



Agrár-környezetvédelmi Modul

Agrár-környezetvédelem, agrotechnológia

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI MÉRNÖKI MSc
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSc



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Mezőgazdaságból származó anyagok biogáz célú hasznosítása. 131.lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz

- Biogáznak nevezzük a szerves anyagokból biológiai úton, anaerob baktériumos erjedéssel keletkező gázt. Fő összetevői az éghető metán és a szén-dioxid (*Boros, 1993*).
- A biogáz lényegében a természetes szerves anyagokban tárolódott napenergia egy részének közvetett átalakítása anaerob erjesztés révén gáznemű energiahordozóvá (*Kacz és Neményi, 1998*).
- A biogáz szerves anyagok anaerob lebomlásánál keletkező metántartalmú gáz (*Sembery és Tóth, 2004*).
- 42/2005 (III. 10.) Korm. rendelet alapján a biogáz biomasszából, illetve hulladékok biológiailag lebomló részéből földgázminőségűre tisztítható, bioüzemanyagként felhasználható gáznemű üzemanyag vagy fagáz.
- A biogáz: metán (60-65% CH₄) és széndioxid (30-35% CO₂) keverékéből álló gáz, mely kommunális szennyvíziszap, állati trágyák és mezőgazdasági maradékok fermentációja során termelődik.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz

- A folyamat magától végbemegy:
- mélyvízi tengeröblökben,
- mocsarakban,
- hulladéktároló telepeken (www.energia.bme.hu).
- A biogáz előállítását alkalmazzák:
- 1. Hulladéklerakóknál, szemétteltelepeken (szilárd hulladék) => depóniagáz
- 2. Szennyvíztelepeken (kommunális szennyvíziszap) => biogáz.
- 3. Mezőgazdasági, élelmiszeripari melléktermékek, hulladékok esetében (vegyes alapanyag-bázis) => biogáz





Biogáz

- Magyarországon 14 db szeméttelenpen valósult meg depóniagáz kinyerés, évi mintegy 100-120 millió m³ mennyiségben, melynek jelenleg csak kis részét hasznosítják ténylegesen. Emellett 12 db szennyvíztisztító telepen termelnek biogázt. A mezőgazdasági biogáz telepek közül az 1950-es években épült elsőgenerációs nagyobb méretű, valamint az 1980-as években épített második generációs elsősorban kisebb méretű üzemek gyakorlatilag elavultak és leállításra kerültek. 2007. év végéig 4 db vegyes alapanyagot hasznosító üzem átadására került sor. Ezek: Nyírbátorban, Pálhalmán, Kenderes-Bánhalmán és Klárafalván üzemelnek. Közülük a nyírbátori 2002-ben épült, a több éves üzemi tapasztalatok kedvezőek, a többinél az üzembe helyezés 2007 év második felében történt.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A biogáz képződés feltételei

- oxigénmentes (anaerob) környezet
- kémhatás 6,5 – 8,5 közötti pH
- állandó és kiegyenlített hőmérséklet szükséges 30 – 55 °C
- a különböző tápelemek (C, N, P) megfelelő aránya
- mikroelemek: Ni, Co, Mo, Zn, Mn, Cr (*Fuchs, 2009*)
- toxikus (mérgező) vegyületek hiánya (H₂S/HS, NH₃/NH₄, O₂)
- tartózkodási idő biztosítása (elegendő térfogat)
- 50%-nál nagyobb víztartalom
- biodegradálható szerves anyagban gazdag környezet
- a szerves biomassza azonos időben, azonos mennyiségben és minőségben
- történő betáplálása (*Petis, 2007*),
- megfelelő keverés biztosítása, minél nagyobb felület a baktériumok számára



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A biogáz képződés feltételei

Befolyásoló tényezők	Hidrolízis	Metántermelés
<i>Hőmérséklet</i>	25-30°C	Mezofil: 32-42°C Termofil: 50-58°C
<i>pH-érték</i>	5,2-6,3	6,7-7,5
<i>C:N érték</i>	10-45	20-30
<i>Száranyag-tartalom</i>	< 40%	< 30%



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Felhasznált nyersanyagok

Mezőgazdasági eredetű anyagok

hígtrágya

szerves trágya

növénytermesztésből
származó melléktermékek

újrahasznosítható anyagok
(NawaRo)

Vágási melléktermékek (EG 1771/2002)

vágóhídi hulladékok

Ipari eredetű szerves anyagok

élelmiszeripar

egyéb üzemek

Kommunális és vendéglátóipari hulladékok és melléktermékek

szelektíven gyűjtött
szerves hulladék

vendéglátó-ipari hulladék

vágott nyesedék,
zöld fű

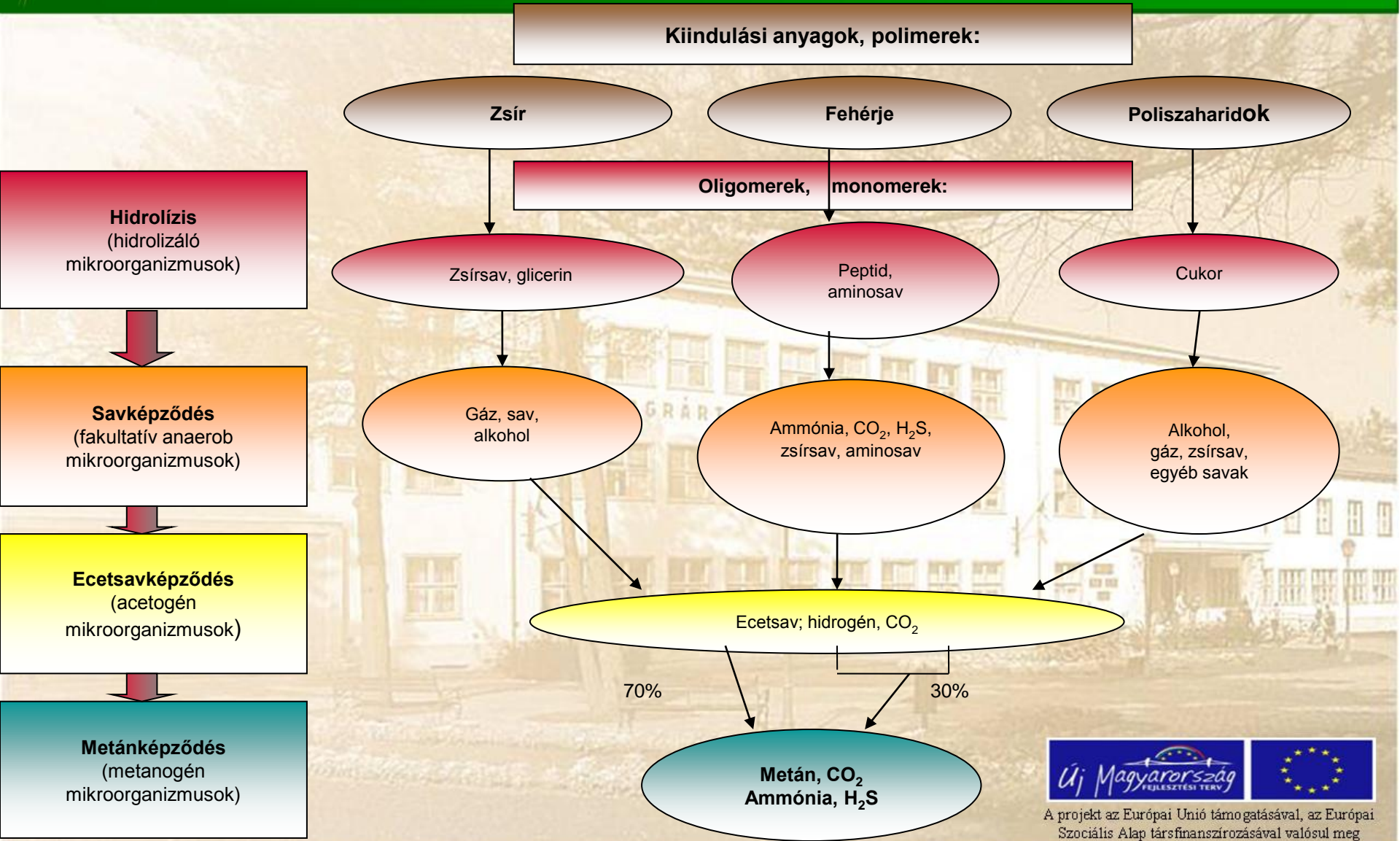


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- Az anaerob fermentáció négy lépése:
- 1. Hidrolízis: komplex makromolekulák lebomlása monomerekre
- 2. Savképződés fázisa: oldható monomerek átalakulása illékony zsírsavakká
- 3. Acetogén fázis: esetsav képződés
- 4. Metanogén fázis: esetsavból vagy hidrogénből és szén-dioxidból történő metán-termelődé.





A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz előállítás csoportosítása

Eljárás típusa szerint

Folyamat lépéseinek száma szerint

Hőmérséklet

Alapanyag szárazanyag-tartalma szerint

Bath-eljárás

tározásos

váltott tartályos

átfolyásos rendszerű

átfolyásos-tárolásos rendszerű

egylépcsős

két lépcsős

több lépcsős

pszihrofil

mezofil

termofil

nedves eljárás

száraz eljárás

félszáraz eljárás



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz

- **A biogáz-termelési technológiák csoportosítása**
- *1. Az alapanyag szárazanyag-tartalma szerint:*
- **Száraz eljárás: 30 - 35%-os sza.t.%**
- **Félszáraz eljárás: 15 – 30%-os sza.t.%**
- **Nedves eljárás: max. 15%-os sza.t.%**





Biogáz

- A nedves biogáz-gyártás alapanyaga általában hígtrágya vagy élelmiszer-ipari szervesanyag-tartalmú folyadék, melyeknek szárazanyag tartalma 2-8%, és szervesanyag-tartalma 40-60% között van. Az alapanyagot általában naponta több alkalommal szivattyúval táplálják be a fermentorba (*ábra*). Az erjesztő-térben az úszókéreg, valamint a leülepedés megakadályozására szakaszos, vagy folyamatos keverést kell biztosítani (*Barótfi, 1998*).





Biogáz

- A félszáraz biogáz-gyártási eljárás a felhasznált alapanyag összetételében tér el lényegében a nedves eljárástól. A fermentorba előre tervezett recept alapján összeállított anyagot juttatnak. Az anyag konzisztenciáját különböző mezőgazdasági melléktermékekkel, gyakran szalmával állítják be (*Barótfi, 1998*).
- Az utóbbi években figyelhető meg a 30%-nál magasabb szárazanyag-tartalmú szilárd biomasszát felhasználó száraz eljárás megjelenése hazánkban. Ez utóbbiakat elsősorban az állattenyésztéssel nem foglalkozó gazdaságok részére fejlesztették ki. Itt kell említést tenni az ún. második generációs biogáz előállításról, melyeknél a nagy cellulóztartalmú melléktermékek kiterjesztése hatékonyabban és gyorsabban megoldható, mert a cellulóz lebontását nagy nyomáson és magas hőmérsékleten, vagy enzimek segítségével végzik.





Biogáz

Hőmérsékleti tartományok	Tipikus hőmérséklet	Várható tartózkodási idő
pszihrofil	<20 °C	70-80 nap
mezofil	30-42°C	30-40 nap
termofil	43-55°C	15-20 nap



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- **Pszihrofil (0-20°C):** Fűtést nem igénylő eljárás, használata hazánkban nem jellemző az éghajlati feltételek miatt. Alacsony baktérium aktivitás, hosszú tartózkodási idő (akár 60 nap) jellemzi.
- **Mezofil (30-38°C):** A leggyakrabban használt hőmérsékleti tartomány. 25 +/-5 nap tartózkodási idő, viszonylag egyöntetű, könnyebben bomló alapanyagok esetében.
- **Termofil (45-65°C):** A baktériumok tevékenysége gyors, tartózkodási idő 15 +/-2 nap. A gáztermelés sebessége a termofil zónában 25-50%-kal nagyobb, mint a mezofil tartományban. A baktériumok érzékenysége nagyobb. Előnye, hogy a magasabb hőmérséklet miatt a patogén mikroorganizmusok és a féregpeték nagyobb arányban pusztulnak.





Mezőgazdaságban alkalmazott biogáz előállítás technológiák gyakorisága

Anaerob körülmények között: fermentorban (reaktorban).

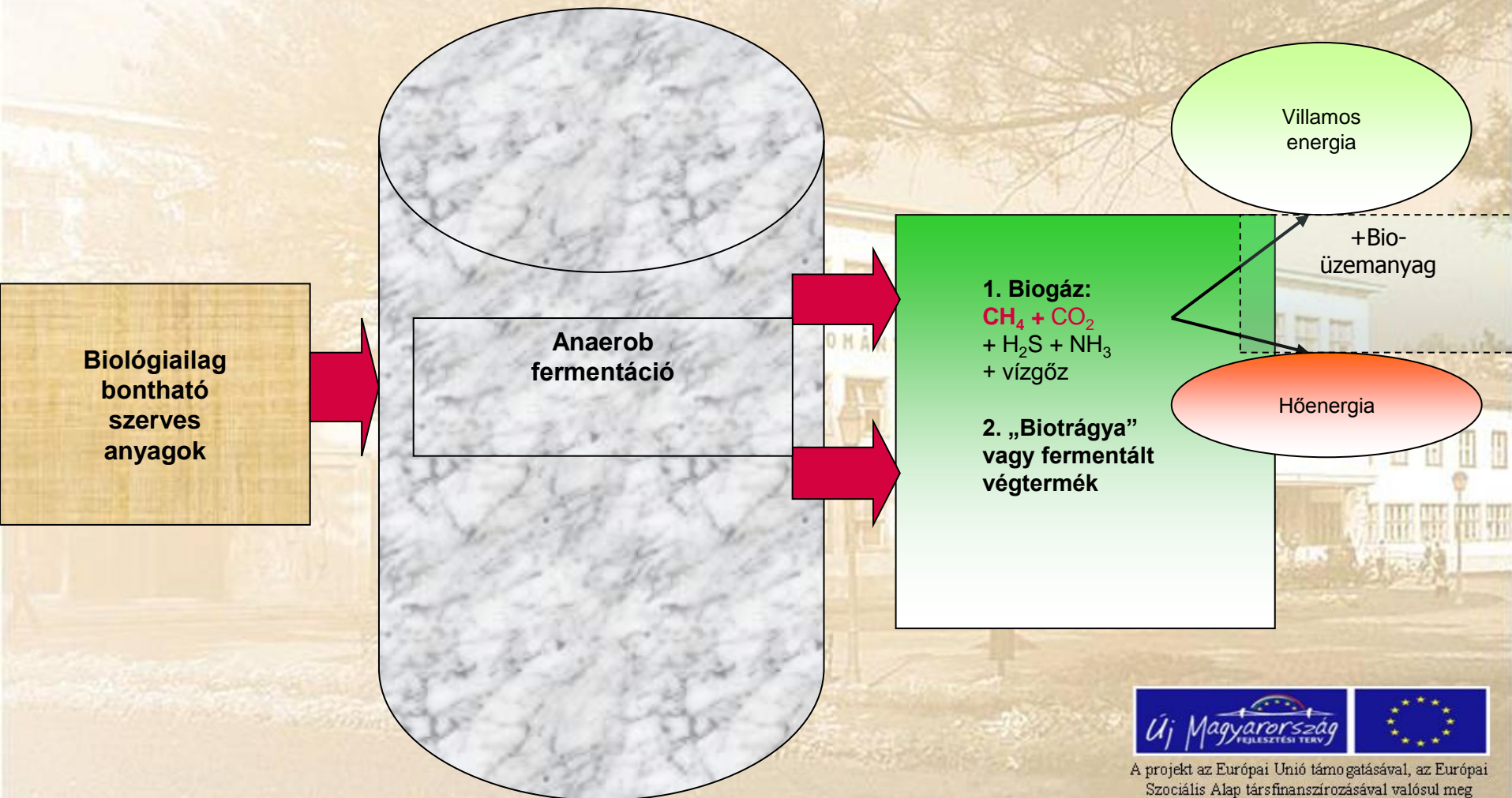
Mezofil eljárás a létesítmények ~90%-nál

Termofil eljárás ~5%

Vegyes eljárás ~5%, ekkor az
első lépcső mezofil ~37°C ~28 nap, a
második lépcső termofil ~55°C ~10-20 nap a tart. idő



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz

- A biogáz képződése során levegőmentes anaerob körülmények között a biológiailag degradálható szerves anyagok alkotó elemeikre bomlanak, a folyamat eredményeként 50%, esetenként 75% metánt, 25-50% szén-dioxidot és egyéb gázokat tartalmazó gázkeverék képződik.
- A biogáz metán-tartalma hő- és/vagy villamos energiaként, esetleg bioüzemanyagként hasznosítható, míg a végtermék, az un. „biotrágya” szerves trágyaként, öntözésre, vagy talajjavító anyagként alkalmazható.





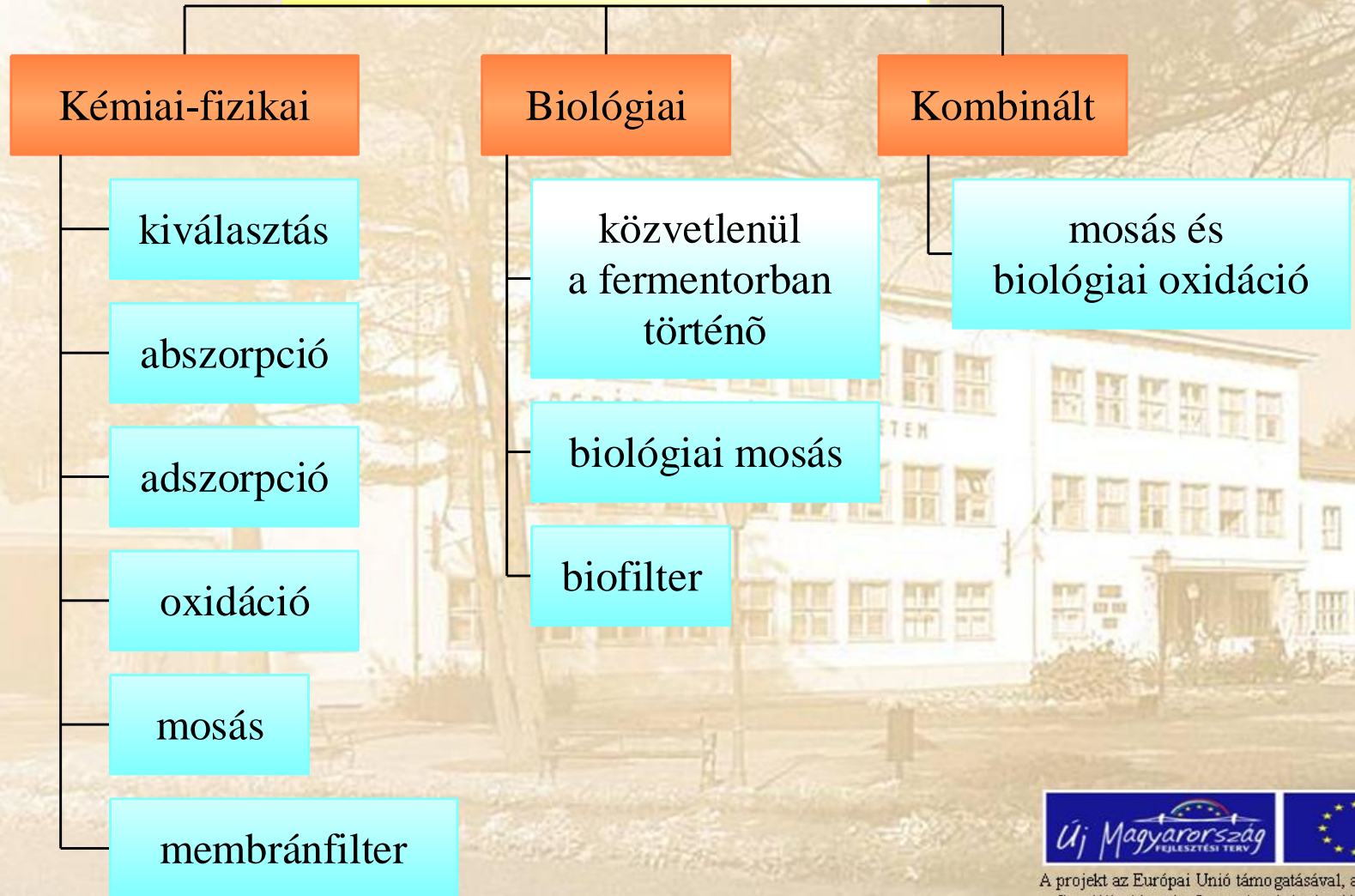
Biogáz kezelés

- A biogáz a fermentorok gázterében kialakuló túlnyomással, csővezetéken keresztül kerül először a gáztisztítóba majd a gázzsákba.
- A biogáz-tisztítás célja lehet: kéntelenítés, ammónium-mentesítés, szén-dioxid leválasztás, víztelenítés, egyéb szennyezők (pl: sziloxánok) eltávolítása. A nagy koncentrációban jelenlévő CO₂ csökkenti a fűtőértéket és a szükséges kezelés miatt növeli az energiafogyasztást (*Hódi, 2006*). A gyakorlatban a széndioxidot eltávolítás egyik módja a mésztejes kezelés.
- A biogáz víztelenítése mellett a kéntelenítés a legfontosabb eljárás a korrózió csökkentése érdekében.





Biogáz kéntelenítési eljárások



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz kezelés

- A gáz először tisztításra kerül, a nem megfelelő minőségű gáz a fáklyán elégetésre kerül. A tisztítással előállított biogáz a gáztartályban tárolható. A folyamatban keletkező biogáz értékes energiahordozó (1 Nm³ biogáz 6 kWh, azaz 23 MJ energiával egyenértékű)
- A biogáz metán-tartalmának hasznosítására többféle módszer létezik:
 - Hőtermelés gázkazánokban, gázégőkkel
 - Kapcsolt villamos áram- és hőtermelés blokkfűtőerőműben (gázmotor, generátor, hőcserélő) 30 kW – 3,0 MW
 - Motorhajtó anyag
 - Széndioxid leválasztás, tisztítás (biometán)
 - Földrajzilag behatárolt
 - Betáplálás földgázvezetékbe
 - Széndioxid leválasztás, tisztítás.





Biogáz kezelés

- Az üzemi teljesítmény hőtermeléssel 90%, kapcsolt villamos- és hőenergia termeléssel 85% (35% villamos- és 50% hőenergia), míg kizárólag villamos energia előállításal csak 35%. Ha egy biogáz üzem a biogáz termelés során kapcsolt villamos- és hőenergiát használ, az energia-termelés teljes mennyisége egy nap 10,94 MWh körül alakul.
- A villamos energiáról szóló *2001. évi CX. [törvény](#)* biztosította a megújuló erőforrásokból megtermelt energia kötelező átvételét, valamint szabályozza annak módját.





Biogáz gyártás előnyei

- Szerves hulladék anyagok környezetkímélő feldolgozása
- Környezetbarát gáz (*members.aol.com*)
- Értékes energiaforrás
- A kellemetlen szaghatások csökkennek (anaerob)
- Csökken az üvegházhatást okozó gázok, azaz a metán, nitrogéndioxid és széndioxid kibocsátása a levegőbe
- Kis tápanyagveszteség, állagjavítás
- A növények számára könnyebben feltárható tápanyag keletkezik
- A biotrágya higiénizálása (gyommag, fertőző mikróbák)
- Új munkahelyek teremtése, fenntarthatóság



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz gyártás hátránya

- Nagy beruházási költség (fermentorok, tervezés, műszaki, gépészeti, irányítástechnikai költségek),
- Hosszú megtérülési idő
- Folyamatos alapanyag-utánpótlás stabil árakon és minőségben
- Folyamatos energia-átvétel, de ha a metán-hozamból termelt villamos energia mennyisége +/- 5%-kal nagyobb mértékben változik, a biogáz üzem bírságot köteles fizetni, illetve ezt elkerülendő előző nap 12h-ig köteles bejelenteni a változás irányát és mértékét.
- Üzemzavarok (habosodás, mikrobiológia)
- Széleskörű adminisztrációs feladatkör



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Kommunális szennyvíziszapból termelt biogáz

Alapanyag:

a szennyvíztisztítás során keletkező nyers és
fölösiszap keverék



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Anaerob iszapfermentáció

- A szennyvíztisztítás során keletkező iszapok (5-6% szárazanyag tartalom, ill. 60-70% szerves anyag tartalom) anaerob rothasztó tartályokban történő kezelése során, a mezofil tartományban (33-35 °C) 20-30 nap alatt az eredeti szerves anyag tartalom kb. 45-50%-a lebomlik és biogáz keletkezik (65%CH₄, 35%CO₂).
- A lebomlás feltétele, hogy oxigénmentes környezet, ideális hőmérséklet (+33-35°C), sötétség és megfelelő nedvesség legyen, mert a metán termelő baktériumoknak ezek az életfeltételei.





Az anaerob fermentáció célja

- Biogáz előállítása, hasznosítása
- Az iszap tömegének és térfogatának csökkentése
- Az iszap fertőzőképességének csökkentése
- Biológiailag stabil biotrágya előállítása
- A keletkező biotrágya mezőgazdasági és/vagy rekultivációs hasznosítása



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Folyamat optimalizálása

- Folyamatos, előmelegített alapanyag adagolás
- Alapanyag összetétel fokozatos változtatása
- Rothasztást gátló anyagok kizárása
- Megfelelő keverés
- Hőmérséklet pontos tartása
- Tartózkodási idő biztosítása (elegendő térfogat)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A berendezés méretezésének lépései

- Az alapanyagok mennyiségének felmérése
- Szárazanyag- és a szerves anyag-tartalom meghatározása
- Erjesztő reaktor térfogat méretezése
- A biotrágya tároló térfogatának méretezése
- Napi gáztermelés előzetes számítása
- A gáztároló térfogatának megválasztása
- Gázkazán vagy gázmotor teljesítményének meghatározása





Fermentorok és gáztárolók





Nyírbátori biomassza- biogáz telep távlati képe



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Kitekintés az Európai Unióra

Spanyolországban, Svédországban,
Ausztriában, Németországban és Dániában
összesen kb. **6000** biogáz telep üzemel,
Németországban 3000 darab

Az összesen kb. 3000 MW villamos teljesítményű
6000 db. biogázüzem megközelítőleg 1,3 milliárd
tonna trágyát ártalmatlanít és több mint 22 millió
MWh villamos áramot termel az EU területén
évente.



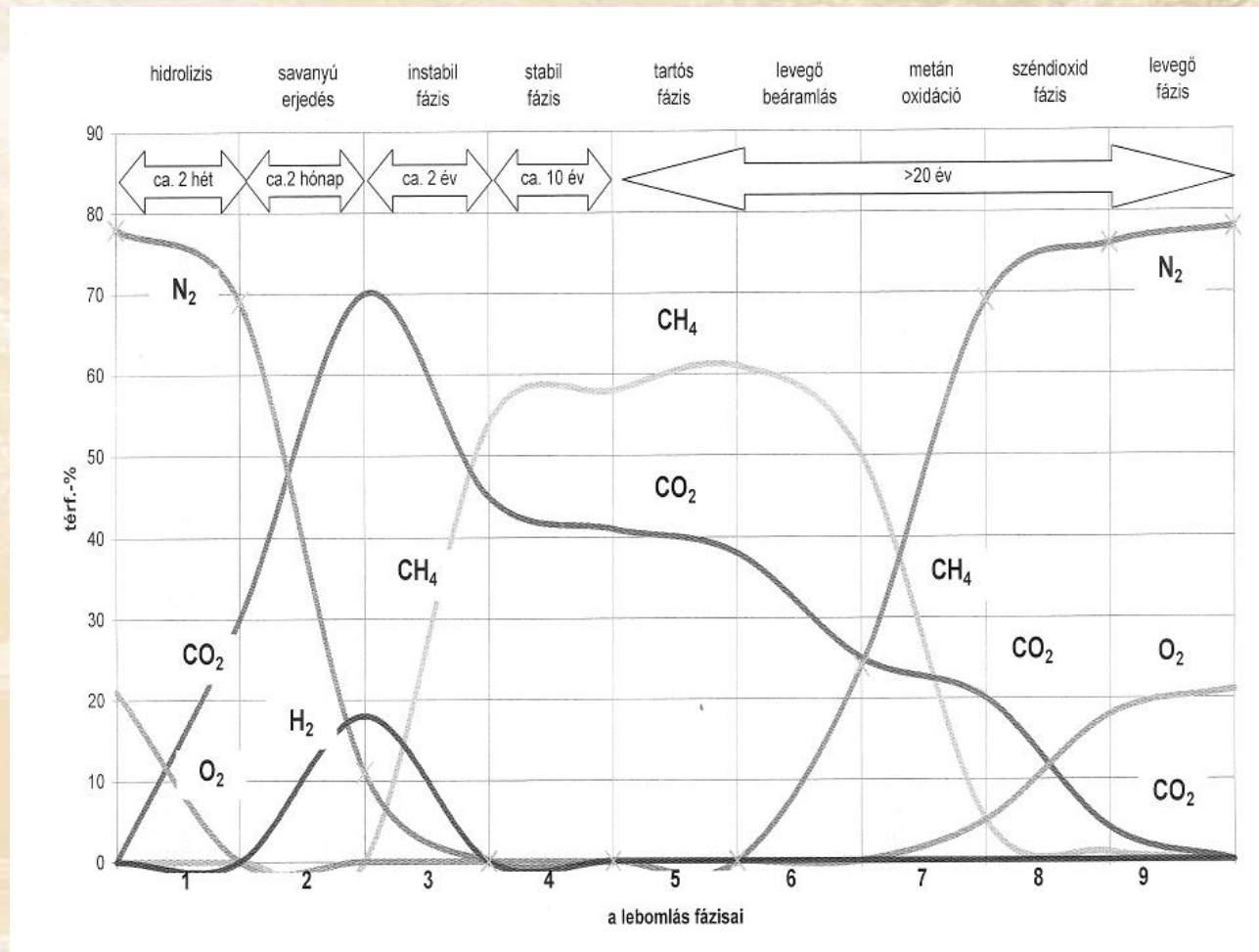
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



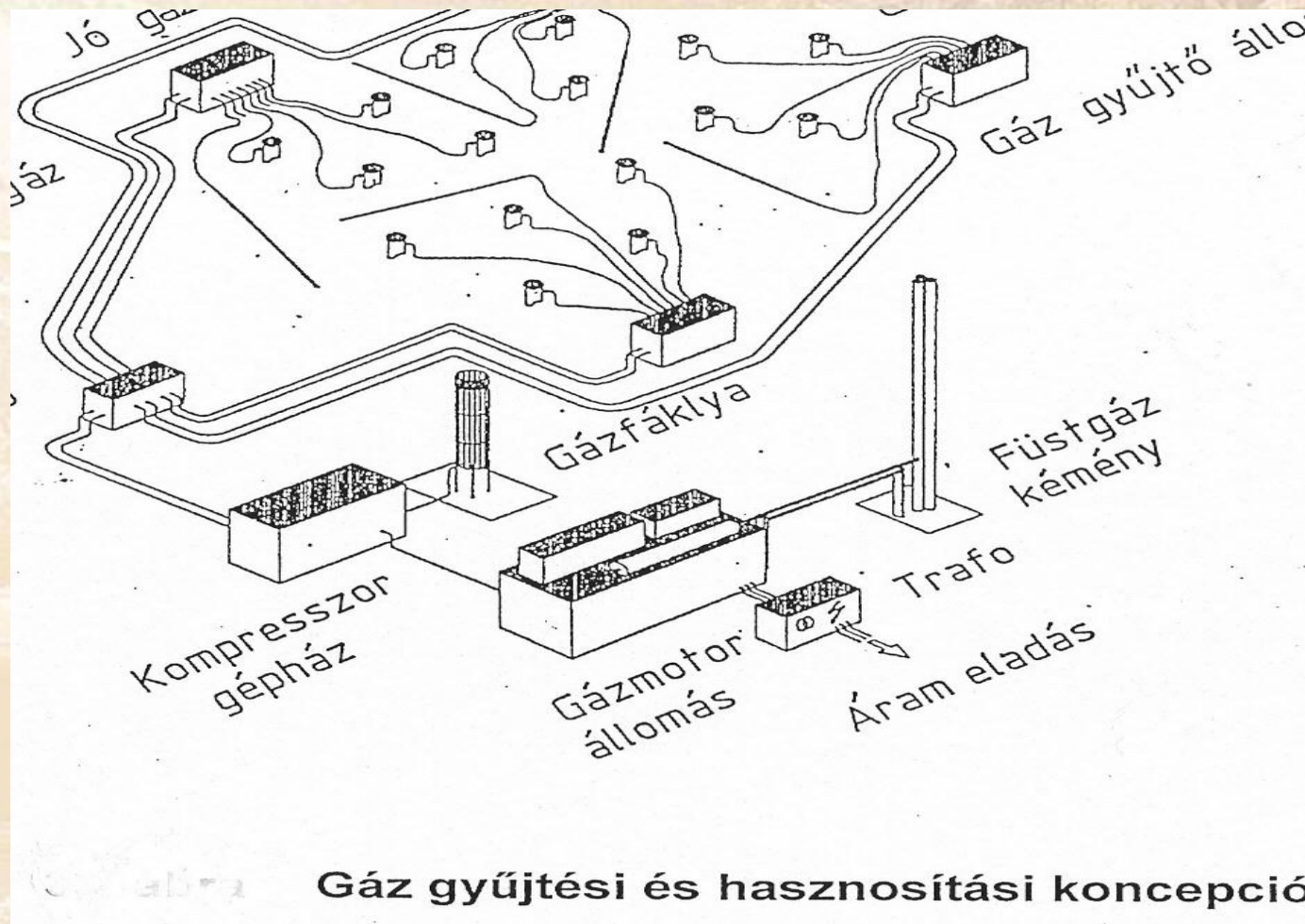
Kommunális szilárd hulladékból keletkező biogáz: depóniagáz

- Keletkezés: lassú szerves anyag lebomlás
- Gyűjtés: gázkutakkal, elvezetés csővezetékekkel
- Ártalmatlanítás - hasznosítás (22/2001. (X.10.) KöM rendelet) előírásai alapján





A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Depóniagáz összetétele

- Fő komponensek:

- Metán 45-55%
- Szén-dioxid 30-40%
- Nitrogén 2- 8%
- Oxigén 0- 1%

- Mellék komponensek:

- A gáz képződés melléktermékei (kén-hidrogén, ammónia, hidrogén)
- A beszállított hulladék összetevői (szilícium vegyületek, stb.)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Depóniagáz ártalmatlanítás a metántartalom függvényében

- Gázmotoros hasznosítás $\text{CH}_4 > 45\%$
- Gázfáklyás égetés $\text{CH}_4 > 25\%$
- Biofilter $\text{CH}_4 < 4\%$
- Nem katalitikus oxidáció $1,5\% < \text{CH}_4 < \sim 30\%$

Megjegyzés: Az oxidáció 1,5 % alatt is lehetséges támasztó gáz hozzákeverése mellett.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A biogáz- depóniagáz hasznosításának általános lehetőségei

- Hőtermelés
- Villamos energia termelés
- Kapcsolt energia termelés, villamos energia és hő együttes előállítása
- CO₂ értékesítés (ÜHG gázok, CO₂ egység, CH₄ 21-szeres hatás)
- Gáztisztítás, értékesítés
- Tüzelőanyag cella (hidrogén és oxigén elektrokémiai egyesítése, egyen-áram keletkezik, valamint víz és széndioxid)





Biogáz tüzelés kapcsolt villamos energia termeléssel - lehetőségei

- Gázmotor
- Kombinált ciklusú gázturbinával megvalósított kogeneráció (gáz-gőz körfolyamat)
- Nyílt ciklusú gázturbinával megvalósított kogeneráció (hőkiadás a hőhasznosító kazánból)
- Micro-gázturbina (egységtelejesítmény max: 100 kW)





Rothasztó tornyok



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Rothasztó tornyok (Nyíregyháza)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A rothasztó gázdómja



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar



Dunakeszi anaerob rothasztó



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Dél-pesti termofil rothasztó

$$V = 2000 \text{ m}^3$$



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz tároló tartály



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz fáklya



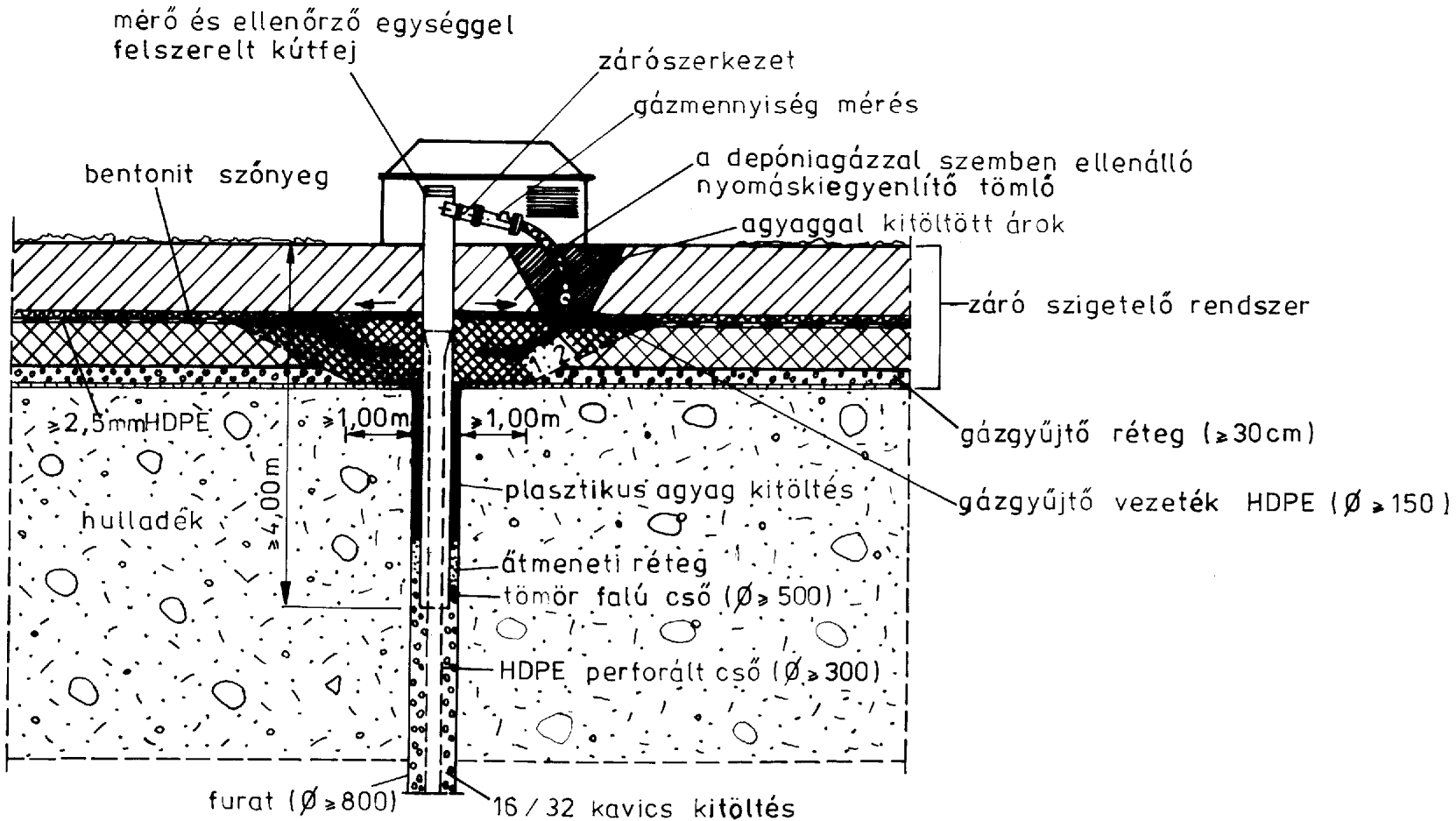
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Fúrt depóniagáz kút gázvezetéssel



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg





Műanyag depóniagáz kút



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Felszín feletti depóniagáz elvezetés



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Depóniagáz elszívó kompresszor és gázfáklya



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogázt eltüzelő kazánok



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Gázmotor



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Biogáz gázmotor





Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar



Köszönöm a figyelmet!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg