

A Gore™ – takarásos technológia  
alkalmazása szennyvíziszap  
komposztálás esetében

# Komposztálás

- Olyan biológiai folyamat, amely a mezofil és termofil mikroorganizmusok vegyes populációjának optimális fejlődésétől és aktivitásától függ
- Növeli a szerves anyag értékét
- A komposztok olyan szerves trágyák, amelyek szilárd és folyékony szerves hulladék anyagokból, továbbá hozzájuk kevert ásványi anyagokból, irányított lebomlási folyamatok útján készülnek

# Szennyvíziszap

- A szennyvíz mennyiségének 0,5-1%-át teszi ki
- A szennyvíziszapok nehezen szűrhető szuszpenziók, a vizet különböző kötési formában tartalmazzák
- Összetétel: pórusvíz 70%, adhéziós és kapilláris víz 22%, adszorpciós és sejtekben kémiaiilag kötött víz 8%
- Víztelenítés után a szárazanyag-tartalma 3-4%-ról, 15-25%-ra növekszik
- Szervesanyag fehérjét, zsírt, szénhidrátot tartalmaz
- A C:N aránya 8-13 között változik
- A kommunális szennyvíziszap kb. 30 kg/fő/év településenként
- Az iszap tartalmaz fertőzött mikroorganizmusokat, és jelentős számban találhatóak benne hasznos baktériumcsoportok is
- 1 tonna szennyvíziszap szilárd anyagból, közelítőleg 2,5 tonna komposzt állítható elő

## Összetevői:

Hasznosítható anyagok	Iszapvíz	szabad vagy könnyen eltávolítható pórusvíz (70%)
		kapilláris víz (20%)
		pehelyrészecskék nedv. tart. (2%)
		sejtben kémiaailag kötött víz (8%)
	Aprított (őrölt) ásványi részecskék	finom és durva homok
		egyéb szemcsés anyagok
	Szerves anyag	széntartalmú maradék anyagok
	Tápanyagok	nitrogén
		foszfor
		kálium
Nyomelemek	fémes elemek, szerves vegyi anyagok	
Korlátozó összetevők	Mérgező anyagok	nehézfémek (Cd, Pb, Hg, Cu, Ni, Zn, Cr)
		egyéb toxikus anyagok (pl. As, Mo)
	Patogének	baktériumok
		vírusok
		paraziták

# Az iszapkezelés fázisai

- *Sűrítés*  
(az iszap víztartalmának, mennyiségének és térfogatának csökkentése, valamint a szárazanyag-tartalom növelése)
- *Kondicionálás*  
(az iszap víztartalmának csökkentése, szervesanyag stabilizálása, baktériumok számának csökkentése, elpusztítása)
- *Fertőtlenítés*
- *Víztelenítés*  
(a víztartalom nagymértékű eltávolítása, hogy ez nagyobb mértékű iszap térfogatcsökkenést eredményezzen)
- *Szárítás*  
(hőkezelés során a patogén csírák és gyommagvak elpusztulnak, könnyen szállíthatóvá válik)

# A Gore™ - takarás technológia

- A Gore™-Cover technológia ökológiai szempontokat is figyelembe vevő, zárt, szemi-permeábilis membránnal takart, levegőztetett komposztálási technológia.
- 3 fontos elemből tevődik össze:
  - Levegőztetés(mikroorganizmusok ellátása oxigénnel),
  - Visszacsatolás (tájékoztat az oxigéntartalomról és hőmérsékletről),
  - Membrán (zárttá teszi a rendszert)

# GORE™-TEX membrán

- Háromdimenziósan expandált poli-tetrafluor-etilén (ePTFE) rétegből áll
- 0,1-3 mm-ig terjedő átmérővel rendelkező vízcseppek nem tudnak áthatolni a membránon, viszont a 0,0003  $\mu\text{m}$  átmérőjű vízgőz molekulák könnyedén átdiffundálnak az anyagon (a pórusméret megakadályozza, hogy túl nedves komposztot kapjunk, vagy, hogy a prizma a levegőztetés során kiszáradjon )
- Az érés során keletkező gáz halmazállapotú anyagokkal szemben a takaró védőgátat képez a belső felületén kialakuló vékony kondenzvíz által
- A magas hőmérséklet és páratartalom miatt kialakuló kondenzvíz- rétegben a szaganyagok és egyéb gázmolekulák túlnyomó része feloldódik. A feloldódott szagmolekulák visszakerülnek a rendszerbe, ahol további bakteriális bomláson mennek keresztül



- a membrán gyakorlatilag áthatolhatatlan a kórokozók számára is, ezért a használata mind munkavédelmi, mind környezet-egészségügyi szempontból biztonságos: a különböző csírák, spórák, és egyéb kórokozó szervezetek számának csökkenése >99% mértékben kimutatható
- Az enyhe túlnyomás hatására kialakuló egyenletes hőmérséklet-eloszlás megfelelő higiénias körülményeket biztosít még a téli hónapokban is
- A Gore™ - takarási rendszer egy biofilterhez képest negyedannyi levegő felhasználásával működik. Ennek megfelelően csökken az emisszió mértéke és az energiafelhasználás is



# Komposztálás fázisai

- Bevezető szakasz (iniciális fázis)

Optimális körülmények a mikroorganizmusoknak, ezáltal gyorsan szaporodni kezdenek. A hőmérséklet az intenzív anyagcsere miatt gyorsan termofil tartományba emelkedik. Hossza néhány óra, esetleg 24-36 óra lehet.

- Lebomlási szakasz (termofil fázis)

A mezofil mikroorganizmusok hőmérsékleti optimuma 25-30 °C. Intenzív anyagcseréjük miatt a hőmérséklet emelkedik, de 50 °C felett pusztulni kezdenek és 55 °C felett csak a rezisztens formák maradnak fenn. Mindez 12-24 óra alatt végbemegy. Ezután gyorsan szaporodni kezdenek a termofil mikroorganizmusok, melyek optimuma 50-55 °C. 75 °C felett a mikroorganizmusok aktivitása jelentősen csökken.

- **Átalakulási szakasz (mezofil fázis)**

Akár több hétig is eltarthat. A hőmérséklet jelentősen csökken. A mikroorganizmusok elkezdik a nehezen bontható lignin bontását, eközben mono- di- és trifenol vegyületek keletkeznek. Ezek kondenzációjából épülnek fel a humuszanyagok.

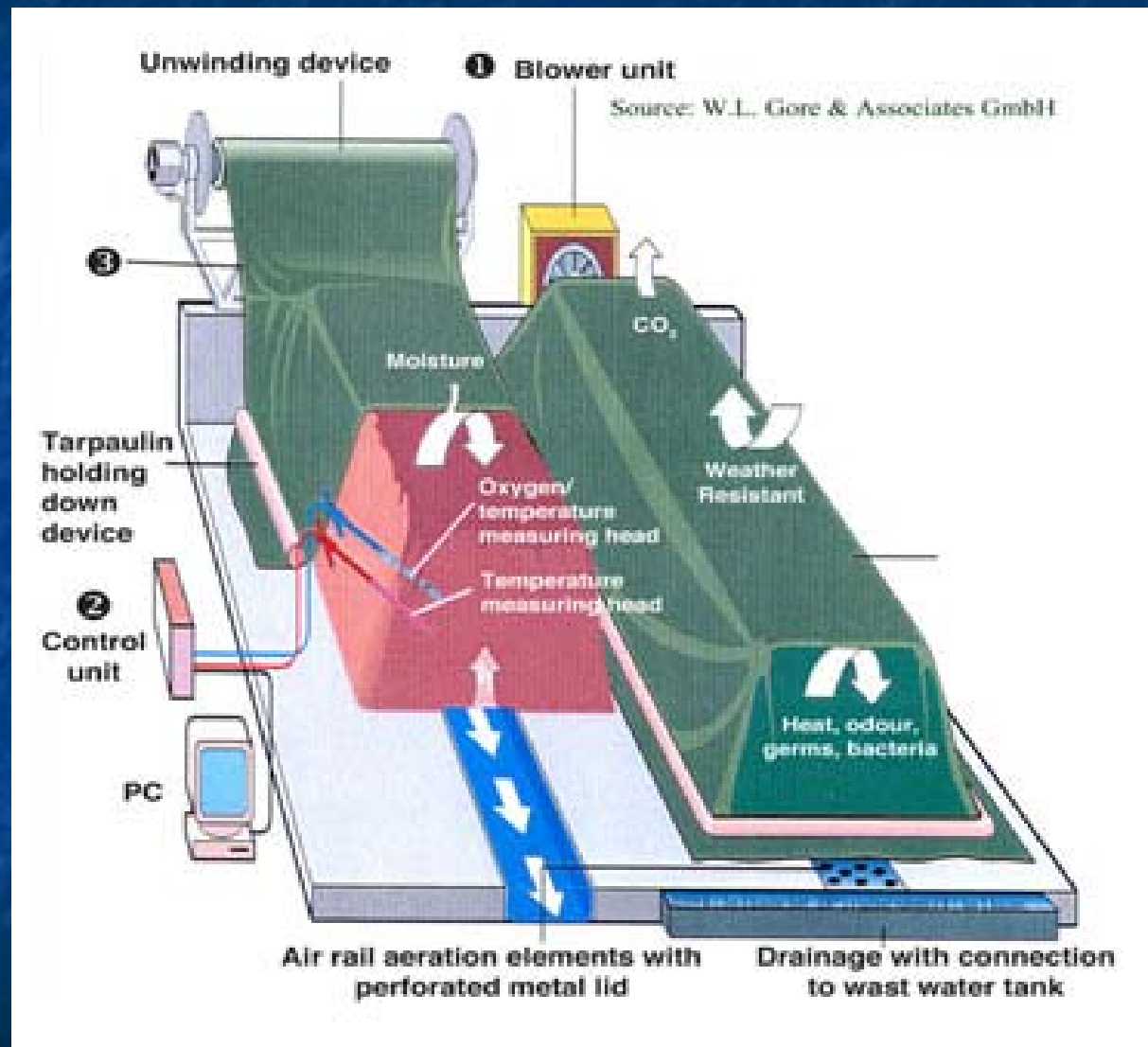
- **Érlelési szakasz (poikilotherm)**

A szervesanyag huminifikálódása jellemzi, amely a komposzt sötét színét eredményezi. A hőmérséklet tovább csökken. Ekkor elsősorban pszichrofil baktériumok és penészgombák aktívak (optimumuk: 15-20 °C), és nő a sugárgombák száma.

# Telep kialakítása

- Mindenkori hazai építési, környezetvédelmi, vízvédelmi stb. előírásoknak megfelelően kell eljárni
- Szilárd burkolatot kell kialakítani
- Gondoskodni kell a csurgalékvíz gyűjtéséről
- Megfelelő szigetelést kell kialakítani
- A talajvizet monitoring-rendszerrel kell figyelni

A rendszer részei:



# Beszállítás

- A beérkező szennyvíziszapot lemérlegelik és regisztrálják
- szalmával, vagy egyéb mezőgazdasági hulladékkal összekeverik, majd a homogenizálás után beállítják az optimális nedvességtartalmat és a nyersanyagot prizmákba rakják
- A kész prizma átlagos mérete: 20 m hosszú, 3 m magas és 8 m széles

# Mérlegelés, keverés, prizmák kialakítása



# Előkezelés

A beérkező préselt, csökkentett víztartalmú szennyvíziszapot a megfelelő szerkezet és C/N arány kialakítása érdekében előkezelni kell:

- a szennyvíziszaphoz aprított, közvetlenül felhasználható méretű és állagú szerves anyagokat kevernek
- A keveréket egy U alakú előtároló medencébe öntik, melynek aljába a csurgalékvíz felfogására 30-35 cm vastagságban szalmát helyeznek
- 100 kg szennyvíziszaphoz: 40 kg szalma és 60 kg kukoricacsutka őrlemény szükséges, vagyis a helyes keverési arány szennyvíziszapra és oltóanyagra: 50-50 %
- Teleszkópos rakodógéppel összekeverik az anyagokat, majd felrakják egy trágyaszóróra és a segítségével teljesen homogén állományt alakítanak ki

# Levegőztetés

A levegőztetés alapvető fontosságú a szerves anyagok gyors, szagmentes lebontásához, újrahasznosításához. A legelterjedtebb, és itt is alkalmazott eljárás a nyomott rendszerű levegőztetés:

- A környező levegőt beszívják, majd a prizmák alatt elhelyezett levegőztető (on-floor) perforált csöveken át, kúp kiképzésű lyukakon keresztül az érő anyagba fújják. A HDPE csövek a környezeti hatásokkal szemben ellenállóak, lyukprofiljuk, perforációjuk egyedi tervezés alapján készül.

A lyukak esetleges eltömődésének megakadályozására és az azonnali levegőztetés érdekében, a levegőztető rendszer a prizmák felrakása során végig bekapcsolt állapotban van.

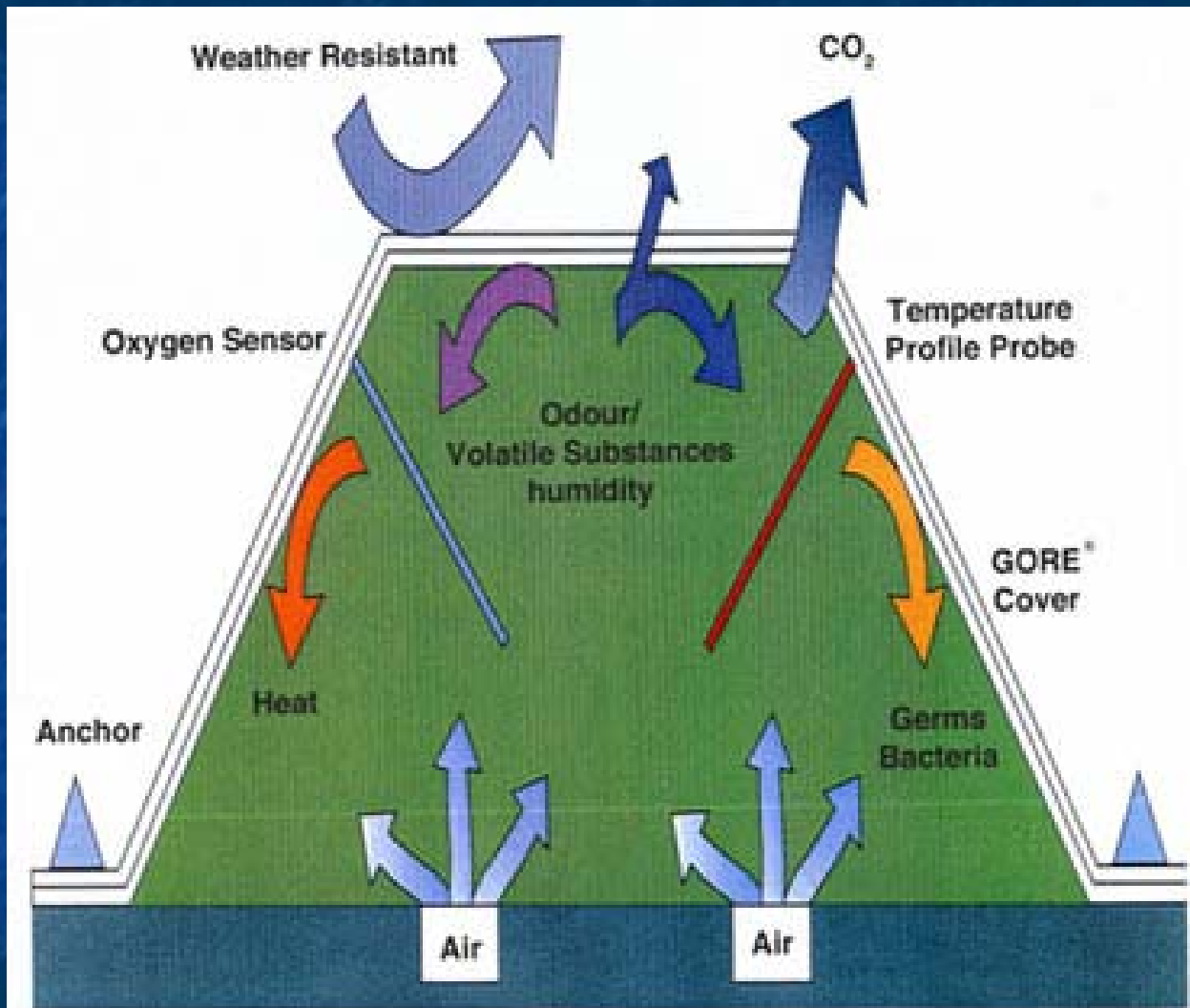


A levegőztető rendszer részei: ventilátor és a prizmák alatt  
lefektetett perforált csövek



- A levegőztetés irányításához hőmérséklet -, és oxigéntartalom-mérő szondák szükségesek
- A hőmérőszondát merőlegesen, az oxigénmérőt 45°-os szögben helyezik az anyagba, hogy a kondenzcseppek képződése ne befolyásolhassa a mért adatokat
- Az adatátviteli kábelt a prizma felszínén vezetve a kültéri irányítástechnikai dobozhoz csatlakoztatják
- A vezérlő számítógép feldolgozza az adatokat és ezeknek megfelelően szabályozza a levegőztető ventillátort





Source: W.L. Gore & Associates GmbH

# Prizma kialakítása

- A kész prizmát háromrétegű Gore<sup>TM</sup>-TEX membrántakaróval fedik le
- A takaródarabok egymáshoz illesztése ipari tépőzárral történik (ami tetszőleges hosszanti toldást tesz lehetővé), a széleken pedig homokkal töltött leszorító csöveket helyeznek el
- A membrántakaró biztosítja a rendszer zártságát, megőrzi az ideális nedvességtartalmat és hőmérsékletet
- A tömörödés és térfogatveszteség miatt 3 hét után a prizmából az anyagot egy másik prizmába rakják át, ahol újabb 3 hétig szabályozottan működik az érlelés
- A membrántakarót néhányszor utána kell feszíteni, valamint a mérőszondákat is mélyebbre kell szúrni a prizmába

# Komposztálás

- A folyamat az irányítástechnikai rendszer bekapcsolásával indul
- Az aerob körülmények kialakítása és fenntartása nélkülözhetetlen az érési folyamatokhoz
- A prizmában uralkodó enyhe túlnyomás akadályozza meg az anareob zónák kialakulását
- A levegőztetést számítógép irányítja
- A prizma hőmérsékletének minimum 2 hétig 55°C fok felett kell lennie higiénias okokból. A *Streptococcus coli* és a *Fekal coli* ezen a hőmérsékleten már nem életképes
- A nedvességtartalom utólagos pótlására és az anyag átforgatására nincs szükség

# Prizma bontása

A komposztálás intenzív fázisának befejeztével a prizmákat lebontják (30-35 nap). A prizma bontásának lépései:

- A rögzítésre szolgáló homokkal töltött csövek eltávolítása
- A membrántakaró leszedése traktor és teleszkópos rakodógép segítségével
- Mérőszondák kihúzása, vezetékek eltávolítása
- A prizma utóérlelő térre történő szállítása
- A süllyesztett levegőztető csövek kiemelése és kitisztítása
- Ponyvák lemosása és tárolása a következő használatig

# Utóérlelés

- Az intenzív érlelést követő néhány hetes szakasz
- Ekkor fejeződnek be az átalakulási folyamatok, a komposzt stabilizálódik
- Az anareob zónák elkerülése érdekében a prizmákat 2-3 hetente átforgatják, levegőztetik (itt már nincs levegőztető rendszer, sem membrántakaró)
- Végeredményként teljesen földszerű anyagot kapunk

# Előnyök

- Nincs porszennyezés, a membrán a por mintegy 99%-át visszatartja
- Nincs szagemisszió, 90%-os csökkenés a nyitott prizmás technológiához képest
- Levegő útján terjedő baktériumok (csírák, kórokozók) kijutását megakadályozza
- Zárt környezetben optimális feltételeket biztosít
- A környezet és hőmérsékletingadozás nem befolyásolja a folyamatokat
- Nem alakulnak ki anareob zónák
- A folyamatok ellenőrizhetők és irányíthatóak
- Környezetkímélő



# Hátrányok

- Szerves olajok rosszul bomlanak le
- A légbefúvó rések közelében a komposzt kiszáradhat
- A ponyva mozgatása körülményes
- A szondák élettartama rövid
- A vezetékek ki vannak téve a rágcsálóknak
- Magas beruházási költsége, ezért a bevezetés előtt fontos az előzetes gazdaságossági vizsgálat elvégzése

# Források

- Tájékoztató füzetek, leírások
- <http://www.tankonyvtar.hu/konyvek/kornyezettechnika/kornyezettechnika-3-7>
- Dér Sándor: A komposztálás során bekövetkező szervesanyag átalakulás vizsgálata forró vizes kivonatok felhasználásával, doktori értekezés (2003)
- Dr. Kárpáti Árpád: Szennyvíziszap rothasztás és komposztálás (2002)