

A KOMPOSZTÁLÁS NEHÉZSÉGEI

Cziráki József ¹, Márványiné Károlyi Andrea ¹, Mogyorós Árpád ¹ Tolnai Béla ²

¹ DRV Zrt. ² BioModel Bt.

Kivonat

A szennyvíziszap adalékanyaggal történő keverése, a szennyvíziszap felhasználásával történő komposztálás, valamint a szennyvíziszap rothasztása és szárítása stabil terméket ad. A komposztálás nemcsak a szennyvíziszap eliminálásának az eszköze. Arra is alkalmas, hogy a lokálisan keletkező hulladékot átalakítsa. A komposzt kellő szárítás után elégethető. Az energetikai hasznosítás azonban a szárítás költségessége miatt nem igazán gazdaságos. A komposzt mezőgazdasági felhasználását több tényező indokolja. Tápanyagul szolgál a növények számára, és ami talán ennél is fontosabb javítja a talajok szerkezetét elősegítve a vízmegtartó képességet. A komposztálás nagy hely- és időigényű folyamat. Az előállítás akkor gazdaságos, ha a komposzt státusza minősített termékké válhat. A minősítés paramétereinek közül a TPH határérték betartása az egyik legkritikusabb korlát. A felmerülő nehézségek leküzdésére számos megoldás kínálkozik, amelyek közül azonban, a nem technológiai eredetűek a súlyosabbak.

Kulcsszavak: Iszapstabilizálás, komposztálás, TPH, termékminősítés

1 BEVEZETÉS

A komposztálás régóta ismert eljárás. A szennyvíziszap stabilizálásnak egy lehetséges módja. A komposztálás során a szennyvíziszapot növényi alapú hulladékkal (zöldhulladék, szalma, stb.) kell összekeverni. A 2-3 hónap alatt lezajló biokémiai folyamat végén stabil termék, komposzt keletkezik.

A DRV Zrt. egy innovációs projekt keretében azt vizsgálta, hogy hogyan lehet a szennyvíztisztító telepeken folyamatosan keletkező iszaptól lehetőleg hasznos terméket előállítani. Több eljárás vizsgálatára került sor (lásd *1. ábra.*)

Az iszapstabilizálási eljárások különböznek ugyan egymástól, céljuk azonban azonos: stabil termék előállítása. A korábban elfogadott ártalmatlanítás helyett a hangsúly az utóbbi időben sokkal inkább a hasznosítás irányába tolódik el.

A komposztálásnak az eljárások között kiemelt szerepe van, mert nemcsak a szennyvíziszapot, hanem a lokálisan keletkező hulladékok eliminálásáról, hasznos termékké történő „átalakításáról” is szól. A következőkben ezzel a technológiával foglalkozunk részletesebben.

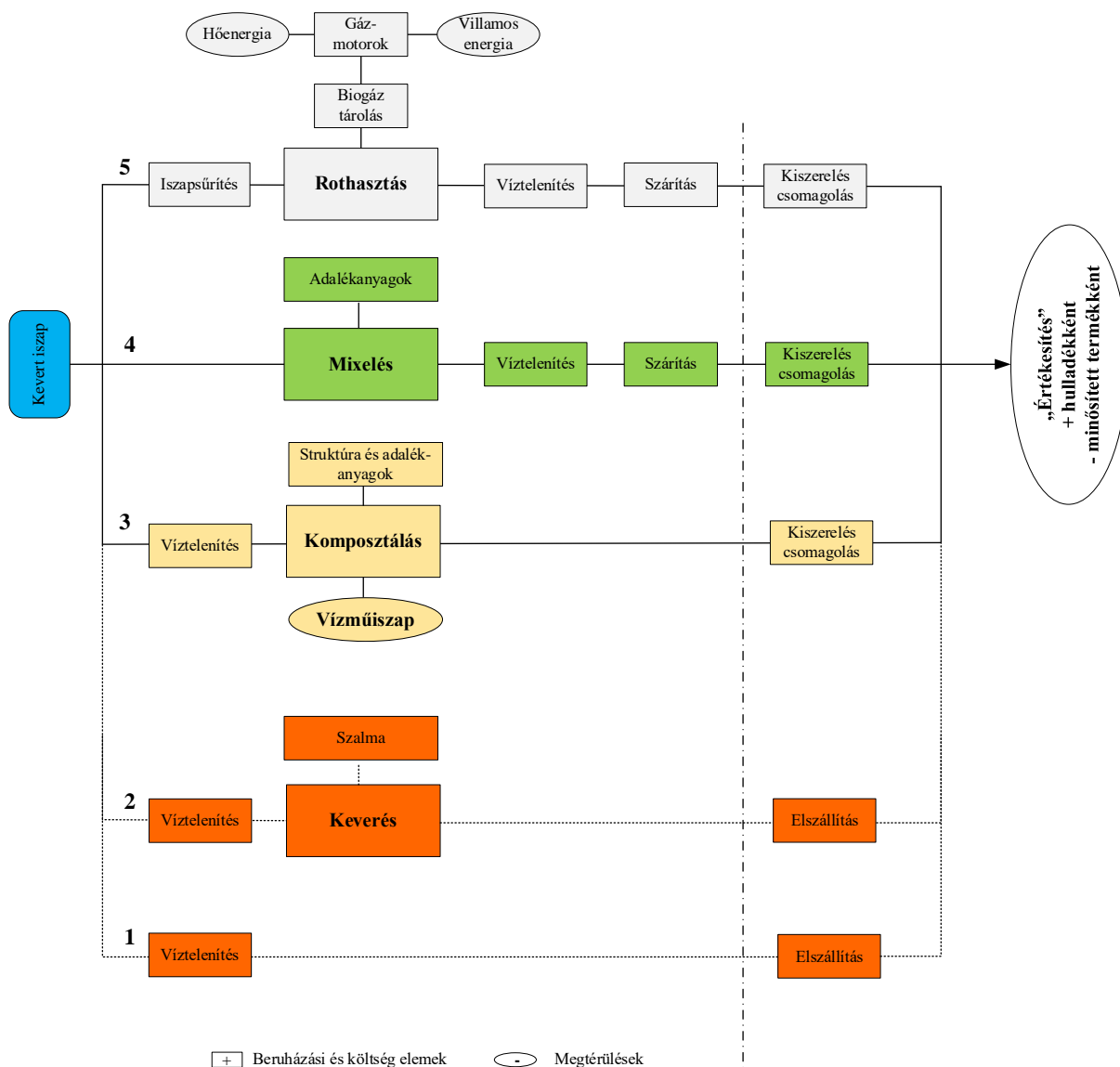
2 A KOMPOSZTÁLÁSI TECHNOLÓGIA

2.1 Előfeltételek

A komposztálás optimalizált alapanyag kompozit összeállításán alapszik. Ennek során a következő paraméterekre kell tekintettel lenni:

- Bontható szervesanyag tartalom mennyisége

A szervesanyag-tartalom bomlásából származó hőenergia felszabadulás teremti meg a komposztálás energetikai feltételét és határozza meg a fertőzőképesség megszüntetésének hatékonyságát. A bekeverési arányok kiszámításánál figyelembe kell venni a tervezett komposztálás rendelkezésre álló energia készletét. Nagyrészt ez az energia biztosítja a prizma felmelegítését és a nedvességtartalom elpárolgását.



1. ábra. Iszapstabilizálási eljárások a gyakorlatban

- nedvességtartalom/száranyag tartalom (szakirodalmi ajánlás 40-60%)

A nedvességtartalom/száranyag-tartalom megfelelő beállítása rendkívül fontos. Nedvességtartalom, víz jelenléte hiányában nem képesek lezajlani a baktériumok közvetlen életterének tápanyag ellátását biztosító folyamatok. Túlzottan magas értéke gátolja a prizma átszellőzését, a biokémiai folyamatokhoz nélkülözhetetlen oxigén hozzáférést.

A komposztprizmák érése során a nedvességtartalmat szükség szerinti locsolással tartjuk szinten.

- szén/nitrogén, C/N arány

Az iszapkomposzt készítésénél a legelső szempont a helyes keverési arány alkalmazása. Az empirikus úton kialakított gyakorlat a tömegek arányában 1:1 mértéket ír elő, azaz 1 t iszaphoz 1 t struktúra anyag kell. (Struktúra anyag alatt: zöldhulladékot, fanyesedéket, szalmát, azaz cellulóztartalmú anyagot értünk.) Térfogat arányokra vetítve 1 m^3

iszaphoz hozzávetőlegesen 3-4 m³ struktúra anyagot kell adni. Tudományos megalapozottság használatával, a C:N aránynak az összekevert prizmában a szakirodalmi ajánlás alapján (20-30): 1-nek kell lennie.

A szén/nitrogén arány (C/N) beállítása döntően befolyásolja a komposztálást végző mikróflórát. A megfelelő C/N arányt biztosító beállítások esetén a komposztálás beindulása és a kívánt termofil szakasz kialakulása elsősorban nem az alkalmazott adalékanyagok, hanem az oltóanyag alkalmazásának függvénye. Oltóanyag alkalmazása esetén a termofil szakasz 3-4 nap alatt kialakul, míg anélkül, mintegy tíz napot vesz igénybe. A biztonságos sterilizáláshoz a termofil hőmérsékletnek legalább 7-10 napig fenn kell állnia.

- laza szerkezet, halom sűrűség (szakirodalmi határérték max 0,8 t/m³)

A komposztálás oxigénigényes folyamat. A levegő hozzávezetése történhet levegőztető rendszer kiépítésével, de a prizma laza szerkezete is képes biztosítani a ventiláció megfelelő működését. Tömörödött szerkezetű, nagy víztartalmú prizma átszellőztetése nem lesz megfelelő, az anyag nem komposztálódik, hanem anaerob rothadási folyamatok indulnak be, amit a kellemetlen szaghatás is jelez.

A prizma laza szerkezetét a rendszeres (heti vagy kétheti egyszeri) átkeverése is szolgálja.

2.2 A kísérletek során használt anyagok

2.2.1 Az iszapminőségek

- Az előülepített nyersiszap és a fölősiszap keveréke az ún. **kevert iszap** szervesanyag tartalma jelentős. A bontható szervesanyag mennyisége miatt a komposztáláshoz a kevert iszap használata előnyösebb.
- A **rothasztott szennyvíziszap** jellemzője, hogy a biogáz képződés révén eredeti szervesanyag-tartalmának jelentős részét elveszítette. Könnyen bontható szervesanyag-tartalma a kevert iszaphoz képest lényegesen kisebb. Rothasztott iszappal komposztálni duplikált iszapstabilizálást jelent.

Komposztáláshoz a technológiáról lekerülő iszapokat a struktúra anyagokkal történő előnyösebb összekeverhetősége érdekében vízteleníteni kell.

2.2.2 A struktúra anyagok

A **struktúra anyagok** cellulóz bázisú növényi eredetű anyagok. Két csoportra oszthatók

- Hulladékok
 - Zöldhulladékok: falevelek, fa nyesedékek, lekaszált fű
 - *Kotrásból származó balatoni lepel iszap (nem a homokosabb frakció), amelynek jelentős szervesanyag tartalma van.*
 - *Az ivóvíz előállítás során keletkező vízmű iszap, amelynek szervesanyag tartalma nem különösebben magas*
- Szalma: átlag 25.000 Ft /tonna árért beszerezhető kereskedelmi termék. Homogenitása miatt ideális struktúraanyagnak tekintik.

- Egyéb mezőgazdasági növényi anyagok kukoricaszár, repceszár metszési növényi maradványok használata is előfordul.

A zöldhulladék és a szalma a komposztprizmák összerakása előtt anyagelőkészítési fázison megy keresztül, amely praktikus aprítást jelent.

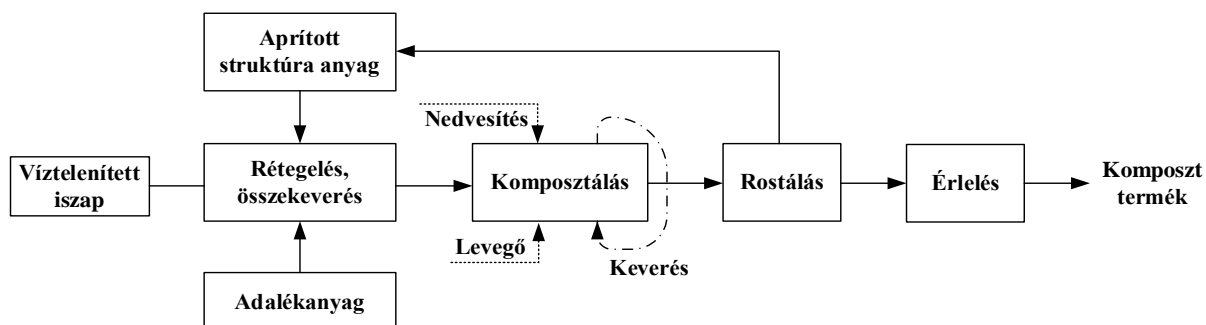
2.2.3 Adalékanyagok

A komposztálási idő lecsökkentése és bizonyos összetevők garantált eltávolítása érdekében adalékanyagok is használhatók. Ezek a biológiai készítmények az adott cél elérése érdekében egyfajta serkentő funkcióval rendelkeznek. Tulajdonképpen baktériumkultúrák célzott adagolásáról van szó.

A kísérletek során többféle adalékanyag került kipróbálására, mint a Bioforce, EmBio, Freeflow, Greenman, amelyek por és folyadék alakú adalékanyagok, valamint a Biomass Kappa oltóanyag. Ez utóbbi tulajdonképpen egy speciális komposzt anyag.

2.3 Komposztálási műveletek

A komposzt prizma összeállítása nem egy komplikált feladat. Előbb egyenes vastagságban leterítjük a struktúra anyagot, majd ráhordjuk a szennyvíztisztítási ágról leválasztott víztelenített kevert iszapot. Ezt a réteges elrendezést ismétljük mindaddig, amíg el nem érjük a prizma végső tömegét. A komposzt forgatóval többször átkeverve prizma alakot formázunk.



2. ábra. A komposztálás műveletei

A prizma összerakásának két alapelve van:

- legyen a prizma homogén
- az összetétele az elméletileg meghatározott C:N arálynak megfelelő.

A komposzt prizma összeállításánál két hibát lehet elkövetni, amit mi a kísérletek során el is követtünk.

- A biokémia átalakulási folyamatok előfeltétele a megfelelően finom szemcseszerkezet is. Az első prizma(k) összerakásakor még nem állt rendelkezésre a struktúra anyag előkészítésére hivatott kalapácsos aprító. A durvább szemcseméretű struktúra anyaggal ugyan végrehajtható a keverés, de a komposztálódás folyamata csak lassan indul el. Tartós idejű savasodást figyeltünk meg ezeken a prizmákon. A savasodás mértéke megközelítette a határértéket. A savak második fázisú elbomlása csak időkéséssel következett be.

Következtetés: A struktúraanyag előkészítés – az aprítás – nem elhagyható művelet.

- A kísérletek végrehajtásához szükséges kevert iszapot a helyi technológiából szándékoztuk elvenni. A prizmák összeállításához kellően víztelenített iszapra van szükség. Ha túl híg az iszap egyszerűen szétfolyik. A kevert víztelenített iszap a megfelelő. A technológiából elvett, és több hétig, a felhasználás idejéig a kísérleti telepen helyileg- esetenként több hétig - tárolt iszap túlságosan kiszáradt, amely érzékelhető módon ugyancsak rontotta a homogén összekeverhetőség feltételét. A megszáradt iszap „gombócokká” összeállva nem vesz részt a komposztálási folyamatban, és a későbbi keverések és nedvesítések folyamán is egyben marad.

Következtetés: A prizmák összeállításakor használt iszap lehetőség szerint legyen friss. Ez a feltétel egy üzemi szintű komposztálási rendszer esetén könnyen kielégíthető.

A hibákon úrrá lenni megoldást jelent, ha a kalapácsos aprítón a struktúra anyagok és az iszap egyidejűleg halad át, az aprítás során egyfajta előkeverést megvalósítva. Az aprító berendezést azonban alapvetően száraz növényi eredetű anyagok aprítására méretezik. Az iszap hozzákeverése felveti az eltömődés veszélyét, az eszköz idő előtti tönkremenetelét. Ezért az aprító berendezést a keveréssel kombinált módon, az anyagelőkészítési oldalon inkább nem használtuk.

Az összerakott prizma komposztálódásához irodalmi adatok alapján mintegy 2-3 hónapra van szükség. Ezen időtartam alatt a prizmát többször átforgatjuk. Az, hogy az átforgatások száma hogyan befolyásolja a komposztálás hatékonyságának növekedését, a kutatás tárgyát képezte.

A félüzemi kísérleti telep adottságaira tekintettel, a levegőztetést légbefúvás helyett, a hőmérséklet és nedvességtartalom monitorozás függvényében végzett átkeverésekkel oldottuk meg.

A baktériumok csak vizes környezetben szaporodnak. A komposztálás eddigi gyakorlata azt mutatja, hogy az összerakott prizmáknak minimális nedvességtartalommal kell rendelkezniük. Mind a levegő-befúvás vagy átszellőztetés, mind a fejlődő hő szárít, ezért a komposztálási folyamat fenntartásához a távozó nedvességtartalmat pótolni kell, amit egyszerűen vízpermeatézéssel, vagy locsolással lehet megoldani. A hozzáadandó víz mennyiségét, a pillanatnyi alacsony nedvességtartalom és a prizma tömege alapján határoztuk meg.

A túl sok víz szintén káros, mert elzárja a pórusokat, így akadályozva a levegő hozzávezetés hatékonyságát, valamint növeli a komposztálási folyamat időtartamát. Irodalmi adatok szerint a nedvességtartalom a min 25 – max 50 m/m% tartományban tartandó. Szakirodalmi adatok 40-60% közé teszik az ajánlott nedvesség tartalmát. Gyakorlati tapasztalat, hogy a megfelelő nedvességtartalom tartománya 30-50% között a legmegfelelőbb, 30 % alatt túl száraz, 50% felett túl nedves.

A komposztálódás végén a prizmát szétbontjuk, átrostáljuk. A művelethez a vontatható dobrostát használjuk. A rostálást szárítással egybekötött utóérlelés követi, ahogy azt 3. ábrán, ábrán nyomonkövethetjük.

A rostálásnál visszamaradó, nem komposztálódott anyagot visszaforgatjuk a frissen érkező struktúraanyaghoz keverve.

Kisebb-nagyobb rögöket tartalmazó kész komposztot viszont rostálás helyett az aprító segítségével homogenizálni lehet. A már kellően alacsony 30-35 % nedvességtartalmú anyag nem okozott eltömődést a kalapácsos aprítóban.

Következtetés: Az aprítás – forgatás – rostálás műveleti lánc helyett, használható az aprítás – forgatás – újbóli aprítás sorrend is. A kalapácsos aprító (6 kWh/m³) és a dobrosta (1 kWh/m³)

fajlagos energiaigénye ugyan érdemben különbözik egymástól, mégis versenyképes lehet a szokásostól eltérő megoldás. A folyamat végén történő aprítással egy apróbb szemcséjű és homogénebb állagú komposzt áll rendelkezésre, míg a dobrostán átszitált anyag nagyobb szemcse szerkezetű.

A komposztálás eredeti technológiája szerint a rostálási maradék visszaforgatásra kerül a következő prizma összerakásakor. Az újbóli aprítás viszont a kész komposztban hagyja az ugyan eldarabolt, de mégis komposztálatlan részeket. A rostálás lecserélése újbóli aprításra a végtermék minőségét pozitív irányban befolyásolja, szerkezete homogénebb, megjelenési formája esztétikusabb.

A komposztálási folyamat végeztével, 1 m³ szennyvíziszapból, az adalék - és a struktúraanyagokkal történt keverés után, átlagosan 1,8 m³ komposzt keletkezik.

2.4 A komposztálás kapcsán megválaszolendő kérdések

A komposztprizmák összetétele úgy került összeállításra, hogy megválaszolhatóak legyenek a következő kérdések:

- Van-e optimális struktúra anyag?
- A lokálisan keletkező zöldhulladék (lekaszált fű, gallyapríték) kielégíti-e a komposztálás C:N követelményét?
- Indokolt-e az ideális struktúraanyagnak elkönyvelt szalma használata, jobbá válik-e a szalmás komposzt minősége?
- Ökölszabály szerint elmondható, hogy a komposztálás iszap : struktúra anyag = 1 : 1 m/m% mellett ideális. Ez a gyakorlatban 1 : (3-4) v/v%-nak felel meg. Az iszapmennyiség eliminálása, hatékony komposzttá alakítása érdekében csökkenthető-e ez az arány? Mi ennek a feltétele?
- Irodalmi adatok szerint a komposztálódás időigénye 2-3 hónap. A szárító érlelés további 1 hónapig tart. Hogyan csökkenthető ez az időigény?
- A balatoni iszap kismértékű hozzákeverése megzavarja-e a komposztálódás folyamatát?
- Az ivóvíztisztításnál visszamaradó vízmű iszap kismértékű hozzákeverése hogyan befolyásolja a komposztálódás folyamatát?
- A későbbi hasznosításnak van-e visszahatása a komposztok előállítási technológiájára, a prizmaösszetételre?

Az K+F+I projekt kísérleteiben ezekre a kérdésekre kívánunk választ kapni, elsősorban ajánlások megfogalmazása, a *best-practice* kialakítása érdekében.

2.5 A komposztok érését követő mérések és azok kiértékelése

Minden prizma „életét” – az összerakástól a szétbontásig – a prizma üzemnapló segítségével követtük nyomon. Az üzemnapló a következőket rögzítette:

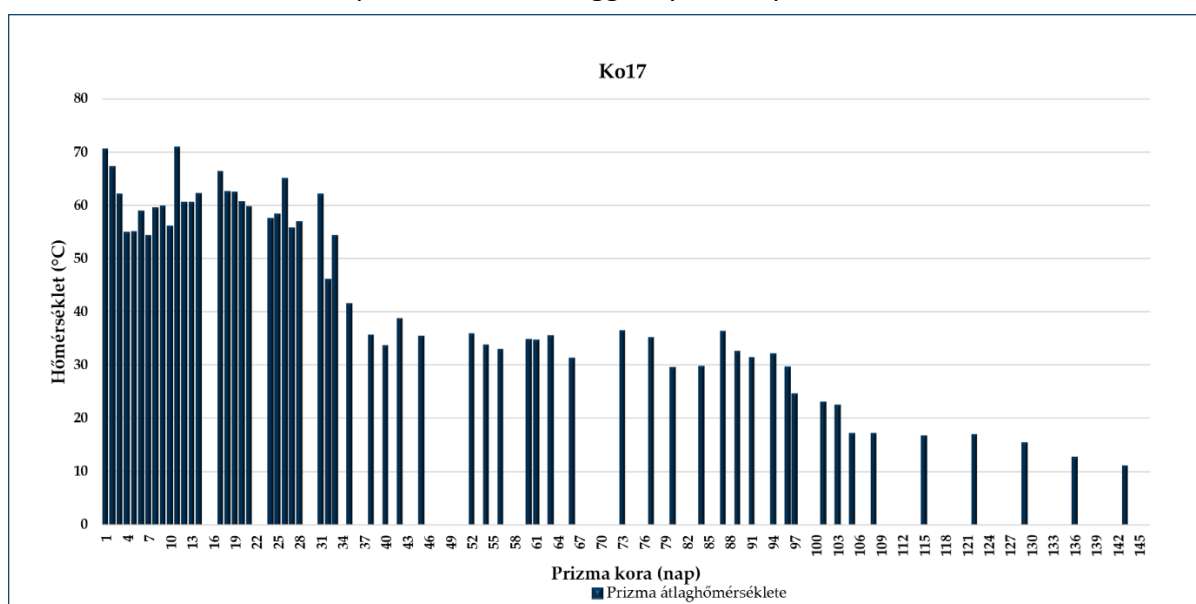
- A prizma azonosítóját
- A prizma összetételét
- Az operatív beavatkozások időpontjait: összerakás – átforgatások – nedvesítések - serkentő adalékanyagok hozzákeverése – szétbontás.
- A rendszeresen elvégzett mérések eredményeit a prizma korának megjelölésével:

hőmérséklet [°C]
nedvességtartalom vagy szárazanyag-tartalom [m/m%]
O₂ [v/v%]
pH [-], redoxpotenciál (ORP) [mV],
TPH [mg/kg sz.a]

2.5.1 A komposzt érésének időbeli fázisai

Hagyományosan a komposztálás folyamatát a hőmérséklet, a szárazanyag-tartalom és az oldott oxigén mérési értékek alapján tartjuk kézben. Ökölszabályszerű beavatkozások segítségével vezéreljük a folyamatot. Ha száraz a prizma, vizet permetezünk rá, ha túlhevülne, vagy alacsony az oldott oxigén szint, átforgatjuk.

A hőmérséklet változása a prizma korának függvényében tipikusan a 3. ábra szerint alakul.



3. ábra. A hőmérséklet változása

Az ábra alapján megkülönböztethetők komposztálási fázisai is:

- A *termofil szakaszban* zajlik a magasabb hőmérséklet következtében a csíraszám és nedvességtartalom csökkenése, továbbá a szervesanyag humuszszerű anyaggá történő transzformációja.

A megfelelő anyag összetétel beállítás után azonnal, vagy legkésőbb 2-3 nap alatt beindul a hőtermelő folyamat. A levegő utánpótlás biztosítása érdekében a prizmát többször át kell keverni.

A termofil szakasz műveleti paraméterei:

- Termofil műveleti idő: 20-30 nap
- Elvárt termofil hőmérséklet: minimum 60°C / min. 7 nap időtartamban
- A *mezofil szakaszban* a humifikációs folyamatok befejezése, a humuszkomplexek stabilizálása, nedvességtartalom beállítása (csökkentett oxigénigényű folyamat) történik.

A mezofil fázis prizmás, előnyösen takart prizmás vagy nagy halmos rendszerben történik.

Mezofil szakasz műveleti paramétereit:

- Mezofil műveleti idő: 70-80 nap
- Mezofil szakasz hőmérséklete: 20-30 °C

A mezofil szakasz lezárását követő komposzt paraméterek:

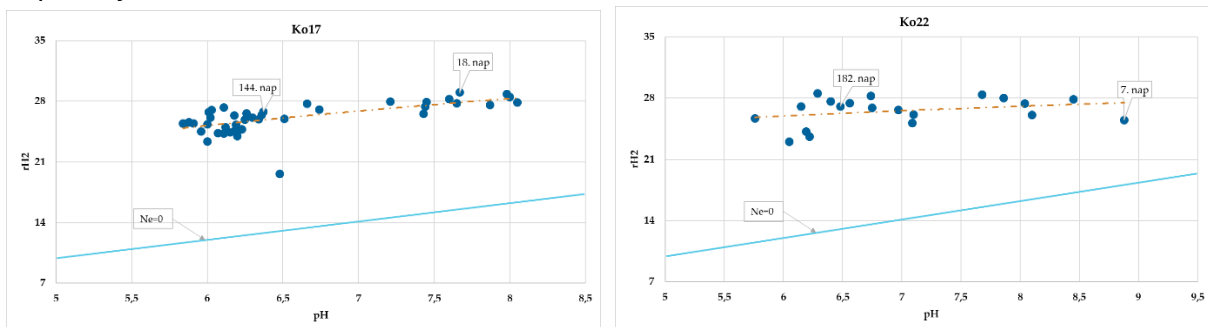
- barna színű, laza szerkezetű, humusz jellegű, homogén, omlós anyag
- szárazanyag-tartalom: 60 m/m%
- ömlesztett sűrűség: 0,4-0,5 kg/dm³
- átlagos szemcseméret 20 mm
- max. szemcseméret: 50 mm

Ezek a paraméterek lehetővé teszik a termék csomagolhatóságát.

- A szárító érlelésnek az energetikai hasznosítás esetén van jelentősége. Ebben a szakaszban a legalább 80 m/m% szárazanyag-tartalmat el kell érni. A szárazanyag-tartalom a fűtőérték mellett az SRF értékesíthetőségét befolyásolja.

2.5.2 A komposztprizmában uralkodó „klimatikus” viszonyok.

Az K+F tevékenység célkitűzése volt, hogy a hagyományos szemléletű nyomkövetést egészítse ki egy merőben eltérő látásmód is. Hogyan működik a biokémiai lebontás a változó klimatikus viszonyok mellett? Ehhez a prizmaérés teljes időszakában mértük a pH és redox-potenciál értékeket. Az eredményeket a pH – rH₂ síkon ábrázolva tipikusan a 4. ábrán mutatott képek rajzolódtak ki.



4. ábra A prizmák érése a pH-rH₂ síkon bemutatva

Először az tűnik fel, hogy az érés folyamata a különböző prizmákban hasonló jelleggel zajlik. A prizmák elsavasodnak. Az rH₂ érték a pH függvényében az érés előre haladásával csökkenő trendet mutat. Az rH₂ érték az rH₂=28 semleges értékhez közel alakul. Hogy mindez pontosan mit jelent, mit magyaráz, az egyelőre még nem tudható. Nem rendelkezünk még elegendő mérési tapasztalattal. A következő időszak feladata lesz ennek kiderítése.

2.5.3 A TPH problematika.

Komposztok minősített terméké nyilvánításához számos határértéknek kell megfelelni.

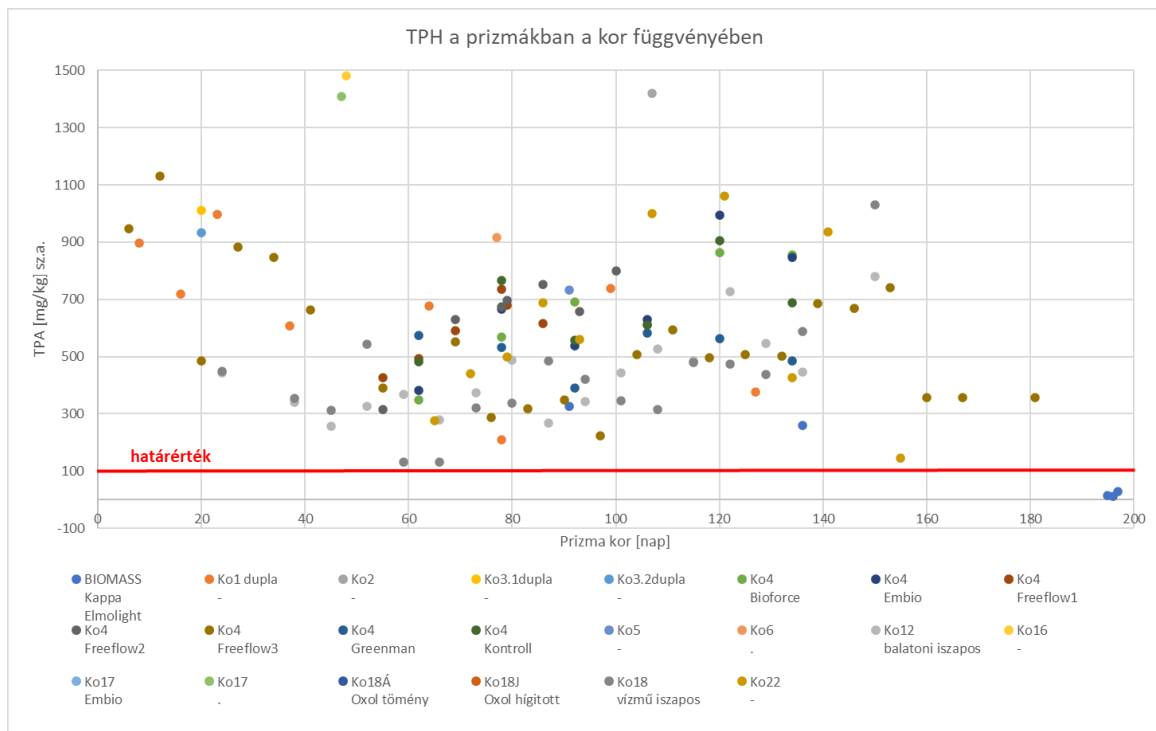
Vizsgált tétel	36/2006 (V.18) FVM rendeletben
----------------	--------------------------------

	előírt határértékek	
Száranyag [m/m%] sz. a.	legalább	25
Szervesanyag [m/m%] sz. a.	legalább	50
pH [-]		6,5 – 9,5
Aprózottság	<20 mm	80%
Összes sótartalom [m/m%] sz. a.	legfeljebb	4
N [m/m%] sz. a.	legalább	1
P ₂ O ₅ [m/m%] sz. a.	legalább	0,5
K ₂ O [m/m%] sz. a.	legalább	0,5
Ca [m/m%] sz. a.	legalább	1,2
Mg [m/m%] sz. a.	legalább	0,5
Arzén [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	10
Kadmium [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	2
Kobalt [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	50
Króm [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	100
Réz [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	300
Higany [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	1
Nikkel [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	50
Ólom [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	100
Szelén [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	5
TPH C ₅ C ₄₀ [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	100
PAH [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	1
Bez(a)pirén tartalom [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	0,1
Összes PCB tartalom [mg/kg] sz. a.	legfeljebb	0,01
Higiénés mikrobiológiai vizsgálat	negatív	
Csírázás és gyomosító hatás	negatív	

1. táblázat. A termék minősítésű komposztokra előírt határértékek

Az 1. táblázat szerint a paraméterek mindegyike különösebb erőfeszítések nélkül teljesíthető, kivéve egyet a TPH-t. A kőolaj származékok már a telepre érkező szennyvízben megtalálhatók, így nincs mit csodálkozni azon, hogy az iszapokban terhelésként jelenik meg. A TPH mennyiségi értéke telepenként és évszakonként más, de mesze határérték felett alakul. Miután a komposztálás biokémiai folyamat, az volna remélhető, hogy a TPH lebontásra kerül. A különböző prizmákon, nagyszámban elvégzett mérések azonban nem ezt mutatták (lásd 5. ábra). Egyenletesen csökkenő trend sem volt érzékelhető. A mérések kaotikusan alakultak, esetenként arra lehetett következtetni, mintha a prizma nem leépítené, hanem ellenkezőleg, termelné a TPH-t.

A különböző biológiai készítmények adagolása éppen a TPH bontás serkentése érdekében történt. A baktérium kultúrák célzott adagolása sem hozta meg a várt eredményt.



5. ábra. TPH mérések alakulása a különböző prizmákon

Becking és Beijerinck meglátása, miszerint *Everything is everywhere, the environment selects.* (Mikroorganizmusok mindenütt, a környezet szelektál) azt mondja, hogy a lebontásnak a prizmán belül le kellene zajlania, legfeljebb a lebontás hatékonysága, üteme lehet kérdéses. Nem ez történik. Akkor valamely gátlással állunk szemben, vagy a TPH mérés metodikáját kell megkérdőjelezni. A méréseket akkreditált labor végezte ezért a mérési eredményeket elfogadottnak tekintjük. Az alkalmazott metodikát komoly kutatási eredmények mentén lehet csak módosítani, pontosítva a komposztálás folyamán a prizmában lévő szénvegyületek származását, keletkezését.

Egyetlen prizma esetén sikerült a TPH értékét határérték alá szorítani. A Biomass Kappa oltóanyag használata vezetett végül sikerre. A Biomass Kappa oltóanyag ára kb. 20.000 Ft/m³. Az oltóanyagból az iszap térfogatának cca 5%-át kell adagolni.

Megvan tehát a megoldás, ezzel biológiai készítménnyel a komposzt termékminősítése elérhető. A Balatoni Organikus Komposzt minősített terméké válhat.



6. ábra. A minősítés alatt álló termék

Érdemes azonban felvetni egy másik lehetőséget is. Ha az 1. ábrán bemutatott, a komposztokra előírt határértékeket alkalmazzuk a más úton stabilizált termékekre (mixekre és rothasztott szolár-szárított iszapra), úgy a 2. táblázat alapján az állapítható meg, hogy azok is egyetlen paraméteren, a TPH-n buknak el.

Vizsgált tétel	3 Komposzt	4 Szénmix	5 Rothasztott szolár-sz. iszap	36/2006 (V.18) FVM rendeletben előírt határértékek	
Száranyag [m/m%] sz. a.	70,53	86,47	56,96	legalább	25
Szervesanyag [m/m%] sz. a.	64	542	361	legalább	50
pH [-]	6,88	6,65	5,47		6,5 – 9,5
Aprózottság [%]	100	91,7	100	<20 mm	80%
Összes sótartalom [m/m%] sz. a.	2,17	1,1	2,6	legfeljebb	4
N [m/m%] sz. a.	2,76	18,2	3,9	legalább	1
P ₂ O ₅ [m/m%] sz. a.	3,15	0,7	1,63	legalább	0,5
K ₂ O [m/m%] sz. a.	0,86	0,12	0,2	legalább	0,5
Ca [m/m%] sz. a.	2,52	2,82	3,07	legalább	1,2
Mg [m/m%] sz. a.	5,77	4,29	6,27	legalább	0,5
Arzén [mg/kg] sz. a.	9,3	<5	7,51	legfeljebb	10
Kadmium [mg/kg] sz. a.	<0,5	<1	<1	legfeljebb	2
Kobalt [mg/kg] sz. a.	2,26	<5	<5	legfeljebb	50
Króm [mg/kg] sz. a.	17,2	25,3	38,9	legfeljebb	100
Réz [mg/kg] sz. a.	94,9	55	247	legfeljebb	300
Higany [mg/kg] sz. a.	<1	<0,2	0,5	legfeljebb	1
Nikkel [mg/kg] sz. a.	9,48	21,1	26,1	legfeljebb	50
Ólom [mg/kg] sz. a.	11	6,32	20,2	legfeljebb	100
Szelén [mg/kg] sz. a.	1,57	<5	<5	legfeljebb	5
TPH C ₅ C ₄₀ [mg/kg] sz. a.	14,8	457 - 697	424	legfeljebb	100
PAH [mg/kg] sz. a.	0,27	0,08	<0,05	legfeljebb	1
Bez(a)pirén tartalom [mg/kg] sz. a.	0,037	0,02	<0,02	legfeljebb	0,1
Összes PCB tartalom [mg/kg] sz. a.	0,01	0,01	<0,01	legfeljebb	0,01
Higiénés mikrobiológiai vizsgálat	negatív	nem felelt meg	nem felelt meg	negatív	
Csírázás és gyomosító hatás	negatív	nem felelt meg	nem felelt meg	negatív	

2. táblázat. Termékek paramétereit a komposztokra előírt határértékek tükrében

A határérték összehasonlítás csak tájékoztató jellegű a szénmix és a szolár iszap komposztra előírt határértékek alapján nem minősíthető. Az érvényes jogszabályi előírások alapján amennyiben a higiénés mikrobiológiai és a csírázás gyomosító hatásnak megfelel a szénmix és a szolár iszap maximum a szerves trágya kategóriában lehetne terméket elő állítani belőlük.

Ezen túlmenően a mixek és a rothasztott szolár-szárított szennyvíziszap a *Higiénés mikrobiológiai vizsgálatok* valamint a *Csírázás és gyomosító hatás* paraméterek tekintetében szintén *nem felelt meg* minősítést kapott. Ezen a paraméterek feltételeinek azonban könnyen megfelelhünk:

- A termofil hőmérsékleti tartományban a patogén baktériumok elpusztulnak. A komposztálás tartósan termofil viszonyok közt zajlik. Ez garantálja a kellő mértékű sterilizálást.
- A rothasztás nem minden esetben történik termofil körülmények között. A siófoki szennyvíztisztító telepen mezofil rothasztás van, emiatt higiénés mikrobiológiai vizsgálatról nem várhatunk el negatív minősítést.
- A többszöri átkeverés mixelésnél ugyan hőmérséklet emelkedéssel jár, de messze nem éri el a termofil tartományt. Ezen eljárásnál inkább a kavitációs sejtroncsolás jelenti a sterilizálódást, amely azonban méréseink szerint nem volt hatékony. A csíraszám 10 nagyságrendjéből csak 2 nagyságrendben csökken a sejtszám. A mezofil rothasztás és a mixelés utáni szárítás - *azaz a vizes élettér megvonása* – jelenti a megoldást, azaz vezet a kellő eredményre.

A szénmixen az elvetett magok kikeltek. Ezt az K+F projekt keretében végrehajtott kísérletekben igazoltuk. A DRV Zrt. gyakorlatában a hulladékstátuszú rothasztott iszap mezőgazdasági felhasználása nem ütközik korlátokba. A gazdák részéről nem érkezett panasz. Következésképp a laboratóriumi körülmények között végrehajtott csírázási és gyomosító vizsgálat túl szigorú következtetésre jut. Felmerül a kérdés, hogy esetleg már korábban a víztisztítási fokozat környékén próbáljuk meg a TPH- t eltávolítani. A CORAX-BIONER Biotechnológiai Zrt. ADEPSOILBAC háromlépcsős technológiája a szennyvíztisztító telepeken keletkező nyers- és fölősiszapok mikrobiológiai starterkultúrával való irányított kezelését célozta meg (Nagy, 2018)). Ez az elgondolás a szennyvíztisztítási technológiáról közvetlenül leválasztott, stabilizálásra kerülő iszapok TPH mentesítését célozza. Az így „előkezelt” iszapot termék előállításra használva nemcsak a komposztok, hanem a mixek és rothasztott szolár-szárított iszap is képesek lesz megfelelni a határértéknek. Ez az előkezelés az egyes termék előállítással végződő iszapstabilizálási eljárásokat egyformán helyzetbe hozná.

Az ADEPSOILBAC háromlépcsős technológiának azonban nem elhanyagolható a beruházási költsége, az üzemeltetési költségeket javarészt az adagolandó biológiai starter adalékanyagok ára teszi ki.

A fentiekből következik, hogy a TPH eltávolítása jelentősen megdrágítaná a szennyvíz iszappól készített termékek árát.

3 KÖVETKEZTETÉSEK

A TPH határérték hulladék státuszú szennyvíz iszapra: 4000 [mg/kg] sz.a. a hulladék státuszú szennyvíziszap komposztra: 1000 [mg/kg] sz.a., a minősített termék komposztra ugyanez az érték 100 [mg/kg] sz.a.. Mindhárom változat kikerülhet termőterületekre, igaz különböző előírások mentén. A minősített terméknek szinte szabad a felhasználhatósága. Korlát csak a maximálisan kijuttatható 170 kg/ha nitrogéntartalom miatt áll fenn.

Ha a kőolajszármazékok távoltartása a termőterületekről fontos, akkor az egyetlen határérték megadásával is megoldható lenne. Külföldi szakirodalomban a kész komposzt jellemzőinek összefoglalásánál a TPH nem is szerepel a minősítési paraméterek között (lásd 3. táblázat).

Analízis	Közép-érték	Dimenzió	Megjegyzés
pH	7,9	-	
EC (vezetőképesség)	21	dS/m	
Összes szárazanyag tartalom	76	%	
Összes C (TOC)	15	%	
Összes szerves-anyag	28	%	
Összes-N	1,2	%	Ha a komposzt teljes N-tartalma kevesebb, mint 1 százalék, akkor fontolja meg a komposzt kiegészítő N-trágyázást a komposzt kijuttatása után. Ha az összes N meghaladja a 2 százalékot, a komposzt helyettesítheti a tipikus N-trágya-bevitel egy részét.
C:N	10,4	arány	
NH ₄ -N	287	mg/kg	
NO ₃ -N	458	mg/kg	
Ca	2,7	%	Ha a Ca-tartalom meghaladja a 4 százalékot, a komposzt alapanyagai között lehetett talaj, gipsz, vagy mész
Mg	0,25 – 0,7	%	Ha az Mg meghaladja a 0,75 százalékot, a K pedig kevesebb, mint 1,5 százalék, akkor az egyensúlytalanság a Mg és K aránya befolyásolhatja a növények növekedését.
K	0,5 – 1,5	%	Ha a K meghaladja az 1,5 százalékot, akkor a komposzt alapanyagai valószínűleg trágya, élelmiszer hulladék vagy fűnyesedék. A komposzt K-t a műtrágya K-jával egyenértékűnek tekintik
P	0,3 – 0,9	%	Ha a P meghaladja a 0,7 százalékot, a komposzt alapanyagai között valószínűleg trágya is volt. Ha a P-tartalom 0,3 százalék alatt van, P-műtrágya kijuttatása szükséges
S	0,5	%	Ha az S kevesebb, mint 0,25 százalék, akkor a növény S-hiányos lehet (kiegészítő S-trágyázás). Ha az S-tartalom meghaladja a 0,8 százalékot, akkor valószínű, hogy a gipszet adták az alapanyaghoz
Humin / fulvo savak	~5	%	
Kation cserélő kapacitás (CEC)	50 – 60	kmol (+)/kg	

Megjegyzés: a %-os adatok az összes szárazanyagra vonatkoznak

3. táblázat. A kész komposzt jellemzőinek összefoglalása külföldi gyakorlatban

forrás: (Juhász J. – Oláh J. 2022)

A határérték megadásának ellentmondásossága és az eltérő külföldi gyakorlat felveti a korlátozás szigorúságának, vagy egyáltalán a határérték szükségességének a kérdését.

A kőolajszármazékok szerves vegyületek, lebontásuk biológiai úton lehetséges. A mérések szerint mégsem történik ez meg. A mérések olyan esetekben is kimutatnak határérték feletti TPH tartalmat, amikor annak nincs látható magyarázata.

A határérték vélhetően szükségtelen szigorúsága és a mérés ellentmondásossága a **termékek sikeres minősítésnek megíúsulásához vezethet**. A szennyvíziszapból előállított termékek (mixek, komposztok és rothasztott iszapok) piaci értékesíthetősége, gazdaságos hasznosíthatósága nehezedik meg ezáltal, esetleg ellehetetlenül. A műtrágyaárak drasztikus emelkedése, a klímaváltozás következtében a hektikusan változó csapadék mennyisége miatt bekövetkező talajerózió a Juhász Endre által megfogalmazott igazság okos beteljesítését követeli, miszerint:

A települési szennyvíziszap olyan társadalmi termék, melyet az okos gazdagok hasznosítanak, a szegények hulladékká minősítik.

Nem marad más választásunk, mint a paradigmaváltás. Szakmai vitákban kell a helyes kompromisszumot megtalálni

*a TPH eltávolításnak növekvő költségeinek felvállalása,
a TPH határérték újra gondolása vagy elvetése
és a TPH mérési metodika újraértelmezése között.*

A döntést a környezet és az élelmiszerlánc elszennyeződésének megakadályozása messze-menő figyelembevételével kell meghozni.

4 HIVATKOZÁSOK

Alexander, R.: Compost And Humic Substances. <https://www.biocycle.net/compost-and-humic-substances/>

Benő, D. – Cziráki, J. – Gersei, I. – Tolnai, B. (2022): Iszapstabilitási eljárások gazdaságossága. *Vízmű Panoráma 2022/nyomtatás alatt*

FCSM: Komposzt hasznosítási terv. <https://www.fcsm.hu>

Juhász, J. – Oláh, J. (2021): A talaj-termőképességének növelése háztartási, élelmiszer-ipari és a mezőgazdasági eredetű hulladékokból készült komposzt felhasználásával. *Hírcsatorna 2022/1 pp33-55.*

Ligetvári, F. – Tolnai, B. (2021): A részlegesen tisztított szennyvíz hasznosítása. *Hírcsatorna 2021/2.*

Nagy, I.: Technológia szennyvíziszapok TPH tartalmának csökkentésére. *corax-bioner biotechnológia, ppt előadás, <https://www.corax-bioner.hu>*

Oláh, P. (2019): Gondolatok a kommunális szennyvíziszap talajokra gyakorolt hatásáról. *Vízmű Panoráma, 2019/1 pp26-28.*

OVF.(2017): Szennyvíziszap Kezelési és Hasznosítási Stratégia 2014-2023. 1403_2017. (VI. 28.) Korm. határozat

Raab, G. (2021): Bionyersanyag-termékkála kialakítása lokális technológiai sor figyelembe vételével – Hasznosíthatósági vizsgálatok az üzemi körülmények optimalizálásával a DRV Zrt. területén. *Vízmű Panoráma 2021/6 pp 19-24*

Stadler, J.(2013): Szennyvíziszapok stabilizálása lignit bekeveréssel. *Hírcsatorna 2013/ 1-2 pp23-26.*

Tolnai, B.(2016): Egy modell tanulságai és kivetítése (lektorálta: Oláh Péter mezőgazdász). *MaSzeSz Hírcsatorna, 2016. 1-2., (Vízmű Panoráma 2022/1)*

Tolnai, B.(2016): Szennyvíztisztítás helyett szennyvízhasznosítás. *Vízmű Panoráma 2016/1.*