

BUDAKESZI VÁROS ÚJ MEMBRÁN BIOREAKTOROS (MBR) SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPE

Boda János* – Serény József**

*Mélyépterv Komplex Zrt., 1012 Budapest, Várfok u. 14.

**Envirosys Kft., 2092 Budakeszi, Kerekmező u. 15.

Kivonat

A vízminőségvédelmi követelmények szigorodása, a szennyezőanyagok és köztük a mikroszennyezők minél nagyobb mértékű eltávolításának szükségessége, a tisztított víz újra-hasznosításának igénye felértékelte a kommunális szennyvíztisztításban a membrán technológián alapuló eljárások alkalmazását.

A Budakeszin megépült membrán - bioreaktoros (MBR) szennyvíztisztítási technológia ülepítés helyett ultraszűrési fázisztválasztást alkalmaz teljes lebegőanyag, baktérium és vírus visszatartással. A terhelés változásokhoz rugalmasan alkalmazkodó technológiában nincsenek ülepíthetőségi problémák és nincs szükség külön fertőtlenítésre sem. A kiváló tisztítási eredmény a szennyvíz újra-hasznosításának lehetőségét is magában rejt, ami lehet mezőgazdasági öntözés, ipari víz felhasználás és ivóvízbázisként való hasznosulás.

Aktív szénpor bioreaktorba adagolásával a nyomanyagok teljes körű eltávolítása is lehetővé válik.

A technológia előnyeikhez tartozik még az alacsony helyigény és a moduláris bővíthetőség is.

Kulcsszavak

vízminőség védelem, víz-újrahasznosítás, membrán bioreaktoros kommunális szennyvíztisztítás



1. fénykép. Az új membrán bioreaktoros szennyvíztisztító telep légifotója

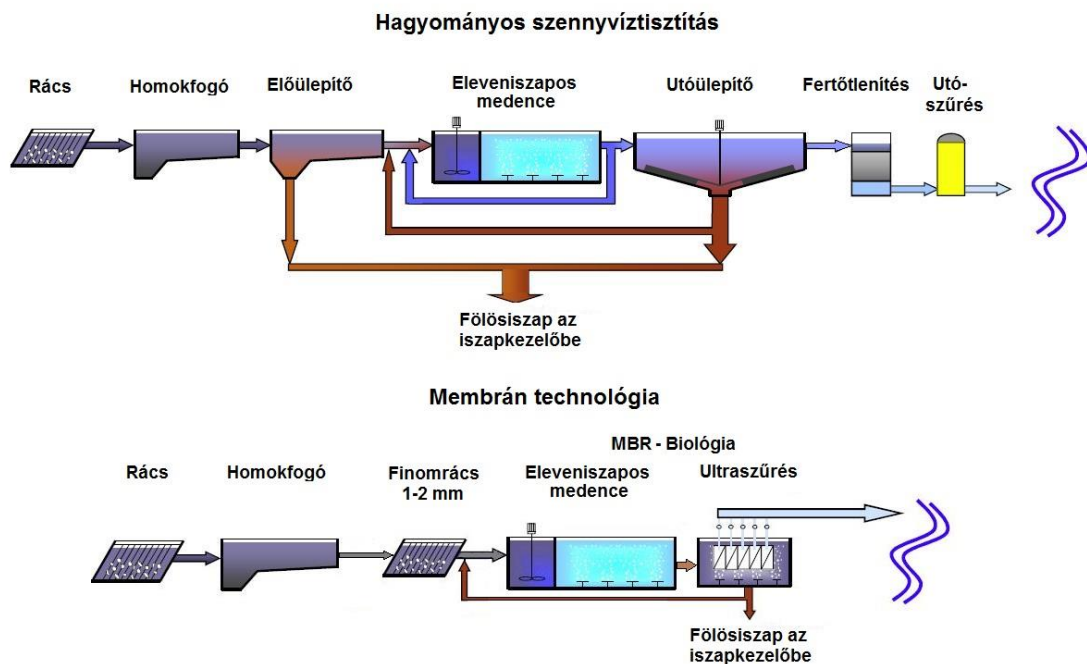
Az öt éves garanciális időszak leteltével a közelmúltban sikeresen zárult a Budakeszi szennyvízelvezetési és szennyvíztisztítási projekt, melynek keretében a településen bővült a csatornahálózat, és egy új szennyvíztisztító telep épült.

A szennyvíztisztítási projekt 94%ban uniós forrásból valósult meg. A világviszonylatban is korszerű, MBR membrántechnológiával működő szennyvíztisztító telep napi 3311 köbméter 25 085 lakos egyenértéknek megfelelő szennyezőanyag tartalmú szennyvíz fogadását és tisztítását biztosítja.

A szennyvíztisztító telep terveit a MÉLYÉPTERV Komplex Zrt. készítette az Envirosys Kft közreműködésével, a GE Water and Process Technologies Hungary Kft. membrán-bioreaktoros (MBR) technológiáját alkalmazva. Az új szennyvíztisztító telep építészetileg is kiemelkedő kialakítását a látképe szemlélteti.

A Megbízó Budakeszi Város Önkormányzata, a Kivitelező a Penta Kft, az Euroaszfalt Kft és a West Hungaria Bau Kft. alkotta PEW Budakeszi Konzorcium, a Mérnök a Nox Zrt-UTIBER Kft. konzorciuma volt. A próbaüzemi feladatokat a Fővárosi Vízművek Zrt. munkatársai látták el a tervezők irányításával.

Az MBR technológia ülepítés helyett ultraszűrőes fázisszétválasztást alkalmaz teljes lebegőanyag és baktérium visszatartással. Így nincsenek ülepíthetőségi problémák és nincs szükség külön fertőtlenítésre sem. Az energiaigényeket a korszerű gépek, a csőszivattyús recirkuláció, az újszerű membránlevegőztetés (LEAP) és a hőszivattyús fűtés csökkenti.



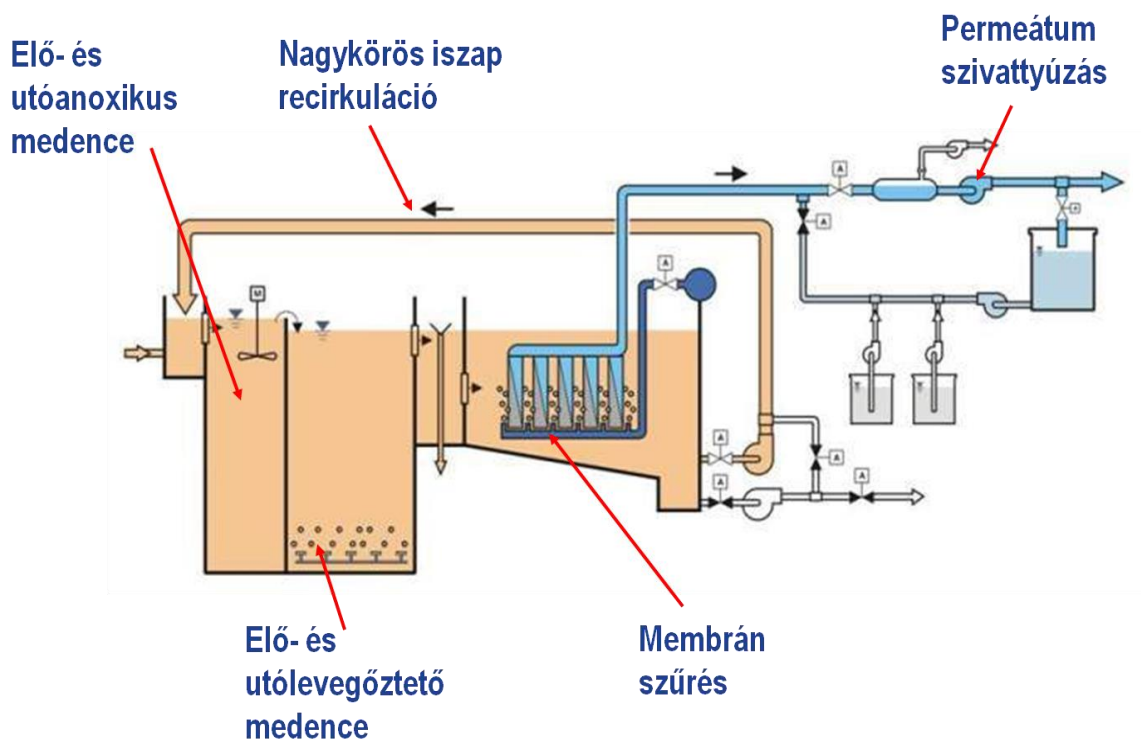
1. ábra. A hagyományos szennyvíztisztítás és az MBR technológia folyamatábrája

A budakeszi új MBR szennyvíztisztító telep technológiai elemei a következők:

- Szennyvíz fogadása – átemelés, települési folyékony hulladék (TFH) fogadás-előkezelés 3 mm-es dobszűrővel
- Mechanikai tisztítás: szűrés 5mm-es gépi tisztítású ráccsal, homok- és zsírfogás hosszanti átfolyású légbefúvós mőtárggyal, finomszűrés 1 mm-es forgódobbal, a kifogott hulladékok tömörítésével.
- Kiegyenlítés: a csúcsvíz leválasztása és tárolása 500 m³-es átkevert medencében
- MBR biológiai tisztítás két biológiai vonalon:
 - denitrifikáció elő-és utó-anoxikus medencékben, két vonalon összesen 1500m³ térfogattal

- szerves anyagok lebontása és nitrifikáció, két vonalon összesen 2000 m³ levegőztetett aerob térfogattal
- iszap kilevegőztetés 250 m³ térfogattal
- tervezett iszapkoncentráció a biológiai medencékben 8-10 kg/m³
- Fázissztérválasztás 4 db membrán medencében 4*2 db ZW500d-48/36 kazettával, új fejlesztésű energiatakarékos LEAP membrán-levegőztetéssel.
- Iszapsűrítés pálcás sűrítőben, iszapvíztelenítés centrifugával
- Víztelenített iszap meszes utókezelése, átmeneti tárolása, elhelyezése.
- Mechanikai tisztításból és iszapkezelésből elszívott bűzös levegő tisztítása biofilterrel
- Épületfűtés hőszivattyúval a tisztított szennyvíz hő-hasznosításával
- A telep építés nélkül fejleszhető a biológiai iszapkoncentráció növelésével és a 48 modulós membránkazettákban további modulok telepítésével a jelenlegi 36 db modulok mellé.

Az MBR technológia az alábbi folyamatábrán feltüntetett módon $(4-5) \times Q$ értékű nagykörös iszaprecirkulációval üzemel, ami a denitrifikáció recirkulációját is biztosítja a nitrogén eltávolítás igényének megfelelően. A stabil üzem a 25 napos iszapkor garantálja. A fázissztérválasztást az utolsó bioreaktorba bemerülő membrán modulok biztosítják.



2. ábra. Az MBR technológia folyamatábrája

A szennyvíztisztító telep automatizált üzemeltetését PLC-PC irányítja. A tisztított víz főbb jellemzőit online műszerek ellenőrzik, az értékeket a számítógép kijelzi és naplózza.

A 6 hónapos próbaüzem alatt folyamatosan ellenőriztük az üzemi jellemzőket:

- a szárazidei szennyvíz mennyiség 2400 – 2600 m³/d volt,
- intenzív csapadékos időben viszont a szennyvíz mennyiség elérte a 4500 m³/d értéket

- kis terhelésnél (főleg éjszaka) az oldott-oxigén szint meghaladta a DO=6 – 7 mg/l értéket, a tervezett terhelésre választott fúvók 25 Hz-nek megfelelő fordulatszámon üzemeltek
- fonalásodás mentes, jól szűrhető, flokkos iszap jellemezte az anox/aerob szelektoros biológiát, a tervezettnél kevesebb fölösizap keletkezett
- a membrán szűrést jellemző transzmembrán-nyomás értéke TMP <0,06 bar, ami lényegesen alatta marad a tervezett tisztításhoz előírt 0,3 bar értéknek

Ezek a jellemzők lehetővé tették, hogy elvégezzük az MBR technológia finom-szabályozását:

- a biológiában a tervezett 8 g/l iszapkoncentráció helyett átlagosan 6 g/l –el biztosítani lehet a 25 napos iszapkort, amivel megvalósul a teljes nitrifikáció és denitrifikáció, valamint az aerob stabilizált iszappal a szagmentességet üzemelés
- szakaszos levegőztetést vezettünk be oldott-oxigén és időszabályozás alkalmazásával, ezzel biztosítva 1,5 és 2,5 mg/l közötti üzemi értéket, ennek hatására megszűnt az intenzív uszadék képződés is
- a membrán egységnél a szűrési fluxus beszabályozásával biztosítható, hogy az átlag vízmennyiség szűrésénél két membrán vonal üzemeljen, a további két vonal a csapadék intenzitás növekedésekor lép üzembe térfogatáram szabályozással
- a membrán szűrés (UF) működése: UF – Relaxáció – UF –Visszamosás (BP) – UF – Relax – UF – BP – UF, ahol a BP természetesen vegyszermentes
- a membránok karbantartó tisztítása (MC) is a tervezett heti kétszeri MC helyett heti egy MC tisztítással üzemel a tervezett NaOCl adaggal
- a membránok tisztításának vegyszer-takarékosságát jellemzi továbbá, hogy 6 évet meghaladó üzemelés után:
 - nem szükséges a tervezett citromsavas MC alkalmazása
 - nem volt szükség a 0,5 – 1 évenkénti gyakorisággal tervezett membrán áztatásos - felújító tisztításra (RC), erre eddig két alkalommal (3 évenként) került sor

A PEW Budakeszi Konzorcium a telep technológiájára és valamennyi berendezésének üzemképességére 5 év garanciát vállalt, aminek teljesítését az üzemeltető Fővárosi Vízművek munkatársai által végzett szakszerű üzemeltetés és ellenőrzés segítette.

Az MBR technológia üzemének ellenőrzése többszintű, rendszeres és folyamatos:

- a garanciális időszak alatt a szerződéses partner GE Water a kiépített internetes kapcsolattal rendelkező monitoring rendszeren keresztül ellenőrizte a membrán technológia üzemi paramétereit és erről havi gyakorisággal monitoring jelentést küldött az üzemeltetőnek
- a garanciális időszakot követően is biztosított a technológiát meghatározó gépek és a membránok szakszerű karbantartása szakkégek által
- az üzemeltető Fővárosi Vízművek által végzett üzemellenőrzések:
 - a folyamatosak, a beépített online műszerek által mért értékek SCADA rendszerben való kijelzésével és archiválással
 - a heti gyakoriságú, a jellemző pontokon vett mintázással és laboratóriumi vizsgálattal az üzemi mért értékek meghatározásával ellenőrzik a telepet

A több mint hatéves üzemet jellemzi az előírt határértékeknél lényegesen kedvezőbb tisztított vízminőség biztosítása az alábbi jellemzőkkel:

	Üzemi mért értékek	Határértékek
KOI (mg/l):	6 - 18	75
Összes Nitrogén (mg/l):	4,4 – 11	25
NH ₄ -N (mg/l):	0,04 - 0,2	5
Összes Foszfor (mg/l):	1 – 2,1	5
Zavarosság (NTU):	<0,08	

Az MBR technológiából a biológiai fölösizap a tervezettnél megfelelően keletkezett – fajlagosan 0,7 kg szárazanyag/kg BOI – és így a centrifugával víztelenített iszap napi mennyisége heti 5 napos, napi 7 – 8 órás víztelenítéssel, 18 – 20 %-os szárazanyag-tartalommal egy konténernyi, 4 m³/d. A stabil iszap jól vízteleníthető, a próbaüzem alatt a szárazanyag-tartalom elérte a 22 – 25 %-ot is.

A víztelenített iszap befogadója a Dél-Pesti Szennyvíztisztító telep iszapvonala, ahol a maradék szerves-anyagból biogáz keletkezik, ami elektromos energia előállítását termel. Az iszap fogadásának feltétele, hogy annak a szárazanyag-tartalma ne haladja meg a 20 % értéket. Ezt megvalósítva a víztelenítés polielektrolit felhasználása 2 – 2,5 g PE/kg szárazanyag értékre csökkent.

A teljes telep fajlagos villamos energia felhasználása: 0.9 - 0.98 kW/m³, ami a mérések alapján a jelenleg szárazidőben fogadott és tisztított 2600 – 2800 m³/d szennyvízmennyiségre vetített érték. A nagyobb érték a téli, hőszivattyúval együttes energiafogyasztást jellemzi.

Az MBR technológiát meghatározó ZW típusú membrán hazai gyártású, az oroszországi gyár a világ legnagyobb membrángyárára fejlődött az elmúlt 20 évben. A membrántechnológia minden földrészen elterjedt, alkalmazásával biztosítható a tisztított víz újra-hasznosítása és különböző ipari szennyvizeknél a kibocsátás nélküli teljes vízkörzárás.

A tisztított szennyvíz jellemzői a jelenleg előírt és a jövőben várható szigorúbb vízminőségi követelményeket is kielégítik. Az MBR technológia oxigén dús tisztított vize biztosítja a Budakeszi árok megújulását és a befogadó Hosszúréti patak folyamatosan jó minőségű vízpótlását.

A klímaváltozás megköveteli, hogy élővizeinkre fokozottan vigyázzunk és megvédjük a szennyeződésektől. Ennek kiváló példája a Budakeszin megvalósított MBR membrán-bioreaktoros technológiával üzemelő szennyvíztisztító telep.

Budakeszi Város Önkormányzata a 2020. évben a külterület 067/18 hrsz. alatti szennyvíztisztító telepet „BUDAKESZI ÉPÍTÉSZEI ÉRTÉKEIÉRT” díjjal ismerte el.

A tisztító telep épületeit, műtárgyait és berendezéseit a csatolt képek szemléltetik.



2-3. fénykép. A mechanikai tisztítás berendezései:
balra: léptető-rács jobbra: forgó-dobszűrő



4. fénykép. Homok és zsírfogó hosszanti átfolyású iker műtárgyban, zárt térben



5. fénykép. Biológiai anoxikus medencék és aerob medencék levegőztetés szabályozással



6. fénykép. Az MBR membrán medencéi – LEAP levegőztetéssel



7 – 8. fénykép. Membrán gépészet:
balra: szivattyúház jobbra: biológiai és membrán fűvók



9. fénykép. Fúvógépház



10. fénykép. Építészet: épület és műtárgy homlokzatok

IRODALOMJEGYZÉK

Boda J., Serény J. (2017): Több, mint egy éve üzemszerűen működik Budakeszi város új Membrán-bioreaktoros (MBR) szennyvíztisztító telepe. Vízű Panoráma 2017/1

Boda J., Serény J. (2016): Budakeszi város új szennyvíztisztító telepe. Hírcsatorna 2016. 1.-2.

Serény J. (2015): Beüzemelési tapasztalatok Budakeszi város új Membrán-bioreaktoros (MBR) szennyvíztisztító telepén. MAVÍZ 25. Membrán szakmai nap, Oroszlány 2015. október 6.