

4. FOKOZATÚ SZENNYVÍZTISZTÍTÁS. A MIKROSZENNYEZŐK ELTÁVOLÍTÁSA

Garai György

BEVEZETŐ GONDOLATOK

Az utóbbi évtizedek környezeti változásai, a mérési és kezelési technológiák fejlődése indokoltá teszik a szennyvízelvezetésre és szennyvíztisztításra vonatkozó követelmények szigorítását, egyebek között negyedik fokozatú szennyvíztisztítás előírását. A negyedik fokozatú szennyvíztisztításról jelenleg kevés tapasztalattal rendelkezünk, és számos kérdés merül fel az alkalmazható technológiákkal kapcsolatban. Jelen írásban áttekintjük a várható új elvárásokat és azok hatását a hazai szennyvíztisztító telepekre és üzemeltetőikre. Sok technológia alkalmas a mikro szennyező - tartalom csökkentésére, bemutatunk ezek közül néhány ismert, elterjedően lévő módszert.

Jelen cikk az MTA Vízellátási és Csatornázási Bizottsága 4. fokozatú szennyvíztisztítással foglalkozó előadóülésén 2023. november 29-én elhangzott hozzászólás alapján készült, felhasználva az ott elhangzott előadások egyes részleteit.

ELŐZMÉNYEK

Az Európai Unió 1991-ben adta ki a 91/271/EGK irányelvet a települési szennyvíz kezeléséről. Az eltelt három évtized alatt jelentős javulás következett be a települési szennyvizek gyűjtésében, kezelésében és a felszíni vizek

állapotában. Az irányelv hatásának 2019-ben zárult értékelése szerint az Unióban a vízi környezetbe történő szennyezőanyag kibocsátás jelentősen csökkent. A szennyvíz 98%-át megfelelően gyűjtik és 92%-át megfelelően kezelik. Mintegy 22 000 város 520 millió lakos egyenértéknek megfelelő szennyvizét központosított rendszerekben kezelik. A kibocsátott kezelt szennyvíz biokémiai oxigénigénye, nitrogén- és foszfortartalma 1990 és 2014 között Unió-szerte 61 %-kal, 32 %-kal, illetve 44 %-kal csökkent. Ez egyértelműen javította az uniós víztestek minőségét.

A kedvező változások mellett továbbra is tapasztalunk kedvezőtlen hatásokat, eseményeket, folyamatokat.

A nagyvárosok régi, egyesített rendszerű csatornahálózatából történő szennyvízzel kevert záportúlfolyások rontják a felszíni vizek állapotát. Súlyosbító hatás, hogy a klímaváltozás egyik következménye az, hogy a szélsőséges csapadékesemények – bár talán ritkábban – de egyre növekvő intenzitással jelentkeznek.

A felszíni vizek minőségének további javítása érdekében jobb hatásfokú nitrogén- és foszforeltávolítás szükséges. Fokozódik az igény a szennyvíz nitrogéntartalmának és főleg foszfortartalmának kinyerésére és hasznosítására.

A mérés technika fejlődése lehetővé tette a vizekben igen alacsony, literenként mikro- vagy nano grammokban kifejezhető koncentrációban lévő mikro szennyezők észlelését. Ezek jelentős része emberi tevékenység következtében kerül a környezetbe. Összefüggéseket találtak a mikro szennyezők jelenléte és a vízi élővilágban és az emberi egészségügyben tapasztalt kedvezőtlen jelenségek között.

A mikro szennyezők közé tartozó vegyületek száma százazres nagyságrendű.

Nem érvényesül kellő mértékben a környezetszennyezéssel kapcsolatos „a szennyező fizet” alapelv. Gyógyszer gyártók, kozmetikumgyártók termékeiből származó szennyezőanyagok, különösen a mikro szennyezők eltávolításának és környezeti kárai elhárításának költségeit nem a gyártók térítik meg.

A jelenleg érvényes szabályozás csak a 2000 LE feletti agglomerációkra vonatkozóan tartalmaz elvárásokat. A kisebb lakóközösségek szennyvizének megfelelő kezelésével tovább lehetne javítani a környezet állapotát.

A biogáz felhasználásával villamos energiát termelő szennyvíztisztító telepek eddig is sokat tettek a klímasemlegességért és fosszilis eredetű villamos energia-felhasználás csökkentéséért. További javulás lenne érhető el többek között külső szerves anyag fogadás révén a biogáz termelés növelésével, napelemes villamosenergia-termeléssel, geotermikus energia felhasználásával.

A fent leírtak indokolják a 91/271/EGK irányelv átdolgozását. Elkészült a szövegjavaslat egy új, szigorított irányelvre. Jelen cikk írásakor

(2024 február) várható az új irányelv hivatalos kiadása. A tervezet fő célkitűzései a következők:

- egyesített rendszerek záportúlfolyásai által okozott környezeti hatás mérséklése
- decentralizált szennyvíztisztító létesítmények hatásának alaposabb ismerete
- a kezelési kötelezettség alsó határának csökkentése 2000 lakos egyenértékről 1000 lakos egyenértékre
- növényi tápanyagok eltávolítási határfokának javítása
- mikro szennyezők megfelelő határfokú eltávolítása
- a „szennyező fizet” elv érvényesítése
- szennyvíztisztító telepek energia-hatékonyságának javítása
- körforgásos gazdaságba történő illeszkedés
- nagy szennyvíztisztítók energiasemlegessége

A legfontosabb célkitűzéseket foglalja össze a határidők megadásával az 1. táblázat

Magyarországon az érintett telepek száma a nagyságrendi kategóriákban durva becslés szerint az alábbiak szerint alakul:

- 100 000 LE feletti telep kb.: 30 db, összes kapacitás 1 400 000 m³/nap
- 10 000 – 100 000 LE közötti telep kb.: 180 db, összes kapacitás 600 000 m³/nap
- 10 000 LE alatti telep kb.: 700-800 db, összes kapacitás 200 000 m³/nap

Jelen írás a mikro szennyezők eltávolítását célzó negyedik fokozatú szennyvíztisztítási eljárásokkal kíván foglalkozni.

1. táblázat az átdolgozott települési szennyvízkezelési irányelv fő célkitűzései és a határidők

	2025	2030	2035	2040
Záporvíz túlfolyás és városi lefolyás (esővíz)	Nyomon követés alkalmazása	Integrált tervek a 100 000 LE feletti agglomerációk + a kockázatnak kitett azonosított területek esetében	Integrált tervek alkalmazása a 10 000 és 100 000 LE közötti, kockázatnak kitett agglomerációkban	Minden 10 000 LE feletti agglomerációra érvényes indikatív uniós célérték
Egyedi vagy más megfelelő rendszerek	Rendszeres ellenőrzés valamennyi tagállamban + jelentéstétel a magas számú egyedi vagy más megfelelő rendszerrel rendelkező tagállamok esetében	Az egyedi vagy más megfelelő rendszerekre vonatkozó uniós szabványok		
Kis agglomerációk	1 000 LE új küszöbérték	Minden 1 000 LE feletti agglomeráció az előírásoknak megfelelő		
Nitrogén és foszfor	A kockázatnak kitett területek azonosítása (10 000–100 000 LE agglomerációk)	A 100 000 LE feletti létesítményekben a nitrogén/foszfor eltávolítására vonatkozó köztes célkitűzés + Új szabványok	Nitrogén/foszfor-eltávolítás minden 100 000 LE feletti létesítményben + Köztes célérték a kockázatnak kitett területekre vonatkozóan	Nitrogén/foszfor-eltávolítás a (10 000 és 100 000 LE közötti) kockázatnak kitett területeken
Mikro-szennyező anyagok	Kiterjesztett gyártói felelősségi rendszerek kialakítása	Kockázatnak kitett, azonosított területek (10 000–100 000 LE) + Köztes célérték a 100 000 LE feletti létesítményekre	Minden 100 000 LE feletti létesítmény további kezelésre alkalmas + Köztes célértékek a „kockázatnak kitett” területekre	Valamennyi kockázatnak kitett valamennyi létesítmény magasabb követelményeket kielégítő kezelésre alkalmas
Energia	100 000 LE feletti létesítmények energetikai auditja	Valamennyi 10 000 LE feletti létesítmény auditja Köztes célérték	Az energia-semlegesítésre vonatkozó köztes célérték	Megvalósult energiasemlegesség és kapcsolódó ÜHG-kibocsátás-csökkentés

Forrás: AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE a települési szennyvíz kezeléséről (átdolgozás) 2022/0345 (COD) Javaslat:

MIKRO SZENNYEZŐK

A 2. táblázat teljesség igénye nélkül igyekszik felsorolni a mikro szennyezők főbb csoportjait. A mikro szennyezők nagy száma (százazres nagyságrend) és eltérő tulajdonságai miatt számolni kell azzal, hogy a technológiák többsége az egyes mikro szennyezőket

széles határok között változó hatásfokkal kezeli.

Mikro szennyezők eltávolítására alkalmas technológiák

Az eleveniszapos tisztítás a mikro szennyezők koncentrációját vegyületenként változó

2. táblázat Mikro szennyezők

Humán és állati gyógyszerek	Antibiotikumok, Fájdalomcsillapítók, Antidiabetikumok, epilepsziaellenes szerek, Pszichiátriai szerek, Vérlipid szabályozók, Gyulladáscsökkentők, Röntgen kontraszt anyagok (iopromid), Szív-, érrendszeri gyógyszerek (β -blokkolók), vérnyomáscsökkentők, szintetikus hormonok
Antibiotikum rezisztencia gének	
Kábítószer	Kokain, Heroin, morfin
Kozmetikai és testápoló szerek (PCP)	Illatanyagok és szintetikus pézsma, Élénkítőszer, UV/napvédők, fertőtlenítő szerek, antioxidánsok, tartósítószer, Rovarriasztók
Peszticidek	Gyomirtók (alaklór, glifozát), rovarirtószer (DDT, klordén, aldrin, dieldrin, endrin, heptaklór, mirex, toxafén, klórdekon, lindén), gombaölőszer (hexaklórbenzol), Rágcsálóirtók (arzén-trioxid), Talajfertőtlenítő szerek (etilén-dibromid)
Felületaktív anyagok	Nonol-fenol (NP)
Ipari kemikáliák	Műanyagalapanyagok, pl. BPA, Poliklórozott bifenilek (PCB), pl. alaklór, furánok, Lágyítószer, pl. dietil fatalát (DEP) Poli és perfluorozott alkilizett anyagok (PFAS) , pl. PFOS, PFOA, Égésgátlók, pl. polibromozott difenil-éterek (PBDE)
Élelmiszer adalékanyagok	Koffein, aszpartám
Mikro és nanoműanyagok	
Nanorészecskék	Szén nanocsövek, arany, titánium nanorészecskék, fullerének
Fertőtlenítési melléktermékek (DBP-k)	Trihalometán,
Égési melléktermékek	Dioxinok, furánok, PAH,
Üzemanyag adalékok	Metil-terc-butil-éter
Algatoxinok	mikrocisztin

Forrás: SZERVES MIKROSZENNYEZŐK A TISZTÍTOTT SZENNYVÍZBEN ÉS SZENNYVÍZISZAPBAN Nemzeti Közzolgálati Egyetem Víz tudományi Kar EFOP-3.6.1-16-2016-00025 „A vízgazdálkodási felsőoktatás erősítése az intelligens szakosodás keretében” Knisz Judit tudományos főmunkatárs, Vadkerti Edit, PhD egyetemi docens

mértékben csökkenti. Általában elmondható, hogy magasabb iszapkor jobb eltávolítási hatásfokot biztosít. Az eltávolítás hatásfoka azonban nem elegendő. További kezelés, egy negyedik tisztítási fokozat szükséges a mikro szennyezők koncentrációjának számottevő mértékben történő csökkentéséhez.

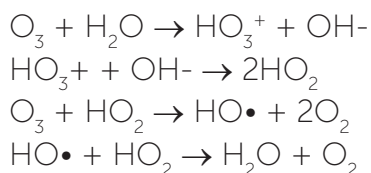
A negyedik tisztítási fokozat bevezetésének előfeltétele

A negyedik fokozatú technológiák közös jellemzője az, hogy hatásuk nem szelektív a mikro szennyezőkre vonatkozóan. Hatásuk

érvényesül a szennyvízben lévő egyéb, nem mikro gramm és kisebb nagyságrendben lévő szennyezőkre is. Amennyiben az első három fokozat nem működik hatékonyan és oldott vagy partikuláris formában a szenny vízben marad szerves szennyezés, akkor a negyedik fokozat hatékonysága romlik vagy a kellő hatás eléréséhez szükséges adagok növekednek. A negyedik fokozat bevezetése előtt ezért az érintett telep működését felül kell vizsgálni és a megfelelő működéshez szükséges felújításokat, bővítéseket végre kell hajtani. Minél kisebb legyen a negyedik fokozatra jutó oldott szerves szén és lebegőanyag.

Ózonos kezelés

Az ózon (O₃) közvetlen módon hat a mikro szennyezőkre vagy hidroxil és más gyökök által.



Az ózon (O₃) nem stabil. ezért helyben állítják elő nagyfeszültségű elektrosztatikus kisülés segítségével levegőből vagy tiszta oxigénből. Tiszta oxigénből kisebb villamos energiafogyasztással lehet ózont előállítani, de számolni kell a tiszta oxigén beszerzési költségével is. Az ózon előállítás villamos energiaigénye magas. Az ózonizálás egy tisztítótelep villamos energiaigényét 20-30%-kal növelheti. A fajlagos villamos energia költség tiszta oxigén felhasználás esetén az oxigén előállítás energiaigénye nélkül kb. 20-25 kWh/kg ózon, levegő felhasználás esetén 25-30 kWh/kg ózon tartományban várható

Az ózonos kezelés során keletkezhetnek ártalmas reakciótermékek. Például, a magas bromid-tartalom az ózonos kezelés során rákkeltő bromátokká alakulhat. A káros bomlástermékek eltávolítására az ózonozás után célszerű homokszűrőt vagy granulált aktív szén szűrőt alkalmazni. További biztonságot adhatnak természet közeli eljárások. Például utótisztító-megfigyelő tó lehetővé teszi a természetes életközösség és az UV sugárzás általi további tisztítást és a kedvezőtlen minőség korai észlelését.

A mikro szennyezők lebontási hatásfoka vegyületenként változó. Számos mikro

szennyező esetében elérhető 80%-os lebontási hatásfok 0,5 – 1,0 gO₃/gDOC adagolással. A szükséges ózonadagot növeli a kezelendő víz oldott szerves szén, nitrogéndioxid és lebegőanyag tartalma. A kontaktidő csúcsidőben 10-14 perc tartományban lehet. Az ózonreaktorból távozó gázt ózon mentesíteni kell. Ez vegyszeradagolással (hidrogén peroxid, nátrium biszulfít, calciumtioszulfát), UV besugárzással vagy aktív szénnel tehető meg.

EGYÉB ELJÁRÁSOK

Szerves anyag eltávolításra és fertőtlenítésre alkalmazott eljárások a mikro szennyezőkre eljárásonként és mikro szennyezőnként változó mértékben hatnak. Ezek egy része az AOP (advancedoxidationprocess) néven ismert fejlett oxidációs körébe tartozik, más részük nem oxidáció alapján hat. Példaként sorolunk fel néhányat:

- UV ultraibolya besugárzás
- Hidrogén peroxid (H₂O₂) adagolás
- Elektronsugaras kezelés
- Ultrahangos kezelés
- Természet közeli eljárások

Gyakran alkalmazzák ezek kombinációit, esetleg katalizátor segítségével.

AKTÍV SZÉN

Az aktívszenet szénttartalmú anyagokból pirolízissel majd magas hőmérsékleten gőzzel, vegyszerrel történő aktíválással gyártják. A nyersanyag lehet fa, lignit, bitumen, dióhéj, mandulahéj, kókuszdióhéj stb. A por alakban történő adagolás

(PAC, powderedactivatedcarbon,(az angol nyelvű szövegekben a polialumínium-kloridra is ugyanezt a rövidítést alkalmazzák)) céljára 0,074mm (#200 szitatípus) alatti szemcseméretet gyártanak. Fixágyas szűréshez (GACgranularactivatedcarbon) 0,1mm feletti (#140szitatípus) szemcse méretet állítanak elő.

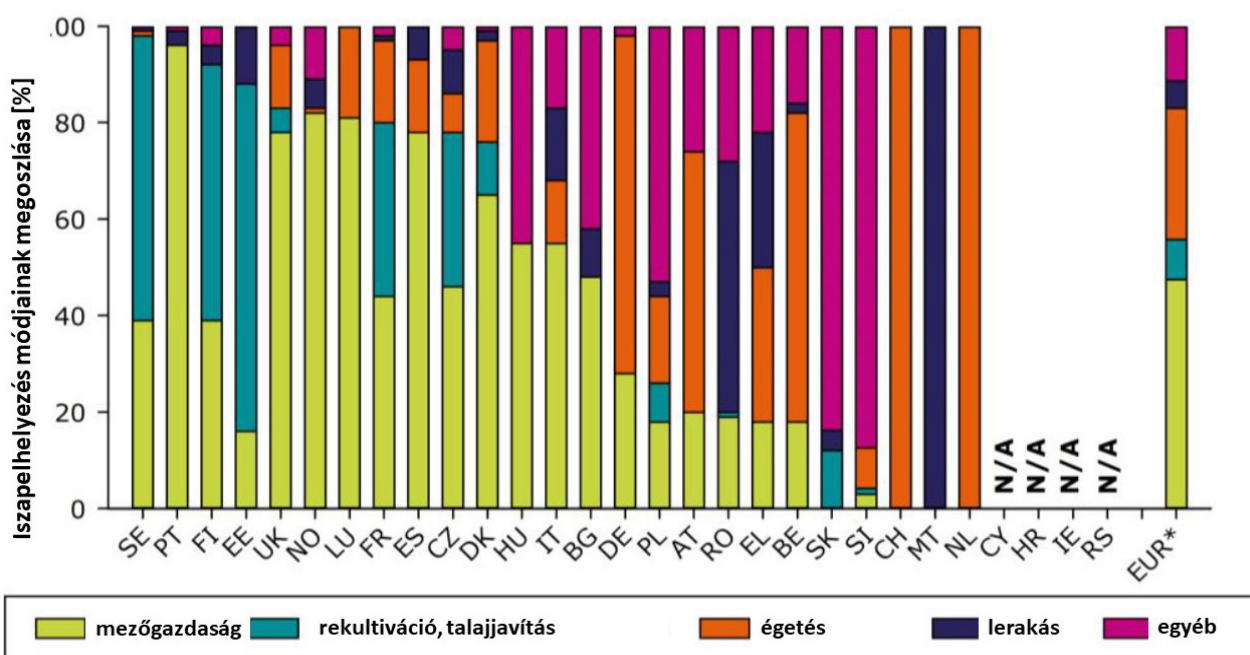
A fajlagos felület igen nagy, több száz vagy több ezer négyzetméter grammonként. Az aktívszenes technológiák elsősorban a mikro szennyezők megkötése, adszorpciója révén hatnak. A szennyezők az aktív szénhez kötődve eredeti formában maradnak. Ezért, ha a mikro szennyezőket tartalmazó aktív szén az iszapba épül, akkor az iszap általános mezőgazdasági termésjavító célra történő felhasználása legalábbis megkérdőjeleződik. Az 1. ábra mutatja be a vízi közmű üzemeltetők nemzetközi szakmai szövetségének (EU-REAU) 2021-ben végzett felmérését az egyes európai országok iszapelhelyezésének

módjairól. Az országok között jelentős eltérések vannak. Egyes országok minden iszapot égetnek, ezekről feltételezhetjük, hogy van kellő mértékű égetési kapacitás az országban. Mások a közel teljes mennyiséget talajon helyezik el. Az utóbbiak számára a talajon történő hasznosítás/elhelyezés ellehetetlenülése – égetőkapacitás hiánya esetén - jelentős változás lenne és legalábbis kezdeti nehézségeket okozna. Ezek közé tartozik Magyarország is.

AKTÍV SZÉN POR ADAGOLÁS

A por alakú aktívszenet lehet közvetlenül az eleveniszapos medencébe adagolni (2. ábra), vagy a biológiai tisztítás, utóülepítés után külön reaktorba, amit fázisszétválasztás követ (3. ábra).

Az eleveniszapos medencébe történő adagolás esetén a fölös iszap mennyisége mintegy



1. ábra. Európai országok iszapártalmatlanítási módszerei

Forrás: Wastewatertreatment – sludge management EurEauBriefingnote 2021 május

POR ALAKÚ AKTÍVSZÉN ADAGOLÁS 1.

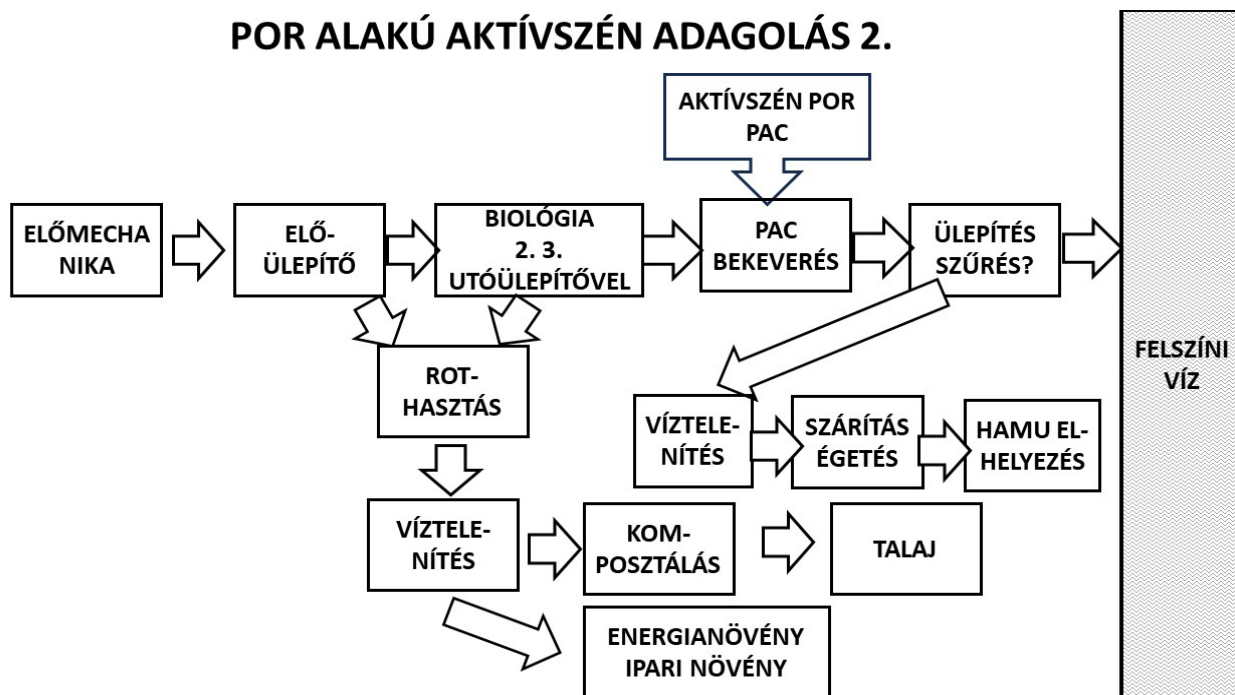


2. ábra Por alakú aktív szén adagolás 1.

20-30%-kal megnő. Vizsgálandó, hogy a rothasztókban az aktív szén szemcsék által nehezített iszap nem okoz-e a szokványosnál intenzívebb kiülepedést. Az eleveniszapba

épülő aktív szén az emberi vagy állati fogyasztási célú mezőgazdasági iszaphasznosítást ellehetetleníti. Az égetés során a széntartalom előny, mert növeli az iszap energiatartalmát.

POR ALAKÚ AKTÍVSZÉN ADAGOLÁS 2.



3. ábra Por alakú aktív szén adagolás 2.

A biogén eredetű aktívszenek klíma semlegesnek mondhatók, ellentétben a fosszilis nyersanyagból készült aktívszenekkel.

Ha az aktívszenet az utóülepítő után beépített reaktorba adagolják, az iszapminőség nem romlik. Az aktívszenes reaktor után ülepítés/szűrés szükséges. Kérdéses, hogy a telített aktív szén gazdaságosan regenerálható-e.

GRANULÁLT AKTÍV SZÉN

A granulált aktívszenet a tisztítási folyamat végén elhelyezett töltetes reaktorokban alkalmazzák (4. ábra). A töltet lehet nagy szemcseméretű fixágyas vagy kisebb szemcseméretű fluid ágyas (lebegő) töltet.

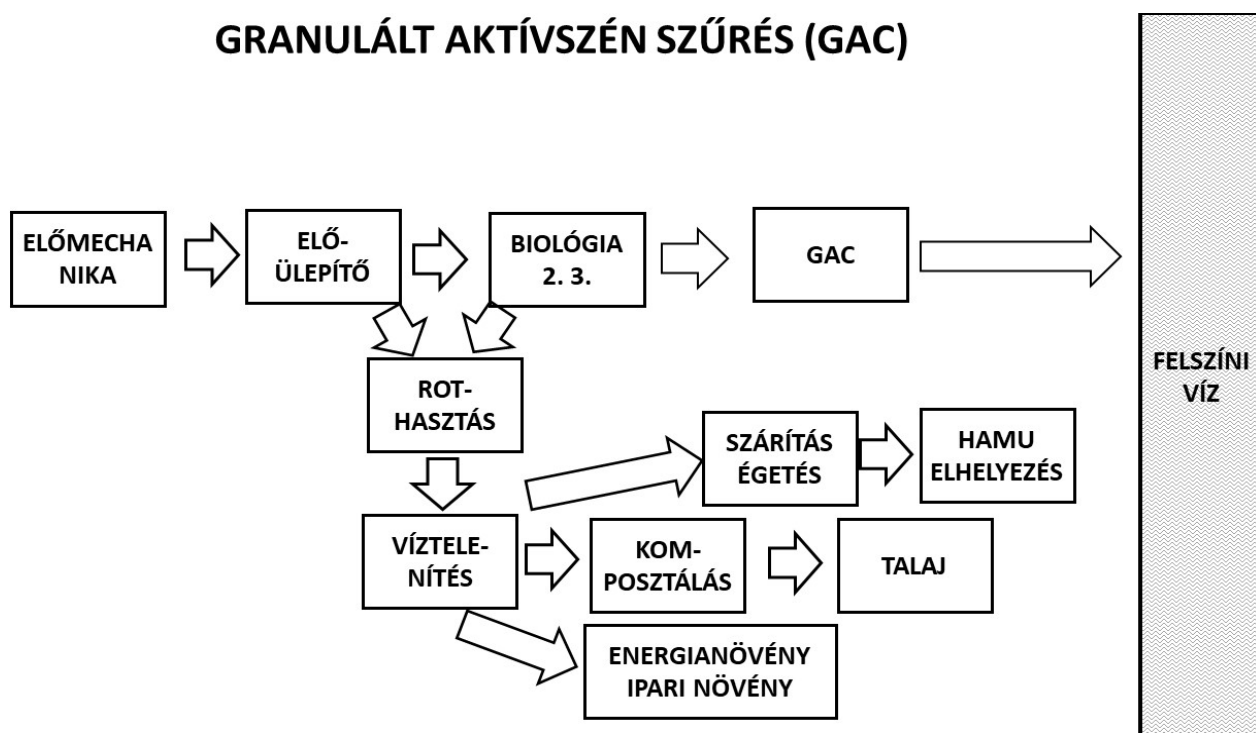
A rávezetett kezelendő szennyvíznek a lehető legkevesebb lebegőanyagot kell tartalmaznia és az oldott szerves szén (DOC) célszerűen

10mg/l alatt lehet. A reaktorban a szokványos tartózkodási idő hézagterfogatra számítva 6-10perc, reaktortérfogatra számítva 20-30 perc. A töltet hatékonysága, a mikro szennyező eltávolítás hatásfoka használat közben csökken. Az élettartam 20 000–30 000 feltöltés körül várható. A kimerült töltet erre szakosodott üzembe szállítva magas, 1200 °C hőmérsékleten, némi veszteséggel regenerálható. Ha ez a művelet teljes töltet kitermelésével, ezért a szűrő üzemszünetével jár, párhuzamos tartalék egység szükséges a folyamatos üzemmenet fenntartásához. Olyan megoldás is van, amikor a töltet kis részét rendszeresen lecserélik friss töltetre és így a teljes leállás elkerülhető.

FORDÍTOTT OZMÓZIS

A membrántechnológiák közül a fordított ozmózis és bizonyos összetevők esetében

GRANULÁLT AKTÍVSZÉN SZŰRÉS (GAC)



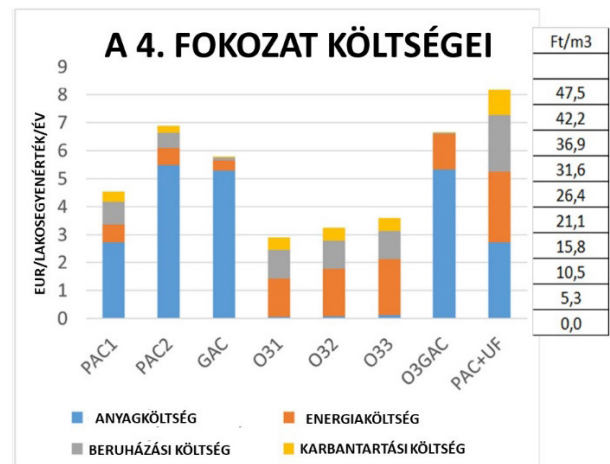
4. ábra Granulált aktív szén szűrés

a nano szűrés alkalmas a mikro szennyezők eltávolítására. Magas költsége miatt hazai alkalmazása jelenleg nem tűnik aktuálisnak. Nemzetközi kitekintésben láthatunk példákat arra, hogy a szennyvíztisztítás végső lépésében fordított ozmózist alkalmaznak. Ilyen példa Szingapur, ahol a tisztított szennyvíz fordított ozmózisos kezelés és fertőtlenítés után a vízellátó hálózatba kerülhet. A városállam vízigényének 40%-át elégíti ki ez a NEWater nevű termék. Természetesen, a membrántechnológiák a mikro szennyezőket nem bontják le. A kiszűrt iszapban a mikro szennyezők változatlan formában vannak jelen. Megfelelő kezeléséről, ártalmatlanításáról gondoskodni kell.

A KÖLTSÉGEKRŐL

Hazai tapasztalatok hiányában szakirodalmi források európai tapasztalatai alapján teszünk kísérletet durva becslésekre. Az 5. ábra por alakú (PAC) és granulált (GAC) aktív szén, ózonos (O₃) eljárások évi lakos egyenértékre eső költségeit mutatja. Az ábra jobb oldalához illesztettünk egy Ft/m³ dimenzióra átszámított skálát. Jól látható, hogy ózonizálás esetén a villamos energia költség magas, aktív szén eljárásnál pedig az anyagköltség. Az O₃1, O₃2 és O₃3 oszlopok alacsony értékeit a szűrés elhagyása okozhatja.

Egy más megközelítés szerint a hazai adatok alapján a szennyvíztisztítás önköltségét 100 – 150 Ft/m³ tartományba helyezzük. 12-15 g/m³ aktív szén adag esetén a szennyvíztisztítás költsége 18-30%-kal nő (forrás Dr. Patziger Miklós), vagyis 120 – 200 Ft/m³ tartományba emelkedhet.



5. ábra A 4. fokozatú szennyvíztisztítás költségei

Forrás: Treatment of micropollutants in wastewater: Balancing effectiveness, costs and implications A. Pistocchi, H.R. Andersen, G. Bertanazac, A. Brander, J.M. Choubert, M. Cimbritzf, J.E. Drewes, C. Koehler, J. Krampe, M. Lauenay, P.H. Nielsen, N. Obermaierl, S. Stanev, D. Thornberg

ÜVEGHÁZHASZÁSI GÁZ KIBOCSÁTÁS

A 4. fokozatú szennyvíztisztítás együtt jár üvegházhasznási gáz kibocsátással, egyebek között az ózongyártáshoz szükséges villamos energia előállítása vagy az aktív szén-gyártás miatt. Egyes források ezt 0,15 – 0,3 kg CO₂ egyenérték/m³ kezelt szennyvíz tartományba helyezik.

ENERGIAFELHASZNÁLÁS

A 4. tisztítási fokozat bevezetése a tisztítótelep energia fogyasztása 15-30%-kal nőhet. Az ózonizálás energiaköltsége a tisztítótelepen helyben jelentkezik. Az aktív szén kezelés energiafelhasználásának nagy része a gyártásnál jelentkezik.

SZAKKÉPZÉS

Az új technológiákat a tervezőknek, kivitelezőknek, üzemeltetőknek alaposan meg kell

ismerniük. Létre kell hozni a különféle technológiákra vonatkozó tervezési segédleteket. A költségek elfogadható szinten tartása érdekében fontos, hogy már tervezéskor elkerüljük az alul- vagy túlméretezést. Az üzemeltetők számára olyan oktatási dokumentációt kell készíteni, amely a vállalatvezetés legfelső szintjéig bemutatja és érthetővé teszi a tennivalókat. Jelenleg nem áll rendelkezésre olyan módszer, ami online módon mutatja az elfolyó víz mikro szennyező tartalmát. Fontos a pontos adagolást lehetővé tevő gépészet és automatika beépítése és automata mintavevők üzembe állítása. Az üzemeltető személyzetnek el kell sajátítania az új technológiákhoz kapcsolódó biztonságtechnikai tudnivalókat.

KITERJESZTETT GYÁRTÓI FELELŐSSÉGVÁLLALÁS

Az Európai Unió új szabályozása előírja, hogy bizonyos gyógyszerek, egyéb vegyi anyagok előállítói viseljék az általuk gyártott termékből keletkező mikroszennyező szennyvízből történő eltávolításának költségeit. A költségvállalás mértéke vita tárgya volt, jelen (2024. február) állás szerint a szennyvíztisztítási és adatgyűjtési/adminisztrációs költségek 80%-át kell a felelősségi körbe vont gyártóknak fedezniük. Az egyes gyártókra eső költséget egy erre a célra létrehozott adatgyűjtő-feldolgozó hivatal fogja meghatározni.

A SVÁJCI ALAP CÉLKITŰZÉSEI

A Svájci - Magyar Együttműködési Program, azaz a Svájci Alap II. időszakára vonatkozó keret megállapodás magyarországi szennyvízkezelési beruházásokra több mint 6 milliárd forint értékű forrást biztosít. A program

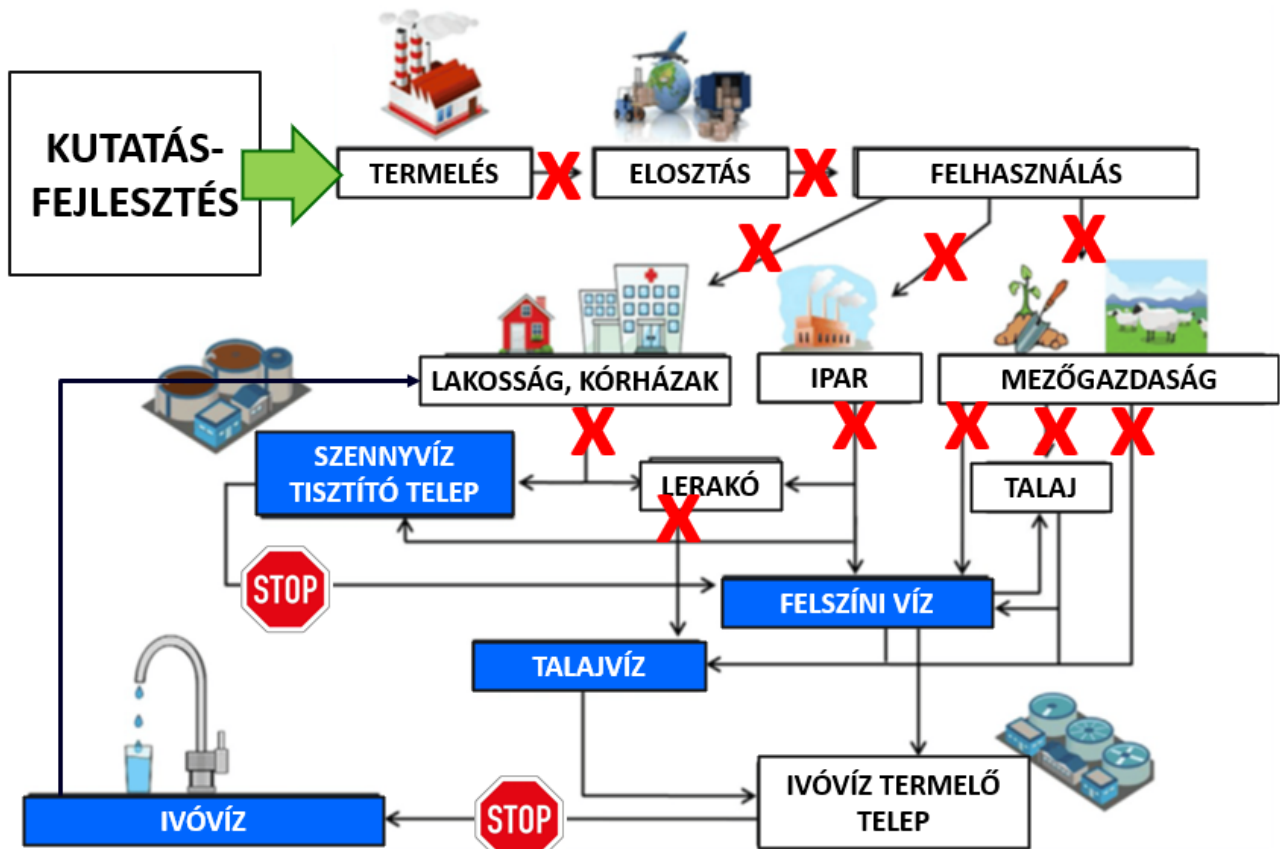
keretében megtörténik 1. szakaszban 40-60 szennyvíztisztító telep állapotfelmérése, mely alapul szolgál a 4. tisztítási fokozat megvalósítására vonatkozó „Fehér könyv” elkészítéséhez. A Fehér könyv Szakértői Testület bevonásával készül. Javaslatokat fog tartalmazni ésszerű tisztítási célkitűzésekre és remélhetőleg gazdaságosan üzemeltethető technológiákra és mérési módszerekre.

A 2. szakaszban két-három szennyvíztisztító telepen megvalósításra kerül a 4. tisztítási fokozat. Az itt szerzett üzemeltetési tapasztalatokat fel lehet majd használni 4 fokozatú szennyvíztisztítás tervezését és üzemeltetését segítő útmutatók készítésére

KINEK A DOLGA?

A 6. ábra vázlatosan illusztrálja a mikro szennyezők útját. A stoptábla jelek mutatják a jelenleg uralkodó általános elvárást, mely szerint a víziközművek feladata, hogy a vízfogyasztókat megóvják a mikroszennyezőktől, és a szennyvíztisztítók feladata lesz a negyedik tisztítási fokozatban elviselhetőszintre csökkenteni a kibocsátott szennyvíz mikroszennyező tartalmát.

Álláspontunk szerint viszont az ábrázolt folyamat minden szereplőjének van feladata. A piros X jelek jelzik a folyamat szemléletváltást vagy legalább megfontolást, változtatást vagy megerősítést igénylő pontjait. Tisztában vagyunk azzal, hogy az alábbiakban leírt elvárásokat könnyű néhány mondatban leírni, de nehéz végrehajtani. Nem is várunk azonnali jelentős változásokat, de szükségesnek tarjuk egy új, környezettudatos szempontokkal kiegészített szemléletmód elterjedését.



6. ábra A mikro szennyezők útja

Forrás: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/8/2969>

Removal of Organic Micro-Pollutants by Conventional Membrane Bioreactors and High-Retention Membrane Bioreactors

Kiemelten fontosnak tartjuk a témában a kutatást-fejlesztés erősítését. Nem szabad megelégedni azzal, hogy sikerül előállítani egy vegyszert, gyógyszert, kozmetikumot, amely egy bizonyos feladat teljesítésére alkalmas, hanem vizsgálni kell azt, hogy a feladat teljesítése után mi a sorsa a környezetben vagy gyógyszerek esetében az emberi/ állati testben is. Olyan új termékeket kell előállítani, amelyek megfelelő sebességgel ártalmatlan bomlástermékeké alakulnak át.

A termelők felelőssége abban állhat, hogy egy adott cél tekintetében a környezetre kevésbé ártalmas termékek előállítását

preferálják. A termelőktől elvárható, hogy a felhasználók számára adjanak információt a termékek összetételéről, a bennük lévő összetevők stabilitásáról, bomlási folyamatairól, arról, hogy a természetbe jutásuk esetén milyen sebességgel, milyen vegyületekre bomlanak le.

A felhasználók a felhasználásra kerülő nyersanyagok, segédanyagok kiválasztására vonatkozó döntéseik során vegyék figyelembe azt is, hogy elsődleges céljuk elérése mellett a vizekbe, talajba, levegőbe milyen ártalmas anyagokat bocsátanak ki. Ebben fontos szerepet kell kapnia a tájékoztatásnak, oktatásnak, ismeretterjesztésnek.

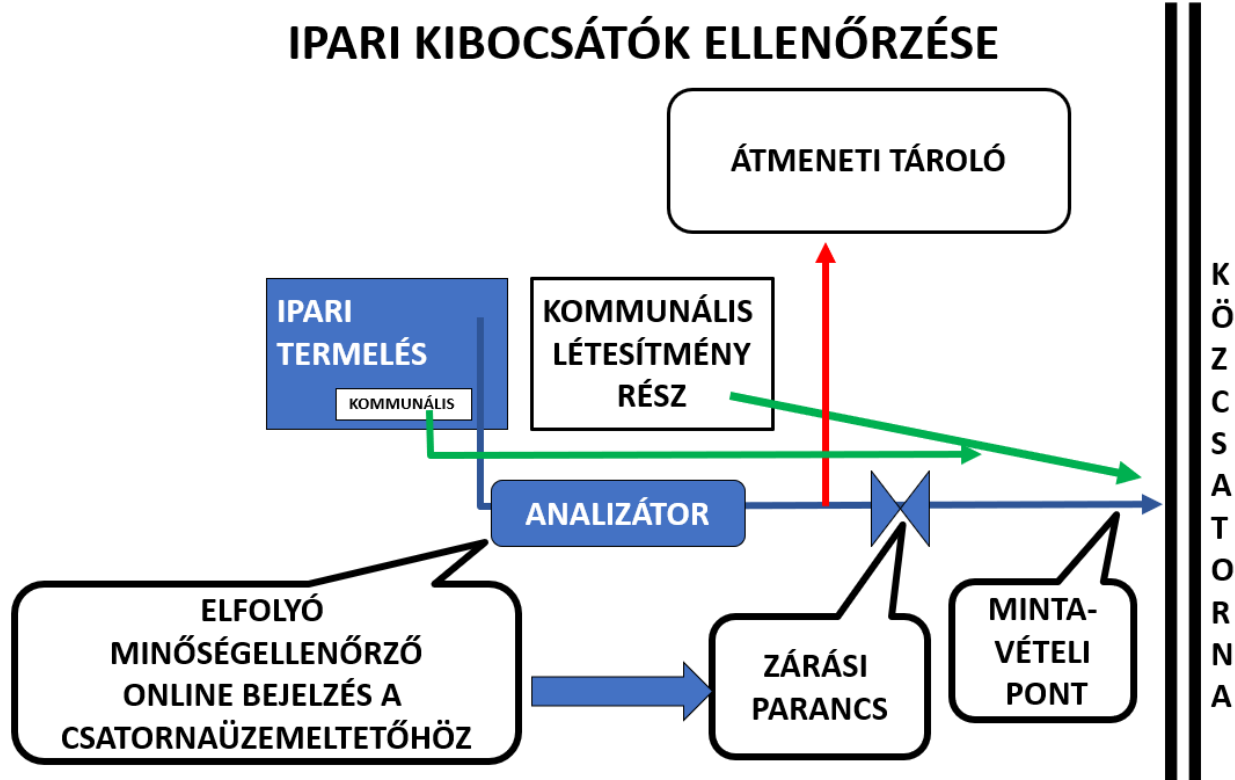
A vízi közművek számára lehetővé kell tenni, hogy a csatornába történő ipari kibocsátások fogadását határérték feletti szennyezés esetén megtagadják. Jelenleg ez az eszköz jogilag nem áll rendelkezésre. A kibocsátók kommunális szennyvizeit a csatornaműnek kötelessége fogadni. Egy technológiai szennyvizet kibocsátó üzem belső hálózatát célszerű úgy kialakítani, hogy a telekhatárig elkülönített csatornába jusson a kommunális szennyvíz és a technológiai szennyvíz. Ilyen rendszer esetén a csatornaüzemeltető a szennyező technológiai kibocsátást lezárhatná anélkül, hogy a kommunális szennyvíz elvezetése korlátozás alá esne. További lépés lehet a technológiai szennyvízre online mérőeszköz telepítése egy jellemző paraméterre (ha van ilyen) és túllépés esetén a szennyvíz átmeneti tárolóba terelése. Az átmeneti tárolóban összegyűlő határérték feletti szennyvíz elszállítható megfelelő

kezelő telepre. Egy ilyen rendszer illusztrál a 7. ábra

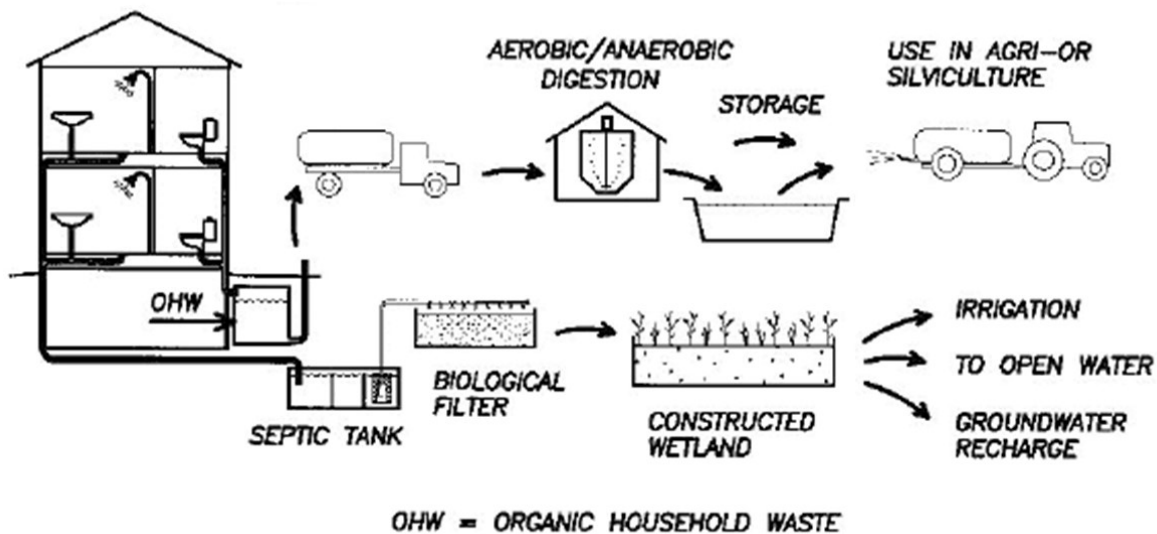
Tisztában vagyunk azzal, hogy egyik szereplő helyzetét sem könnyíti meg, ha a kevésbé ártalmas termék előállítás, beszerzése, alkalmazása a hagyományos termékénél költségesebb.

MERRE TARTUNK?

Az ókor mérnökei tudtak vízellátó rendszereket és szennyvízelvezető csatornákat építeni. Akkor jó megoldásnak tűnt a „víz elviszi” elv alkalmazása a városiakok hulladékától történő megszabadulásra. Kétezer év elteltével, a későbbi korok városaiban is ezt megoldást követték, de az utóbbi 150-200 évben rá kellett jönnünk arra, hogy károsítottuk a környezetünket, beszennyeztük az ivóvíznyerő lehetőségeinket. Meg kellett oldanunk az első-



7. ábra Ipari kibocsátók ellenőrzése



8. ábra Alternatív szennyvízkezelési rendszer

második-, harmadik fokozatú tisztítást, de ez sem bizonyult elegendőnek. Tervezzük a negyedik fokozatú szennyvíztisztítás bevezetését. Nem kerülhetjük el a kérdés feltevését: jó úton járunk? Ne gondoljuk át újra az egészet az elejétől kezdve? Minden ember szennyezzen be napi 1-2 kilogrammnyi hulladékával 100-150 liter vizet, hogy azután ezt a vizet egyre bonyolódó technológiákkal megtisztítsuk? Nincs más megoldás?

Egy példát mutatunk be egy rendszerről, amelyet Oslo egyik városrészében valósítottak meg. Klosterenga területén egy kisebb lakóközösség szennyvizét a 8. ábra szerinti módon kezelik.

A WC öblítést igen kis mennyiségű vízzel végzik. A sűrű anyagot további, egyebek közt anaerob kezelésre elszállítják és talajra kihelezve hasznosítják. A szürkevizet helyben szűrőrendszerben kezelik és használják fel. Természetesen, a megoldás sok kérdést vet fel, egyebek között azt, hogy mennyire valószínűsíthető meg nagyszámú lakos ellátására, de

mindenképpen jó példa arra, hogy van más lehetőség.

Nem állítjuk azt, hogy tudunk a jelenlegi szennyvízgyűjtési és szennyvíztisztítási rendszernél jobbat, gazdaságosabbat. Különösen nem mondhatjuk azt, hogy tudunk olyat, ami egyszerűbben, kényelmesebben használható és nagy településeken is megvalósítható. Mégis úgy gondoljuk, hogy jelenkori tudományos és technológiai ismereteink felhasználásával, érdemes átgondolni azt, hogy a víz és a hulladékok kezelése terén vannak-e olyan megoldások, amelyek jobb választ adnak olyan kérdésekre, mint a klímaváltozás, vízi környezet állapotának javítása, emberek egészségi állapotának javítása, az emberiség élelmiszerellátása, a körforgásos gazdaság fenntartása.

ÖSSZEFOGLALÁS

A környezet állapota, a mikro szennyezők jelenléte a vízi környezetben szükségessé teszi szennyvíztisztítás hatékonyságának

javítását. Az Európai Unió ezt felismerve lakos számtól függő végrehajtási határidővel szigorítja a települési szennyvizek tisztítására vonatkozó előírásokat. A szennyvízgyűjtés, kezelés kötelezettségét kiterjesztik az ezer és kétezer lakos egyenérték közötti agglomerációkra. Szigorítják a foszfor és nitrogén eltávolításra vonatkozó elvárásokat. El kell érni a tisztítótelepek energiasemlegességét a villamos energia helyben történő megtermelésével. Be kell vezetni a mikro szennyezők eltávolítására alkalmas negyedik tisztítási fokozatot. Az utóbbihoz hasznos támogatást ad a svájci alap, mely lehetővé teszi negyedik tisztítási fokozattal működő kísérleti telepek kialakítását Magyarországon. A tapasztalatok segíthetik hazai tervezési útmutató és szakmai oktatási dokumentáció elkészítését, amelyek nélkülözhetetlenek az előírt bővítések megvalósításához és üzemeltetéséhez. Meg kell találni a mérési és adagolási módszereket, annak érdekében, hogy ezek a technológiák az elvárják az elvárt eltávolítási hatásfokot anélkül, hogy költséges túlادagolás következzen be.

EGY TANULÁSI FOLYAMAT ELEJÉN VAGYUNK. SZÁMOS KÉRDÉS MERÜL FEL.

- Mekkora az egyes technológiák beruházási és üzemeltetési költségei?
- Milyen szabályok segítik a méretezést? Milyen tárolási, adagolási kapacitást építsünk be?
- Milyen tartózkodási időket tervezzünk, mekkora reaktortérfogatokat létesítsünk?
- Hogyan optimalizálhatjuk a mintavételi és mérési módszereket?
- A kivont, mikro szennyezőkkel szennyezett szilárd fázist, hogyan és hol tudjuk ártalmatlanítani, elhelyezni?
- Hogyan biztosíthatók a beruházásokhoz szükséges pénzügyi források, különös tekintettel arra, hogy a vízi közművek régóta forráshiánnyal küzdenek és számos más feladatot is meg kell oldaniuk?

Reméljük, hogy a következő évek megadják a megfelelő választ kérdéseinkre.

► IRODALOMJEGYZÉK

