

A biológiai folyamatok zavarainak korai észlelése anaerob rothasztókban

A SENTRY™ szenzor esettanulmányokkal igazolt képességei

Dr. Rasztoovits Zsolt Edgár

rasztoovits.zsolt@rastatech.eu

+36 70 3320 170

A probléma leírása

Az anaerob rothasztókon az elsődleges szubsztrátumokhoz hozzáadott ipari hulladékok (pl. élelmiszeripari feldolgozás melléktermékei, hulladékai, ételmaradékok, egyéb) együttes fermentálása jelentős bevételi forrást és adott esetben megnövekedett biogáz termelést eredményezhet. Az üzemeltetők részéről azonban külön figyelmet igényel az ilyen szervesanyag források hozzákeverése, hogy így azok a fermentorok biológiai egyensúlyát ne borítsák fel és ne okozzanak túlterhelést sem.

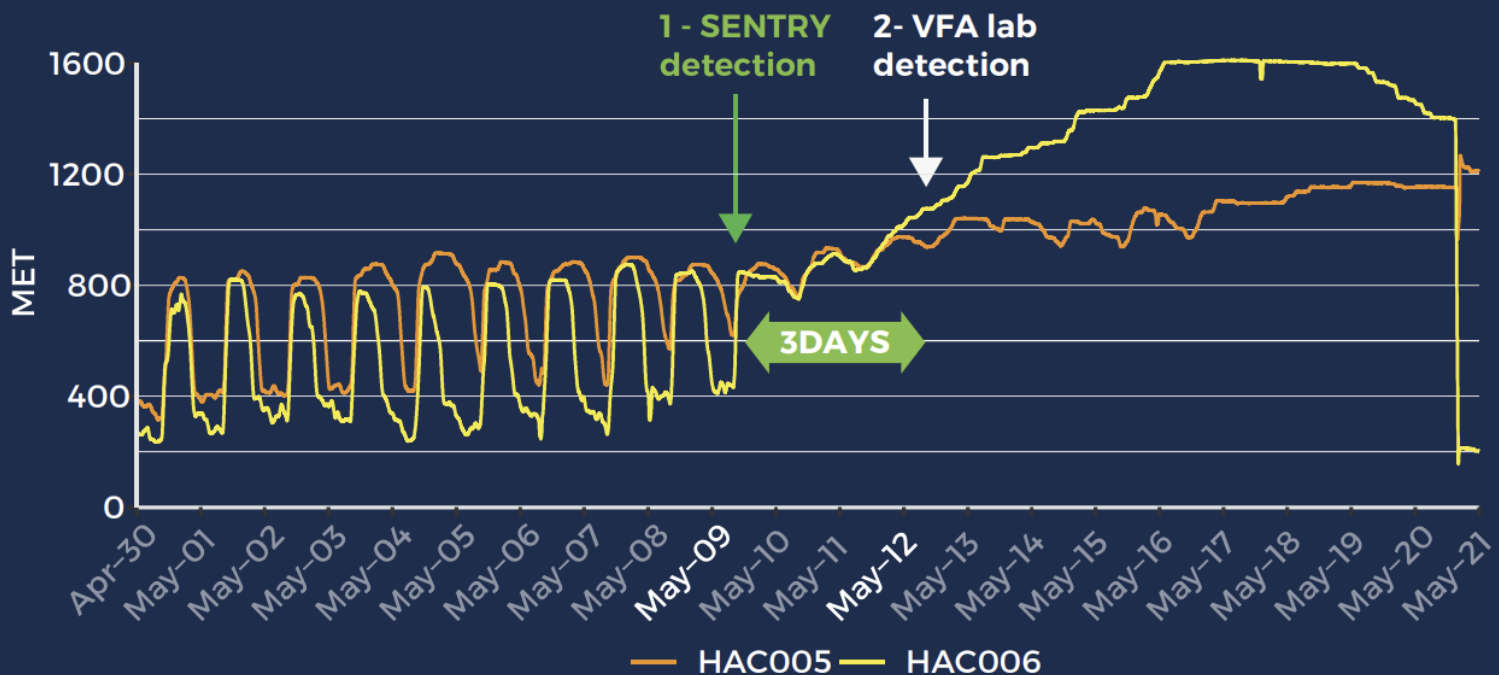
- **Leállás, újraindítás vagy biológiai egyensúly helyreállításnak költsége**
- **min 45 000 EUR de akár 450 000 EUR eseményenként**
- **Késői felismerés a hagyományos laboratóriumi elemzéssel**

Kockázatok:

- kevesebb biogáztermelés vagy biogáztermelés hiánya – **leállások**
- alacsony CH₄-tartalom a biogázban – **minőség**
- a megelőzéshez vagy az előkészítéshez/tároláshoz szükséges vegyszerek költsége – **többletköltségek**
- biztonsági okokból kihasználatlan kapacitás – **elmaradt bevétel**

Lényeges információk, adatok – Ezt mutatja a SENTRY

- A szerves ráterhelést május 9-én megváltoztatták
- Ennek keretében nőtt a zsíros fázisok aránya: nagy zsír- és olaj-tartalmú anyagot adtak fel
- A beépített SENTRY™ szenzor azonnal jelezte a megváltozott biológiai választ
- Az üzemeltetők azonnal tudomást szereztek a túlterhelésről



Mit nyújt a SENTRY™ szenzor ?

Kb. 3 nappal előbb jelzi a toxikus hatásokat vagy a túlterhelt állapotot

A biológiai adatok a meghatározott hagyományos paraméterekhez képest már jóval korábban mutatják a zavart

Valós idejű adatok

Közvetlen információ a reaktorban működő biológiai folyamatokról
Az üzemeltető azonnali információt kap a nem megfelelő üzemelésről, a kockázatos biológiai folyamatokról

Hatékonyabb üzemeltetés

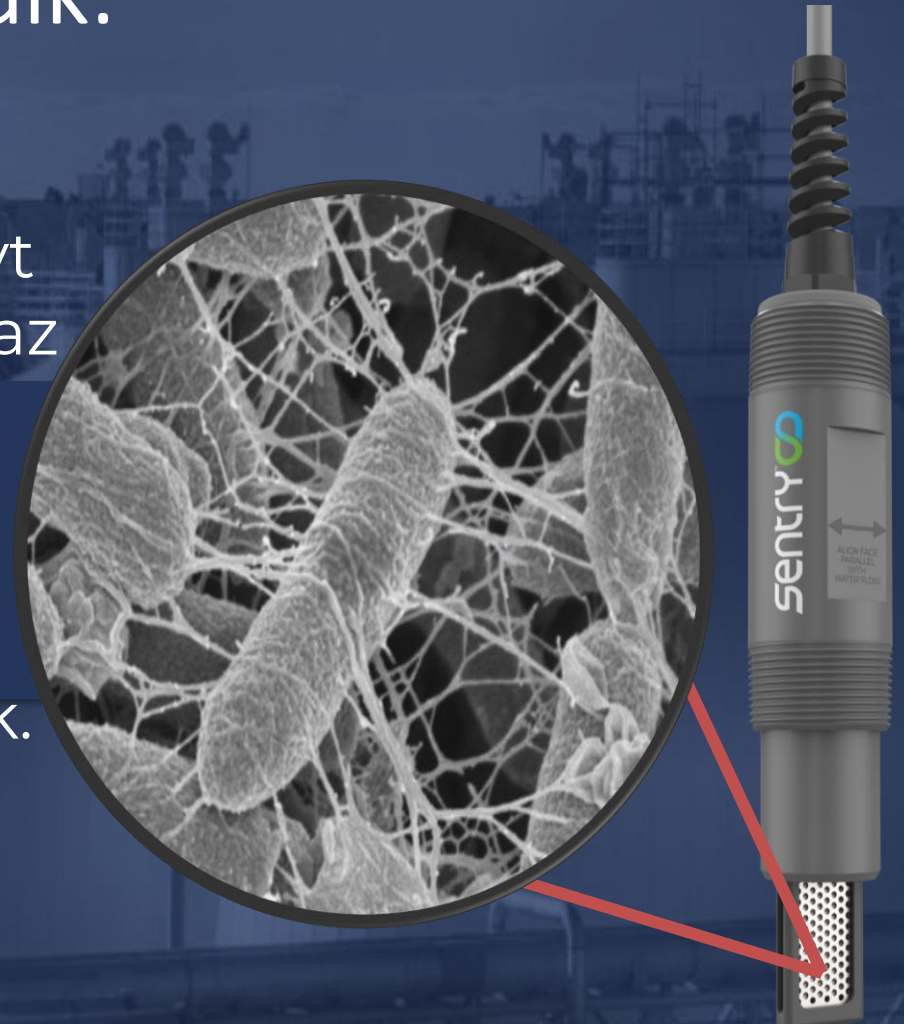
Csökken a biogáz termelés hatékonyságát negatívan befolyásoló tényezők hatása és a reaktorok üzemkiesésének kockázata

Közvetlen megtakarítások és további előnyök

Így működik:

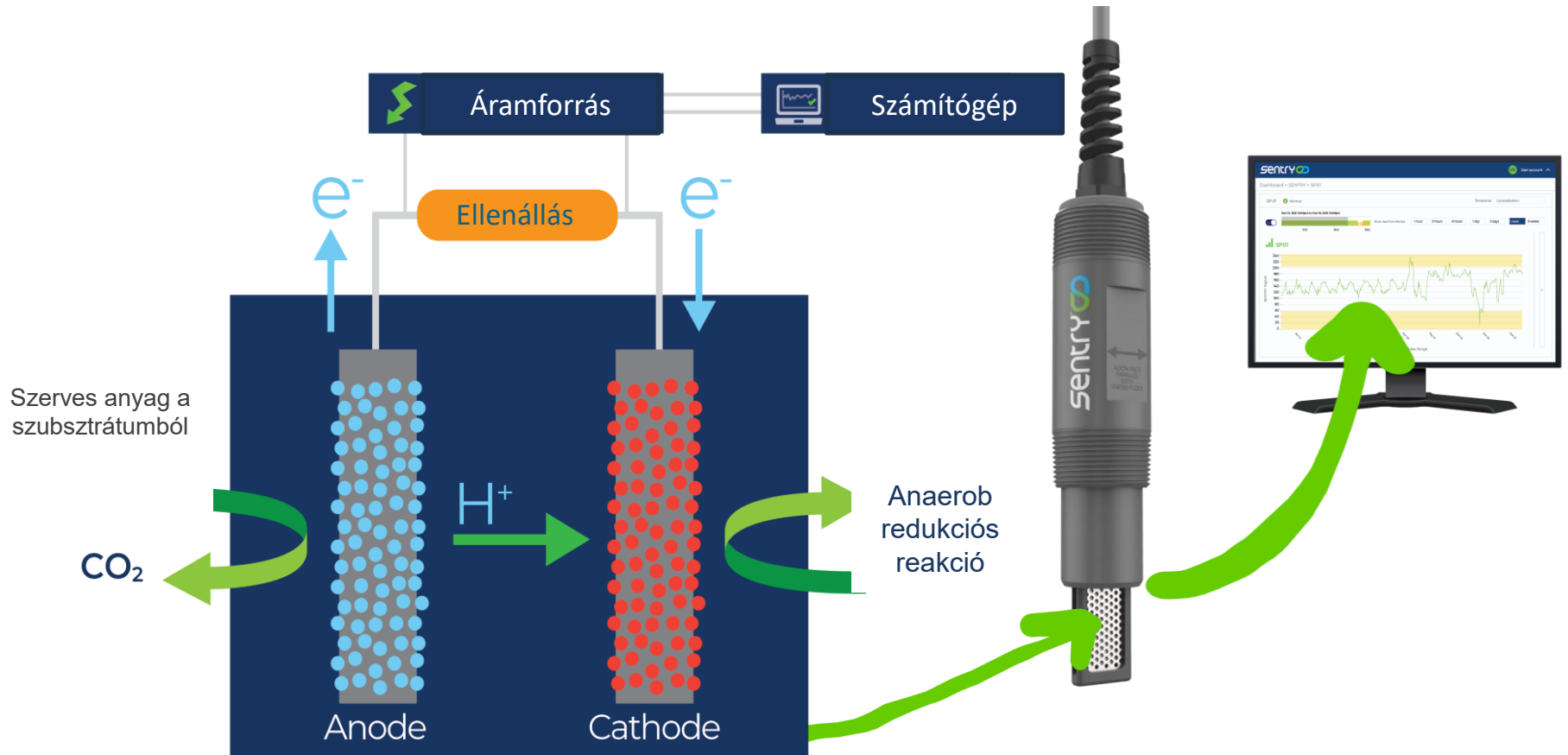
A hagyományos monitoring berendezésektől eltérően a SENTRY™ érzékelő nem fényt vagy membránokat használ az adatok szolgáltatása érdekében, hanem a rendszerben jelen lévő **mikroorganizmusok anyagcseréjére** támaszkodik.

Nincs szükség alkatrészek cseréjére, rendszeres kalibrálásra vagy megbízhatatlan adatokra!



A biofilm a szenzor fegyverzetére épül fel. Az ebben mérhető elektromos jelek arányosak a biológiai aktivitással...

Így működik a SENTRY™ szenzor



Hagyományos mérési módszerek

VS

SENTRY™

**VFA Laboratóriumi
méréseken alapuló
meghatározása**

<

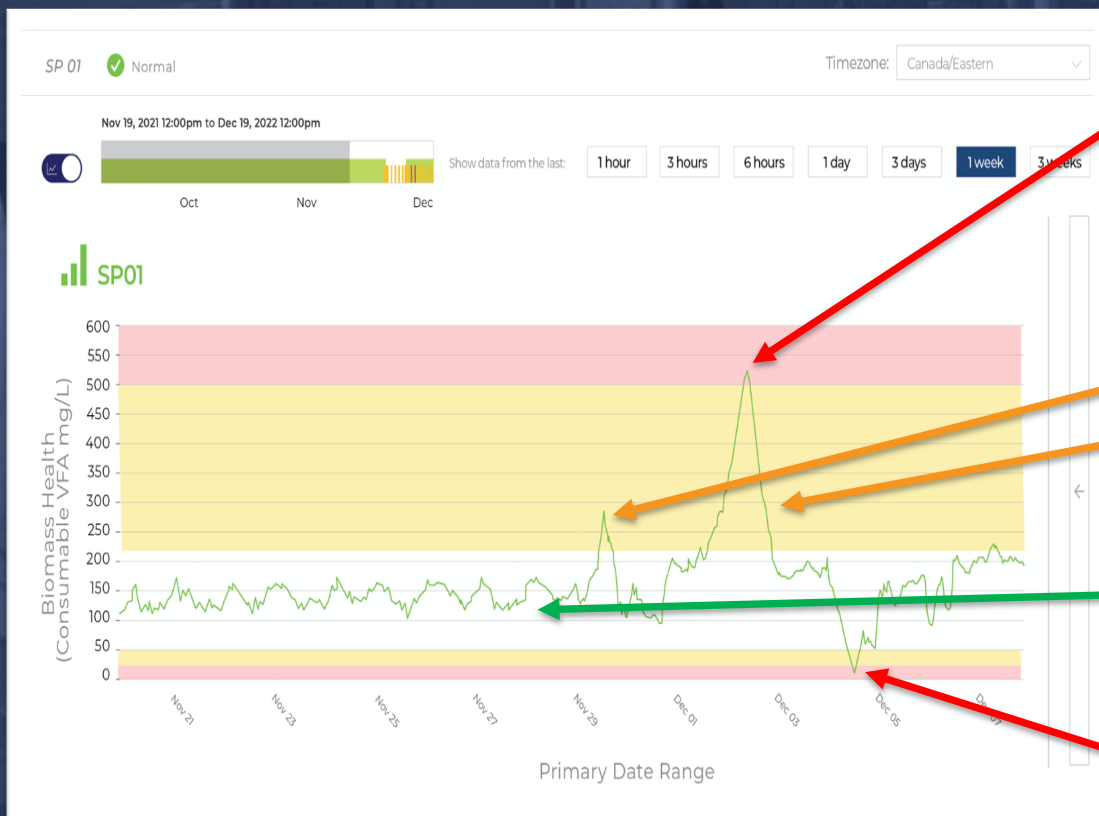
**A valós idejű biológiai
információk értéke**

- A SENTRY-hez képest később kapott információ
- 2 – 3 nap késés, kevesebb idő a reagálásra, ha egyáltalán az még lényeges
- A kedvezőtlen folyamatok eszkalálódása, a rendszer üzemkiesésének nagyobb kockázata

- Közvetlen információ a reaktorban zajló folyamatokról
- Azonnali riasztás a kedvezőtlen folyamatok kezdetekor, észlelésekor
- A biológiai folyamatok kedvezőtlen alakulását hamarabb jelzi, mint a hagyományos mutatók: pl. pH
- Csökken a termelékenység visszaesésének kockázata, mértéke

A pH mérésre alapozott beavatkozási terv kockázatos:

Mire a pH csökkenése látható, a káros folyamatok már jelentősen előrehaladottak. Csak után követésre, kármentésre van lehetőség.



High Alarm

A bioreaktor túlterhelt! A biológiai folyamatok kezdenek felborulni. Azonnali beavatkozás szükséges! VFA koncentráció: > 500 mg /l acetát...

High Alarm

Gátolt reaktorüzem, a biológiai folyamatok nem megfelelően működnek. 24 órán belüli beavatkozás szükséges! A VFA koncentráció 250 mg/l < x < 500 mg/l közötti. Trendfigyelés!!!

Biztonságos Üzem

A biomassa egészséges. Nincs szükség beavatkozásra. A VFA koncentráció 250 mg/l alatti acetátra

Low Alarm

Lemérgeződés! A biológiai folyamatok nagyrészt leálltak.

Mi a SENTRY™ jelentősége az üzemeltető számára:

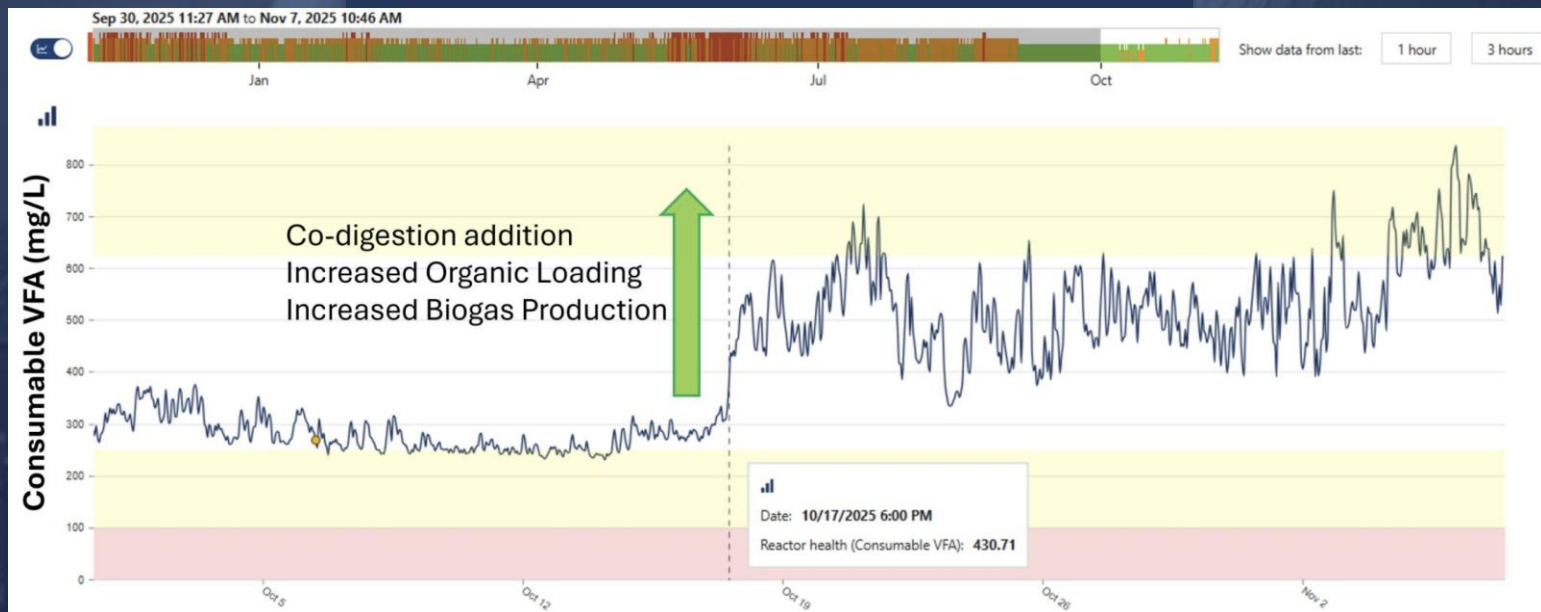
- Azonnal látható, ha a rothasztó reaktoron a biológia bajba kerül
- A riasztás még azelőtt jön, hogy a savasodás elindulna (megnő a VFA koncentráció) vagy a biogáz kihozatal csökkenne
- A magas KOI tartalmú (nagy energiatartalmú) input anyagok fogadása (zsírok, olajok, glicerín, cukor szirupok, stb.) fogadása és feladása nagyobb biztonsággal történhet
- Kevesebb vészhelyzeti riasztás
- Stabil biogáz termelés, kontrol alatt tartott folyamatok

Üzemeltetési és pénzügyi hatások: előnyök

- A lemerhógeződés vagy túlterhelés kb. 3 nappal korábban történő előrejelzése – **VAN IDŐ CSELEKEDNI**
- Megelőzi a rothasztón a felhabosodást és más folyamati problémákat– **AZONNAL LÁTSZIK A BAJ KOCKÁZATA, MÁR A KEZDETEK KEZDETÉN**
- Segít az üzem gazdaságos üzemelésének fenntartásában– **SOKKAL KEVESEBB ÜZEMKIESÉS**
- Az üzemi kiesések költségének megelőzése: 45-450 ezer USD költség átlagosan esetenként (USA költségviszonyokra számítva) A Nyugat-európai üzemeknél as egyes esetekben a leállási, üzemkiesési és újraindítási költségek megtakarítása 140 – 400 ezer EUR közé esett. (Nagyobb üzemek, drágább költségstruktúra) – **JELENTŐS MEGTAKARÍTÁSOK ÉRHEŐK EL A KIESETT TERMELÉS ELMERADT BEVÉTELÉNEK ÉS AZ ÚJRAINDELÁS KÖLTSÉGEINEK KIKÜSZÖBÖLÉSÉVEL. (ÜZEMENKÉNT FEL KELL MÉRNI! MÁR EGY ESET IS VISSZAHOZZA A BERUHÁZÁS ÁRÁT!)**
- A technológia lehetővé teszi nagyobb kockázatú input anyagok biztonságos, ütemezett feladását és a nagyobb szerves terhelés elérését. – **AZONNAL LÁTSZIK, HOGY MIBŐL MENNYIT SZABAD EGYSZERRE FELADNI, MIKOR BÍRKÓZIK MEG AZZAL AZ ADOTT ÁLLAPOTÚ BIOLÓGIAI RENDSZER, MIKOR KELL SZÜNETET TARTANI ÉS MIKOR ÁLL KÉSZEN A RENDSZER AZ ÚJABB TERHELÉS FOGADÁSÁRA. – MINDEZZEL TÖBB ÜZEMIDŐ ALATT LEHET TÖBB ÉS JOBB MINŐSÉGŰ BIOGÁZT TERMELNI A VÁRATLAN LEÁLLÁSI KÖLTSÉGEK TERHEI NÉLKÜL.**

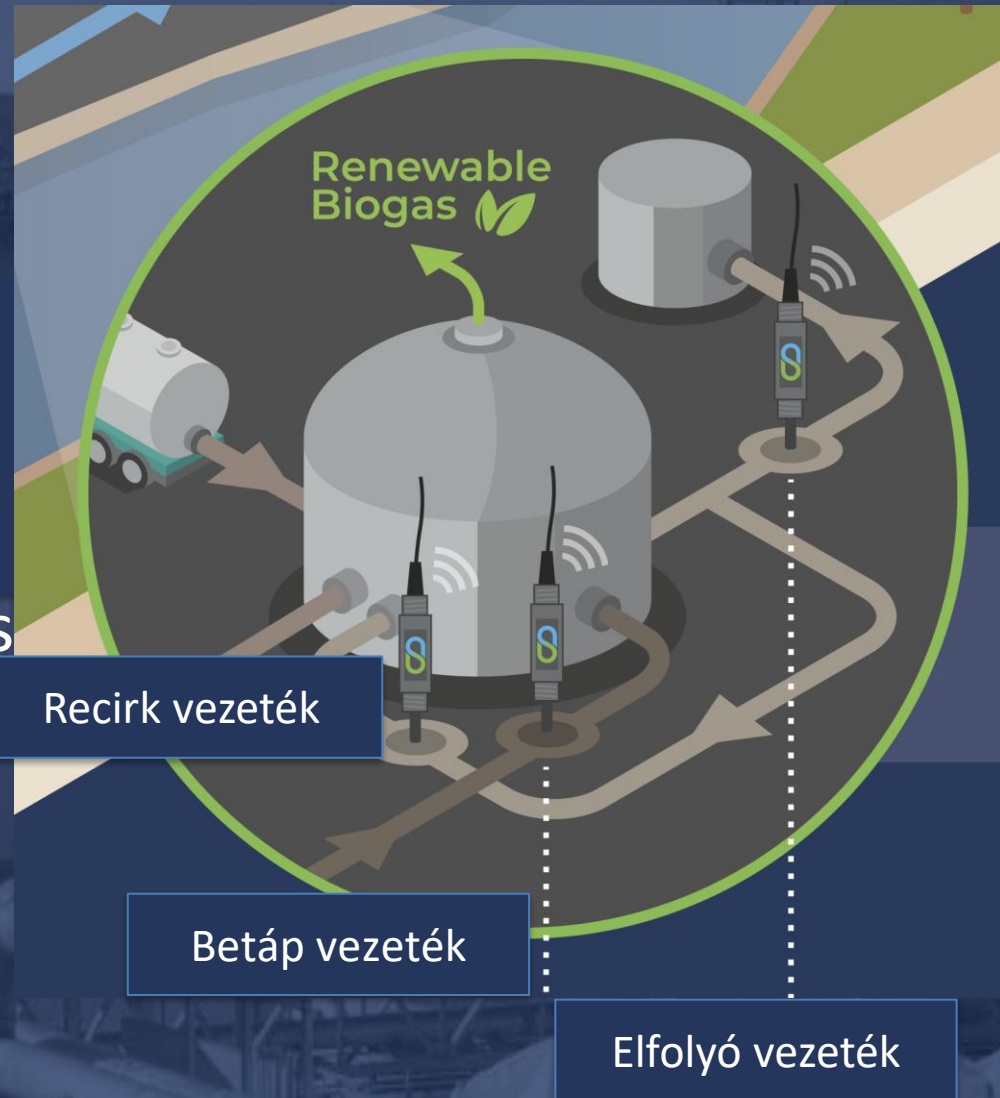
Együttes fermentáció bevezetése

- A ko-fermentáció bevezetését követően a **Consumable VFA** szint **jelentősen emelkedett**
- A növekedés a **megnövelt szerves terhelés és fokozott biológiai aktivitás** egyértelmű jele
- Az értékek tartósan az **optimális működési tartományban** maradtak
- **Nem figyelhető meg káros savfelhalmozódás vagy biológiai instabilitás**
- A reaktor sikeresen alkalmazkodott a nagyobb terheléshez
- Az eredmény: **nagyobb biogáz-potenciál stabil üzemmenet mellett**

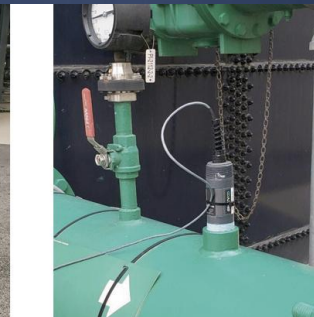


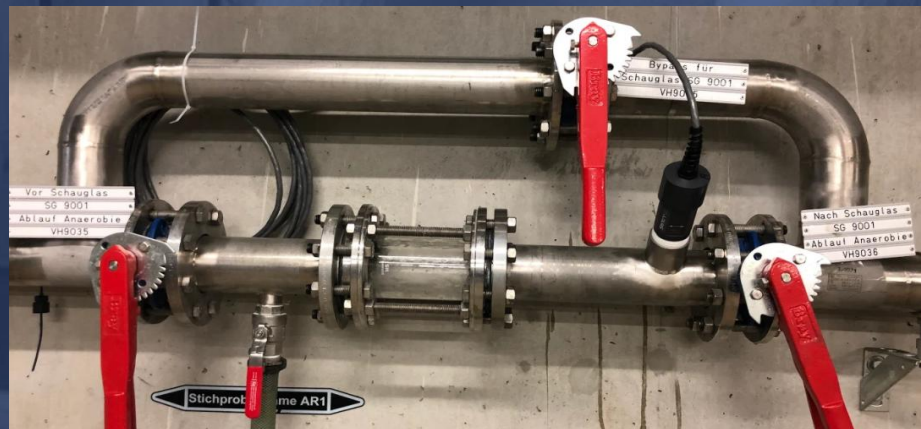
A SENTRY™ szenzor beszerelése és karbantartása

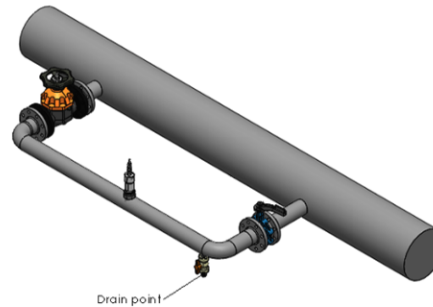
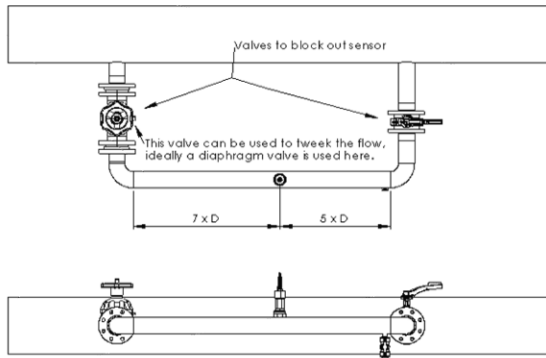
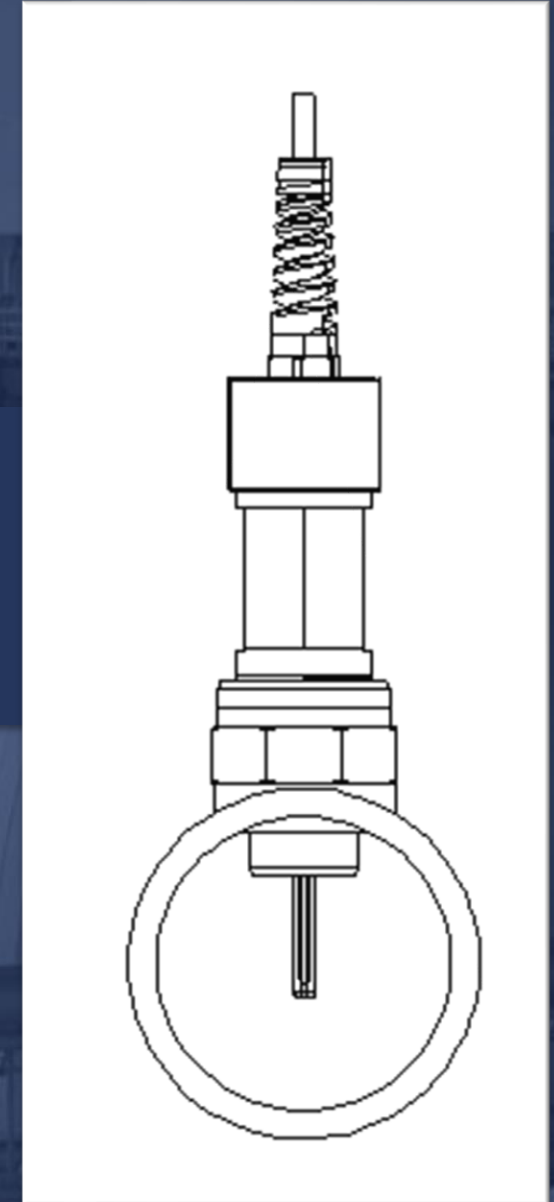
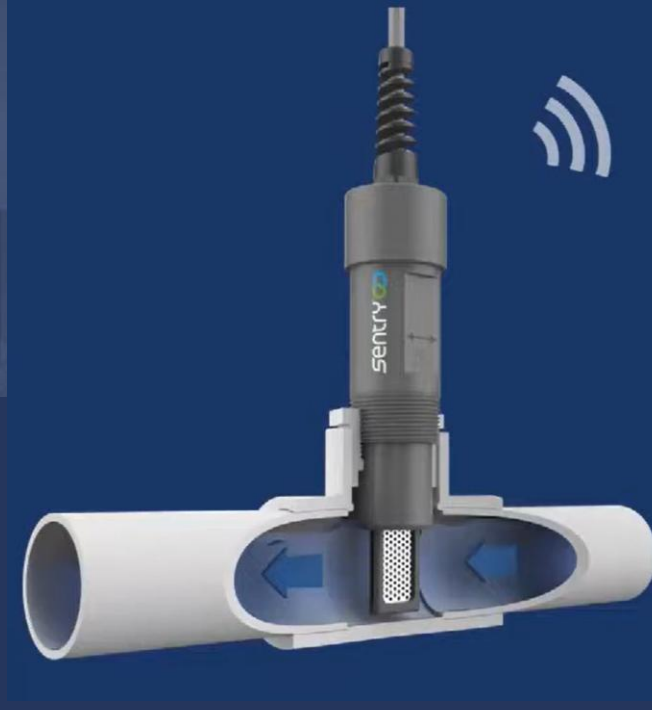
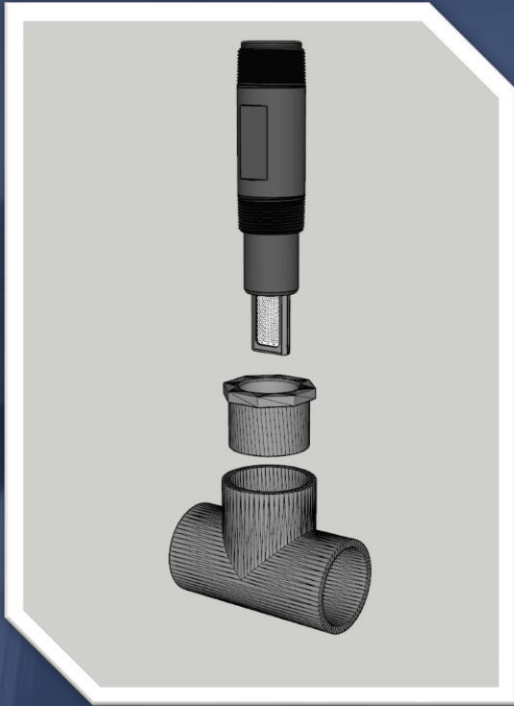
- A leginkább javasolt megoldás: recirkulációs vezetékre
- A beszerelés egy pár óra alatt meg van
- Jellemző karbantartás: 3 havonta szemrevételezés
- Kicsi és nagy rendszerekhez is illeszkedik



Beépítési példák







Biocore Írország

SENTRY™ Technológia esettanulmány

Roscommon, Írország | 2025. február

A Telep Rövid Leírása

Az AD telep kb. 30 000 t/év feldolgozási kapacitással rendelkezik (szennyvíziszap, élelmiszer hulladék stb.). A két fő rothasztó reaktor, 2 200 t kapacitással, retenciós idő ~40–50 nap.
Nap ~ 8000 m³ biogázt termel



A Kihívás

30,000 t/év szerves hulladék • Változatos tápanyagok • Instabil biogáztermelés

A Megoldás

Valós idejű bioelektród szenzorok • Web dashboard • Korai figyelmeztetés



Döntő Eredmények

2 Napos Előrejelzés

SENTRY szenzor előre jelezte a fermentátor zavarát, habképzés előtt

3 Napos Helyreállítás

Proaktív beavatkozás megelőzte a 10+ napos leállást



Elkerült költség/eset

EUR 165–212K *

Működési bevétel +
helyreállítás

* a korábbi esetek költségei alapján
becsült költség

Valós idejű monitoring a rothasztó reaktoron

Esettanulmány a VFA SENTRY™ technológiával történő nyomon követéséről a hollandiai Sleeuwijk szennyvíztisztító anaerob rothasztóján

A probléma leírása:

- A hagyományos pH és laborvizsgálatokra alapuló VFA mérés: idő- és élők munkáigényes
- Késleltetett betekintés az aktuális biológiai folyamatok alakulásába, utókövetés
- Nem biztosított a valós idejű információkon és adatokon alapuló folyamatirányítás

Helyszín : Sleeuwijk, Hollandia

Partner: Haskoning

Üzemtípus: Kommunális szennyvíztisztító rothasztóval(WWTP)

A szenzor beépítési helye: Ephyra® típusú rothasztó 1. szekciójának recirkulációs vezetéke

A probléma leírása: A hagyományos pH és labor-mérésekre épülő VFA tesztek munkáigényesek és pontatlanok voltak, a rothasztók biológiai állapotáról csak utókövető információt adtak.





- HRT a reaktoron (800 m3) 7,5 nap
- SENTRY válaszidő a recirkulációs ágon: < 6 óra
- Rendellenes jelenségek detektálása átlagosan 2,5 nappal előbb, mint a hagyományos eljárások esetén
- Volt idő cselekedni és az adagolási ütemet megfelelően beállítani, egyéb intézkedéseket megtenni, leállást megelőzni, kedvezőtlen tendenciákat kiegyensúlyozni.

- A VFA szint emelkedése napon belül követte a friss szénforrás adagolását (4 – 8 óra) a 800 m3-es reaktoron
- A SENTRY mutatta, hogy a az elérhető szénforrás feldolgozása hatékonyan működött
- Ezzel párhuzamosan a biogáz kihozatal is együtt mozgott
- A reaktor kinetikájának kitapasztalásával a megfelelő rátáplálás ütemét megállapították
- Stabilizált kihozatalú biogáztermelést valósítottak meg és maximálták a biogáz termelés volumentét, leállások, túlterhelések nélkül.

- **A manuális mintavételek száma 80%-kal csökkent**
- **130 technikusóra megtakarítás** laboratóriumi mérések és kiértékelés terén
- **Korábban egy esemény költsége: 165– 400 k EUR (havi 1 esemény)**
- **SENTRY alkalmazásával: nem történt komolyabb esemény**
- **Éves üzemi eredményjavulás: ~ 2,5 – 3 M EUR**

**Biogáz
kihozatal kb.
80%-kal több
éves szinten**

SENTRY[™] VFA Monitoring

150%+ biogáztermelés-növekedés valós időben

Esettanulmány: 1 MW CSTR biogázüzem,
42400 t/év, co-digestion;
10 – 15 % hígtrágya és 85 – 90% változó összetételű élelmiszeripari
melléktermék, élelmiszer hulladékok



Tervezés és Fő Paraméterek

- Tervező: CH Four Biogas
- Hidrolízis tartály: 380 m³ térfogat
- Fermentor tartály: 2 650 m³ térfogat, aktív keverőkkel
- Reaktor folyadékszintje max: 7,4 m
- Üzemi hőmérséklet: 38 - 40 °C
- Hőszigetelt gumimembrán-kupola tetőzet



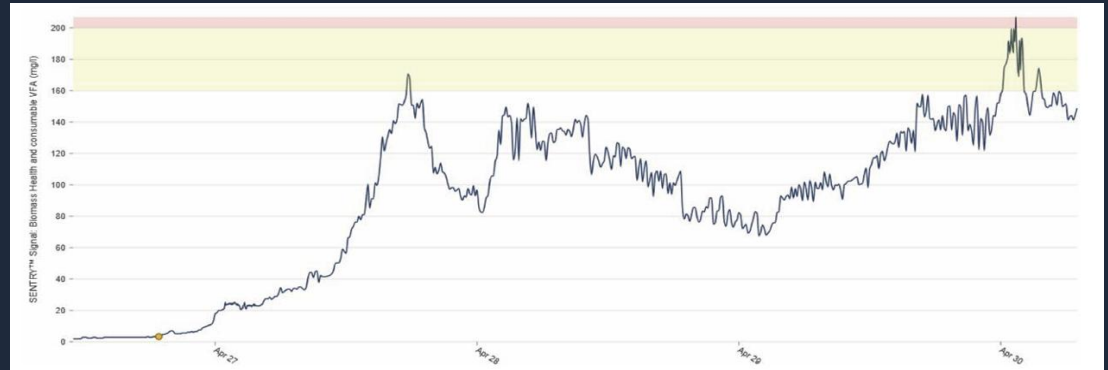
Üzemvitel

- Napi kapacitás: ~25 tonna marha hígtrágya + 100 tonna szerves hulladék
- Forrás: gyártók és helyi vállalkozások
- Tartózkodási idő hidrolízisben: 4–5 nap
- Keverés hígtrágyával a hidrolizáló tartályban, rátöltés a hidrolizáló tartályból kb. 20 percenként
- Tartózkodási idő a fermentoron: 20 – 30 nap
- Aktív számítógépes irányítás és felügyelet

A kihívás és a megoldás

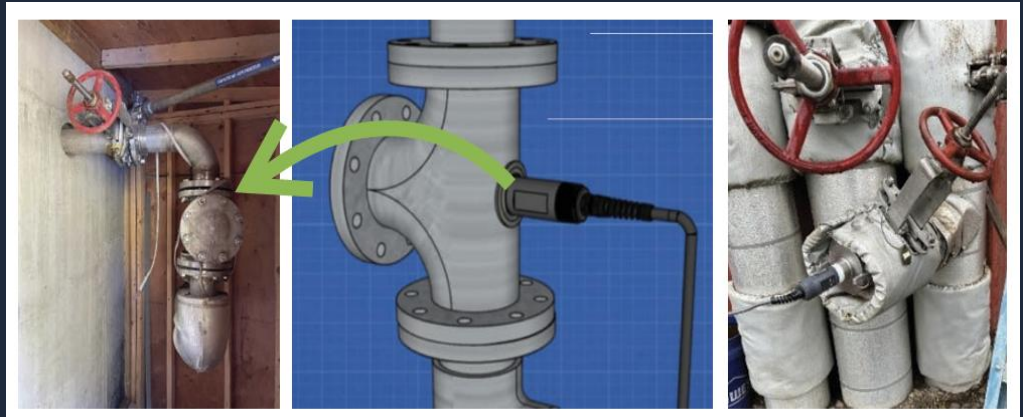
⚠ Probléma

- Változó hulladékminőség
- Lassú labor VFA-mérés
- Upset-kockázat, leállások



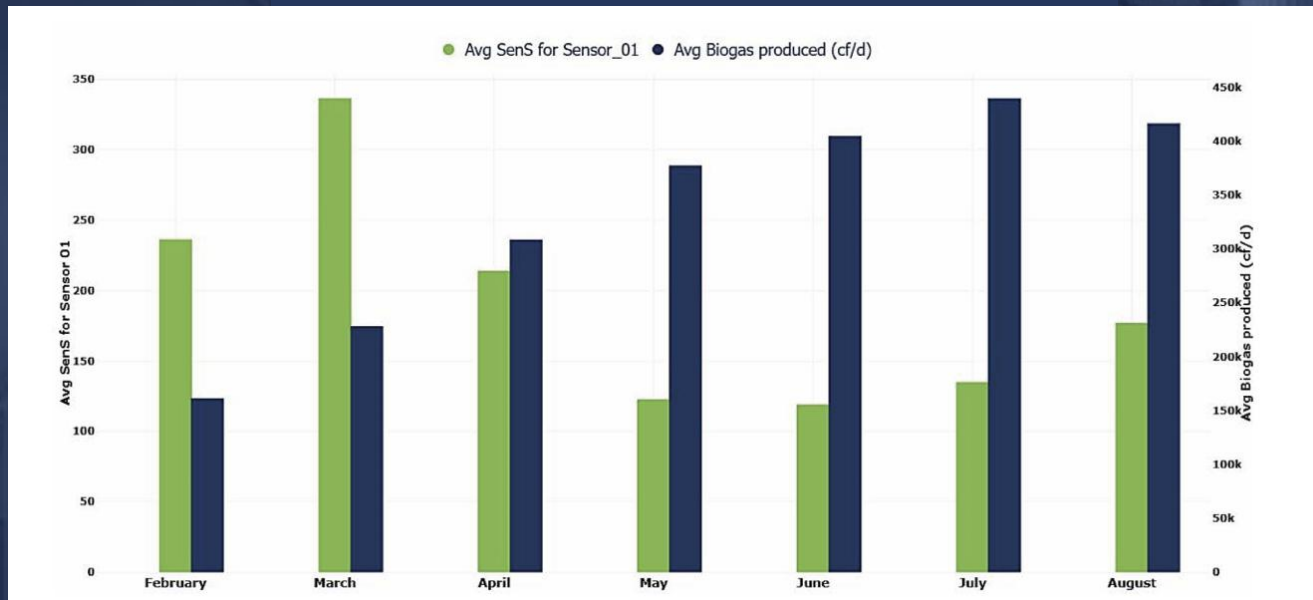
✓ SENTRY megoldás

- Valós idejű VFA-jel
- Korai riasztás, proaktív vezérlés
- Stabil termelés, magasabb hozam



Mért eredmények 6 hónap alatt

- **Biogáztermelés:** 4 558 m³/nap → **11 650 m³/nap (+156%)**
- **Mintavétel:** 60%-os csökkenés, labor- és munkaidő-megtakarítás
- **Upset-megelőzés:** 2 kritikus eseménynél korai beavatkozás
- **Üzemidő:** Stabilabb folyamat, kevesebb rendkívüli karbantartás



Eredmény: Több mint duplázódott biogáztermelés, kiszámítható folyamat

ROI-kalkuláció (éves szinten)



Bevételelnövekedés és megtakarítások

- **Villamos energia:** ~ 7000 m³/nap extra biogáz @60% CH₄ ~ 6 kWh/m³
- **KÁT = ~51 M Ft/év** többletbevétel
- **Elkerült leállások:** Upset-megelőzés, termelés kiesés elkerülése = **~9-13 M Ft/év**
- **Üzemeltetési költség:** 60% kevesebb mintavétel, labor = **~5-7 M Ft/év**

Összesen: ~65-71 millió Ft/év haszon

SENTRY szenzor költsége: napi néhány ezer Ft • **Megtérülés: <3 hónap**

Ez az előadás egy rövid bevezető volt

Legközelebb a következőkről lesz szó:

Miként akadályozható meg a H_2S képződés a SENTRY™ szenzor más technikákkal történő kombinációjával: a biztonságos megoldás

Miként előzhető meg a nagy koncentrációban jelen levő NH_3 a metanogén folyamatokra gyakorolt gátló hatása

Hogyan fokozhatjuk a CH_4 képződés volumenét és javíthatjuk a biogáz minőségét

Hogyan használhatjuk ki a már létező üzemekben rejlő kapacitástartalékokat a SENTRY™ szenzor alkalmazásával

**HA AZ ÜGY NEM VÁRATHAT MAGÁRA ADDIG, SZÍVESEN
MEGYEK ÉS ADOK RÉSZLETES INFORMÁCIÓT EZEKRŐL A
TÉMÁKRÓL SZEMÉLYESEN IS. ÜZEMELTETŐK, TECHNOLÓGUSOK,
TULAJDONOSOK HÍVJANAK!!!**

Optimalizált változatok



BioAlert



BioShield



DigesterSense



CarbonSense

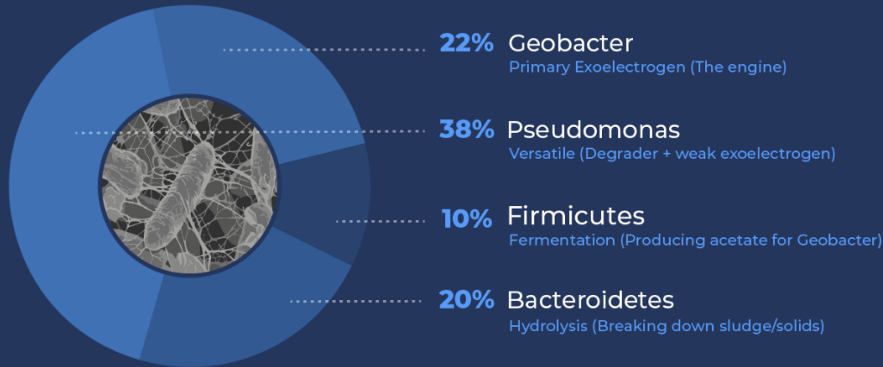
Ipari szennyezők és
gyűjtőhálózati
monitoring

A befolyó áramban
a közvetlenül
bontható BOI
figyelése

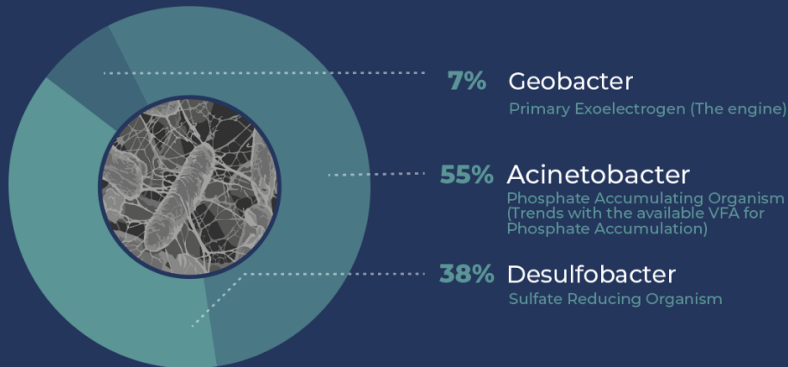
Az anaerob
rothasztókban a
„biológiai
egészség” őrszeme

A fermentációs
folyamatokvalós
idejű követése

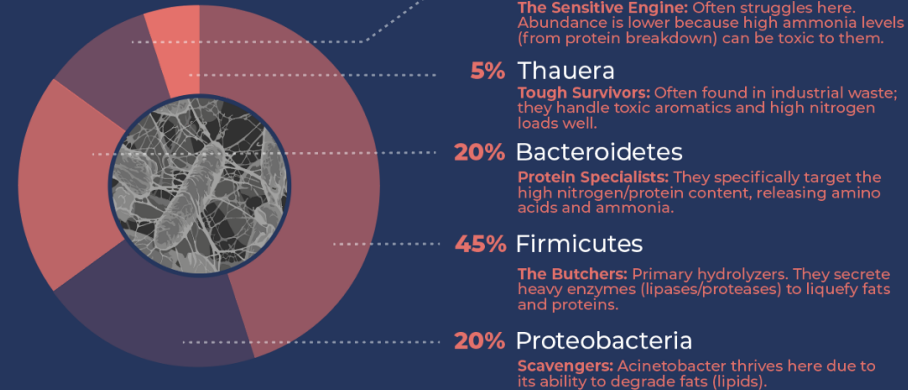
Influent Monitoring



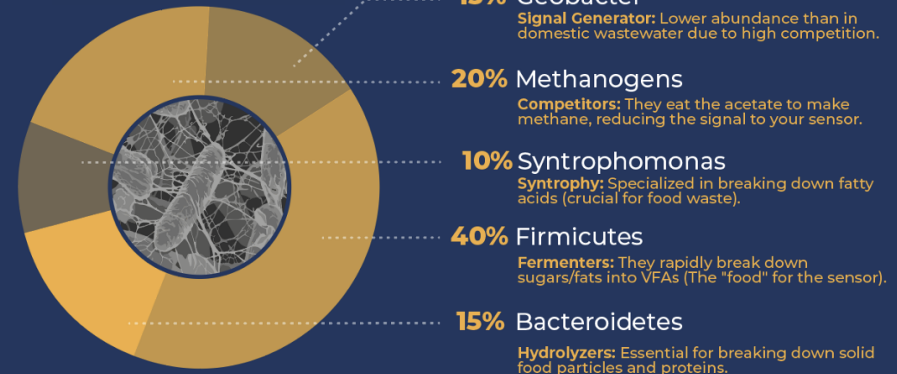
Bio-Optimization



Pretreatment



Anaerobic Digestion





ActiCH4R™ Organic Catalyst

Boost methane output and cut input costs by unlocking **more energy from every tonne of waste.**

ActiCH4R™ is an engineered Activated Biochar, which significantly enhances anaerobic digestion by improving microbial activity, process stability, and biogas yield. Upgrade your output – without upgrading your plant.

Boost Biogas Yield by 25-40%

Enhance Stability. Backed by Science.

Waste Loves ActiCH4R™

- Increases CH₄, decreases H₂S
- Increases microbial population
- Reduces ammonia gas (reduces foaming)
- Improves plant stability (pH, FOS/TAC, VFA & VOC breakdown)



**More Biogas. Less Feedstock.
Lower Costs. More Profit.**

Our engineered Activated Biochar improves digestion efficiency and stability, helping plants **cut feedstock costs and increase biogas output.**

- Use **Less Feedstock**
- Switch to **Cheaper Inputs**
- **Boost Methane** per Tonne
- **Stabilise Digestion**
- Increase **Profit**



A **RASTA-TECH** a
RAFT ENERGY-t is
képviseli

Az **ActiCH4R™** a
termék, amely valóban
gyógyír a biogáz termelés
folyamatainak.

A **SENTRY™** szenzorral
kombinálva az
eredmények nem
maradnak el!

Köszönöm a figyelmet! Keressen meg, aki úgy érzi,
hogy hasznosat tudok részére mondani!



<https://www.rastatech.eu>

Dr Rasztovits Zsolt Edgár
rasztoivits.zsolt@rastatech.eu