

# 1. Szakmai beszámoló

A „Bioszolidok dezintegrációja ultrahanggal, biogáz erőművek kapacitásnövelése” tárgyú, DÉRI-1-2005-0014 jelű pályázatához

**Beszámolási időszak: 2007 01.31 – 2008 01.31**

**Konzorciumi tagok:**

1. Pannon Egyetem Fizika Tanszék, 8200 Veszprém, pf. 158, tanszékvezető: Dr. Szalai István Egyetemi Docens Tel/Fax: +36 30 265 624 email: [szalai@almos.vein.hu](mailto:szalai@almos.vein.hu)
2. Euro-Open Kft, 8900 Zalaegerszeg, Kosztolányi D. u. 2, pf 159. ügyvezető: Dr. Németh Zsolt, Tel: +36 30 258 9289, Fax: +36 92 315 855 email: [NZT@euro-open.hu](mailto:NZT@euro-open.hu)

CÍMLAP

## Tartalomjegyzék:

1. Bevezető áttekintés az elvégzett tevékenységekről
2. Dezintegrációs módszerek, a probléma körvonalazása, a megoldási módok ismertetése:  
Mechanikai, kémiai, termikus, biológiai dezintegrációs módok
3. Laborkísérletek
4. Mérési eredmények
5. Folyamatban levő mérések
- 6 Munkaidő táblázat
7. Az elvégzett munka a korábban tervezett tevékenységek tükrében.

### 1. Bevezető áttekintés az elvégzett tevékenységekről

A pályázati szerződés megkötésének időpontja (2007 jan. 19) után nem sokkal, 2007 január 30-án megérkezett az Euro-Open Kft számlájára az igényelt 10 000 000,- Ft támogatási előleg.

A tervezett időponthoz képest tehát mintegy négy hónapos késéssel, 2007 februárjában megindult a kutatási feladatok tervezése és a beszerzés.

Sajnos néhány tervezett laborberendezés felkutatása a piacon és megrendelése a speciális igények miatt elhúzódott és a tervezettnél jóval több időt vett igénybe, átnyúlva a 2008-a évre is, de igyekeztünk a munkát úgy szervezni, hogy az ebből következő késés a munka menetét a lehető legkevésbé hátráltassa.

**Beszereztük a kísérletek elkezdéséhez szükséges ultrahang-reaktorokat, számos speciális eszköz elkészítéséhez szükséges nyersanyagot (csövek, csavarok...stb.), irodaszert, laborok berendezésének elemeit és elkezdtük a külföldi partnerekkel való egyeztetést. (részletes kiadások listája mellékelve)**

**A tervezett közös labor a Pannon Egyetem Fizika Tanszékének helységében került kialakításra, ahol a beszerzett berendezések nagy részét is elhelyeztük. (A nagyüzemi kísérletekhez szükséges reaktort helyhiány miatt az Euro-Open Kft telepén helyeztük el.) A labor kiépítése a fent említettek, illetve néhány előre nem mindig látható műszaki probléma jelentkezése miatt még nem fejeződött be teljesen, de a munka menetével párhuzamosan haladva ez a folyamat számításaink szerint nem fogja a kutatást jelentősebben hátráltatni.**

**A gyakorlati tevékenységek elméleti előkészítése elindult, az irodalomban felkutattuk a bioszolidok fermentációjánál jelentős szereppel bíró, különböző enzimek aktivitásainak mérési módjait és megterveztük a laborunk feltételeinek megfelelő mérési módszereket. Jelenleg a szükséges vegyszerek és laboratóriumi eszközök beszerzése folyik. Kutatási tervünknek megfelelően**

**méréseket végeztünk a különböző szemcsenagyságú és anyagú, biogáz iparban gyakorta előforduló szuszpenziók és emulziók fizikai-kémiai stabilitásának, viszkozitásának, ülepedési- és koagulációs tulajdonságainak vizsgálatára is.** Ennek eredménye az ultrahangos kezelés legoptimálisabb körülményeinek megállapítására és hatásosságának becslésére, vagyis a következő kutatási fázis végrehajtására lesz fontos kihatással.

**A nyilvánosságot jelentő weboldal is létrehozásra került a [www.euro-open.hu](http://www.euro-open.hu) – címen. Itt röviden összefoglaljuk kutatásunk célját és eddigi eredményeit, felkínálva annak hasznosítását nagyüzemi célokra s egyben partnert keresve a további fejlesztésekhez.**

Egy ausztriai környezetvédelmi cég (ENSOWA GmbH) mint partner már jelentkezett is, valamint egyre jelentősebb információcsere zajlik a német CH-4-booster GmbH valamint a SZÍJ-Kft irányában, akik tervező mérnökirodák lévén jelentősen segíthetik az általunk kidolgozandó technológia nagyüzemi alkalmazásait és elterjedését.

**Felvettük a kapcsolatot emellett a Burgenlandban található Strem-i 500 kW elektromos teljesítményű biogáz erőművel, mely a Bécsi Műszaki Egyetem kísérleti telepe is egyben.** Itt a fermentáció során kizárólag növényi eredetű anyagok kerülnek felhasználásra (NAWARO-erőmű: Nachwachsende Rohstoffe), méghozzá két lépcsős reaktorban, amely nem csak az elmúlt üzemévek rendkívül pontos dokumentációjából kifolyólag alkalmas kísérleti terep nagyüzemi installáció céljára, hanem a folyamatos tudományos munkát végző, kvalifikált és nyitott szemléletű személyzettel kialakított jó kapcsolat miatt is.

**Az itteni nagyüzemi installáció előkészítését megkezdtük, laborunkban az erőműben használt minták ultrahangos bontásának hatását tanulmányoztuk egyelőre az oldott KOI mérésével, mely a nagyüzemben alkalmazható besugárzási dózisokra már szignifikáns, 20-25%-os növekedést mutatott.**

Ezen növekedés hátterében a sejtek hidrolízise és a cellulóz-, hemicellulóz is lignocellulóz molekulák szétesése áll. Jelenlegi laborvizsgálataink többek között a fenti hatások egymástól való elkülönítését célozzák. Közben partnereink (Ultrawaves GmbH, Hamburg) a ligninek ultrahanggal való kezelésének során megváltozott biológiai bonthatóságot vizsgálják laborukban.

Mind a cellulózok, mind pedig a ligninek biológiai bonthatóvá tételének az előkezelés során hatalmas jelentősége van, hiszen ezeket az anyagokat stabilitásuk miatt az anaerob baktériumok nem bontják le, így a fermentorokból kikerülve az iszap szerves hányadát növelik. Bonthatóvá tételükkel javulna a kikerülő iszap minősége, vízteleníthetősége, mennyisége pedig csökkenne, ami ismét jelentős szállítási költség megtakarítást és környezetünk kímélését eredményezi. A könnyebb vízteleníthetőség is tetemes energia megtakarítással jár, emellett a víztelenítéshez használt vegyszerek felhasználását is csökkenti!

Az alábbiakban röviden összefoglaljuk a szakirodalomban fellelt információkat, melyek a kutatási irány helyességét erősítik meg, illetve az ultrahanggal történő dezintegráció eddigi megismert tulajdonságairól nyújtanak felvilágosítást.

## Dezintegrációs módszerek:

A szennyvíziszap fermentációjánál már a 80-as években vizsgálták az iszap-pelyhek, illetve a fölösiszap sejteinek roncsolását. (pl. Prof. Dr. Dohányos, Prága) Az alkalmazott különféle módszerek mind a fermentációs folyamat felgyorsításához, illetve több biogáz képződéséhez vezettek, ezért jelentős kutatási aktivitás indult meg a területen.

A sejtroncsolás biokémiai folyamatainak tanulmányozása mellett intenzív vizsgálatok indultak a sejtroncsolás energiahatékonyságának növelésére is.

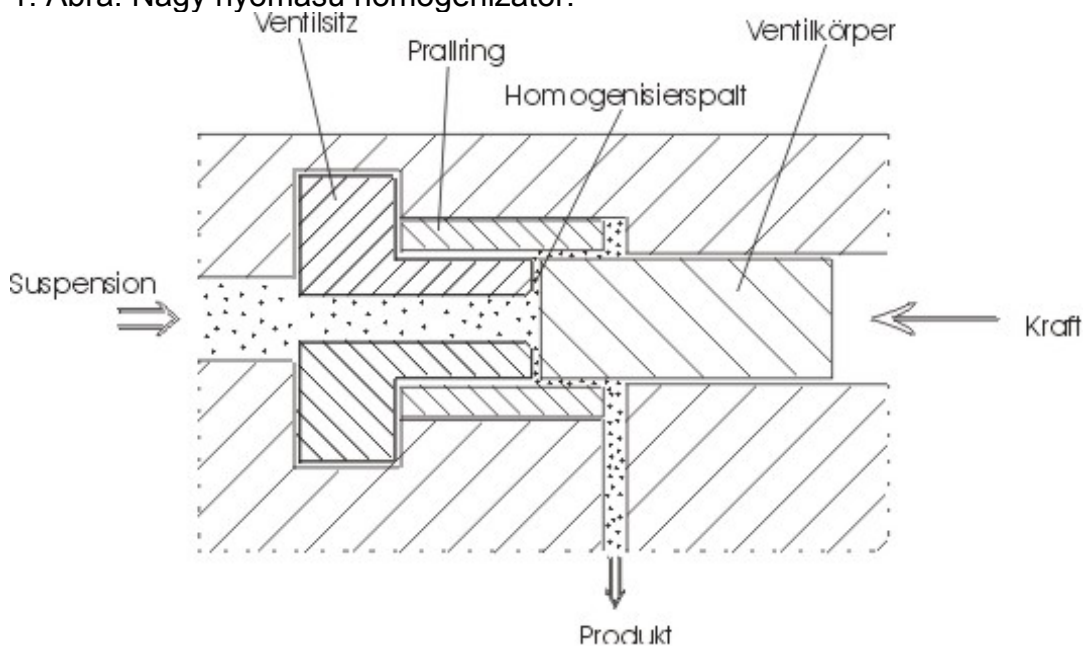
Mi is megvizsgáltuk a leggyakrabban alkalmazott technikákat: **mechanikai, termikus, biológiai és kémiai sejtfeltárás**, melyek összehasonlítása után döntöttünk az ultrahang alkalmazása mellett.

## Mechanikai megoldások:

1. Golyósmalom, nagy nyomású homogenizátor, Lysat-centrifuga, nagy nyomású sugár, ultrahang.

A mechanikai dezintegrációs módszerek közös előnye, hogy környezetre káros melléktermékek és a sejtekben található enzimek elpusztítása nélkül éri el célját a sejtroncsolást.

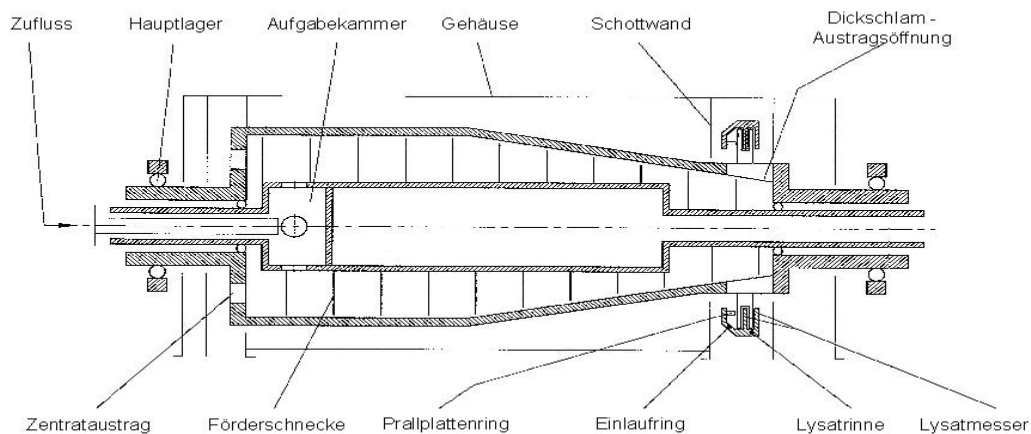
1. Ábra: Nagy nyomású homogenizátor:



A homogenizátort jó eredménnyel alkalmazzák az élelmiszeriparban különböző szuszpenziók homogenizálására, de a szennyvíztelepeken történő alkalmazás az iszapok eltérő tulajdonságai, nehéz szűrhetősége (szálasanyag) miatt mindaddig megakadni látszik a technikai problémák (dugulás, nagy nyomású pumpák kopása... stb.) mocsarában. A biogáz üzemek szubsztrátjainak jelentősen nagyobb szemcsemérete és inhomogenitása alkalmazását egyelőre kizárni látszik.

2. Ábra:

Lysat-centrifuga:

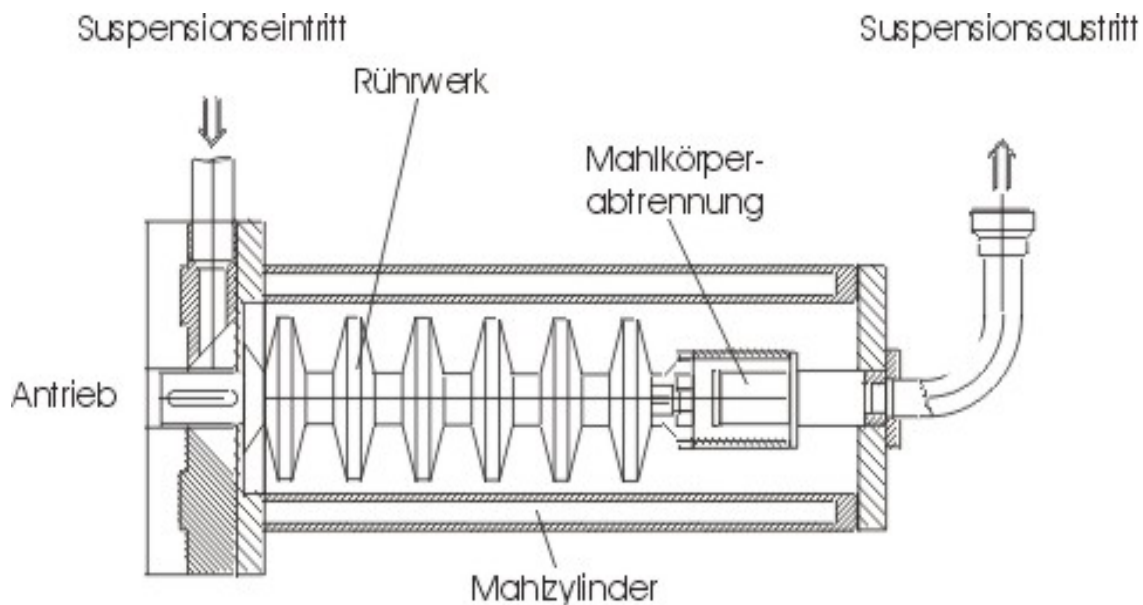


**Lysat Eindickzentrifuge  
(Systemskizze)**

A centrifugák alkalmazása jó ötletnek tűnt, hiszen a legtöbb telepen a víztelenítéshez használnak ilyeneket, de a roncsolásra beépített felületek kopása néhány hét alatt szükségessé tette az alkatrészek cseréjét, ami a gyakori leállások miatt technikai és gazdasági problémák forrása is. Biogáz üzemben hasonló okokból szintén nem alkalmazható gazdaságosan.

3. Ábra

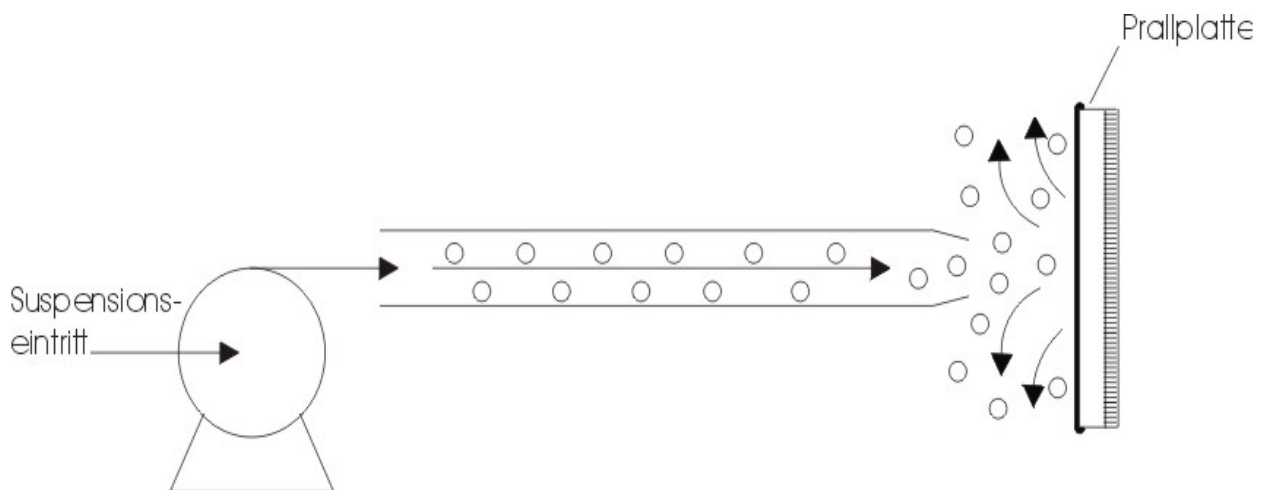
Keverő golyósmalom:



Nagyüzemi gazdaságos használhatóságát tapasztalat szerint a gyakori dugulások és szükségessé váló tisztítások erősen behatárolják.

#### 4. Ábra

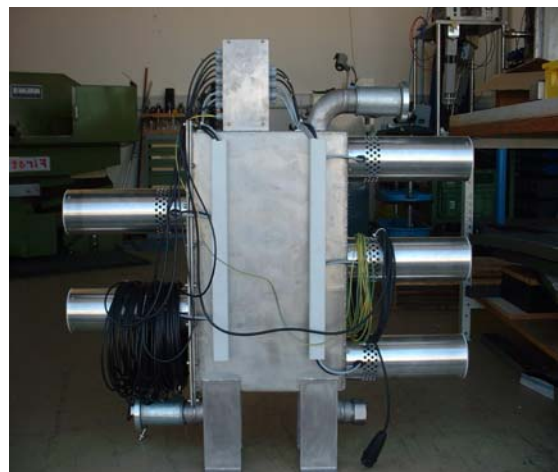
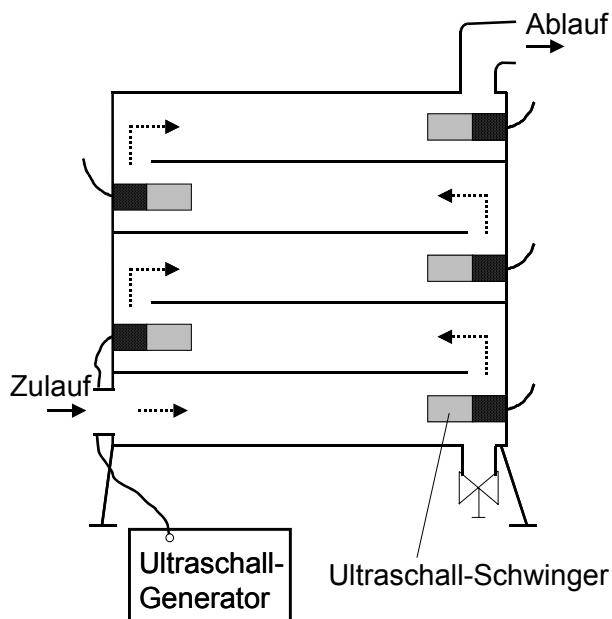
Nagy nyomású sugár:



Biogáz üzemben a szubsztrát nagyfokú inhomogenitása miatt szintén nem alkalmazható, főleg a nagy nyomású pumpa rövid élettartama tenné gazdaságtalanná.

#### 5. Ábra:

Ultrahanggal keltett kavitáció

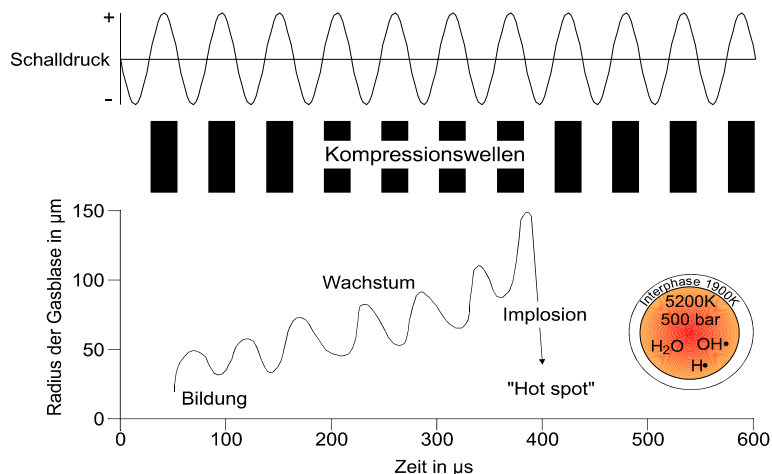


Itt a szubsztrát egy labirint-rendszerben folyik nagy intenzitású ultrahang-térben. Az ultrahang az ember számára nem hallható, 16-20 kHz fölötti frekvenciájú hang, mely folyékony vagy gáznemű közegekben 3 dimenziós, longitudinális hullámok formájában terjed. A közeg bármely pontjában az azon áthaladó hullámfrontok nyomásnövekedést, a hullámvölgyek pedig nyomáscsökkenést hoznak létre. A nyomásingadozás mértéke a hanghullámok intenzitásától függ, mely inkompresszibilis közegekben (pl. vizes oldatok) olyan nagy is lehet, hogy a nyomáscsökkenés pontjaiban a folyadék folytonosságát megszakítva mikroszkopikus üregeket, ún. *kavitációt* hoz létre. A gyorsan keletkezett üregek a hanghullámok áthaladásával pulzálnak, majd robbanásszerűen összeomlanak (*implózió*), melynek során az üregben és környezetében mintegy 4000-6000 °C

hőmérséklet (!) és 500-600 bar (!) nyomás alakul ki. Ezek a mikrorobbanások igen hatékonyan roncsolnak el minden mezoszkopikus méretű (kolloid), a folyadékban úszó részecskét, még a különben olyan ellenálló sejtfalakat is, melyek jelentősen megnehezítik a fölösiszap lebontását, fermentációját.

## 6. Ábra

Kavitációs buborékok sugarának időbeli változása az implózióig.



A módszert a Hamburgi Műszaki Egyetemen fejlesztették ki és az eddigi tapasztalatok szerint rendkívül hatékonyan, és környezetbarát módon képes a sejtek mechanikai elroncsolására. Nagyüzemi alkalmazásainak további előnye, hogy a szubsztrát szemcseméretére nem érzékeny, hiszen nagy nyomású, precíziós illesztésű alkatrészeket nem tartalmaz. A technológia sikerét mutatja az eddigi kb. 40 nagyüzemi installáció és az, hogy 2002 –ben a Német Kultuszminisztérium Innovációs Nagydíjával tüntették ki. Ezek az installációk azonban szinte minden esetben kommunális szennyvíziszap bontására szolgáltak, kutatási projektünk egyik célja a biogáz üzemekben való alkalmazhatóság legkedvezőbb feltételeinek megállapítása.

Fontos megemlíteni, hogy habár a kavitációs buborékok implóziója során jelentős hőmérsékletemelkedés is történik a folyadék egy pontjának kis környezetében, ez a termikus effektus jelentősen alatta marad a nem szférikus implózió által keltett nyírófeszültségeknek, vagyis a módszer döntően mechanikai dezintegrációt eredményez.

### Kémiai módszerek:

A kémiai módszerek közös tulajdonsága, hogy vagy a szubsztrát ph-ját tolják el valamilyen irányba savak, illetve lúgok hozzáadásával, vagy valamilyen kémiai oxidációt idéznek elő (oxigén, ózon, hidrogén-peroxid) vegyszerek alkalmazásával. Ez nagyüzemben nemcsak drága, hanem rendkívül káros lehet a környezetre, hiszen reakció-melléktermékek, toxikus anyagok kerülhetnek ki nagy tömegben a természetbe. Alkalmazásuk csak kivételes esetekben, főleg ipari szennyvizek kezelésekor történik.

### Termikus dezintegráció

Ez a szubsztrát felhevítése által tárja fel a sejteket. Előnye, hogy (hőmérséklettől függően) szinte teljes hidrolízist eredményez, viszont rendkívül energiaigényes (gondoljunk a víz nagy fajhőjére), dioxinokkal és más toxikus anyagokkal szennyezi a fermentort és a környezetet, valamint a sejtben található, a lebontáshoz nélkülözhetetlen enzimeket is elpusztítja. Alkalmazása gyakran nagy nyomáson és

hőmérsékleten ( $T \sim 130 \text{ C}$ ,  $p \sim 20\text{-}30 \text{ bar}$ ) történik, ami fokozott veszélyt és szaghatást jelent a környezetre nézve.

## Biológiai módszerek

A szerves szubsztráthoz enzimeket adagolnak, melyek gyorsítják a lebomlást. A legmodernebb módszerek egyike. Előnye, hogy környezetbarát, hátránya az enzimpreparátumok magas ára. Mindmáig csak nagyon kevés nagyüzemi tapasztalat áll rendelkezésre alkalmazásáról. Egyik célunk, hogy az ultrahangos dezintegrációval ötvözve kidolgozzuk gazdaságos nagyüzemi alkalmazhatóságát.

## Laborkísérletek:

Laborunkban, kutatási terveinknek megfelelően megvizsgáltuk a biogáz-üzemekben leggyakoribban alkalmazott anyagok (silókukorica, kukorica, szója, búza) különböző őrleményeinek szemcse nagyságtól függő ultrahanggal történő roncsolhatóságát és elméleti megfontolásokat végeztünk a különböző anyagok vizes szuszpenzióinak szemcsemérettől is függő stabilitási kritériumait illetően.

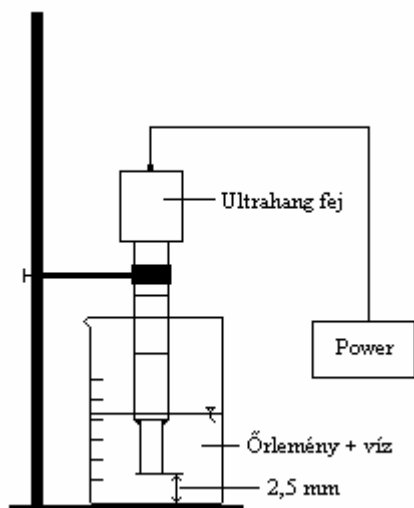
Mind az elméleti, mind pedig a kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a gyakorlatban alkalmazott szubsztrátok szemcseméreteinél fontosabb paraméter az anyagi minőség s ezen belül még az azonos anyagok között is tetemes különbségek adódhatnak a szemcsék fehérje-, olaj-, cellulóz-, ...stb. tartalmától függően. A gyakorlatban előforduló szemcseméret tartományában a hidrolízis során csökkenő sűrűségkülönbség a szuszpenzió szilárd és folyadék fázisai között megfelelő keverés mellett biztosítja a folyamatos üzemhez szükséges stabilitást.

További tapasztalataink azt mutatják, hogy a hidrolízis sebessége ebben a szemcse méret tartományban nem függ érzékenyen a szemcsék méretétől, ezért inkább az ultrahangos kezelés hatékonyságának szemcsemérettől való függését vizsgáltuk, ami az előkezelés során a hidrolízist gyorsíthatja.

A kísérleti berendezés vázlatja ebben az esetben a következő képen látható.

## 7. Ábra

A kísérleti berendezés vázlatja:



**Az ultrahangos rezgőfej gyártmánya „Weber”, névleges teljesítménye 2000 W, frekvenciája 20 kHz. A laborban 120-200 W közötti teljesítménnyel üzemelt.**

**A kísérletek során az adott mintákban az ultrahangos kezelés által megnövelt oldott KOI-t mértük, ugyanis ez jellemzi hűen a kezelés alatt hidrolizált szerves anyag mennyiségét. A mintákat kezelés után lecentrifugálva, 0.45 mikronos szűrőn tisztítva a hatályos magyar szabványnak megfelelő módon kezeltük és a jól ismert kálium-bikromátos módszerrel határoztuk meg a bennük oldott KOI értékét, a standardnak számító fotometriás módszerrel.**

**Az egyes szubsztrátok szilárd alkotóinak előkészítése a következő lépésekből állt:**

**1. Száraz őrlemények előkezelése, szemcseméret frakciók készítése.**

**A kereskedelemben (takarmánybolt) kapható takarmány őrlemények szemcseméretei különbözőek (lisztfinomságtól - 10 mm-ig). Szita segítségével 2 különböző szemcseméret-tartományú frakciókat készítettünk (a.:1-1.6 mm;b=3-5 mm). Ez alól kivétel a silókukorica, itt a meglévő alapanyag konzisztenciájából adódóan nincs lehetőség szemcseméret alapú minták készítésére. Itt 2 különböző mintát vettünk a meglévő készletből.**

**2. A kísérletekhez használt 5% szárazanyag tartalmú „szuszpenzió” készítése:**

**Az előzőekben elkészített frakciókból  $500 \text{ cm}^3$  5 m/m % szárazanyagra vonatkoztatott oldatokat készítettünk. (Az egyszerű számolás részleteit itt mellőzzük.) Az őrlemény és víz bemérést táramérleggel végeztük el.**

**3. Az oldatok ultrahangos besugárzása:**

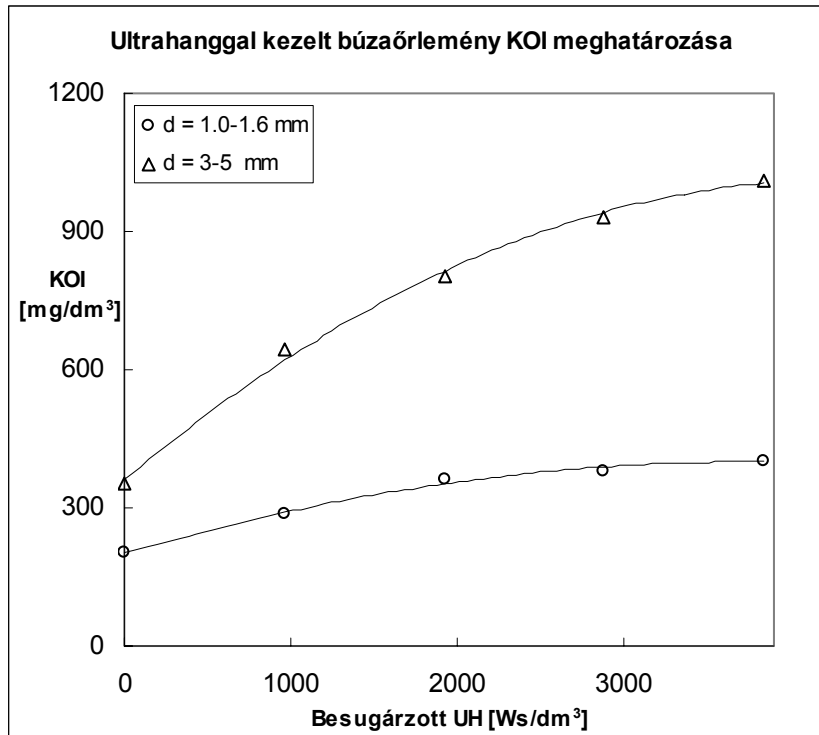
**Az ultrahangos készülékkel 120W teljesítmény mellett 4 s-ig sugároztuk be a szuszpenziókat, majd mintát vettünk a besugárzott rendszerből. Ezt négyszer megismételtük, majd pedig a frissen elkészített „oldatokból” is vettünk mintát, így összesen 5 minta állt rendelkezésre egy görbe felvételéhez.**

**4. A minták fizikai kezelése:**

**A mintavételezés során a fecskendővel kivett oldatokat centrifugacsövekbe töltöttük, majd 20 percen keresztül 12500 fordulat/perc mellett lecentrifugáltuk. Centrifugálás után az oldat tisztáját 0.45  $\mu\text{m}$ -es szűrővel leszűrtük, majd a szűrlet 2 ml-ét a KOI méréshez gyártott küvetába mértük, amely tartalmazta már a reakcióhoz szükséges összes anyagot. Ezt elkészítettük mindegyik mintára és 148°C-ra előmelegített termosztátba 2 órán keresztül temperáltuk. Ennek végeztével a küvetákat kivettük a készülékből, 10 percig állni hagytuk, majd gondos összerázás után még 30 percig hagytuk ülepedni, illetve szobahőmérsékletűre hűlni.**

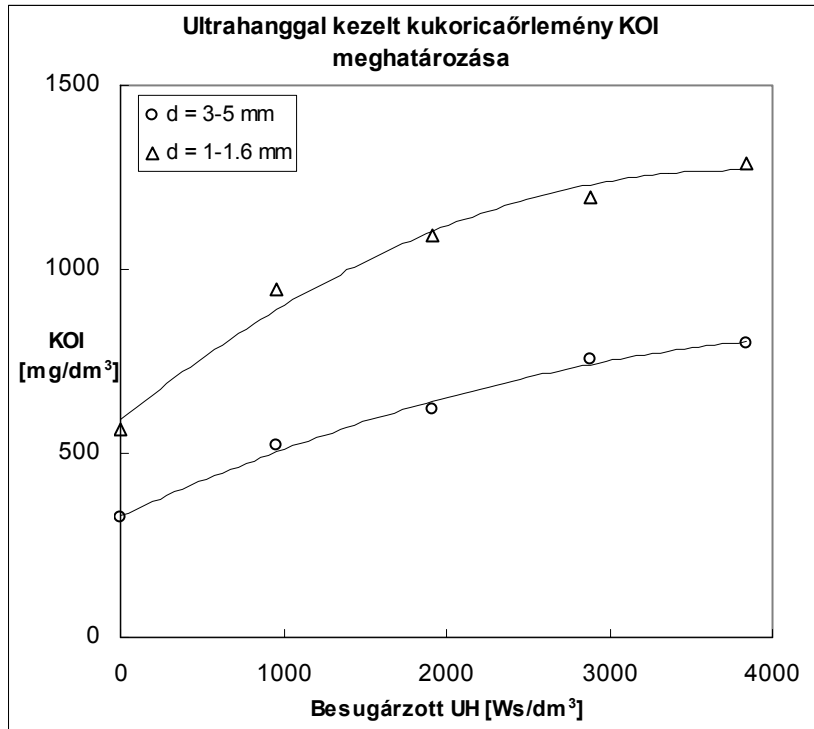
**Méréseink érdekes eredményekre vezettek:**

## 8. Ábra



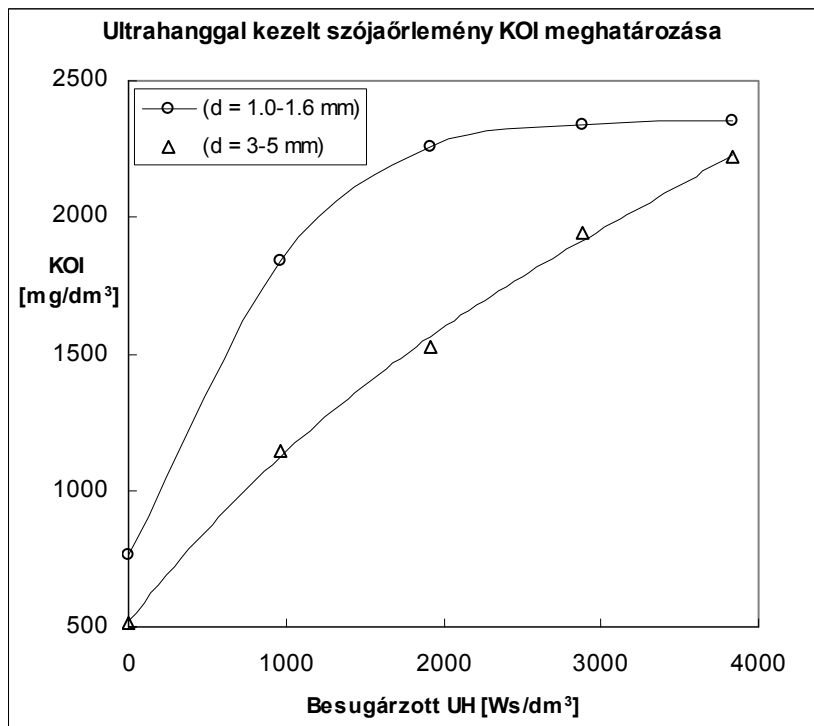
A grafikonon pont az ellenkezője látszik annak, amit várnánk: nem a finomra őrölt szuszpenzió KOI-ja növekszik az ultrahangos kezelés hatására erőbben, hanem a durváé. A megnyugtató magyarázat még várat magára, de további kísérletekkel ellenőrizzük a felállított hipotézisek valóságtartalmát. Valószínűleg a túl finomra őrölt szuszpenzió nagyobb viszkozitása ahhoz vezet, hogy benne a kavitációs buborékok jóval kisebb valószínűséggel alakulnak ki, így nem is robbanhatnak el, roncsolva a szilárd-folyadék felületet, illetve a kisebb méretű részecskék nem jelentenek olyan határfelületet a kavitációs buborékok számára, mely implóziójukhoz elegendő aktivációt jelentene. Ez valószínűleg azzal is kapcsolatban van, hogy a búzában levő fehérje, vizes oldatban kissé „nyákos” burkot fejleszt, ami a sűrűség ugrását eltünteti. Kukorica esetén érdekes módon éppen a fordítottja látszik, innen is le lehet vonni a következtetést, hogy az anyagi minőség a szemcseméretnél fontosabb szerepet játszik a hidrolízisben és az ultrahangos kezelés hatásában.

## 9. Ábra:



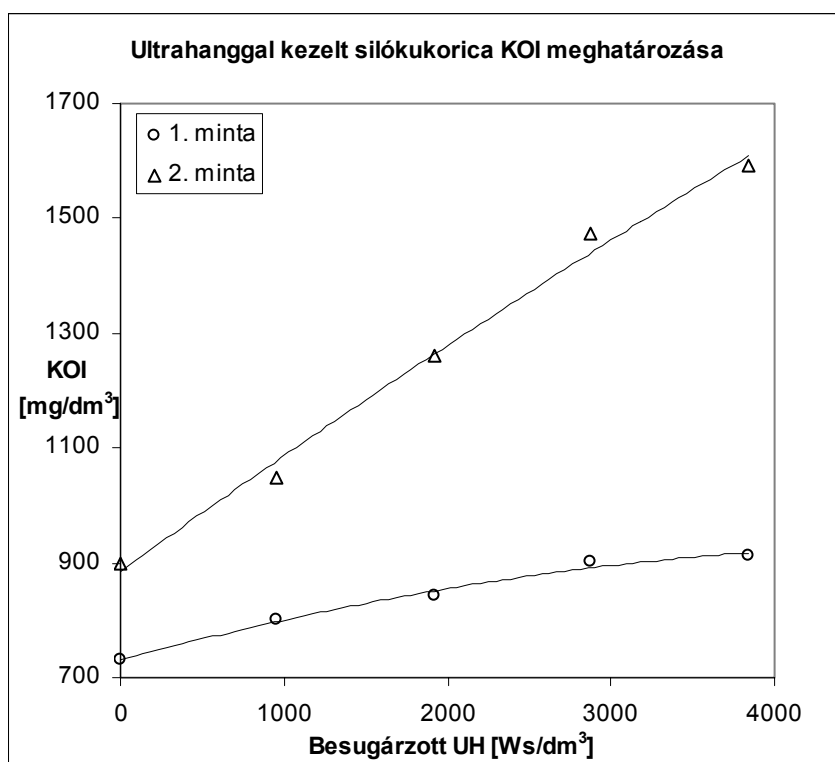
**Ugyanez szójára hasonlóan viselkedik:**

**10. Ábra:**



## 11. Ábra

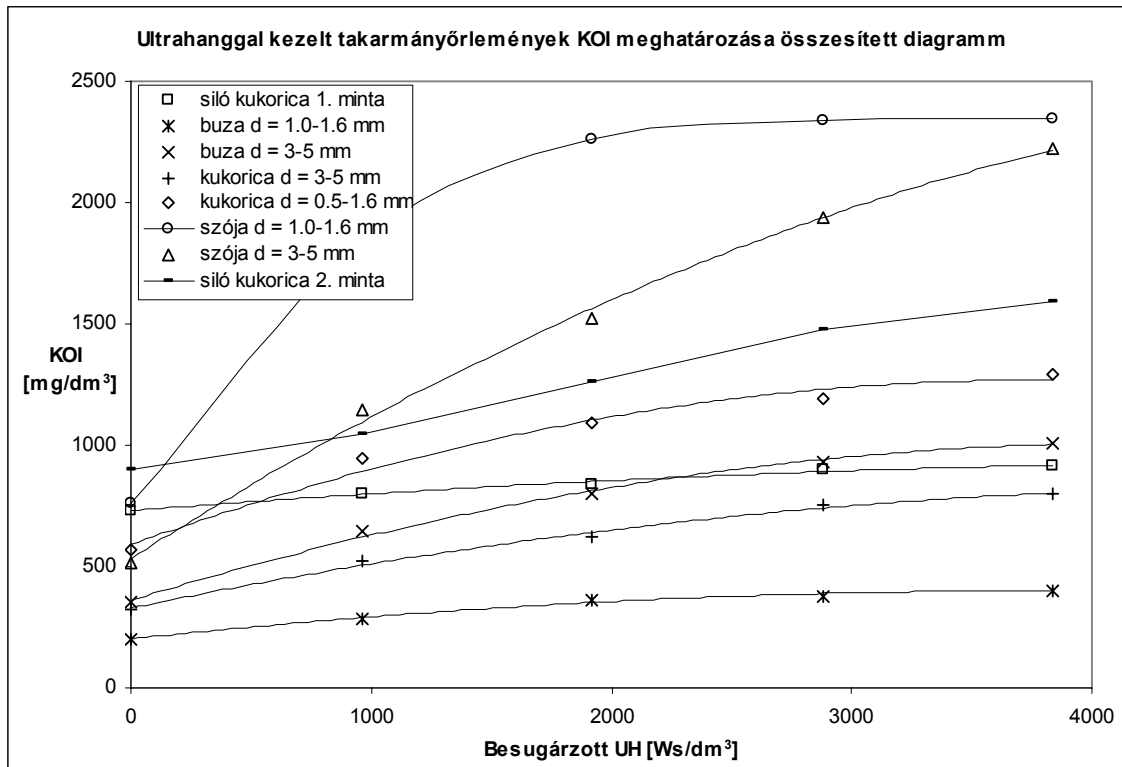
Silókukorica különböző mintáinak ultrahangos bontása.



A mérésekből látszik, hogy már kis besugárzási dózis esetén is örvendetesen nagy az oldott KOI növekedése, ami egyértelműen a hatékony sejtroncsolásra és a valószínűleg energia-hatékony előkezelési módra utal.

Az összes vizsgált anyagminta egymáshoz képesti viselkedését is jól mutatja az alábbi ábra.

## 12. Ábra



A grafikonon látszik, hogy különösen a szója, kukorica és silókukorica reagál jól az ultrahanggal történő előkezelésre. Ennek okai valószínűleg összetettek, kiderítésük folyamatban.

## Turbiditás

Az oldatokba a kavitációs hatás által bevitt, még nem oldatba ment, de már összetöredezett, kolloid méretű, szintén rendkívül gyorsan hidrolizáló, illetve a lebomlás biokémiai folyamataiban résztvevő komponensek (extracelluláris polimer darabkák, sejttöredékek...) koncentrációját az oldatok zavarosságának (turbiditásának) mérésével jellemeztük. Erre a célra TurbiDirect-IR zavarosság mérőt használtunk. A mérést, az ultrahangos bontásra legjobban reagáló szójjával végeztük el.

A mérés és előkészítés menete a következő volt:

A kísérlet során két független mérést végeztünk. Mindkét esetben 1.0000 gramm 0.5-1.0 mm szemcseméretű szójaőrleményt mértünk be 250 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba. Ezt ultra-tiszta desztillált vízzel 220 cm<sup>3</sup>-re töltöttük fel. Az első minta mérésénél nem alkalmaztunk ultrahangot, csak mechanikus keverést. 3 percenként mintát vettünk az őrlemény feletti oldatból és megmértük a turbiditását. Az eredményeket a 1. táblázat foglalja össze. A második esetben a 2. táblázatban feltüntetett időközönként 1 percen át ultrahanggal kezeltük a mintát, majd mintavételezéskor

szintén megmértük a turbiditását. A két eset összehasonlítása az 1. diagrammon látható. Mindkét esetben 35 percig végeztük a mérést.

Az alkalmazott ultrahang tulajdonságai

- f = 20000 Hz
- P = 120 Watt

- T = 2 sec. UH; 2 sec. Szünet. (impulzus-üzem)
- A főzőpohár aljától az UH fej távolsága = 17-18 mm.

Mérési eredmények:

1. táblázat: Az 1. mérés eredményei (nincs ultrahang besugárzás)

Mintavétel	Mért NTU
2 perc	11,1
5 perc	15,8
8 perc	18,3
11 perc	19,1
14 perc	20,5
17 perc	20,2
20 perc	20,9
23 perc	20,9
26 perc	21,0
29 perc	21,0

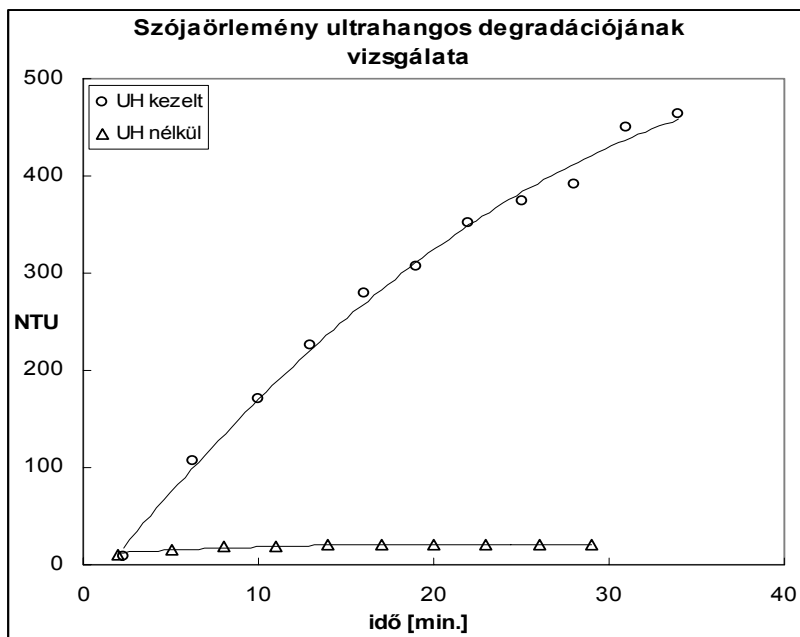
2. táblázat: Az ultrahanggal kezelt minta mért adatai

Minta ultrahang besugárzási összideje (120W teljesítmény mellett)	Mintavételezés	Mért NTU
0 perc	2:29 perc	9,29
1 perc		
	6:30 perc	107
2 perc		
	10:00 perc	170
3 perc		
	13:00 perc	226
4 perc		
	16:00 perc	279
5 perc		
	19:00 perc	307
6 perc		
	22:00 perc	351
7 perc		
	25:00 perc	374
8 perc		
	28:00 perc	392
9 perc		
	31:00 perc	450
10 perc		
	34:00 perc	464

Az első oszlopban lévő értékek azt mutatják, hogy a minta összesen mekkora ideig volt besugározva (a készülék 120W teljesítménye mellett). A második a mintavételezés ideje.

## 13. Ábra

### Ultrahanggal kezelt és kezeletlen szójaminták turbiditásai



A pusztán keveréssel, illetve ultrahanggal előkezelt minták viselkedése közötti hatalmas különbség szépen mutatja az ultrahanggal keltett kavitáció roncsoló hatását, mely a kolloid mérettartományban még szembetűnőbb változásokat okoz a szubsztrát viselkedésében.

### Folyamatban levő mérések

Jelenlegi méréseink során tovább vizsgáljuk az ultrahangos roncsolás hatásait más, a biogáz erőművekben gyakorta és nagy mennyiségben használt növényi anyagokra (kukorica, silókukorica, répaszelet, olajos magvak...stb.), a turbiditás mérésével, illetve a lebomlás folyamatának modellezésével az anaerob fermentációra gyakorolt hatást vizsgáljuk labor-körülmények között. Elsősorban a gázfejlődés időbeli lefolyása, a gáz mennyisége illetve összetétele lesz vizsgálataink célja, mely az erőművekben való alkalmazás végeredményével kapcsolatban is komolyabb predikciós erővel bír.

Túl vagyunk különösen szép, de meglehetősen bonyolult és ezért ritkán végzett első méréseinken, melyekkel a kezelt és a kezeletlen szubsztrátok enzim-aktivitásait határozzuk meg. Ezek eredményét következő beszámolónkban foglaljuk össze.

Az elmúlt év során az EURO-OPEN Kft szakemberei építettek egy nagyméretű ultrahang-reaktort, mely nagyüzemben való tesztelésre is alkalmas. Ezt a reaktort, a kutatási terv végrehajtásban kissé előreszaladva telepítették egy működő biogáz-üzemben, ahol szakaszos (két tartályos) fermentáció folyik. A reaktoron az első tartályban levő szubsztrátot áramlatotják át folyamatos recirkulációban, mérve a gázfejlődésben tapasztalható változásokat.

Az eddigi tapasztalat azt mutatja, hogy a fermentorba feladott növényi anyag rossz hidraulikus tulajdonságai, nagyfokú inhomogenitása és magas szárazanyag tartalma miatt nem kezelhető üzemzavaroktól mentesen az eddig alkalmazott reaktorokban, ezért döntöttünk a fermentor tartalom recirkulációja mellett. Az első fermentorban játszódik le a hidrolízis és az anaerob lebomlás nagy része is (kb. 85%), ezért azt várjuk, hogy a gázfejlődés üteme és mennyisége az ultrahangos kezelés hatására változik. Nagyüzemi eredményeink publikálhatóságára valószínűleg több hónapnyi üzemidő tapasztalatai után nyílik majd lehetőség.

További félüzemi mérések előkészítése folyik a Kaposvári Cukorgyár laborjával közösen. A mérések el is kezdődnek előre láthatólag néhány héten belül. Itt a répaszeletek fermentációjának gyorsítása áll az érdeklődés középpontjában. Ez az alkalmazás tudományos érdekességén túl elsősorban gazdasági motivációi miatt került a projektbe, még hozzá a tervezettnél korábban csakúgy, mint a biogáz erőmű nagyüzemi installációja.

Meggyőződésünk, hogy ha aktuálisan piaci- vagy tudományos igény merül fel egy munkaszakasz előrehozására és a technikai-, illetve személyi feltételek megengedik, akkor azt végre kell hajtani, hiszen a projekt csak gazdagodik általa.

Összességében kijelenthetjük, hogy a késések és beszerzési problémák miatt, viszonylag nehezen beindult munka az utóbbi fél évben erőteljes lendületet vett és biztató eredményekkel szolgált. Amennyiben ez a kedvező tendencia folytatódik, nemsokára elmondhatjuk, hogy a kutatási tervet nemcsak teljesítettük, hanem –a piacon és a tudományos életben tapasztalható, állandóan változó, de nagyfokú érdeklődésnek, igénynek megfelelően- túl is teljesítjük majd.

#### A projektben részt vett személyek munkaidejének áttekintő táblázata:

A kutatás-fejlesztésben részt vevő személyek megnevezése és a projekt teljesítésével eltöltött tényleges munkaideje\*

Szakmai munkában részt vevő személyek	Konzorciumi tag (sorszám)	Feladatok (sorszám, munkaterv szerint)	Ráfordított idő (nap)
Fekete Zoltán	1	1	51
Csuta Péter	1	1	130
Dr. Németh Zsolt	2	1,3	63
<b>Összesen:</b>			244
Teljes munkaidőre átszámított kutatói létszám:			1,1

## **EZ az adott projekt első szakmai beszámolója, a tervezett tevékenységek a következők voltak:**

### **1. Fázis: előkészítés, alapkutatás, modellezés. (2007 01.31 – 2008 01.31)**

Az első fázisban a laborfeltételek megteremtése és a beszerzések elvégzése után a projekt elméleti előkészítésére és az ehhez szükséges alapkutatások elvégzésére helyeznénk hangsúlyt. Ide tartozik nemcsak a felmerülő fizikai-kémiai-biológiai problémák körvonalazása, modellezése, megoldása, hanem a szükséges jogi, munkaegészségügyi, gazdasági és környezetvédelmi feltételek tisztázása, rendezése is.

**A laborfeltételek megteremtése jórészt befejeződött, néhány beszerzés időben a tervezettől eltérően alakult és alakul a projekt általános késéséből és a beszerzési nehézségekből kifolyólag.**

A Pannon Egyetem szakemberei (2) az eltérő frekvenciájú és intenzitású ultrahang hatását vizsgálják különböző, a biogáz üzemekbe kerülő szervesanyag oldataiban. Feladatuk lenne a fellépő turbulens molekuláris folyadékok és a kavitáció számítógépes és elméleti modellezése, energetikai optimalizálása. A kavitáció kialakulásának, nem csak általános kontrollparaméterektől (pl. hőmérséklet, viszkozitás, nyomás..stb.), hanem speciális külső tényezőktől (anyagok összetételétől, részecskenyag...stb.) való függésének feltárása, valamint a mezoszkópikus és makroszkópikus részecskékre gyakorolt hatásainak elemzése.

**A laborvizsgálatok elkezdődtek, eredményeiket fentebb részben ismertettük. A kavitáció kísérleti vizsgálata a korábban tervezettnél sajnos jóval bonyolultabbnak bizonyult, nagyobb eszközparkkal tűnik csak megvalósíthatónak és a gyakorlati alkalmazásokban csak igen nagy ráfordítással (többnyire az ultrahang generátor gyártókon keresztül) lehetne eredményeit átültetni, ezért tevékenységünket inkább csak elméleti munkára korlátoztuk.**

Az Euro-Open Kft szakemberei (2) a folyamat biofizikai és biológiai körülményeinek (pl. enzimaktivitások változása a hőmérséklet függvényében, a különböző szemcsenyagúságú szuszpenziók, emulziók fizikai-kémiai stabilitásának alakulása, ülepedési, koagulációs...stb. tulajdonságainak modellezése és mérése), elemzésével, illetve a projekt koordinálásával járulnának hozzá a munkához.

**Az első enzimaktivitás-mérések megtörténtek, de technikailag sajnos rendkívül igényesek és vegyszer-szükségletük is egyedi (A hamburgi kollégák sikertelenül próbálkoztak vele, most a ligninek ultrahangos bonthatóságát vizsgálják, míg mi a cellulózokét.), ezért a tervezettnél sajnos több időre és munkára lesz szükség rutinszerűvé válásukhoz.**

Az Ing. Gerhard Agrinz GmbH az európai országokbeli üzemi alkalmazás jogi, munkavédelmi, környezetvédelmi...stb. feltételeit tisztázná, valamint a nagyüzemi tervezés lehetőségeit határozná meg.

Az Ultrawaves GmbH nagyszerű szakembergárdájával, az elmúlt 15 év kutatási tapasztalatait (know-how) osztaná meg a tervezés során a konzorcium többi tagjával. Kitűnő laborhátterükkel, (félüzemi méretű fermentorok, speciálisan e célra kifejlesztett mérés-technika és mérés-technikai tapasztalat...stb) szennyvíztisztításban működő számos nagyüzemi referenciájukkal rendkívül hatékonyan segítenék a projekt elméleti előkészítését.

**Megtörtént. Partnereinkkel folyamatos az információcsere, több projekt tekintetében, kölcsönös látogatások során szakmai tapasztalatokat adtunk át egymásnak és felosztottuk a következő év tennivalóit.**

**A fentiekből látszik, hogy míg néhány tervezett tevékenység az aktuális tudományos- és piaci helyzetnek megfelelően háttérbe szorult, más munkafázisokat (félüzemi- és nagyüzemi installációk) már előre elvégeztünk, vagy elkezdtünk.**

**Zalaegerszeg, 2008 május 24.**



**Dr. Németh Zsolt  
Ügyvezető  
Euro-Open Kft  
8900 Zalaegerszeg  
Kosztolányi D. u. 2**