőzhessen. A szellőzéshez a dréncsövek végét a térszín fölé kell felhozni.

Egyes gyártók a szellőzőcső végére telepíthető széllal működő, tehát külön energiát nem igénylő ventilátorokat kínálnak.



3.22. ábra

Szélenergiával működtetett szellőztető ventilátor (saját szerkesztés az LKT katalógus alapján)

A szűrőárkok és -mezők kialakításához a változó hazai szabályozási dokumentumok szerinti tervezési adatokat a 3.9. táblázatban foglaltuk össze, kiegészítve a DIN-szabvány szerinti értékekkel.

3.9. táblázat

A szűrőárkok és -mezők tervezési adatai a különböző irányelvek szerint (saját szerkesztés)

	MSZ 15302:1962	OVHMI 146/1-71	ÉSZ 511-75	MI-10-127/9-84	MSZ 15287:2000	Német ajánlások
Homok-szűrő árok szélessége	–	1,20–1,50 m	–	–	1,20 m	0,5/1,8 m
Szűrőréteg vastagsága	–	0,65–0,70 m	–	0,55–1,0 m	0,75–1,0 m	1,0 m
Szemcse-méret	–	0,5–2 mm	–	1–3 mm	1–3 mm	4–8 mm (0,5 m) 2–4 mm (0,5 m)
Max. árokhossz	–	25 m	–	–	25 m	18 m

A szűrő rendszerek az aerob biológiai utótisztítás, a szűrőrétegek eltömődésének és anaerobrá válásának csökkentése érdekében szakaszos üzeműek. Ehhez adagolóakna készül, ami az előtisztított szennyvizet szakaszosan vezeti a szikkasztó-szűrő egységre. Az adagolást a műtárgyba telepített szivattyú, esetleg szifon vagy billenővályú végzi. Ma a legkisebb karbantartási igényű, megbízható üzemű megoldás a szivattyús feladás.

Növényágyas, gyökérzónás szennyvíztisztítók

A növényágyas, gyökérzónás tisztító természetes anyagú bioszűrő, mikro és makro élő szervezeteket, esetenként növényeket és napfényt is igénybe vevő szennyvíztisztítási eljárás, amely a természet öntisztulási folyamataira alapoz a szennyező anyagok lebontásához szükséges oxigén mesterséges bevitele nélkül.

A növényes szennyvíztisztítók a természetközeli szennyvíztisztítók közé tartoznak. A természetközeli tisztítás két fő jellemzője, hogy szemcsés közegben átszivárgás közben, a növények, illetve gyökérrendszerük által is meghatározó módon megy végbe a szennyvízben lévő szennyező anyagok nagy részének lebontása.

A mesterséges kialakítású növényes szennyvíztisztítókat három csoportba lehet sorolni:

- Horizontális átfolyású, amikor a szennyvíz a növényágy felszíne alatt hosszirányban áramlik a bevezetés és a kivezetés között.
- Függőleges átfolyású, amikor a növényágy felszínére elosztva vezetik a szennyvizet, ami a gyökérzónán függőlegesen áramlik át, és az átszivárgott szennyvizet a növényágy fenék-részen összegyűjtve vezetik ki.
- Idesorolhatók még az elárasztott, tehát szabad vízfelszínű rendszerek is.

Ezen főbb megoldások még különbözhetnek egymástól a növényágy geometriai kialakításában, az alkalmazott szemcsés anyagokban, a telepített növények összetételében és üzem módjukban (például szakaszos elárasztás, töltő-ürítő üzem) is.

A növényágyas rendszereket legalább jó hatásfokú mechanikai és részbiológiai tisztítás után célszerű alkalmazni. Jó működésük alapfeltétele a kolmatáció elkerülése érdekében az alacsony lebegőanyag-tartalmú szennyvíz rávezetése. Biológiai szennyvíztisztító után, utótisztítóként jól működtethető. Mechanikai előkezelés nélküli tisztítóként a növényágyas rendszerek nem ajánlhatók, de számos példát látunk arra, hogy mechanikai előkezelés után biológiai tisztítónak alkalmazzák őket.

A vízszintes áramlású rendszerek alkalmasak az oldott szerves anyagok lebontása mellett nitrifikációra is. Táplálásuk lehet folyamatos is, ám ha lehetséges, célszerű a szakaszos szennyvízrávezetés.

A növényágyas szűrőket alulról és oldalt szigetelten kell kialakítani. A szigetelési munkákhoz előnyös a rézsús falú medence. A szigetelés bevált módja az UV-álló, legalább 1 mm vastag, az át-szűrődás ellen kellő mechanikai ellenállású fólia. Kedvező, ha a fóliaszigetelés széles tekercsből, illesztésmentesen készíthető el. Keskeny fóliatekercseknél a gyártó előírása szerinti átlapolással, gondosan kell a hegesztést elkészíteni. A fóliát a rézsúkon az ágy felett 20–30 cm-rel kell a környező talajba bekötni, sérülés ellen földdel takarni. A szigetelés készíthető ásványi szigetelőanyagokból is. A szigeteléstől legfeljebb akkor lehet eltekinteni, ha a telepítés helyén a talaj legalább 1 m vastagságban igazoltan 10^{-8} m/s-nál kisebb vízáteresztő képességű. A szigetelés megfelelőségét víztartási próbával kell igazolni. Külön szigetelésre nincs szükség, ha a növényágy előregyártott műanyag tartályba kerül, ami néhány lakosegyenértéknyi szennyvízmennyiség mellett jól alkalmazható.

A vízszintes átfolyású növényágyas tisztítóknál a növényágy egyik oldalánál alakítanak ki bevezető-elosztó részt, többnyire durva szemcsés anyagból, elosztó drénnel vagy anélkül. Az ágy átellenes oldalán a tisztított szennyvizet drénezett kavics gyűjtőtest szedi össze, és vezeti ki a mintavételi aknába, majd a tisztított szennyvíz talajba szikkasztható vagy felszíni vízbe vezethető.

A növényágy hasznos töltésének hosszát 3–6 m között célszerű megválasztani. A növényágyas tisztítókban legalább 50 cm vastagságú, hatékony biológiai tisztítást nyújtó szűrőrétegre van szükség. A 0,5–1,0 m vastagságú rétegbe megfelelő a szűk szemcseméret tartományú, finom kavics vagy közepes szemcseméretű, mosott homok. A szűrőtest legyen jó vízáteresztő képességű, megfelelőnek tekinthető, ha szivárgási tényezője 10^{-3} – 10^{-4} m/s között van. A szűrőréteg megfelelően alakítható ki 1–4 mm közötti homokból, 4–16 mm közötti kavicsból, ha mindegyik frakciónál, az $U = d_{60} / d_{10}$ egyenlőtlenségi együttható 5-nél kisebb. Beépítés előtt a szemeloszlás a geotechnikában alkalmazott szítálási vizsgálatral ellenőrizendő.

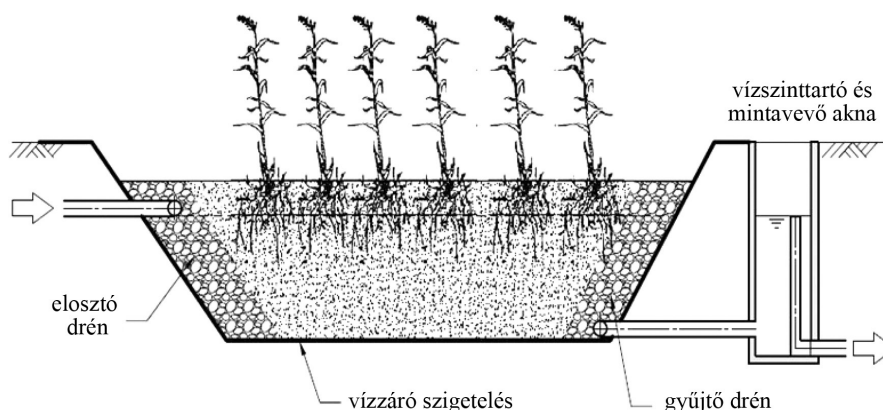
A vízszintes áramlású, vízszintesen két- vagy többretegű növényágyas szűrőknél az áramlási irányban alakíthatók ki a rétegek, a szennyvízelosztó kavicsrétegtől indulva először a kavicsfrakcióból, majd az elvezető-gyűjtő réteg előtt homokból.

A vízszintes átfolyású növényágyaknál a tisztított szennyvizet a legalább 1:3 oldalarányú szűrőágy teljes szélességében kialakított kavicsréteggel kell szétosztani. A nyújtott téglalap alaprajz kedvezőbb az egyenletesebb átáramlás, a rövidere zárás kialakulása ellen.

A vízszintes átfolyású növényágyaknál a tisztított szennyvizet a szűrőágy teljes szélességében kialakított, kavics (például 32/64 mm) gyűjtőréteggel kell összegyűjteni és dréncsővel kivezetni.

A vízszintes átfolyású növényágyak esetében a fenéken 20 cm vastag drénrétegbe kell fektetni hossz-, illetve keresztirányban a réselt gyűjtőcsöveket. Az elvezető rendszernek alkalmasnak kell lennie a fölötte lévő szűrőrétegből a szennyvíz maradéktalan elvezetésére, visszaduzzasztás nem alakulhat ki.

A függőleges átáramlású növényágyaknál a szűrőágyat a vízelosztó rendszertől a gyűjtő drénrendszerig hasonló elvek alapján kell kialakítani, hogy a szűrőtestben ne alakulhasson ki pangás, a szűrő le tudjon ürülni.



3.23. ábra

Vízszintes áramlású növényágyas rendszer (saját szerkesztés)

A függőleges átáramlású növényágyakat vagy kisebb mennyiségekkel szakaszosan kell táplálni, vagy ha teljes elárasztású a rendszer, kellő időt kell biztosítani a leürítés utáni átlevégőzéséhez. A rendszerrel a nitrifikáció megvalósítása még nyári időszakban is nehezebb, denitrifikációra a növényágyban kialakuló környezet kevésbé alkalmas.

A növényágyat szakaszos üzem mellett egyenletesen elosztva kell a szennyvízzel terhelni. A tápláló rendszer a töltettest felszíne közelében fektetett elosztó drénrendszer. Az elvezető rendszer az ágy alatt a fenékre fektetett dréncsöves gyűjtőhálózat.

A drénrendszert a táplálással, illetve elvezetéssel átellenes végén függőleges szellőzőcsővel kell kialakítani, hogy a szemcsés anyagú szűrőben természetes légsere alakulhasson ki.

A vízszintes áramlású növényágyas szűrőknél a bevezetést a téli befagyástól védetten kell kialakítani, egyszerű felszíni elosztócsatorna alkalmazása nem célszerű. A legalább 8–10 mm-es réseltségű dréncsövet a durva szemcsés elosztó kavicságyba kell fektetni.

A függőleges átáramlású növényágyas szűrőknél a felszín közelébe fektetett réselt elosztó csöveket több hossz-, illetve keresztirányú ággal alakítják ki úgy, hogy egy kilépő nyílásra ne jusson 5 m²-nél nagyobb ágyfelület. A függőleges átáramlású növényágyas szűrőt szakaszosan, nagy szennyvízadagokkal kell táplálni.

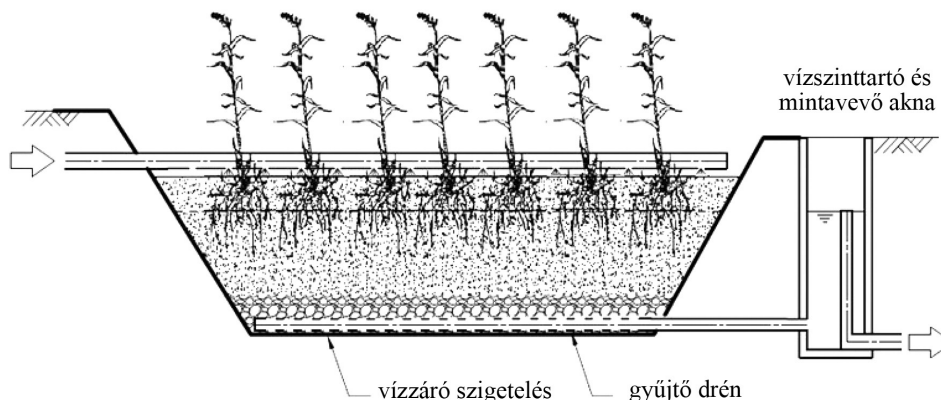
A növényágyak szakaszos, lökészerű táplálásához jó megoldás az adagolóakna (szivattyús, szifonos). Szivattyús feladás esetén a szivattyú szintvezérelt. A szivattyú meghibásodásának jelzéséhez a bevezető csatorna visszaduzzasztási szintje alatt további szintkapcsoló is beépítendő. Ha lehetséges, az adagolóaknát túlfolyóval, és a túlfolyó szennyvizet befogadó véstárolóval is el lehet látni (nagyobb tisztítónál). A szivattyú nyomócsövét emelkedő magassági vonalvezetéssel kell kialakítani, és a nyomócsövön nem lehet visszaáramlást gátló szerelvény, hogy a szivattyú leállása után a vezeték visszaürülhessen az adagolóaknába (fagyvédelem).

A növényágyból kivezető csőre mintavevő aknát kell telepíteni. A mintavevő aknába a mintavételezéshez a cső legalább 10 cm-rel a fenék felett csatlakozzon be. A nagyobb létesítményeknél célszerű lehet az aknát vízhozam mérésére is alkalmasan kialakítani.

A szűrőágy növényegyütteséhez a vizes élőhelyeket kedvelő, rizómás és gyökerüket mélyre eresztő helofita növények a legalkalmasabbak. A növények nagy gyökérzetükkel, hajszálgyökereikkel akár nagyobb mélységig (~1 m) átszöve a szűrőtestet, képesek a szennyvizet tisztítani.

A biológiai alapú tisztítást a gyökérzetén élő mikroorganizmusok végzik. Az alpnövényzet közönséges nádból (*Phragmites australis*) telepíthető. A közönséges nád mellett más kiegészítő növények is előnyösek: sárga nőszirm (*Iris pseudacorus*), széleslevelű gyékény vagy bodnározó gyékény (*Typha latifolia*), vízi menta (*Mentha aquatica*), békaszittyó (*Juncus effusus*) stb.

A szervesanyag-eltávolítás mérsékelt BOI- (vagy KOI-) terhelés esetén jó hatásfokú. A foszfor-eltávolítás a növényágyas rendszerekben adszorpció útján is végbemehet. A rendszerek mikrobiológiai hatékonysága jó, a coliformok egy-két nagyságrenddel csökkennek, többfokozatú rendszerekben ennél is nagyobb mértékű csökkenés is várható.



3.24. ábra

Függőleges átláramlású növényágyas tisztító (saját szerkesztés)

Fertőtlenítés

Ha a szennyvíztisztítási technológiának nemcsak a szervesanyag-eltávolításra, nitrifikációra, denitrifikációra kell alkalmasnak lennie, hanem a felszíni víz befogadó vízminőségi viszonyai miatt a tisztított szennyvíznek vízhygiénés követelményeknek is meg kell felelnie, a szennyvíz fertőtlenítési igénye is felmerülhet.

Fertőtlenítésre, illetve a tisztított szennyvíz fertőzőképességének csökkentésére akkor lehet szükség, ha a szennyvíz fertőzőképesség szempontjából kritikus (az egészségügyi intézményekben keletkező kifejezetten fertőzőképes szennyvizek), ha a befogadó fürdésre alkalmas vízfolyás vagy állóvíz, illetve ivóvíz kivételére igénybe vett, továbbá ha a tisztított szennyvizet hasznosítani kívánják, például használati vízként vagy öntözésre.

Mechanikai-biológiai tisztítás után is – felszíni víz befogadó esetén – még mindig nagy számban fordulhatnak elő releváns mikroorganizmusok. A fekális szennyezést jelző coliformok még mindig akár 10^4 – 10^6 telepképző egység/100 mL nagyságrendben fordulhatnak elő, amelyek a természetes fürdővizek minőségi követelményeiről szóló jogszabály szerinti határértéket meghaladják.

Különböző szakirodalmi adatok alapján az egyes kis szennyvíztisztító rendszerek tisztított szennyvizében előforduló *E. coli* baktériumok számát telepképző egység/100 mL mértékegységben kifejezve a 3.10. táblázatban foglaltuk össze.

3.10. táblázat

E. coli baktériumok száma (telepképző egység/100 mL mértékegységben kifejezve) (saját szerkesztés)

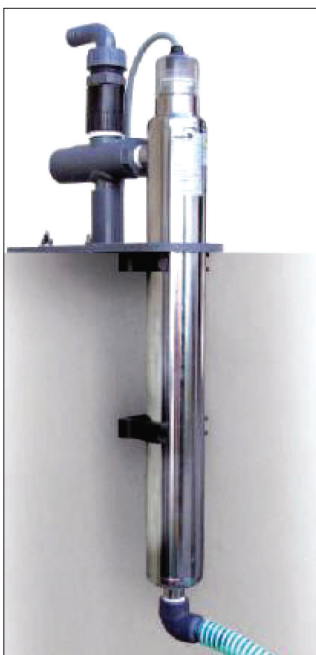
Szennyvíztisztító	<i>E. coli</i> baktérium (TKE/100 ml)
Függőleges átfolyású növényágyas	30 – >4000
SBR	>20000 – > 30000
Rögzített ágyas	>10000 – > 30000
Csepegtetőtest	> 30000
Membrán biológia	< 100
Szépítő tó	0 – > 4000

Megjegyzés: Ahol a > jel szerepel, a szám pontos számlálás hiányában becsült érték.

A szennyvízben lévő patogének eltávolítására a különböző technológiák eltérő mértékben alkalmasak. A művi szennyvíztisztítók a membrántechnológiájuk kivételével, amelyeknél a hatásfok akár a 99,9%-ot is elérheti, fekális baktériumok eltávolítására szerény mértékben alkalmasak. A jól működő növényágyas szennyvíztisztítók viszont a coliformok visszatartásában jól teljesítenek.

Amennyiben szükséges, a tisztított szennyvíz fertőtlenítésére különböző módszerek alkalmazhatók. A kémiai szerek közül a kisberendezések esetében a nátrium-hipokloritos, a klórmeszes fertőtlenítés jön szóba. Alkalmazásukra jellemzően csak eseti módon kerül sor.

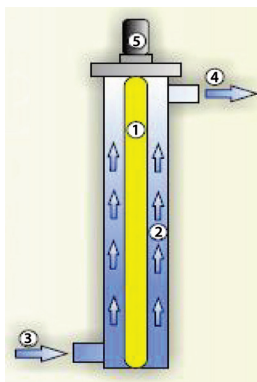
A fizikai elven működő fertőtlenítők közül az UV-fényt használó berendezések jöhetnek szóba a kisberendezések esetében. Az UV-berendezések alkalmasak a szennyvíz folyamatos fertőtlenítésére, így különösen védendő felszíni vizekbe vezetésnél lehet indokolt alkalmazásuk, emellett a klóros fertőtlenítőszer maradványai sem terhelik a befogadót.



3.25. ábra

UV-fertőtlenítő (Lausitzer-katalógus)

A biológiailag is tisztított szennyvizet 254 nm hullámhosszon működő UV-lámpás berendezésen keresztülvezetik. Az alkalmazott UV-lámpák általában kisnyomású UV-sugárzók. Amennyiben a szennyvízkibocsátás szakaszos (például az SBR-berendezésnél), az UV-fertőtlenítőt is szakaszosan célszerű üzemeltetni a költségmegtakarítás miatt. Egyéb esetekben is célszerű a fertőtlenítendő vizet közbenső tárolóból feladni az UV-egységre, hogy egyenletesen, a névleges térfogatáramának megfelelő mértékben legyen terhelve, és a besugárzás is kedvező intenzitású legyen. Az UV-lámpa a bekapcsolás után néhány perccel éri el a névleges teljesítményét, ezért a szivattyús feladásnak 4–5 perces késleltetéssel kell indulnia. Az UV-berendezés kifejezetten érzékeny a tisztított szennyvíz zavarosságára, ezért az UV-fertőtlenítő előtt mechanikai szűrőt indokolt a csővezetékbe építeni, és azt értelemszerűen néhány zavarosságmérésen alapulóan, tapasztalat szerinti gyakorisággal tisztítani.



3.26. ábra

UV-fertőtlenítő felépítése (Lausitzer-katalógus)

Jelmagyarázat: 1. UV-lámpa; 2. Besugárzó tér; 3. Szennyvízbevezetés; 4. Fertőtlenített szennyvíz; 5. UV-ház elektromos csatlakozással

A szennyvíztisztító kisberendezések méretezésének sajátos aspektusai

A szennyvíztisztító kisberendezések méretezésénél, a méretezési alapadatok meghatározásánál a szokásos települési szennyvíztisztító telepeknél alkalmazott módszerektől el kell térni, részben a kibocsátások mennyiségi jellemzői, különösen időbeli ingadozásuk miatt, valamint minőségi sajátosságai és szennyezőanyag-terheléseik okán.

Abban az esetben, ha a víztakarékossági szempontokat, vízújrahasználatokat is figyelembe kell venni, a szennyvizek szokásos minőségi felosztása mellett új minőségi kategóriákra is ki kell térni. Ezek azok a szennyvízfélések, amelyek kizárólag ingatlanon vagy létesítményen belül keletkezhetnek és értelmezhetők.

Sárga szennyvíz alatt a vizeletet, illetve az öblítővízzel kevert vizeletet, barna szennyvíz alatt a fekáliát, illetve fekáliát és öblítővizet értjük. A sárga és a barna szennyvíz együtt a fekete szennyvíz, ami a szokásos WC-típusok használatából ered. Szürke szennyvíz alatt a háztartásokban keletkező, fekete szennyvizet nem tartalmazó szennyvizet értjük, azaz a fürdésből, mosásból, takarításból és konyahasználatból származó szennyvizeket. Megjegyzendő, hogy szürke szennyvíz hasznosítási igénye esetén célszerű a szürke szennyvíz fogalmából kizárni a konyhai szennyvizeket azok zsír-, olaj- stb. tartalma miatt, ami az újrahasználat esetén különösen zavaró.

A szennyvizek mennyisége, mértékadó értéke

A kisberendezések legnagyobb számban lakóingatlanokon fordulnak elő. Az egyedi szennyvízkezelő és -elhelyező létesítményekkel ellátandó települések vagy településrészek lakosságát a csatornázási agglomerációs vizsgálatok, tanulmányok stb. esetében kell számba venni.

A települések népességszám szerinti besorolása országonként eltérő lehet, például az ENSZ kategorizálása szerint 20 ezer fő felett beszélhetünk városról, Dániában ugyanakkor az alsó határ 250 fő.

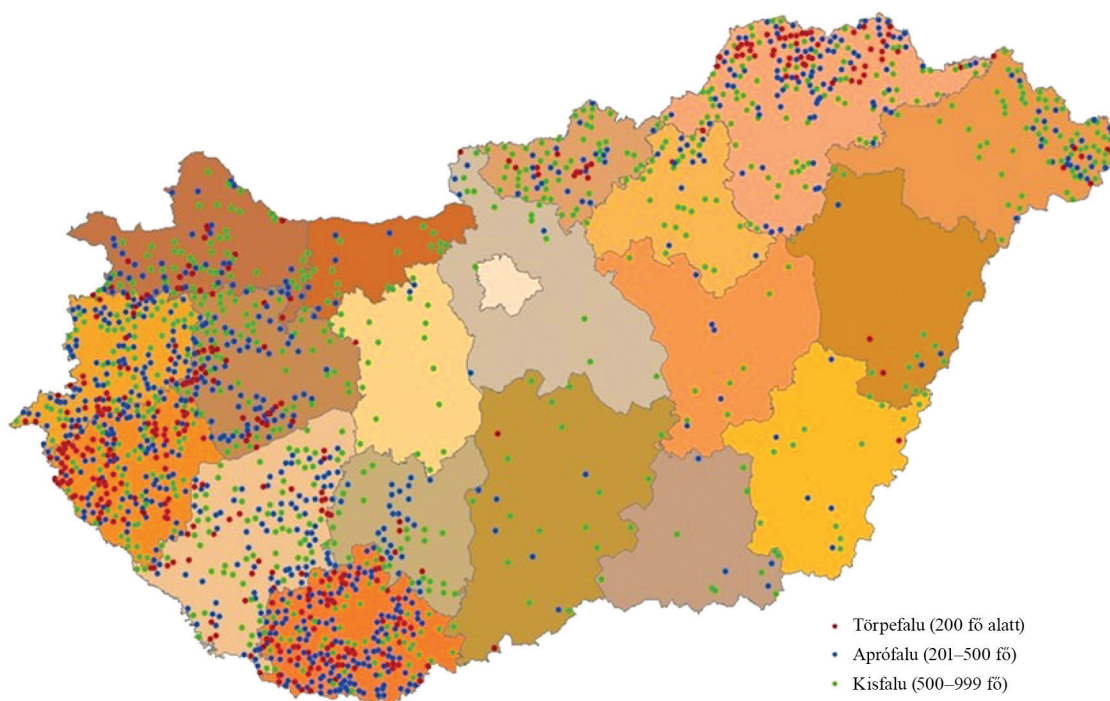
Magyarországon a települések besorolása a népességszám alapján:

- nagyváros: 100 ezer felett
- középváros: 20 ezer – 100 ezer
- kisváros: 5000 – 20 ezer között
- község: 5000 alatt

A legkisebb települések szofisztikáltabb besorolása:

- kistelepülés: 500–1000
- aprófalu: 500 fő alatt
- törpefalu: 200 fő alatt

Magyarországon a teljes lakosság 25%-a él apró- és kistelepüléseken. A 2010-es adatok szerint 178 fő élt törpefaluban.



3.27. ábra

Kistelepülések, aprófaluak és törpefaluak Magyarországon (2011) (Horváth Balázs, VÁTI Nonprofit Kft, terport.hu)

A településenkénti lakosságot és az ingatlanenkénti népességszámot meghatározó tényezők közül csak az alábbiakat említjük: életkor (Magyarország lakossága elöregedő), foglalkoztatottság (nagy azon települések száma, amelyek már sem urbánus, sem mezőgazdasági jellegűnek nem nevezhetők). A figyelembe vehető lakásonkénti kibocsátók a nagy falvak és kisvárosok esetében településtípusonként a 3.11. táblázatban vázoltak szerint alakulnak.

3.11. táblázat

Lakásonkénti ivóvízfogyasztások településtípusonként (MAVÍZ) (saját szerkesztés)

Település típusa	Fajlagos lakosság [fő/ingatlan]	Fajlagos fogyasztás [l/fő.d]
Nagy falvak	4–3,1	90–130
	3,1–2,7	80–110
	2,7–2,2	70–90
Kisvárosok	3,5–3,1	110–140
	3,1–2,7	90–130
	2,7–2,2	80–110

A kis lakosságú falvak esetében az ingatlanenkénti átlagos lakosság 2,5 fő körül alakul, és többnyire stagnáló, a legkisebb települések esetében inkább fogyó jelleg várható.

A lakóingatlant mint individuális szennyvízkibocsátó egységet vizsgálva figyelembe kell venni a konkrét hely társadalmi, gazdasági körülményeit, de azt is szem előtt kell tartani, hogy egy közműpótló kisberendezés telepítése hosszú távú beruházás, és az ingatlanon vagy ingatlancsoporton fekvő lakóépület(ek) állapotán, pillanatnyi lakottsági helyzetén túlmutató döntést kell hozni. Amennyiben minden egyéb szempont vizsgálata a lakóingatlanhoz szennyvíztisztító kisberendezés létesítését indokolja, ajánlott a 60 m² alapterületű lakóegységenként legalább 2 fővel, felette legalább 4 fővel számolni. Ezzel ellentétes ajánlást tett a MASZESZ arra hivatkozva, hogy csökkenő népességű településen 2 fő időskorú esetén jelentős lenne a túlméretezés, ami a zömében nyugdíjas korú lakos(oka)t feleslegesen nagy beruházási és üzemeltetési költséggel terhelné. Ezzel szemben ellenérvként felhozható még, hogy a gyártók kínálati palettáján a legkisebb berendezések kapacitása 4 LE, és nem valószínű, hogy ennél kisebb méretek gyártására is fel szeretnének szerelni a kellő nagyságú piaci igény hiányában.

Az individuális lakóegységek szennyvízkibocsátásainak legbiztosabb meghatározási módja, ha a tényleges vízfogyasztási adatok rendelkezésre állnak. A módszer közműves vízellátás esetén a múltbeli mért adatok statisztikai vizsgálatán alapul. A közüzemi vízszolgáltatók vízfogyasztási adatai sporadikusak, ma már sok szolgáltató csak évi egyszer végez vízmérő-leolvasást. Ebből viszont a vízellátásban alkalmazott egyenlőtlen tényezők alkalmazásával jól becsülhető a kisberendezésekre is mértékadónak tekinthető legnagyobb napi fogyasztás, illetve szennyvízkibocsátás. Amennyiben az ingatlan saját vízellátással rendelkezik, vagy vízellátása is csak a jövőben valósul meg, lehetséges a szintén vízellátásban alkalmazott elemi és összesített fogyasztási normaértékekkel vagy az épületgépészeti vízellátás tervezésénél alkalmazott, az ingatlanhasználat jellegétől függő összesített fogyasztásértékekkel, illetve a csapolóberendezések számát és egyidejű használatát becsülő módszerekkel becsülni a várható szennyvízkibocsátásokat.

A kis csoportos szennyvízkibocsátók mértékadó kibocsátásait tradicionálisan az épületgépészetben alkalmazott módszerekkel, a szaniterek számának, fajlagos kibocsátásainak és használatuk egyidejűségének figyelembevételével lehet számítani. Egy másik módszer szerint a különböző rendeltetésű építmények kibocsátóegységeinek számából (fő, vendég stb.) és a hozzájuk rendelt fajlagos kibocsátás számából, valamint az építmény rendeltetésétől függő tényezővel lehet számolni.

A mértékadó csúcshozam (Q_m) az EN 12056 szabvány szerint az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$Q_m = K \cdot \sqrt{\sum DU} \quad \text{l/s}$$

ahol

K lefolyási szám l/s

DU a szóban forgó szakaszra kötött berendezési tárgyak csatlakozási értékeinek az összege

A fontosabb létesítményekre, a szaniterekre az EN 12056 szabvány fajlagos értékeket tartalmaz.

3.12. táblázat

Szaniterberendezések jellemző adatai (saját szerkesztés)

Szennyvízlebocsátó szaniter	DU
Mosdó	0,5
Bidé	0,5
Zuhany leeresztőszelep nélkül	0,6
Zuhany leeresztőszelleppel	0,8
Vizelde öblítőtartállyal	0,8
Vizelde nyomóöblítővel	0,5
Álló vizelde (vizeldefal)	0,2
Fürdőkád	0,8
Konyhai mosogató	0,8
Háztartási mosógép	0,8
Mosógép (max. 6 kg töltet)	0,8
Mosógép (6–12 kg töltet)	1,5
WC 4 literes öblítőtartállyal	nem alkalmazható
WC 6 literes öblítőtartállyal	2,0
WC 7,5 literes öblítőtartállyal	2,0
WC 9 literes öblítőtartállyal	2,5
Padlóösszefolyó DN 50	0,8
Padlóösszefolyó DN 70	1,5
Padlóösszefolyó DN 100	2,0

Megjegyzés: a korábbi visszavont magyar szabvány (MSZ 04-134) szerinti számítási módszer lakóépületek esetében nagyobb (~15%-kal) értéket ad.

A British Water égisze alatt több környezetvédelmi szervezet közösen tett közzé a BOI-ra és ammónium-N-re fajlagos szennyezőanyag-kibocsátási értékeket kis szennyvíztisztítók, zsebtelepek (max. 1000 LE) terhelésének számításához. Ezek az értékek hazai vizsgálatok hiányában orientáló jelleggel kezelendők.

3.13. táblázat

Lakások és egyéb közösségi szennyvízkibocsátások fajlagos értékei (saját szerkesztés)

Kibocsátó	BOI [g/fő vagy tevékenység.d]	NH ₄ -N [g/fő vagy tevékenység.d]	Szennyvízkibocsátás [L/fő vagy tevékenység.d]
Lakások			
Lakos	60	8	200
Lakókocsi teljes komforttal	75	8	180
Üzemi létesítmények			
Szolgáltató/ipar konyha nélkül	25	5	50
Szolgáltató/ipar konyhával	38	5	100
Iparterület (például épülő) konyha nélkül	25	5	60
Személyzet teljes munkaidős (8 h)	38	5	90
Személyzet fél munkaidős (4 h)	25	3	45
Oktatási intézmények			
– nem bentlakásos, konyhával	38	5	90
– nem bentlakásos, konyha nélkül	25	5	50
bentlakásos iskola			
– diák	75	10	200
– személyzet	38	5	90
Vendéglátás			
Szállodavendég (luxusszálloda)	105	12	300
Szállodavendég (3 v. 4 csillagos)	94	10	250
Vendég (étkeztetés nélkül)	50	6	80
Konferencialétesítmény vendége (full service)	150	15	350
Konferencialétesítmény vendége (elhelyezés nélkül)	25	2,5	60
Italbolt, söröző stb.	15	5	12
Nyarálóhely faházakkal	94	10	227
Bentlakó személyzet	75	10	180
Étterem			
– luxuskategória	38	4	30
– melegítőkonyhas	30	2,5	25
– snack bar ételekkel	19	2,5	15
– különterem büféellátással	19	2,5	15
– gyorsétterem (például út mellett)	12	2,5	12
– gyorsétteremlánc (burger stb.)	15	4	12
Kollégium (csak elhelyezéssel)	56	5	100
Rekreációs létesítmények			
WC-blokk (használatonként)	12	2,5	10
WC (használatonként)	12	2,5	10
Piszoár (használatonként)	12	2,5	5
WC-blokk egynapos parkolóban/ kamionparkolóban	19	4	10
Tusoló (használatonként)	19	2	40

Kibocsátó	BOI [g/fő vagy tevékenység.d]	NH ₄ -N [g/fő vagy tevékenység.d]	Szennyvízkibocsátás [L/fő vagy tevékenység.d]
Golfklub	19	5	20
Helyi sportegyesület (például fallabda, futball)	25	6	40
Uszoda	12	2,5	10
Sportklub/centrum	19	4	50
Kemping sátrakkal	44	8	75
Lakókocsi-terület			
– alkalmi betérő egyéb szolgáltatások nélkül	44	8	100
– állandó használó egyéb szolgáltatások nélkül	44	8	100
– állandó használó (full service)	75	8	180
Kórházak, szanatóriumok			
Időotthon, ápolási otthon	110	13	350
Kis kórház	140	n.a.	450

3.14. táblázat

Egyéb kibocsátótípusok fajlagos LE-számai német adatok szerint (saját szerkesztés)

Kibocsátó	Egység	LE-szám
Iskola	diákonként	0,2
– tusolókkal	diákonként	0,1
Fürdők	látogatónként	0,15–0,3
Mozi, sportpálya	helyenként	0,05
Étterem, vendéglő	helyenként	1
Autópálya-motelek	ágyanként	1,5–2,0
Kikötők	kikötőhelyenként	3,5
Kemping	sátorhelyenként	1,75
Szálloda, üdülő	ágyanként	1
Iroda, üzlet	dolgozónként	0,2–0,4
Műhely (tusoló nélkül)	dolgozónként	0,5
Ipari üzem ipari szennyvíz nélkül (tusolókkal)	dolgozónként	1
Pékség, cukrászat, fodorász	dolgozónként	1–1,5
Húsbolt	dolgozónként	15
Kórház	ágyanként	1,5–3,0
Laktanyák	emberenként	1,2–3,0

Egyes szabványok (például DIN 4261) a legfeljebb 8 m³/d szennyvízterhelésű létesítményeket tekintik kisberendezésnek. Az EU-harmonizált szabvány szerinti 50 LE korlátból következően a LE-re vonatkoztatott fajlagos kibocsátás $LE_Q = 200 \text{ L/LE.d}$ értékre adódik. Ugyanakkor az MSZ EN 12566 szabvány szerinti előregyártott, illetve helyszínen összeszerelt kisberendezéseket 150 L/fő.d fajlagos szennyvízkibocsátásra kell méretezni.

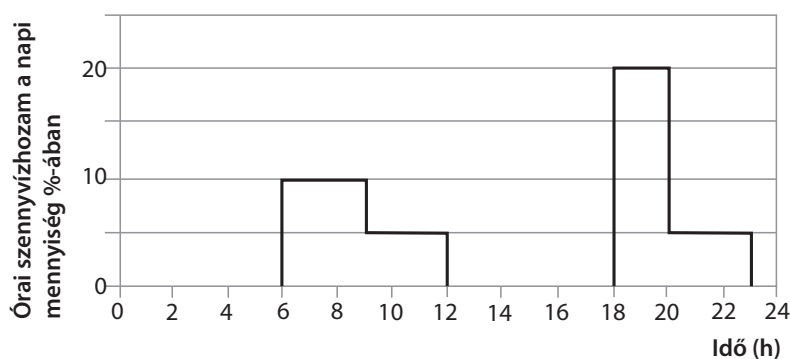
A kisberendezések a lakók száma alapján méretezhetők. Lakóegységenként 60 m² fölött legalább 4 fővel, 60 m² alatt legalább 2-vel kell számolni. Más épületeknél (irodák, műhelyek, vendéglők stb.) a megfelelő egyenértékek a fenti táblázatok szerint számolhatók.

3.15. táblázat

A különböző kis csoportos kibocsátók lakosegyenérték-megfelelői a Mall AG szerint (saját szerkesztés)

Megnevezés	Egység	LE
Lakóház, nyaraló	1 ágy, illetve 1 szoba	1
Iskola	4 diák	1
Sportcsarnok	15 m ² csarnokterület	1
Igazgatási épület, irodaházak, gyárak (ipari szennyvíz nélkül)	3 foglalkoztatott	1
Vendéglátás, szálloda	1 ágy	1
Étterem	3 hely	1
Étterem nagyterme, kertje	20 hely	1
Frekventált vendéglátóhelyek, például autópálya-pihenő, vendégház	1 ülőhely	2
Mozi	40 hely	1
Kemping	1 ha	80
Katonai szállás	1 ágy	1
Kórház, ápolási intézmény	1 ágy	2

Lakóingatlanok esetében a napon belüli szennyvízhozam-kibocsátásra hazai mérések, kutatások nem állnak rendelkezésre. Az MSZ EN 12566 szabvánnyal összhangban a lakások, néhány lakásos lakóingatlan esetében a napon belüli órai szennyvízkibocsátások standard értékei a 3.28. ábra szerint vehetők figyelembe.



3.28. ábra

A szennyvízhozam napon belüli ingadozásai (saját szerkesztés)

10–12 LE-ig lökészerű csúcs hozamként a fürdőkád – 200 L víz 3 perc alatti – leeresztése vehető figyelembe, amely kereken 1,1 L/s, illetve 4 m³/h.

A szennyvizek sajátos minőségi jellemzői

A szennyvíz hőmérsékletét alapvetően a felhasznált ivóvíz hőmérséklete határozza meg. Az Alföldön előfordulnak olyan vízbázisok, ahol a kitermelt víz hőmérséklete jóval 20 °C felett, olykor 30 fok közelében van. A víz kezelése, tárolása, elosztása során ugyan érvényesülnek hőmérséklet-csökkentő hatások, de a háztartási és intézményi használatok eredményeként a szennyvíz hőmérséklete akár télen is jelentősen a megszokott hőmérséklet fölé kerül. Ettől függetlenül a kisberendezésekbe, legalábbis azok első egységébe jutó szennyvizek hőmérséklete a csatornán a szennyvíztisztító telepre jutó vizekhez képest magasabb, mert a transzportút az ingatlanon belül legfeljebb néhány tíz méter, és a hőmérséklet-csökkentő hatású vizek mennyisége (csapadék, infiltráció stb.) kicsi, szakszerű csatornakialakítás és -használat mellett elhanyagolható.

A szennyvíz hőmérséklete egyrészt hatással van az oxigén beoldhatóságára, amely a levegőztetőberendezés oxigénbeviteli képességét befolyásolja. A biológiai tevékenység is hőmérsékletfüggő, a némileg magasabb hőmérséklet kedvező a biokémiai folyamatok szempontjából.

A friss házi szennyvíz pH-ja némileg magasabb, mint a települési vízellátó hálózatokban előforduló vizeké. Ugyanakkor az anaerob tisztító egységekben a berothadt állapot csökkenti a pH-t.

A szennyvizek mikrobiológiai terheltsége alapvetően a humán vízhasználatból, illetve szennyvízkibocsátásból fakad. A szennyvizek mikrobiológiai jellemzőit különösen két paraméterrel jellemezzük: az összes coliform baktériumok számával és a fekál coliform számával (egyed/ml). Ez a két összegző paraméter kiemelt, mert a coliformok és fekál coliformok a fertőzőképesség jelzői, vizsgálatuk a mikrobiológiai laboratóriumokban rutinszerű és kedvező költségű. Ezen túl természetesen a szennyvízben a mikroorganizmusok féleségük szerint is nagy számban vannak jelen. Ezek közül csak célvizsgálat keretében szoktak egyes csoportokat, különösen betegségkókozó patogéneket, például vírusokat, sztreptokokkuszokat meghatározni.

A nyers és tisztított szennyvíz néhány mikrobiológiai jellemzőjét foglalja össze a 3.16. táblázat.

3.16. táblázat

Néhány organizmuscsoport koncentrációtartománya a nyers és tisztított szennyvizekben, iparilag fejlett országokban [1]

	Nyers szennyvíz (e/ml)	Tisztított szennyvíz (e/ml)
Összes coliform	10 000–1 000 000	500–20 000
Fekál coliformok	3000–500 000	100–15 000
Fekál sztreptokokkuszok	500–50 000	20–1500
Vírusok	–100	–10

A szennyvíztisztító kisberendezések szennyezőanyag-terhelései

A településen keletkező szennyvizek legnagyobb része házi, avagy háztartási szennyvíz. A környezeti terhelés szempontjából legnagyobb mennyiségben a BOI₅-ben (illetve KOI_k-ban) kifejezhető szerves anyagok vannak a szennyvízben. A szennyvíztisztítók kapacitásának megadására jelenleg

a LE-számot kell alkalmazni. A lakossági fajlagos kibocsátásra jelenleg a 60 g/fő.d-nek megfelelő egyenértékszámot (LE) vesszük figyelembe, amit az EU-s vízvédelmi irányelvben standardként rögzítettek, és a vonatkozó magyarországi jogszabályokba is bekerült. Ezen fajlagossal a lakosságon kívüli szennyvízkibocsátók (például ipari szennyvizek) szervesanyag-terhelései is kifejezhetők.

Megjegyezzük, hogy a BOI₅-re vonatkoztatott lakosegyenérték fajlagos nem univerzális állandó, országonként és időben is változó. Magyarországon például az 1960-as években még 38 g/fő.d nap értékkel számoltak, az Egyesült Államokban pedig ma 75 g/fő.d értéket vesznek figyelembe.

További fajlagos kibocsátási paraméterekre Magyarországon és az EU többi országában is alkalmazott, lakosegyenértékre vonatkoztatott fajlagos kibocsátások g/LE.d-ben kifejezve:

3.17. táblázat

Magyarországi fajlagos szennyezőanyag-kibocsátási paraméterek 1 LE-re vonatkoztatva (saját szerkesztés)

BOI ₅	KOI	δLA	N	P
60	120	70	11	2–2,5

3.18. táblázat

A lakosegyenértékre vonatkoztatott fajlagos szennyezőanyag-terhelések a kisberendezéseket is gyártó Mall cég szerint (feltehetőleg amerikai adatokra támaszkodva) (saját szerkesztés)

Összes szárazanyag	90 g szá./d
BOI ₅	75 g/d
KOI	150 g/d
TOC	50 g/d
TKN	14 g/d
NH ₄ -N	7 g/d
δP	2,2 g/d

Ezek az adatok az Európában szokásos normaérték feletti, ezért óvatosan kezelendők. A koncentrációk a lakosonkénti szennyvízmennyiségtől függenek. Magyarországi viszonyok között a fajlagos lakossági szennyvízkibocsátás 80–130 L/fő között vehető fel. E határok között három fajlagos szennyvízkibocsátási érték mellett a fenti öt jellemzőre a koncentrációk:

3.19. táblázat

Szennyezőanyag-koncentrációk különböző kibocsátások mellett (saját szerkesztés)

Szennyvízkibocsátás L/PE.d	BOI ₅ mg/l	KOI mg/l	δLA mg/l	δN mg/l	δP mg/l
80	750	1500	875	138	25–31
100	600	1200	700	110	20–25
130	460	920	530	85	15–19

A szeparált háztartási szennyvizekre vonatkozóan az alábbi táblázatok szerinti fajlagos szennyezőanyag-kibocsátások vehetők figyelembe:

3.20. táblázat

A szürke szennyvíz fajlagos szennyezőanyag-kibocsátási értékei (saját szerkesztés)

Paraméter	Mennyiség g/LE.d
BOI ₅	24,6
KOI	49,2
öN	0,33
öP	0,18

3.21. táblázat

A sárga szennyvíz fajlagos szennyezőanyag-kibocsátási értékei (saját szerkesztés)

Paraméter	Mennyiség g/LE.d
BOI ₅	7,2
KOI	14,4
öN	9,57
öP	0,9

3.22. táblázat

A barna szennyvíz fajlagos szennyezőanyag-kibocsátási értékei (saját szerkesztés)

Paraméter	Mennyiség g/LE.d
BOI ₅	28,2
KOI	56,4
öN	1,1
öP	0,72

A háztartásokban keletkező szennyvizek BOI₅, KOI_{kr}, öN és öP paramétereire az alábbi értékek vehetők figyelembe vízhasználatonkénti bontásban:

3.23. táblázat

Különböző háztartási vízhasználatokból származó kibocsátások szennyezőanyag-koncentrációi (g/m³) (saját szerkesztés)

Keletkezés helye/szennyvíz jellege	BOI ₅	KOI _k	öN	öP
Konyhai szennyvíz	10	13	0,5	0,7
Fürdés, tusolás	4	4	–	0,05
Kézmosás	3	4	–	0,05
WC-használat	36	84	11	1,6
Mosás	7	15	0,5	0,1
Összesen	60	120	12	2,5

Az előzőekben közölt adatok nyers szennyvízre vonatkoznak. A kis szennyvíztisztítók esetén is a mechanikai előkezelés (ülepítő, oldómedence) után a már megváltozott minőségű szennyvízzel kell számolni.

A mechanikai tisztítás utáni szennyvízminőséget a 3.24. táblázat szerinti értékekkel lehet figyelembe venni (svájci adatok):

3.24. táblázat

Mechanikai tisztítást követő szennyvíz minőségi paraméterei [2]

Paraméter	Koncentráció mg/l
öLA	120
Szerves szárazanyag	80
BOI ₅	150
KOI	280
DOC	45
öN	32
TKN	30
Oldott TKN	25
NH ₄ -N	20
NO ₃ -N	1
öP	7
Oldott P	5

Ülepített szennyvíz esetén a különböző paraméterek közötti kapcsolatra a 3.25. táblázat szerinti értékek vehetők figyelembe:

3.25. táblázat

Ülepített szennyvíz minőségi paraméterei (saját szerkesztés)

Ülepített szennyvíz átlagértékei (Svájc)	mg/l	Schwyz katonai tapasztalati értékek mg/l
KOI/TOC	3,4	3,7
KOI/BOI ₅	1,8	2,8
KMnO ₄ /BOI ₅	2,8	–
TOC/BOI ₅	0,53	0,7

A nyers szennyvízben a tápanyagok átlagos koncentrációja házi szennyvízben: nitrogén ~100 g/m³, foszfor 20 g/m³, kálium 60 g/m³.

A biológiai tisztítás szempontjából az ideális tápanyagarányok:

KOI : TKN : P = 100 : 5 : 1

BOI₅ : NH₄-N : öP = 500 : 4 : 1

KOI : NH₄-N : öP = 100 : 4 : 1

A nem vagy nehezen lebomló anyagok közé tartoznak a sók, fémek és nehézfémek, tenzidek, antibiotikumok, fogamzásgátlók, hormonok és egyéb gyógyszerek, az endokrin hatású anyagok.

A sók – legnagyobb arányban a klorid, szulfát, nitrát, kisebb arányban a foszfátok – a szennyvíztisztítási folyamatokon csökkenés nélkül átmennek, sőt a szervesanyag-lebontási folyamatok során mennyiségük még nő is, és a befogadókat terhelik.

A tenzidek a mosószerekben – mosóporokban, öblítőszerekben, samponokban – előforduló, a víz felületi feszültségét csökkentő felületaktív anyagok. Hatásuk a szennyvíztisztítási folyamatokra, a talajra meglehetősen ismeretlen. Ismert ugyanakkor, hogy a tenzidek lebontása során többek között más tenzidek is keletkezhetnek.

A kommunális szennyvízben különféle fémek, nehézfémek ionjai találhatók, ezek mennyisége a szennyvíztechnológiai folyamatokból részben a tisztított szennyvízzel távoznak, részben a szennyvíziszapokba beépülve kerülnek ki a rendszerből. A háztartási szennyvízkibocsátásokból kevés fém és fémvegyület származik, a kisberendezésekben végbemenő tisztítási folyamatokban ismereteink szerint problémát nem jelentenek, viszont az iszapban itt is jelen vannak.

A háztartásokban használt gyógyszerek és gyógyszermaradványok a háztartási szennyvízben is megtalálhatók. Amennyiben ezek lebontása nem történne meg, egyértelműen a talajba, talajvízbe és a szennyvíziszapba is bekerülhetnek.

Az endokrin hatású anyagok egyes termékekből (gyógyszerek, festékek stb.) kerülhetnek a nyers szennyvízbe. Ezek rendkívül nagyszámúak, az ingatlanon keletkező nyers házi szennyvízben, illetve a kisberendezésekben tisztított szennyvízben előforduló mennyiségük ismeretlen.

A szennyező anyagok napon belüli ingadozásai eltérőek attól függően, hogy milyen szennyezőanyag-paraméterről van szó. Az ingadozások a 3.26. táblázat alapján vehetők figyelembe.

3.26. táblázat

A szennyvízhozamok és szennyező anyagok napon belüli ingadozása (saját szerkesztés)

	Szennyvízhozam	öLA	BOI ₅	TKN
Max./min. terhelés	3,1	6,3	7,6	5,5

A szennyvíztárolóban gyűjtött szennyvíz minőségi paraméterei a 3.27. táblázat szerint vehetők figyelembe (az egykori ME 10 459-1 1994 nyomán).

3.27. táblázat

A szennyvíztárolóban gyűjtött szennyvíz minőségi paraméterei (saját szerkesztés)

Paraméter	Érték mg/l
BOI ₅	110
KOI	2900
LA	2200
NH ₄ -N	60
öP	34
pH	6,5–7,5

A kisberendezésekre jutó terheléseket általában BOI₅-ben (alternatív módon akár KOI-ban is) fejezzük ki. Bármelyik hiányában a hiányzó adat a BOI₅/KOI arány ismeretében pótolható, illetve ezek

kölcsönösen verifikálhatók annak tudatában, hogy a BOI_5 koncentráció meghatározása a tapasztalatok szerint nagy szórást mutat.

A szennyezőanyag-terhelések egy napra vonatkoztatott értékét adjuk meg. Ahhoz, hogy ezeket reprezentatívnak tekinthessük, a koncentrációt térfogat- vagy hozamarányosan 24 órás átlagmintával kellene mérni és a napi hozammal szorozni. Tehát a napi szennyezőanyag-terhelés számítására a pontminta pontatlan, félrevezető. Az átlagmintaképzéshez az általános gyakorlat megfelelőnek tartja a 2 óránkénti mintázást és a hozzá tartozó 2 h-s átlaghozam alkalmazását.

A szennyvíztisztító méretezéséhez, az egyes szennyezőanyag-tömegek meghatározásához a gyakorlat a heti átlagértékek alkalmazását javasolja azzal, hogy a heti átlag a naptári hét négy napja alapján is számítható.

Ezen adatok meghatározásához célzott mintavétel is alkalmazható 4–6 hetes vizsgálatssorozattal, amelyben legyen téli (hideg) időszak és adott esetben akár szezonális jellegű nagy, illetve kis terhelésű időszak is.

Ha hosszabb (akár éves) idősor áll rendelkezésre, a szezonális hatások kiküszöböléséhez a szennyvízhőmérséklet, a KOI-tömeg, a KOI-tömeg heti átlagának, a KOI/ BOI_5 , TKN/KOI, öLA/KOI , öP/KOI arányok alakulásának analízise segíthet.

Ülepítők méretezése

Annak ellenére, hogy a szennyvíztisztításban alkalmazott ülepítők méretezése különböző ülepedési elméleteken alapul, az ott rutinszerűen alkalmazott, tartózkodási időn, felületi hidraulikai terhelésen nyugvó számítási módszerek elvileg a decentralizált szennyvíztisztítók esetében is alkalmazhatók. Ugyanakkor figyelembe kell venni a szennyvízkibocsátások intervallumos, porciós jellegét, ami a települési szennyvíztisztítóknál alkalmazott folyamatos terhelésű ülepítőknél nem jelentkezik, másrészt az itt alkalmazott ülepítők geometriáját, ami építési, gyártási szempontokat vesz csak figyelembe a nagy ülepítőknél indokolt és meg is valósítható áramlástanai viszonyokhoz szükséges geometriai arányokkal szemben.

Ezért az egyszerű, kifejezetten szennyvíztisztító kisberendezésekhez alkalmazott, többnyire nem osztott terű oldómedencék ökölszabályszerű, egy lakosra vagy lakosegyenértékre vonatkoztatott irányértékek alapján méretezhetők. Ezúttal lakosegyenérték alatt a BOI_5 -re vonatkoztatott helyett a vízhozamra értelmezett (LE_Q) értéket indokolt alkalmazni. Magyarországon a LE_Q értéket 100–130 L/fő között célszerű felvenni.

Az ülepítő hasznos terére vonatkoztatott fajlagos az alábbiak szerint vehető fel:

- típuszerű berendezések esetében 500 L/ LE_Q , de a legkisebb hasznos térfogat legalább 2,0 m³,
- tavas tisztító előtt alkalmazva 500 L/ LE_Q , de a legkisebb hasznos térfogat legalább 4,0 m³, illetve 4 LE_Q felett további 75–25%-kal növelhető a térfogat.

A szennyvíztisztító kisberendezések felső kapacitástartományában, illetve 50 LE felett szóba jöhető műszaki megoldás a kétszintes ülepítő, amely egy műtárgyban előülepíti a szennyvizet, és a kiülepített iszap tárolására és hideg rothasztására is alkalmas. Alkalmazásának hátránya a nagy belmagasság, ami építési szempontból kedvezőtlen a magas talajvízállású területeken, illetve térszíni telepítésekor szivattyús táplálást tesz szükségessé.

3.28. táblázat

Mértékadó értékek kétszintes ülepítők méretezéséhez az egykori magyar műszaki szabványok és irányelvek alapján (saját szerkesztés)

	MS 15302-62	OVHMI 146/1-71	ÉSZ 511-75	MI 10-127/9-84
Ülepítőtér fajlagos hasznos térfogata (L/le ^é)	–	30	–	
Ülepítőtér min. hasznos térfogat (m ³)	–	1,5	–	
Rothasztótér fajlagos hasznos térfogata (L/le ^é)	–	60	–	
Rothasztótér min. hasznos térfogata (m ³)		3	–	

Megjegyzés: ¹ 1 LEÉ = 100 L/fő

Amennyiben az ülepítő, illetve az iszaptrét a biológiai tisztításból származó iszapszaporulat befogadására és tárolására is szolgál, a térfogat tovább növelendő a biológiai berendezés technológiájától függő mértékben (lásd további fejezetek).

Oldómedencék méretezése

Az oldómedencéket hagyományosan egy főre vetített térfogatok alapulvételével szokásos méretezni. Az egyszerű oldómedence esetén a DIN szerinti fajlagos térfogat 300 L/fő. A legkisebb ösztérfogat 2 m³, illetve kétkamrás műtárgy esetén 4 m³. A legfeljebb 6 főt kiszolgáló bővített oldómedence fajlagos térfogata a DIN 4261-1 szerint 1500 L, és a legkisebb térfogata 6 m³. Ugyanakkor a DWA-A 262 növényes szikkasztóágy esetén 10 főig további 750 L/fő, 10 fő felett 5000 L/fő fajlagos hasznos térfogatot ad meg. Az oldómedencék mértékadó térfogatának méretezésére ismert például az alábbi összefüggés (Írország):

$$V = 0,15 \times N + 2,0 \text{ [m}^3\text{]}$$

ahol N a kibocsátók száma, de minimum 4 fő

Az összefüggésből a legkisebb oldómedence hasznos térfogata 2,6 m³-re adódik.

3.29. táblázat

Oldómedencék méretezési paramétereinek alakulása a magyar szabályozási kiadványokban

	MS 15302-62	OVHMI 146/1-71	MI 10-127/9-84
Fajlagos hasznos térfogat (L/le ^é) ¹	–	300	–
Min. hasznos térfogat (m ³)	–	3	3

Megjegyzés: ¹ 1 LEÉ = 100 L/fő

A BOI₅-ben kifejezhető szervesanyag-csökkenés a DIN 4261-1 szerint az alábbi értékekkel vehető figyelembe:

- az egyszerű oldómedencéknél: 10 g/fő.d;
- a bővített oldómedencéknél: 20 g/fő.d.

Eleveniszapos kisberendezések méretezése

Az eleviszapos kisberendezések a szennyvíztisztításban ismert módszerekkel méretezhetők. Ugyanakkor az SBR-rendszerű kisberendezések esetében a szennyvízhozamok időbeni ingadozásai nemcsak sokkal nagyobbak a nagy SBR-telepeken előfordulókhoz képest, de mind a kis, mind a nagy szennyvíz-kibocsátású időszakok hossza is nagy, akár hónapos nagyságrendet is könnyen elér. Emiatt a hosszú idejű kiegyenlítő tározás jelentősége megnő. A kiegyenlítés adekvát méretezéséhez viszont nemcsak a kibocsátások nagyságainak időbeli ingadozásait, de azok időbeli hosszát is igen jól kell tudni megbecsülni.

Csepegtetőtestes és merülőtárcsás biológiai tisztítóberendezések méretezése

A csepegtetőtestes technológia a szennyvíztisztításban szokásosan alkalmazott módszerekkel méretezhető. A csepegtetőtest BOI_5 -terhelésének számításánál szintén figyelembe veendő az előtisztítás miatti BOI_5 -csökkenés. A BOI_5 -térfogati terhelés általában alacsony érték, kivéve, ha az egyenletes terhelés biztosításához kiegyenlítő tároló is rendelkezésre áll. Irányadó értékként $0,15 \text{ kg } \text{BOI}_5/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ (vagy ez alatti) térfogati terhelés és minimális töltetmagasságként $1,50 \text{ m}$ vehető figyelembe.

A fenti módszer mellett a csepegtetőtestek méretezésére alkalmazható egyszerűsített módszer is, amikor 150 L/LE fajlagos töltettérfogattal lehet számolni, de az eltömődésmentes üzem és a kibocsátási követelmények teljesíthetősége érdekében minimálisan $2,0 \text{ m}^3$ töltet beépítése szükséges.

A 3.30. táblázatban összefoglaltuk az egykori magyar műszaki szabályozási kiadványok specifikációs ajánlásait, ami lényegében megegyezik a DIN szerinti adatokkal.

3.30. táblázat

Magyar műszaki szabályozási kiadványok specifikációs ajánlásai (saját szerkesztés)

	MS 15302-62	OVHMI 146/1-71
Fajlagos töltettérfogat	–	$0,3 \text{ m}^3/\text{LE}^1$
Min. töltettérfogat m^3	–	15 m^3
Töltetmagasság	–	$1,5\text{--}2,5 \text{ m}$
Töltet szemcsemérete	–	$3\text{--}8 \text{ cm}$

Megjegyzés: ¹ $1 \text{ LE}^1 = 100 \text{ L/fő}$

A merülőtárcsás csepegtetőtestek a fajlagos felületi BOI_5 -terhelés alapján méretezhetők. A merülőtárcsás csepegtetőtest esetében az 50 LE -nél kisebb berendezéseknél kisebb felületi terhelés alkalmazható, mint az $50\text{--}500 \text{ LE}$ közötti műtárgyagnál. Az ajánlott felületi BOI_5 felületi terhelés ne haladja meg a $0,004 \text{ kg } \text{BOI}_5/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ értéket.

Az utóülepítés a tartózkodási időre és a felületi hidraulikai terhelésre méretezhető. Mértékadó csúcs hozamként a megelőző műtárgyak (ülepítő-oldómedence, biológiai reaktor) kiegyenlítő hatása miatt a napi mértékadó hozam $1/10$ -e vehető fel.

Az ajánlott tervezési paraméterek:

- tartózkodási idő: $\geq 3,5 \text{ h}$,
- felületi hidraulikai terhelés: $\leq 0,4 \text{ m/h}$.

A szokásos műtárgykonstrukciók miatt a legalább 1 m -es legkisebb vízmélység és a $0,7 \text{ m}^2$ es minimális ülepítő felület általában teljesül.

Amennyiben a fölösiszap befogadására külön tároló készül, nagysága 100 L/LE fajlagos térfogattal számítható.

Membránbiológiai berendezések méretezése

A membránszűrős eleveniszapos berendezések elvileg akár 20 kg sz.a./m³ eleveniszap-koncentrációval is üzemeltethetők, a gyakorlatban azonban a membránok gyors eltömődése és kvázi folyamatos tisztításának nehézségei miatt legfeljebb 8–12 kg sz.a./m³ eleveniszap-koncentrációra méretezhetők.

A szennyvíztechnológiában alkalmazott további méretezési paraméterek:

BOI₅ térfogati terhelés < 0,75 kg BOI₅/m³.d

iszapterhelés < 0,05 kg BOI₅/kg sz.a./d

A membránreaktor térfogatának meghatározásához az irányadó tervezési értéke: 0,25–0,2 m³/LE.d. A kisebb érték az 50 LE, a nagyobb érték a néhány LE nagyságú kisberendezéseknél vehető figyelembe.

Egyebekben az eleveniszapos technológiára a membránrendszereknél is a nagy létesítményeknél alkalmazott méretezési módszerek alkalmazhatók.

A membránok szűrőképességét, szűrletteljesítményét a fluxussal fejezzük ki. A fluxus az egységnyi membránfelületen átmenő permeátum térfogatárama, általában l/m².h mértékegységben kifejezve. A fluxus nagysága függ a transzmembrán nyomás nagyságától. Ezt a körülményt figyelembe véve alkalmazzuk a permeabilitás fogalmát is, ami az adott transzmembrán nyomás melletti fluxus, és általában L/m².h.bar mértékegységben fejezzük ki. Mindkét paraméter jellemző az adott membránra, de utóbbi a membrán működés közbeni eltömődését is mutatja.

A kisberendezéseknél alkalmazott membránoknál a szűrletteljesítmény 2–10 L/m².h közötti. A gyártók többnyire a legkisebb méretű kisberendezéshez (4 LE) is készítenek membránmodulokat 3,5–6 m² közötti szűrőfelülettel. Nagyobb kapacitású kisberendezésekben az ilyen modulokat egymás mellett vagy felett építik be. Az 50 LE feletti műtárgyas vagy konténeres szennyvíztisztítóknál már nagy méretű szűrőmodulokat alkalmaznak.

Tavas szennyvíztisztítók méretezése

A levegőztetett szennyvíztavak legkisebb mélysége 1,2 m. A kis szennyvíztisztítók méretezésére hazai előírás nincs. A méretezés a lakosszámon alapul, lakosonként 15–20 m² tófelület figyelembevételével, illetve az alábbi összefüggés alkalmazásával:

$$A = N \frac{185 - N}{9} \quad [\text{m}^2]$$

ahol N a lakosság

A biztonság javára a legkisebb tóméret 100 m².

A levegőztetés nélküli tavaknál a tartózkodási idő 20 nap körüli, levegőztetett tavaknál akár harmadára is csökkenthető (min. 6 nap). Abban az esetben, ha a tóba tetővizet, illetve burkolt felületekről csapadékvizet is bevezetnek, további legalább 10 m²/100 m² vízzáró felület többlet tófelszínnel lehet számolni.

A szemcsés anyagú szennyvízszűrő és elhelyező (szikkasztó, homokszűrő, növényágyas stb.) rendszerekben a legalább biológiailag tisztított szennyvízben lévő maradék szerves anyagok lebontása tovább folytatódik. A lebontás mértéke, a szennyvíztisztítás hatékonysága szempontjából döntő jelentősége van az elhelyező rendszerben lévő levegőnek. A háromfázisú szemcsés közegben lévő hézagokat a víz mellett levegő tölti ki, amely szakaszosan – kívánatosan az üzemidő nagy részében – kapcsolatban lesz a légkörrel. A biokémiai oxidációs folyamatok limitáló tényezője a szemcsék felületéhez kötődő, illetve az előtisztított szennyvízben lévő lebegőanyagokban lévő mikroorganizmus-tömeg, valamint a hézagokban rendelkezésre álló levegőből az oxigéntranszfer. Az oxigéntranszfer szempontjából fontos gázfázis viselkedését, jellemzőit geotechnikai, biológiai és részben klimatikus viszonyok determinálják.

A gázfázis rendszerint a durva pórusokra korlátozódik, a közepes méretű pórusokban elhelyezkedő víz a hasznosítható vízkapacitást jelenti, a finom pórusokat pedig a holtvíz foglalja el.

A levegő eloszlásának mélység menti változását vizsgálva abból lehet kiindulni, hogy a gázfázis aránya a mélységgel, adott esetben akár a talajvízhez közel kerülve csökken. Ennek oka, hogy a víztartalom lefelé haladva nő. A gázfázis a belső levegőcirkulációban lévő, sőt a légkörrel kapcsolatban álló légszatórnák és a légzárványok, ún. inklúziók között oszlik meg. Utóbbiak akkor alakulnak ki, amikor a szennyvíz felülről lefelé csörgedezik, és a légszatórnák közben eltömődnek, és a levegő a pórusokból nem vagy csak nehezen tud eltávozni. Inklúzió akkor is előfordulhat, ha anaerob viszonyok alakulnak ki, ha elegendő könnyen bontható szerves anyag áll rendelkezésre, amelynek anaerob bomlásakor nagyrészt hidrogén és metán keletkezik. A szikkasztó- vagy szűrőanyagösszetletben lefelé haladva a víztartalom növekszik, kedvező esetben a gázfázis egyre inkább a nagyobb pórusokban lesz számottevő, a légzárványok aránya csökken.

A levegő összetétele a légköri gázösszetételhez képest jelentősen eltérhet, aminek egyik alapvető oka a szerves anyagok lebomlása. Növényes rendszerekben, ha a rendszer nem anaerob, az aerob folyamatok mellett a gyökérlégzés is jelentős arányban vesz részt az oxigén felhasználásában és a szén-dioxid-tartalom növelésében. A szén-dioxid aránya a légköri levegőhöz képest jelentősen nagyobb, az oxigén mennyisége ugyanilyen mértékben csökken. A pórusokban lévő levegő relatív páratartalma magas, üzemelő rendszerben 100%, aminek oka a pórustér nagyságához képest nagy víz-levegő határfelület.

A levegő összetételét a hőmérséklet is befolyásolja, alacsonyabb hőmérsékleten az oxigén vízben jobban oldódik, a levegő oxigéntartalma alacsonyabb. A levegő összetételének hőmérséklet-ingadozásból fakadó változásait a folyamatos szennyvíztáplálás hőmérséklet-kiegyenlítő hatása jelentősen mérsékli.

A szervesanyag-lebontáshoz szükséges oxigéntranszfer természetes levegőztetésű homokszűrő rendszerekben a kutatások szerint 15–25 g O₂/m².d nagyságú, nádas rendszerekben 13–20 g O₂/m². Az oxigénigényt a szennyvízben lévő oxidálható anyagok (szerves anyag, ammónium) alapvetően befolyásolják a szemcsés közegű természetközeli tisztítórendszerek oxidáló képessége mellett.

A folyamatok alapvetően hasonlóak a töltetes csepegtetőtesteknél lezajló folyamatokhoz. Ugyanakkor vannak jelentős különbségek. A szennyvíz mind a biomasszával, mind a levegővel rövid ideig érintkezik, kicsi a kontaktidő, a hidraulikai terhelés a szakaszos táplálás miatt viszonylag nagy. Ezeket a kedvezőtlen hatásokat nem tudja kiküszöbölni a szesszilis biomassza elvileg stabil működőképessége.

Összehasonlításként az egyes szennyvíztisztító rendszerek tartózkodási ideje és lakosegyenértékre vonatkozó fajlagos tervezési értékei a szakirodalom alapján a 3.31. táblázatban olvashatók.

3.31. táblázat

Különböző szennyvíztisztító rendszerek néhány tervezési adata (saját szerkesztés)

	Felület/LE m ² /LE	Térfogat/LE m ³ /LE	Kontaktidő
Nem levegőztetett tó	10	15–20	>20 d
Talajszikkasztás	4–20	7–12	–
Levegőztetett tó	3	4–7	>3–6 d
Homokszűrő	4–6	4–6	1 h – 7 d
Csepegtetőtest nitrifikációval	0,17–0,3	0,45–0,6	6–10 min
Eleveniszapos	0,12–0,25	0,35–0,6	1–3 d
SBR	0,1–0,2	0,3–0,5	1–3 d
Merülőtárcsás csepegtetőtest nitrifikációval	0,1–0,18	0,17–0,25	10–20 h
Csepegtetőtest nitrifikáció nélkül	0,05–0,08	0,13–0,18	3–6 min
Merülőtárcsás csepegtetőtest nitrifikáció nélkül	0,04–0,07	0,07–0,13	8–15 h
Bioszűrő nitrifikációval	0,005–0,01	0,02–0,03	30–50 min
Bioszűrő nitrifikáció nélkül	0,004–0,01	0,013–0,03	20–40 min

A homokszűrő rendszereknél a biológiai tisztítás hatásfoka és ezzel együtt az üzembiztonsága elvileg a töltettérfogat növelésével, a hidraulikai és a biológiai terhelés csökkentésével és a levegőztetés intenzifikálásával javítható. A töltettérfogat reális növelésére a szűrőárkok és mezők hosszának növelésével van lehetőség, ennek akadálya gyakran a helyhiány. A biológiai terhelés a szűrt víz recirkuláltatásával, illetve a szűrőre vezetett szennyvíz fellevegőztetésével csökkenthető. A szűrőtöltet levegőztetése a dréncöveken keresztüli természetes légcserére rásegítő műszaki megoldásokkal, illetve a mesterséges levegőztetésre áttéréssel javítható.

Homokszűrő árok és mező

A homokszűrő árkokat vagy mezőket az egyes országokban eltérő módon, az egy főre, illetve lakosegyenértékre vonatkoztatott fajlagos szikkasztófelület vagy árokhossz figyelembevételével méretezik. De éppen Magyarországon találhatunk példát a felületi terhelésen alapuló méretezésre. A homokszűrő árok terhelhetőségi értékeit a fenék alapterületére, illetve felületi terhelésére vagy a szűrőágy hosszára vonatkoztatva a 3.32. táblázatban foglaltuk össze, és összehasonlításként a DIN szabvány szerinti adatot is közöljük.

3.32. táblázat

A homokszűrő árok méretezésére vonatkozó paraméterek értékei a hazai műszaki szabályozási kiadványokban (saját szerkesztés)

MSZ 15302-62	–
OVHMI 146/1-71	2 m ² /le ^I
ÉSZ 511-75	–
MI-10-127/9-84	0,25–0,35 m/d
MSZ 15287:2000	0,1–0,15 m/d
Német ajánlás	6 m/fő ^{II}

Megjegyzés: ^I 1 LEÉ = 100 L/fő; ^{II} kb. 3 m²/fő-nek felel meg.

A táblázat szerinti értékek meglehetősen változatos képet mutatnak a méretezés elvét illetően és a tervezési adatok szempontjából is. Az adatok a mérnöki gyakorlatból kerültek be a szabályozási dokumentumokba, az idők során a paraméterek alapján egyre nagyobb szűrőfelületek adódtak, ami a kisebb fajlagos terhelése irányába mutat. Gyakorlatilag még a legelfogadhatóbb módszer a felületi terhelésre méretezés.

A CEN/TR 12566-5 szerint a homokszűrők terhelhetősége $4 \text{ L/m}^2/\text{d}$, ami jelentősen kisebb érték a táblázat adataihoz viszonyítva.

A növényágyas szennyvíztisztítók méretezése

A növényágyas tisztítókra csak mechanikailag tisztított szennyvíz vezethető! Ebből következően a nyers szennyvízhez képest kisebb szennyezőanyag-koncentrációkat kell figyelembe venni. Ha a mechanikai tisztító oldómedence vagy egyszerű ülepítő, a korábban leírtak szerinti szennyezőanyag-terhelések vehetők figyelembe.

A növényágyas szűrők konvencionális méretezése a lakosonkénti fajlagos felület, a KOI-ban kifejezett fajlagos felületi terhelés és a felületi hidraulikai terhelés felvételén alapul. A DWA-A 262 irányelvei szerinti, legalább 50 cm vastagságú hatékony ágyvastagság mellett alkalmazható méretezési paramétereket a 3.33. táblázatban foglaltuk össze.

3.33. táblázat

DWA-A 262 szerinti méretezési irányelvek (saját szerkesztés)

	Vízszintes áramlású növényágyas szűrő	Függőleges áramlású növényágyas szűrő
Fajlagos ágyfelület $\text{m}^2/\text{fő}$	≥ 5	≥ 4
Legkisebb ágyfelület m^2	≥ 20	≥ 16
Felületi szervesanyag-terhelés $\text{g KOI/m}^2.\text{d}$	≤ 16	–
Felületi hidraulikai terhelés $\text{L/m}^2.\text{d}$	≤ 40	≤ 80

UV-fertőtlenítés

Amennyiben a fertőtlenítéshez UV-berendezést alkalmaznak, a fertőtlenítéshez alkalmazandó UV-dózis $250\text{--}400 \text{ J/m}^2$. A besugárzási idő a szokásos kialakítási módoknál a maximális terhelhetőség mellett se legyen kisebb 3 másodpercnél. Az UV-berendezések villamos teljesítményfelvétele $10\text{--}13 \text{ W/m}^3$. A teljes energiaigény számításához figyelembe kell venni az UV-berendezésre feladó szivattyú teljesítményfelvételét, ami $35\text{--}70 \text{ W/m}^3$ fajlagos értékkel számítható. (Megjegyzés: a nagyobb fajlagos értékkel mindig a kisebb kapacitású berendezéseknél kell számolni.)

A tisztított szennyvíz elhelyezése

A tisztított szennyvíz befogadója vagy valamilyen felszíni víz, vagy a talaj (és rajta keresztül a felszín alatti víz) lehet. A felszín alatti vizek közül alapvetően a talajvíz érintett, amely definíció szerint „laza törmelékes, üledékes felszínközeli képződmények telített zónájában az első vízzáró vagy félig

áteresztő réteg mélységéig, legfeljebb a vízgyűjtő gazdálkodási tervben meghatározott sekély porózus, vagy sekély hegyvidéki víztest alsó határáig elhelyezkedő felszín alatti víz” (147/2010 Korm. r.).

A tisztított szennyvíz elszikkasztása abban az esetben tiltható, ha az ingatlan helye szerint a szennyvízközcsonakra rákötés feltételei fennállnak, a felszíni vízbe vezetés műszaki, gazdasági vagy ökológiai, illetve vízhygiénés szempontokból nem lehetséges, ha a talajba szikkasztás ivóvíznyerő vízbázisok vagy tartalék vízbázisok területén történik, ha szennyezésre érzékeny vagy fokozottan érzékeny terület lenne érintett, ha a szikkasztással érintett talajréteg vagy -rétegek vízáteresztő képessége kedvezőtlenül kicsi.

A tisztított szennyvíz elszikkasztásának általános követelményei:

- A házi szennyvíz minőségűnek tekinthető szennyvíz legalább mechanikailag és biológiailag tisztított.
- A biológiai tisztítás legalább nitrifikációs technológiájú. Ha a talajvíz nitráttal szennyezett (határérték feletti szennyezettségű), a tisztítási technológiának denitrifikációra is alkalmasnak kell lennie.
- A szikkasztás felszínközeli, de nem nyílt vízfelületet eredményező.
- A szikkasztás lehetőleg homogén talajrétegződésű területen valósuljon meg.
- A szikkasztó olyan kialakítású, hogy télen is védett a befagyással szemben.
- A tisztító és elhelyező rendszer szakszerű üzeme biztosított.

A szikkasztórendszerek kialakítása

A felületi elszikkasztás elsődleges. A szennyvíz közvetlen bevezetése a talajvízbe nem megengedhető. Közvetlen bevezetésről akkor nem beszélhetünk, ha a szikkasztó műtárgy legmélyebb pontja legalább 1 m-rel van a legmagasabb talajvízszint felett.

A talajba szikkasztás lehetőségei:

- teknős elszikkasztás,
- térszíni szikkasztóárók,
- szikkasztóakna,
- szikkasztóárók és -mező.

A felszínközeli szikkasztás esetén a víz egyrészt a párolgáson keresztül a légkörbe kerül, másrészt a felszíni növényzet valamint a talaj mikroorganizmusai veszik fel, harmadrészt és döntően a szennyvíz gravitációsan a mélyebb talajrétegek felé szívárog, és azok hézagait tölti ki. A talajba szikkasztás akkor alkalmazható, ha a talaj alkalmas a legalább biológiailag tisztított szennyvíz beszívárogatására.

Mind a teknős, mind a térszíni szikkasztóba hygiénés okok miatt csak biológiailag tisztított és legalább szűrővel utótisztított szennyvíz vezethető.

A szikkasztóárkos és -mezős szennyvízelhelyezést időnként altalajöntözésnek is nevezik. Ezek a megoldások mechanikai szűrést és aerob biológiai tisztítást is végeznek, mielőtt a szennyvíz a talajba szikkad, esetleg eléri a talajvizet.

A dréncövet kavicsrétegbe fektetik, amit felül le kell zárni. Erre a célra alkalmas a geotextília, ami a vizet átereszt, de megakadályozza szikkasztóttest feletti talajszemcsék bejutását. A szikkasztóttest fölé legalább 10–20 cm vastagságú talajréteg kerül, amelybe mély gyökeret nem eresztő növények ültethetők. Legkedvezőbb megoldás a füvesítés, amely egyszerűen karbantartható, és a szűrőanyag cseréje esetén is a legkisebb kár keletkezik a növényzetben.

A szikkasztóárok alsó részében lévő nagyobb vastagságú szikkasztóttest feladata a tisztított szennyvíz átmeneti tárolása. Előnyös a nagyobb vastagságú szikkasztóréteg építése, ebben az esetben egy felül durvább szemcséjű, alatta finomabb, éles szemcséjű zúzalékból. A szikkasztóttest felső rétegébe kerülő réselt dréncső feladata a szennyvíz egyenletes elosztása. A dréncső résmérete 3 mm körüli, a körülötte lévő drénréteg szemcseméretét a szűrőszabálynak megfelelően kell megválasztani. A drénvezeték kialakítására, szellőztetésére, táplálására a homokszűrőknél leírtak alkalmazandók.

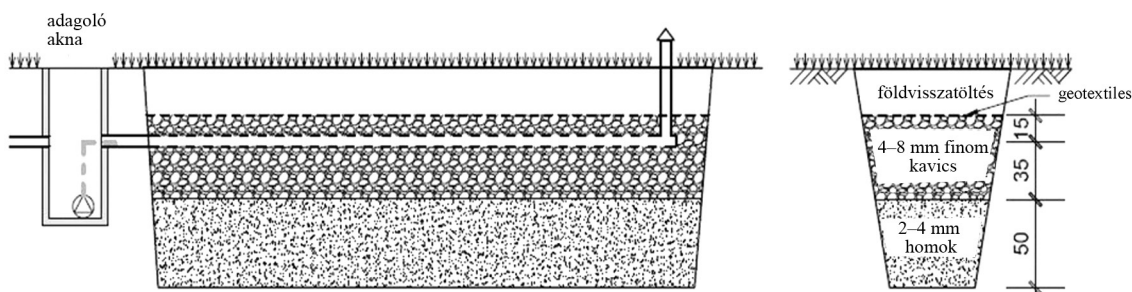
A szikkasztóttest alsó szintjének a legmagasabb talajvízszint felett – a hazai előírások szerint 1 m-re – kell lennie. Nemzetközi szinten is többnyire ugyanezen előírásokkal lehet találkozni. A szikkasztóárok és -mező kialakítására vonatkozó fontosabb paramétereket a 3.34. táblázat mutatja be a magyarországi szabályozási dokumentumok alapján, összehasonlításként közölve a DIN szerinti hasonló adatokat is.

3.34. táblázat

Szikkasztóárok kialakítására vonatkozó tervezési paraméterek alakulása a magyar szabályozási kiadványokban

	MSZ 15302-62	OVHMI 146/7-71	ÉSZ 511-75	MI 10-127/9-84	MS 15287:200	Német ajánlás
min. fenékszélesség	0,5 m	0,5 m	–	0,6	0,6 v. 0,9 m	1,8/0,5 m
dréncsőtávolság	min. 2 m ^I min. 3 m ^{II}	–	–	2 m	min. 2 m	min. 1 m
max. drénág hossz	30 m	30 m	–	25 m	25 m	min. 7,5 m max. 15 m
Drénréteg – vastagsága – szemcsemérete					min. 10 cm 5–10 mm	1,0 m 4–8 mm (0,5 m) 2–4 mm (0,5 m)

Megjegyzés: ^I 50 cm árokszélesség mellett; ^{II} 90 cm árokszélesség mellett



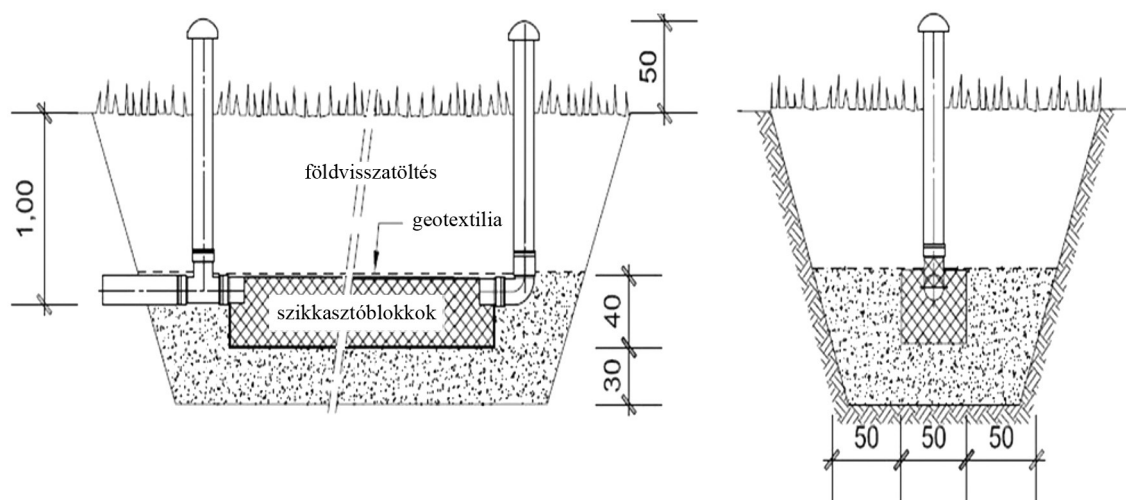
3.29. ábra

Szikkasztóárok kialakítása (saját szerkesztés)

A szikkasztóakna legalább Ø 1 m-es beton- vagy vasbeton akna, oldalfala alul perforált, a fenéken pedig nyitott. A perforált részt finom kavicssal töltik fel, amire minimum 50 cm homok kerül. A bevezető cső alá betonlemez kerül a kimosódás ellen.

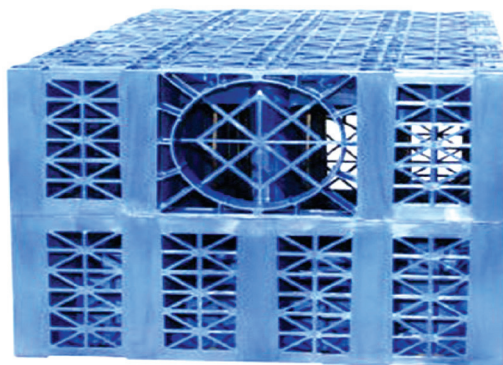
A tisztított szennyvíz talajba szikkasztására alkalmasak az eredetileg csapadékvíz szikkasztására alkalmazott szikkasztóblokkok, szikkasztó alagutak is. Mindkét típusú szikkasztóelem belül üreges, mindegyik oldalán áttört felülettel. A hasáb alakú szikkasztóelemek tetszőlegesen

összeépíthetők, az alagútelelemek hosszirányban sorolhatók. A szikkasztó elemeket a kiemelt szikkasztóárok alá terített kavicságyazaton építik össze, majd a szikkasztótestet geotextíllal takarják, az árok fala és az elemek közti teret kavicsal töltik ki. A szikkasztótestet a végéhez csatlakozó csatornacsővel vagy a fölé telepített dréncsővel lehet feltölteni.



3.30. ábra

Szikkasztóblokkos szikkasztó (saját szerkesztés)



3.31. ábra

Műanyag szikkasztóblokk ([2])

Szennyvízelhelyező létesítmények méretezése

A tisztított szennyvíz talajban elhelyezésének méretezése a talaj szikkasztóképességének figyelembevételével történik. A talaj szikkasztóképessége vizsgálható. A víznek egy órán belül be kell szívárognia anélkül, hogy tócsák maradnának vissza. A szikkasztófelületet ebből lehet meghatározni, de ezt biztonsággal növelni kell, ez különböző források szerint eltérő, de akár 50%-os növelésre is találhatunk példát.

A szikkasztási próbához a Pönninger-féle módszer használatos. A próbához a leendő szikkasztás helyszínén kutatóaknát kell nyitni a tervezett szikkasztási szintnek megfelelő mélységig. Az akna alján 30×30 cm alapterületű, 30 cm mélységű gödröt kell készíteni, amelyet vízzel kell megtölteni. A talaj előnedvesítéséhez még kétszer kell a feltöltést elvégezni. Ezután a gödröt 25 cm magasságig kell feltölteni vízzel. A szikkadás alatt percenként mérendő a vízszintsüllyedés. A vizsgálat háromszori megismétléséből kapott adatok átlagértéke adja a perc/cm mértékegységben megadott szikkasztási tényezőt. A szikkasztási tényezőhöz hozzá kell rendelni a szikkasztóréteg talajtípusát a homok-iszap aránytól függő besorolásnak megfelelően.

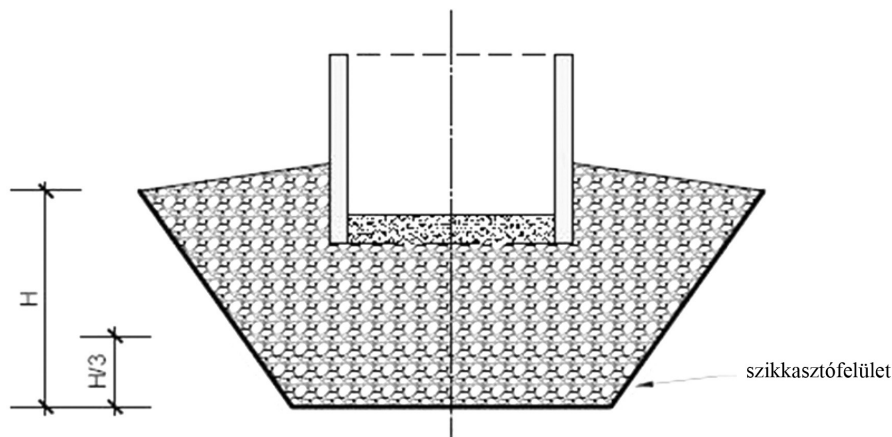
3.35. táblázat

Szikkasztóárok fajlagos terhelhetőségének alakulása a különböző szabályozási dokumentumok szerint (saját szerkesztés)

	MSZ 15302-62	OVHMI 146/7-71	ÉSZ 511-75	MI-10-127/9-84	MSZ 15287:2000
fajlagos terhelhetőség $\text{m}^2/(\text{m}^3/\text{d})$	homokos talajban agyagos homokban könnyű anyagban	16 25 50	ld. fejezet	ld. fejezet	ld. fejezet

A szikkasztás méretezése a szükséges szikkasztófelület nagyságának megállapítására irányul. Hasznos szikkasztófelületként a vízszintes, valamint a függőleges szikkasztófelület egy része vehető figyelembe.

Egyes szabályozások szerint (például MI 10-127/-9) a szikkasztó alsó síkjának nagysága mellett, ha a szikkasztóttest oldala melletti talaj is alkalmas szikkasztásra, a fenék feletti magasság egyharmadára jutó felület is figyelembe vehető szikkasztófelületként. A függőleges szikkasztófelületre a DIN szabvány például $1 \text{ m}^2/\text{fő}$ értéket ad meg.



3.32. ábra

A figyelembe vehető szikkasztófelület (saját szerkesztés)

A CEN/TR 12566-2:2005 szerint 0,5 m árokszélesség mellett egy főre vonatkoztatva legalább 18 fm szikkasztó árok veendő figyelembe, tekintet nélkül a talaj szikkasztóképességére. Egy szikkasztóárok hossza legfeljebb 18 m.

A szennyvíztisztítás melléktermékeinek elhelyezése

A szennyvíztisztítás során a kibocsátott szennyvíz mellett melléktermékek is visszamaradnak, mint a rácsszemét, a szennyvíziszap, esetleg egyéb anyagok, például a tavas és növényes szennyvíztisztítóknál a növényi maradványok. A rácsszemét nagy mennyiségű szerves és viszonylag kevés biológiailag bontható szerves anyagot tartalmazó hulladék. A kis szennyvíztisztítók mechanikai tisztító fokozatában keletkező rácsszemetet, amennyiben az alkalmazott gépi rács alkalmas kialakítású, víztelenítve és tömörítve célszerű a rácsszeméttárolóba üríteni vagy zsákolni.

A szennyvíziszap egyrészt jelentős mennyiségű víz, másrészt tápanyagraktár, harmadrészt környezetre ártalmas anyagok lehetséges feldúsulási helye. A szennyvíziszapban a nehézfémek mellett más szerves és szerves anyagok is előfordulhatnak. A levegőztetett szennyvíztavakban hosszú, akár tíz évnél is hosszabb idő alatt összegyűlő iszap jól stabilizált, kiirthadt. Emiatt a szennyvíztisztító telepre csak víztelenítés céljából érdemes szállítani, további mineralizálása a szennyvíztisztító telepen nem indokolt.

A levegőztetés nélküli tavakból kitermelt iszap mezőgazdaságilag hasznosítható. A hasznosítás feltétele a szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításáról szóló jogszabálynak megfelelő feltételek biztosítása. A mezőgazdasági hasznosíthatóság alapfeltétele, hogy adott időközönként (ma ötévente) a szennyvíziszap összetételét vizsgálatni kell. Amennyiben a mezőgazdasági hasznosítás szempontjából a szennyvíziszap nem megfelelő minőségű, más szennyvízelhelyezési mód jöhet csak szóba.

A kisberendezések létesítésének, telepítésének szabályai

A szaniterektől (mosdó, WC, fürdő, tusoló, mosógép) a szennyvíz az ágvezetéken és ejtővezetéken át az alapvezetékbe kerül. Mivel ezeket a vezetékeket, a tető fölé kell kiszellőztetni, a vízbe levegő kerül, ami a betonkorroziót csökkenti. Ebből kifolyólag a kéményhatás miatt a kisberendezést is kiszellőzteti, különösen az előtisztítónál. Ehhez az szükséges, hogy a kisberendezéshez vezető csatorna és közbenső vezetékei legalább DN 100 méretűek legyenek.

Az egyedi szennyvíztisztító berendezések telepítésének kockázatos helyei a felszín alatti vizek minősége szempontjából fokozottan érzékeny területek, a magas talajvízállású területek, a vízbázisok és távlati vízbázisok, a karsztos területek. Ezeken a területeken a telepítésük jogszabályi alapfeltétele, hogy a települési önkormányzat szennyvíztisztítási programja ezt lehetővé tegye, illetve vízvédelmi okokból a szikkasztás ne legyen megtiltott. A beépítés helyének kiválasztása: mindenkor hozzáférhető legyen, és az iszap elszállítása a szokásos járművekkel elvégezhető legyen.

Üzemeltetés, karbantartás

Általános előírások

A decentralizált szennyvíztisztító létesítményt alapvetően a tulajdonosnak kell üzemeltetnie, de ennek kötelezettsége átruházható. Amennyiben a létesítmények programszerűen, egy jól lehatárolt területen épültek meg, az üzemeltetést olyan felelős szolgáltató végezheti, amely rendelkezik magasabb fokozatú, szakirányú képzettségű dolgozóval. A felelős szolgáltató feladata az üzemnapló

vezetése, a karbantartás, a mintavételezés és a minták vizsgálata, az adatok megküldése a vízügyi hatóságnak, továbbá minden egyéb üzemeltetési feladat (például a létesítmény javítása). Ha a létesítmény egyedi telepítésű, és a kibocsátás meghaladja az évi 500 m³ mennyiséget, évente kell mintázni és a mintát bevizsgáltatni.

Az egyedi szennyvíztisztító létesítmények mintázása

Az egyedi szennyvíztisztító létesítmények esetében a szennyvízmintavétel módja a befogadó jellegétől függ: felszíni víz esetében minősített pontmintát, talajba vezetéskor vagy minősített pontmintát, vagy 24 órás átlagmintát kell venni. A minősített pontminta legfeljebb két órán belül vett, legalább öt pontminta összekeveréséből nyert átlagolt minta, ahol a pontminták mintavételi időköze legalább 2 perc. A 24 órás átlagmintához legalább óránként kell pontmintát venni, és összeöntés után venni le a mintát, vagy folyamatos mintavétel (automatikus mintavevővel) is alkalmazható.



3.33. ábra

Mintavevő edény (Lausitzer-katalógus)

Tavas tisztítás esetén a mintának algamentesnek kell lennie, ezért üvegszöveten kell átszűrni. A mintákból legalább a dikromátos oxigénfogyasztást (KOI_k) és az ammónium-nitrogént (NH_4-N), illetve talajba vezetéskor még az összes szervesetlen nitrogént (ΣN_{asv}) kell meghatározni. Az egyéb paraméterek meghatározása opcionális, a létesítmény üzemeltetője dönti el a célvizsgálathoz indokolt jellemzőket.

Különösen ilyenek:

- oldott oxigén,
- hőmérséklet,
- pH,
- ülepíthető anyagok,
- iszapszint.

A biológiai szennyvíztisztítóktól standardszerűen kizárólag a szervesanyag-lebontást várjuk, tehát ennek mértékét, illetve hatásfokát kell megítélni. A nitrogénkomponensek és a foszfátok célvizsgálat keretében, hatásági igényeknek eleget téve lehetnek indokoltak.

Az egyedi szennyvíztisztító létesítmények üzemeltetési feladatai

A kisberendezésbe nem vezethetők olyan anyagok, amelyek a tisztítási folyamatokat károsíthatják. Ilyenek például az ipari jellegű szennyvizek (ha a házi szennyvíztől eltérő minőségűek), az egyéb vizek (drénvíz), a hűtővíz, az úszómedencék ürítő vize, csapadékvíz, nagy darabos anyagok, zsírok, olajok, savak, tüzelőberendezések kezeletlen kondenzvizei, erős tisztítószer, fertőtlenítőszer, gyógyszerek és más vegyszerek, amennyiben nem a házi szennyvízben megszokott csekély mennyiségben és koncentrációban fordulnak elő.

Az ülepítőknél és oldómedencéknél a bevezetést célszerű gyakrabban ellenőrizni, hogy az ott kialakuló dugulás miatti visszaduzzasztás megelőzhető legyen.

Az ülepítőkből és oldómedencékből a kiülepedett iszapot évente egyszer elegendő elvenni, illetve alapszabálynak tekinthető, hogy ha a műtárgy hasznos térfogatának felét már iszap tölti ki, azt el kell venni. Oldómedencéknél az elvételt az első kamrában kb. 20 cm iszapréteg visszahagyandó a frissen kiülepedő iszap „beoltásához”. Az úszó iszapot az iszaptalanításkor minden kamrából el kell venni. Ülepítőknél iszapoláskor a műtárgy teljesen leüríthető, beoltáshoz nem szükséges részmennyiséget visszahagyni.

A biológiai szennyvíztisztítók üzemellenőrzési feladatai különbözőek attól függően, hogy például laikus tulajdonosról vagy hozzáértő, megfelelő eszközökkel felszerelt szakemberről van szó.

Szakember számára fontos az eleveniszap koncentrációja. Az eleveniszapos berendezések egyik fontos működési feltétele, hogy megfelelő koncentrációjú biomassza legyen a rendszerben. Ez egyszerű 30 perces ülepedési vizsgálattal ellenőrizhető, amikor 1 literes mérőhengerbe szennyvíz-eleveniszap mintát veszünk a levegőztetett térből. Az ülepedés során az eleveniszapnak és a szennyvíznek éles határral kell elválnia. 30 perces ülepedés után le kell olvasni a kiülepedett iszap mennyiségét ml-ben, a kapott eredmény az iszap térfogati koncentrációja. Az iszap megfelelőnek tekinthető, ha a mennyisége 120–600 ml között van. 120 ml alatt az iszaptartalom túl alacsony, SBR-berendezéseknél a 400–600 ml/l közötti érték normális, a 600 ml feletti túl magas.

Túl magas iszapkoncentráció esetén az iszap egy részét, a fölősiszapot el kell venni. Az iszapot a fölősiszap-szivattyúval lehet elvenni, és többnyire az előtisztító műtárgyba kell vezetni.

A reaktorban a biomassza jó működéséhez kellő mennyiségű oxigénnek kell rendelkezésre állni. Megfelelő az 1–2 mg/l közötti oxigénkoncentráció. A túl alacsony oxigénkoncentráció oka lehet a túl nagy szennyezőanyag-terhelés, ami akkor fordulhat elő, ha a berendezés kapacitásához képest túl sok kibocsátó szennyvíz jut a berendezésre, vagy a kibocsátott szennyvíz szervesanyag-koncentrációja túl magas. Ilyen eset akár lökésszerűen is előfordulhat, ha a szennyvízbe sok szerves anyag kerül (állatvágásból vér, borkészítéskor alkohol stb.). Az oxigénkoncentráció

csak megfelelő mérőszondával ellenőrizhető. Az oxigénbevitel működése legegyszerűbben röviddel a fúvó bekapcsolása után ellenőrizhető. Ekkor a levegőztető műtárgy vízfelszínén a légbuborékoknak finomaknak és egyenletesen eloszlónak kell lenniük. Ha a buborékpép ennek a kíváncsnak nem felel meg, a levegőztetőelem működési problémájáról lehet szó, leggyakrabban a levegő a membránfelület egy részén nem tud kilépni. Ha akár cm-es méretű buborékok jelennek meg a vízfelszínen, a levegőbevezető csőnél, csatlakozásnál vagy a membrán szakadásánál szökhet el a levegő. Az előbbi probléma a tömítés javításával kiküszöbölhető, membránszakadás esetén a levegőztetőelemet ki kell cserélni.

Az SBR-berendezéseknél az eleveniszap a levegőztetési ciklus után ülepedik a beállított ciklusidőnek megfelelő ideig. Az ülepítési fázis után az ülepített szennyvizet szivattyú vagy szivornya emeli az elvezető csőbe, illetve az előtte lévő, néhány liter térfogatú mintavevő edénybe. Az ülepítés a zavarosság mérésével, illetve szemrevételezéssel ellenőrizhető. A zavarosságméréshez zavarosságmérő műszer szükséges, ami általában csak laboratóriumban áll rendelkezésre. Szemrevételezéssel a szennyvíz átlátszósága egyszerűen mérhető. Az átlátszósága megadja, hogy milyen mélységig tiszta, lebegőanyag-mentes a víz.

Az aerob berendezések ülepítőjében a vízfelületen az eleveniszap-pelyhek felflotálódása miatt uszadék képződhet. Az úszó iszap egyszerű nyeles edénnyel lemerhető. A leszedett úszó iszap az előtisztító iszapterében helyezhető el.

Az eleveniszapos berendezések esetében komoly problémák lépnek fel tartósan szennyvíztáplálás nélküli időszakokban. Az eleveniszapos rendszerek többnyire 7–10 napos szennyvíztáplálás-kimaradást átvészelnek. Ilyen nagyságú vagy némileg hosszabb szennyvíztáplálás nélküli időszakokra jó megoldás, ha a tisztító rendszerben van mennyiségi és minőségi kiegyenlítés biztosító tároló. De hosszabb idő esetében az egy lakóegységet ellátó kisberendezés (például 4 LE kapacitású) esetében, például a lakók nyaralásakor takarékküzemre kell átállni. A takarékküzem azt jelenti, hogy a szennyvízmentes időszakban pótolni kell valamilyen minimális vízmennyiséget és a biomasza működésben tartásához szükséges tápanyagokat, legalább valamilyen szénforrást. A pótszennyvíz tisztított szennyvízből nyerhető, de a rendszerben lennie kell egy kisebb, akár csak 100 L körüli hasznos(!) térfogatú tisztított szennyvíz-tárolónak, ahonnan az a biológiai egységre visszacirkuláltatható. Ez akár provizórikus beépítésű, kis vízszállítású, szintvezérelt szivattyúval megoldható. A szerves anyag pótlására elvileg elképzelhető az iszaptárolóból (ülepítőből, oldómedencéből) iszapvíz nyérése, de technikailag költséges, bonyolult megoldást igényel. Célszerűbb, és műszakilag egyszerűbb megoldás lehet külső szénforrás (például ecetsav) szakaszos bevezetése az eleveniszapos reaktorba vagy a recirkulációs vízáramba. Az adagoló egység részei: adagoló szivattyú, oldattároló kanna, vezérlőegység (lényegében időkapcsoló).

Csepegtetőtestes berendezésnél a megfelelő szennyvízminőség teljesítésének feltételei:

- alacsony lebegőanyag-tartalmú szennyvíz vezethető a csepegtetőtestre, ami jó hatásfokú előkezelést (ülepítést) feltételez;
- a szennyvizet a csepegtetőtestre szakaszosan kell feladni, és a töltet felületén egyenletesen kell szétosztani;
- a szervesanyag-terhelést alacsony értéken kell tartani, a csepegtetőtest kiszáradását meg kell akadályozni, mindkét követelményhez a tisztított szennyvizet szakaszosan vissza kell recirkuláltatni;
- a töltet jó átlevégőzéséhez a töltet méretét megfelelő szemnagysággal kell kiválasztani.

A töltet felületének esetleges tócsásodása eltömődésre utal, ami vagy a felül lévő réteg nagynyomású vízzel átmosásával, vagy a töltet nagyobb vastagságú rétegének kitermelésével és a hézago-

kat eltömő iszapanyag kiöblítésével számolható fel. A fertőtlenítőszeres (hipós) víz alkalmazása ellenjavallt, mert a biológiai hártókat súlyosan károsítja.

A berendezésekből származó iszapok ártalommentes elhelyezésének megszervezéséről a törvény szerint az önkormányzatnak kell gondoskodni.

Gazdaságossági vonatkozások

A szakszerűen kialakított és megépített kisberendezések terjedése akkor várható el, ha ezek létesítési és üzemeltetési költségei a centralizált szennyvízelvezető rendszerek fajlagos létesítési költségeit, illetve az adott térségben szokásos csatornadíjakat nem haladja meg. A központi szennyvízelvezető és -tisztító rendszerek kizárólag valamilyen pénzügyi szubvencionálással valósulnak meg, ezért a kisberendezések létesítésével kapcsolatban joggal várható el, hogy a kormányzat ekvivalens támogatási rendszert dolgozzon ki, és működtessen. Különösen preferálandó a csoportos szennyvízkibocsátók esetében a közös, legfeljebb 50 LE kapacitású egység létesítése, ha annak üzemeltetését az agglomeráció csatornaszolgáltatója vállalja fel.

A kisberendezések létesítésének elméletileg lehetséges, racionális forrása az adott ingatlantól a közüzemi csatornahálózati kiépítendő csatorna és a központi szennyvíztisztító kapacitás egységköltsége alapján számítható beruházási összeg.

Az üzemeltetési költségek között kell számba venni a karbantartási és felújítási költségeket (például töltet-, membrán- stb. csere), a létesítmény amortizációs költségét, adott esetben az energia-költségeket, a keletkező iszap elszállításának, kezelésének és elhelyezésének költségeit. Indokolt a kisberendezések esetében is az életciklusköltség-szemlélet előtérbe helyezése.

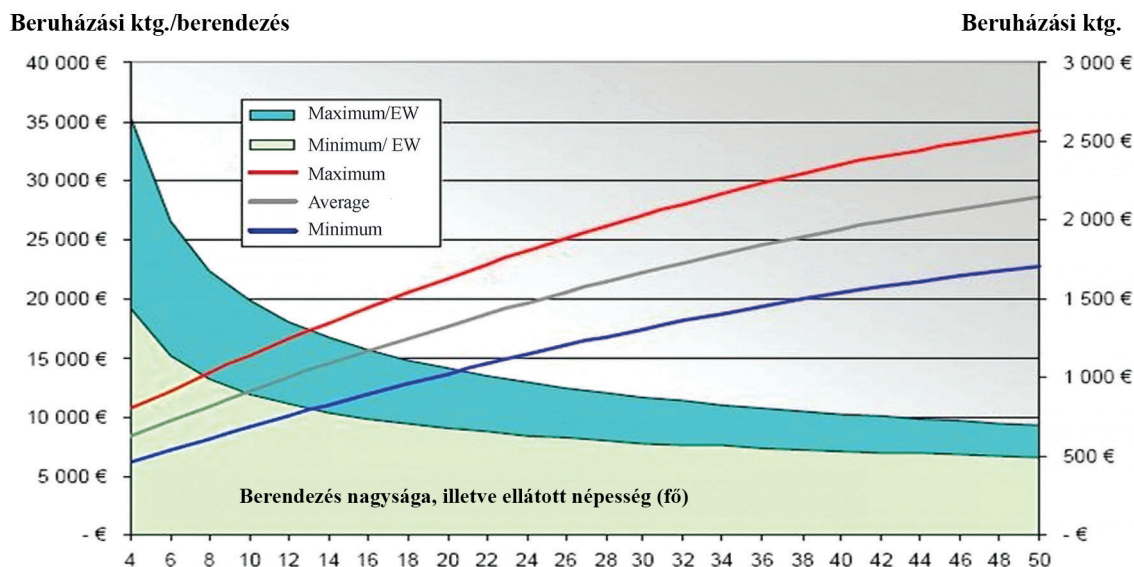
A kisberendezések létesítésének költségeit különösen a gyártmányok sokszínűsége, a gyártók kínálati palettájának sokszínűsége és a telepítési-kivitelezési költségek óriási szórása miatt nehéz még becsülni is.

Orientáló adatnak tekinthetjük a MASZESZ 2016-ban az egyedi szennyvíztisztításra és -elhelyezésre vonatkozó ajánlásai között szereplő, a CE tanúsítvánnyal rendelkező oldómedencékre a 700–800 eFt/ingatlan, kisberendezésre az 1100–1200 eFt/ingatlan fajlagos beruházási költségeket. Az ugyanitt szereplő oldómedencére 450–500 eFt/ingatlan, kisberendezésre 4–5 eFt/ingatlan üzemeltetési fajlagos erősen alábecsült, különösen életciklus-szemléletben.

Az 50 LE-ig értelmezett szennyvíztisztító kisberendezésekre vonatkozóan szofisztikáltabb képet tükröz egy 300 különböző kisberendezésre kiterjedő, a gyártók árlistáin és ajánlatain alapuló, de a telepítéshez szükséges költségeket is tartalmazó, valamint az üzemeltetési költségeket (Németország, 2003) mutató diagram. A fajlagos költségeket mutató diagramból látható, hogy a fajlagos költségek széles sávban mozognak, a kisebb méreteknél a felső és alsó érték között akár 1,5–2-szeres különbség is lehet, a nagyobb méreteknél a költségsáv szűkebb, ugyanez a különbség 0,6–0,7 körüli.

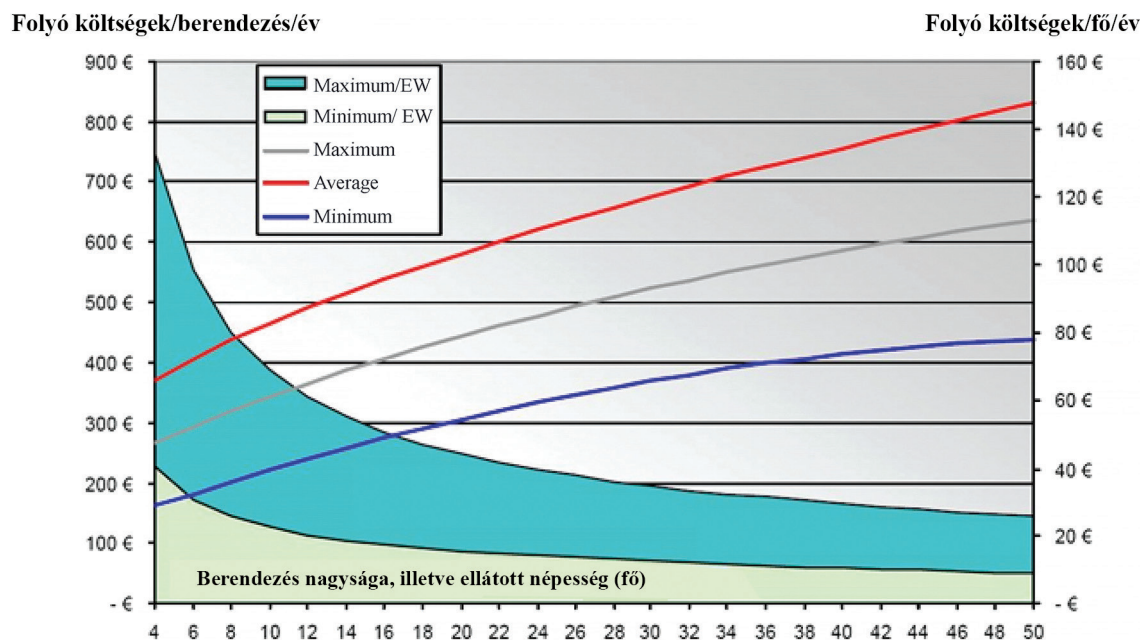
Az üzemeltetés során keletkező fontosabb költségek: a karbantartási költségek, az áramköltségek és az iszap elszállításának költségei. A karbantartási költségek a rendszeres ellenőrzés, a szennyvízminták vizsgálatainak költségeit, a garanciális és ezenfelüli javítási költségeket is tartalmazzák. A kisberendezések üzemeltetésével járó folyó költségek a berendezés típusától, kiépítési méretétől függenek. A kisebb berendezéseknél a legkisebb és legnagyobb fajlagos költség közti különbség akár háromszoros is lehet, a legnagyobb berendezéseknél ugyanez a különbség kétszeres. Az áramköltségek a 2003-as adatok szerint egy átlagos háztartás esetében jóval 100 euró

felett voltak, a természetközeli szennyvíztisztítóknál az áramköltségek sokkal alacsonyabbak. Egy lakosra vetítve az éves áramköltség a művi berendezések esetében 10–30 euró körül, a természetközeli tisztítóknál 2–5 euró körül volt.



3.34. ábra

Fajlagos beruházási költségek (Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség [MASZESZ])



3.35. ábra

Kisberendezések üzemeltetésével járó folyó költségek ([3])

A kis szennyvíztisztítók energiaigényét technológiák szerinti bontásban különböző amerikai források nyomán a 3.36. táblázat mutatja.

3.36. táblázat

Kis szennyvíztisztítók energiaigénye a különböző technológiák függvényében (saját szerkesztés)

Technológia	Hidraulikai terhelés m ³ /d	Fajlagos energiafelhasználás kWh/m ³
Fakultatív tó + gyors beszivárgtatás	3786	0,11
Fakultatív tó + felszíni beszivárgtatás	33786	0,16
Levegőztetett növényágyas	5500	0,16
Szakaszos elárasztású (töltő-ürítő) növényágyas	1000	0,18
Oxidációs árok	3786	0,51
Csepegtetőtest nitrogéneltávolítással	3786	0,61
Eleveniszapos nitrifikációval	3786	0,76
Teljes oxidációs kisberendezés	3786	1,06
SBR	303	1,13
Élőgép	3786	1,51

3.37. táblázat

Fajlagos létesítési és működési költsége (saját szerkesztés)

		Egy ingatlanra eső nettó			30 éves nettó létesítési és működési költség (Ft)	Költségarány a legdrágább 30 éves nettó létesítési és működési költséghez viszonyítva (%)
		építési költség (Ft/ingatlan)	működési költség (Ft/m ³)	működési költség (Ft/év)		
Zárt szennyvíztároló		500 000	1580	156 000	2 726 263	100
Egyedi szennyvíztisztító kisberendezés		750 000	170	16 700	954 688	35
Csatornázás + művi szennyvíztisztító	< 600 LE	1 100 000	1000	98 550	2 452 844	90
	600–2000 LE	980 000	920	90 400	2 255 054	83
Csatornázás + természetközeli szennyvíztisztító	< 600 LE	850 000	640	63 300	1 705 522	63
	600–2000 LE	750 000	570	55 800	1 519 574	56

Felhasznált irodalom

- [1] Schmitt, TG, Hansen, J, Valerius, B. Handlungsempfehlungen für eine moderne Abwasserwirtschaft. Schlussbericht. TU Kaiserslautern; 2010.
- [2] Mall AG: Kleinkläranlagen/Grauwassernutzung, 5. (Terméktájékoztató).
- [3] MASZESZ: Kistelepülések egyedi szennyvíztisztítására és elhelyezésére vonatkozó szakmai ajánlása. Hírcsatorna. 2017;1.

Jogszabályok

- 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról
- 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről
- 78/2008. (IV. 3.) Korm. rendelet a természetes fürdővizek minőségi követelményeiről, valamint a természetes fürdőhelyek kijelöléséről és üzemeltetéséről
- 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról
- 27/2005. (XII. 6.) KvVM rendelet a használt és szennyvizek kibocsátásának ellenőrzésére vonatkozó részletes szabályokról
- 30/2008. (XII. 31.) KvVM a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról
- 91/271/EGK irányelv a települési szennyvíz kezeléséről
- 86/278/EGK irányelv (1986. június 12.) a szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználása során a környezet, és különösen a talaj védelméről

Szabványok

- ATV-DVWK-A 262 Grundsätze für die Bemessung, Bau und Betrieb von bepflanzten Bodenfiltern zur biologischen Reinigung kommunalen Abwassers, 2004
- CEN/TR 12566-2:2008 Soil infiltration systems
- CEN/TR 12566-5:2005 Pre-treated effluent filtration systems
- DIN 4261 Teil 1; „Kleinkläranlagen, Anlagen zur Abwasservorbehandlung”, Ausgabe Dezember 2002
- DIN SPEC 4261-6: Bestimmung der Tagesfrachten häuslichen Schmutzwassers beim Betrieb von Kleinkläranlagen nach EN 12566-3 und DIN 4261-1
- ÉSZ 511-75 Szennyvíztisztítás és szennyvíztisztítási építmények. Tervezési előírások
- MI 10 127/9-84 Településekről származó szv-ek tisztítótelepei. Szennyvíztisztító kisműtárgyak és kisberendezések
- MSZ 15287:2000 Településekről származó szennyvizek tisztítótelepei. Szennyvíztisztító kisműtárgyak és kisberendezések
- MSZ 15302-62 Csatornatervezés és méretezés. Szennyvíztisztítás.
- MSZ EN 12056-1:2001 Gravitációs vízvezető rendszerek épületen belül. 1. rész: Általános és teljesítményi követelmények
- MSZ EN 12056-2:2001 Gravitációs vízvezető rendszerek épületen belül. 2. rész: Szennyvízcsővezeték, kialakítás és számítás
- MSZ EN 12566-1:2016 Angol nyelvű! Szennyvíztisztító kisberendezések 50 összes lakosegyenértékig (LE). 1. rész: Előre gyártott oldómedencék
- MSZ EN 12566-3:2016 Angol nyelvű! Szennyvíztisztító kisberendezések 50 összes lakosegyenértékig (LE). 3. rész: Készre gyártott és/vagy helyszínen összeszerelt házi szennyvíztisztító berendezések
- MSZ EN 12566-4:2016 Angol nyelvű! Szennyvíztisztító kisberendezések 50 összes lakosegyenértékig (LE). 4. rész: Előre gyártott elemekből a helyszínen összeszerelt oldómedencék
- MSZ EN 12566-6:2016 Angol nyelvű! Szennyvíztisztító kisberendezések 50 összes lakosegyenértékig (LE). 6. rész: Előre gyártott tisztítóegységek az oldómedencékből elfolyó szennyvízhez

MSZ EN 12566-7:2016 Angol nyelvű! Szennyvíztisztító kisberendezések 50 összes lakosegyenértékig (LE). 7. rész:
Előre gyártott harmadik fokozatú tisztítóegységek
OVHMI 146/1-71 Házi szennyvízkezelő kisműtárgyak
ÖNORM B 2505: 2009 Kläranlagen – Intermittierend beschickte Bodenfilter („Pflanzenkläranlagen“) – Anwendung,
Bemessung, Bau, Betrieb, Wartung und Überprüfung

Ajánlott irodalom

Boller M. Small Wastewater Treatment Plants – A Challenge to Wastewater Engineers. Water, Science & Technology. 1997;35(6):1–12. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(97\)00089-9](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(97)00089-9)
Eikum AS, Seabloom RW. editors. Alternative Wastewater Treatment – Low-cost Small Systems, Research and Development. D. Reidel; 1982.
ÉM: Csatornatervezési és méretezési szabályzat 1. rész. Budapest; 1952.
EPA: Code Of Practice Wastewater Treatment and Disposal Systems Serving Single Houses (p.e. ≤ 10). 2009.
Frechen F. Technische Entscheidungskriterien für dezentrale oder zentrale Abwasserreinigungsanlagen, DWA WasserWirtschafts-Kurs O/6 „Abwasserentsorgung im ländlichen Raum“ Kassel, 5. bis 7. November 2014.
Goldberg B. Kleinkläranlage heute – Ein Kompendium zu den klärtechnischen Verfahren und Anlagen der Abwasserbehandlung. Beuth; 2018.
Kadlec RH, Wallace SD. Treatment Wetlands. CRC Press; 2009.
Koch M, Schlesinger R. Dezentrale Abwasserentsorgung – neue Erkenntnisse, hygienische Aspekte. Tagungsband „Wasser, Abwasser – Wertstoffe für die Lausitz?“ Lautau; 2003.
Magyar Víziközmű Szövetség: Távlati vízigények elemzése. 2007.
Merkblatt „Kleinkläranlagen in Schleswig-Holstein“. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein; 2016.
New York State Department of Health, Bureau of Water Supply Protection. Residential Onsite Wastewater Treatment Systems Design Handbook. 2012.
Településtípusok. 2018. <http://www.terport.hu/telepulesek/telepulestipusok>
Török L. Szennyvíztisztítás. Kézirat.
Rule Development Committee Issue Research Report Draft – Organic Loading Rates. Washington State Department of Health; 2002.
Útmutató a 2000 lakosegyenérték szennyezőanyag-terhelés alatti települések szennyvízelvezetési és -tisztítási megoldásainak kialakításához. Vidékfejlesztési Minisztérium; 2010.

Fejezetzáró kérdések

1. Melyek az egyszerű és bővített oldómedencék kialakítási szabályai?
2. Vázolja fel egy folyamatos átfolyású eleveniszapos kisberendezés elvi kialakítását az egyes anyagáramok feltüntetésével!
3. Mi az SBR-rendszerű szennyvíztisztítás működési elve? A kisberendezésekben alkalmazva milyen sajátos üzemeltetési alternatívákat említene?
4. Milyen a csepegtetőtestes kisberendezések elvi kialakítása, és hogyan működnek?
5. Milyen a merülőtárcsás csepegtetőtestek elvi kialakítása, és hogyan működnek?
6. Hogyan működnek a membrán bioreaktorok?
7. Melyek a természetközeli szennyvíztisztító kisberendezések, milyenek a fő kialakítási módjaik?
8. Hogyan helyezhetők el a tisztított szennyvizek? Milyen elvek szerint méretezhetők a szennyvízelhelyező kislétesítmények?