

Megújuló energiaforrások I.

Biomassza 3. Folyékony és gáznemű bioüzemanyagok

**Dr. Ivelics Ramón PhD.
egyetemi adjunktus**

**PTE MIK Mérnöki és Smart Technológiák Intézet
Környezetmérnöki Tanszék**

Európai Unió célkitűzései 2020-ra:

- - 20% üvegházhatású gáz emisszió,
- + 20% energiahatékonyság növekedés,
- 20% megújuló energiahordozó részaránya,
- 10% bio-üzemanyag részaránya.

- **Magyarország:**

- 2006.: 1,7% bioüzemanyag részarány,
- 2010.: 5,75% (volt a cél),
- 2014.: 6,8%,
- Jelenleg 2020.: min. bekeverés 6,1; 8,2 %=>kb.7%.
- 2030.: előírás 14%, ebből 7% elsőszen.

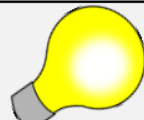
Magyarországon energiapolitikai célkitűzései a különböző szektorokban 2030-ra



Gázpiac

❖ Gázfogyasztás: 10 Mrd m³-ről ~8,7Mrd m³-re csökken (2040: 6,3 Mrd m³ alatt)

❖ Gázimport arány 2030



Árampiac

❖ Karbonsemleges hazai villamosenergia-termelés részaránya 2040-ben 90%

❖ Definiált PV kapacitás



Dekarbonizáció

❖ Megújuló energia arány: 21%

• Közlekedés: min. 14%

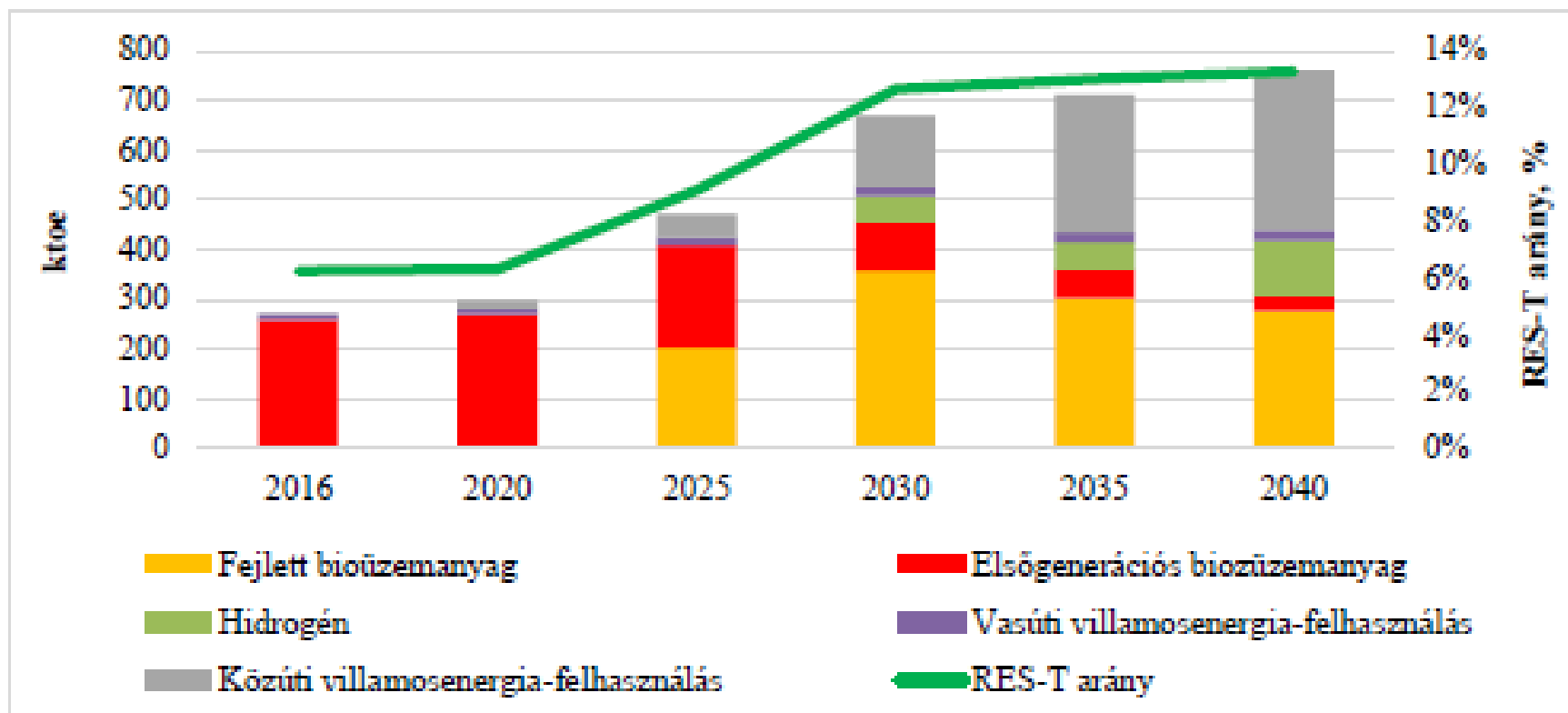


Energiahatékonyság

❖ Végso energia felhasználás max. 785 PJ (2005-ös szint!)

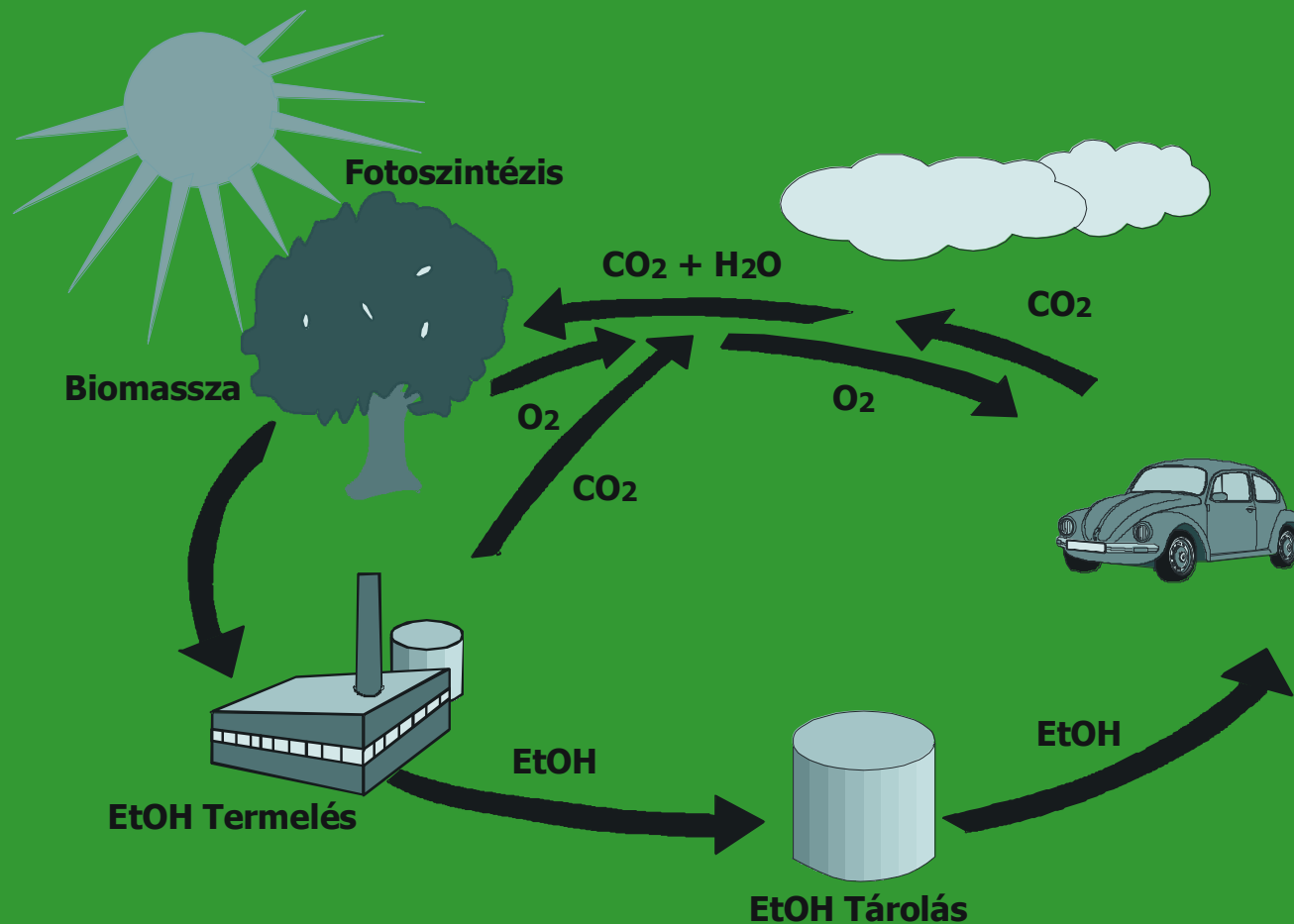
(%)	2017	2020	2025	2030
❖ A megújuló energia részaránya a bruttó végso energiafelhasználásban - összesen	13,3	13,2	16,4	21
Szektoronkénti részarányok				
❖ Villamos energia	7,5	10,8	16,4	21,3
Fűtés-hűtés	19,6	18,2	20,7	28,7
Közlekedés	6,8	6,6	16,8	16,9

Megújuló energiafelhasználás a közlekedési szektorban (ktoe), megújuló energia részarány (%)



Biohajtóanyagok felhasználásának előnye

Neutrális CO₂-termelés?!



1-2-3. generációs

Bio-üzemanyagok, -hajtóanyagok

- Bioetanol (C_2H_5OH), biometanol.
- Biodízel: növényolaj-zsírsav-metilészter. (Növényi olaj - 95-97% triglicerid).
- Biohidrogén.
- Biometán.
- Előnyök:
 - Könnyebben lebomlanak, így kevésbé veszélyeztetik a környezetet (hátrány is: csak 6-12 hónapig tárolható).
 - Az előállítás és a felhasználás (optimálisan) egy régióban történik, a szállítás nem jelent kockázatot.
 - Multifunkciós gazdaságok.
- Elvárások:
 - Elfogadható előállítási költség,
 - Elegendő mennyiségben legyen gyártható,
 - Életképes infrastruktúra,
 - Használható legyen belsőégésű motorokban,
 - Szignifikáns széndioxid-megtakarítás,
 - Összességében is kisebb kibocsátás.

ÜZEMANYAGOK - MOTORHAJTÓANYAGOK

Szállítás.

Motorizáció.

Üzemanyagok: hagyományos és
alternatív üzemanyagok és jellemzőik.

A szállítás energiaforrásai

Az üzemanyagok az emberiség egyik legfontosabb forrásai. Az üzemanyagok energiáját a különböző motorokban és hajtóművekben eltérő módon és változó áttételeken át mozgási energiává alakítják át.

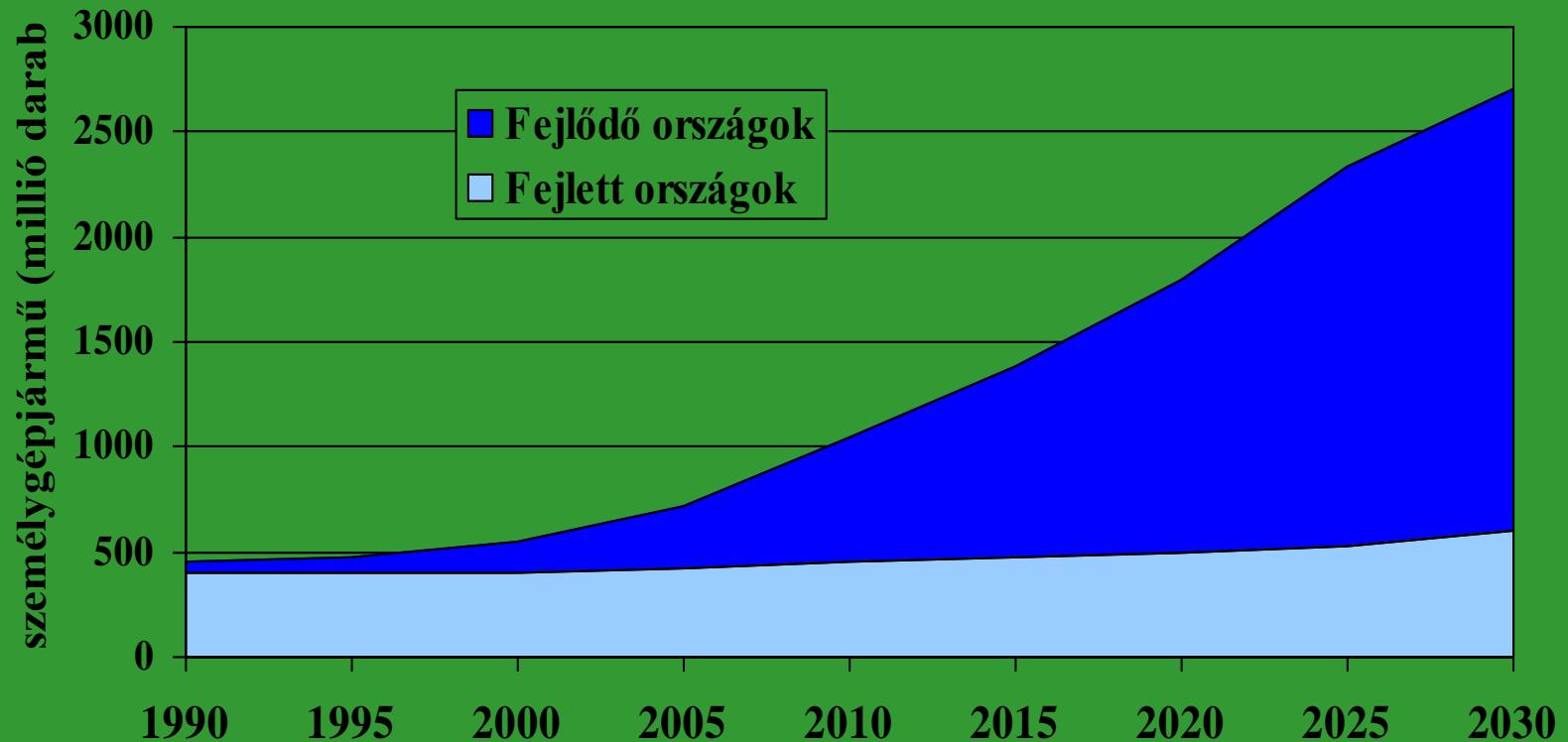
Szárazföldi-, vízi- és légi közlekedés járművei használják.

Az üzemanyagokat különböző energiaforrásokból lehet előállítani:

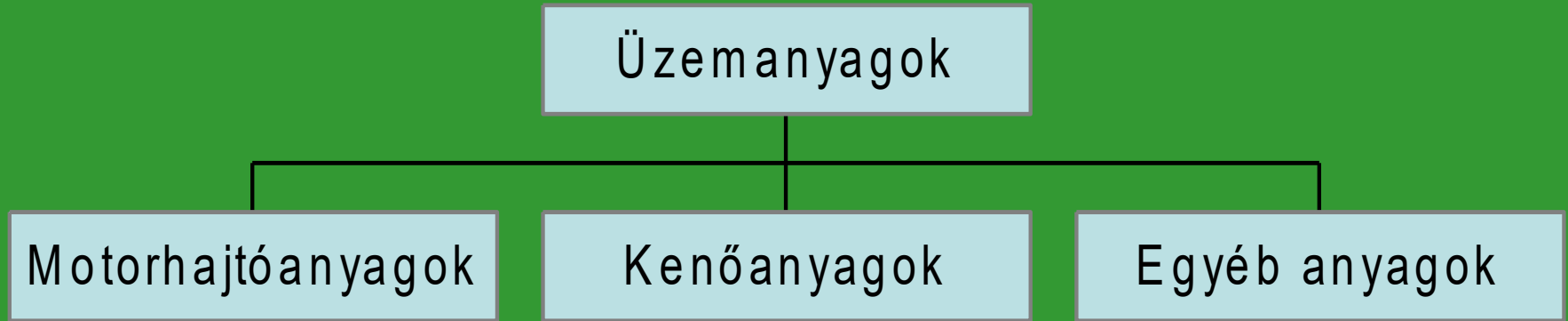
- Primer energiahordozók.
- Szekunder energiahordozók.
- Hagyományos energiahordozók.
- Megújuló energiahordozók

A üzem- és motorhajtóanyagok fontossága

A személygépjárművek számának változása



Üzemanyagok



Hétköznapi értelemben a motorhajtóanyagokat gyakran üzemanyagoknak nevezik, pedig ezek csak az egyik csoportját alkotják az üzemanyagoknak, igaz a legjelentősebbet.

Üzemanyag: a belsőégésű motorok működéséhez szükséges hajtó-, kenő- és hűtőanyagokat üzemanyagoknak nevezzük.

Motorhajtóanyagok folyékony vagy gáz halmazállapotú szénhidrogének. A hagyományos motorhajtóanyagokat elsősorban kőolaj lepárlásával állítják elő. (motorbenzin, gázolaj)

Motorhajtóanyagok osztályozása

- járműmeghajtások szerint:
 - Otto-motorok,
 - Diesel-motorok,
 - elektromotorok, stb.
- eredet szerint:
 - kimeríthető energiahordozókból kinyerhetők, illetve előállíthatók,
 - megújuló energiahordozókból előállíthatók, illetve kinyerhetők.
- elterjedés szerint:
 - hagyományos motorhajtóanyagok (kőolaj eredetűek),
 - alternatív motorhajtóanyagok,
 - alternatív+hagyományos motorhajtóanyagok.

Az alternatív motorhajtóanyagok jelenlegi és jövőbeni felhasználásának szükségsszerűségei I.

- A kőolajkészletek egyenlőtlen eloszlása (importfüggőség csökkentése - diverzifikáció),
- a kőolajkészletek előre jelzett kimerülése,
- periodikusan ismétlődő ugrásszerű kőolajár-
változások,
- kőolajtól való függőség csökkentése,
- környezetvédelmi és humánbiológiai okok,
- a megújuló energiahordozók nagyobb mértékű
kihasználása,
- környezetszennyező fosszilis energiahordozók
kiváltása,
- jobb minőség elérése,

Az alternatív motorhajtóanyagok jelenlegi és jövőbeni felhasználásának szükségsszerűségei II.

- kisebb bekerülése költség igénye,
- vidéktámogató politikai lehetőség:
 - foglalkoztatottság növelése,
 - megélhetési biztonság,
 - lakosság „vidéken tartása”
- a mezőgazdasági túltermelési válságok levezetése,
- parlag területek hasznosíthatósága,
- kisebb CO₂-kibocsátás a teljes élelciklus alatt,
- hozzájárulás a talaj- és vízvédelemhez, továbbá az élőhely minőség javításához,
- politikai megfontolások.

Az alternatív motorhajtóanyagok elvárások I.

Meglévő motorokban való alkalmazhatóság:

- ne okozzon beruházási problémát az üzemeltetőnél,
- hajtóanyaggyártók és -forgalmazók kockázatmentessége,
- gépjárművek üzemeltetősége alternatív hajtóanyag hiányában hagyományossal,

Meglévő motorok kismértékű átalakítási igénye:

- problémamentes és kis költségű megvalósítás,
- alkalmasság a hagyományos hajtóanyaggal való üzemeltetésre vagy könnyű visszaállíthatóság,
- beállítható paraméterek változtatása (pl. befecskendezett hajtóanyag mennyisége, rövidebb olajcsere, más motorolaj stb.)

Elegendő és állandó minőségű hajtóanyag rendelkezésre állása mindenütt: megfelelő infrastruktúra.

Az alternatív motorhajtóanyagok elvárások II.

Környezetvédelmi és humánbiológiai szempontból legalább olyanak kell lenniük, mint a hagyományos hajtóanyagoknak:

- korlátozott emisszió (szénhidrogének, CO, NOx, részecskék),
- többgyűrűs aromások, aldehidek emisszióinak korlátozása,
- kisebb összes szén-dioxid emisszió,
- jó biológiai lebonthatóság,
- nem nagyobb zajkibocsátás,

Üzemeltethetőség legkisebb járulékos költségráfordítással:

- ne legyen nagyobb a fogyasztás,
- hosszú távú rendelkezésre állás,
- karbantartási és javítási költségek ne növekedjenek,
- ne legyen drágább a hagyományos hajtóanyagoknál,
- összeférhetőség a szokásos motorolajokkal.

Alternatív motorhajtóanyagok osztályozása

Eredet szerint:

- fosszilis (pl. kőszénből szintézisgázon át előállított alkoholok, szintetikus gázolaj),
- biomassza (pl. alkoholok),
- egyéb (nap-, víz-, geotermikus-, szél-, magenergiából nyert elektromos áram vagy ennek felhasználásával végzett vízelektrolízis hidrogén terméke)

Rendelkezésre állás szerint:

- kimeríthető,
- megújítható (biomassza átalakításával nyert hajtóanyagok),
- megújuló (nap-, szél-, víz-, geotermikus energiából előállított elektromos áram, hidrogén stb.)

Motor fajtája szerint:

- Otto-motorok alternatív hajtóanyagai,
- Diesel-motorok alternatív hajtóanyagai,
- egyéb motorok alternatív hajtóanyagai.

Megújítható és megújuló eredetű alternatív hajtóanyagok

Biomassza eredetű:

- bio-H₂, biogáz, bioalkoholok, bioéterek, bioszintetikus hajtóanyagok, növényolajok és származékaik, hajtóanyagok biohulladékokból.

Nap-, Víz-, Szél-, Geotermikus- eredetű:

- elektromos áram, H₂.

Hagyományos + alternatív hajtóanyagok:

- dízelgázolaj-NOME (növényolaj-zsírsav-metil észter) elegyek,
- motorbenzin-víz emulziók,
- motorbenzin és alkoholok elegyei,
- dízelgázolaj-etanol elegyek, stb.

Oxigéntartalmú motorhajtó anyagok és keverőkomponensek

Legalább egy oxigénatomot tartalmaznak a karbóniumon és a hidrogéneken kívül.

Előnye:

- a szerkezetükben lévő oxigén elősegíti az égést anélkül, hogy nagymennyiségű inert anyagot tartalmoznának.
- Nagy oktánszámmal (etanol: 110) és cetánszámmal rendelkeznek (dimetil-éter: 55-65),

Fajtái:

- alkoholok (tercier-butil-alkohol stb.),
- éterek (bio-etil-tercier-butil-éter stb.),
- észterek (növényolaj vagy szintetikus zsírsav-metilészterek, stb.).

Helyettesített motorhajtóanyag szerint:

- motorbenzin helyett,
- dízelgázolaj-helyettesítők és keverőkomponensek,
- motorbenzin és dízelgázolaj helyettesítésére egyaránt alkalmasak.

Oxigéntartalmú motorhajtóanyagok és keverőkomponensek osztályozása

Motorok típusa szerint melyekben felhasználják:

- Otto-motorok (metanol, etanol, metil-tercier-butil-éter (MTBE), ETBE),
- Diesel-motorok (dimetil-éter (DME), növényolaj-zsírsav-metil-észter).
- Energiacellák üzemanyagai (metanol, egyéb).

Motorhajtóanyag helyettesítési mértéke szerint

- önmagában is használható,
- keverőkomponensként használható,
- előző kettő kombinációja.

A hidrogén, mint motorhajtóanyag tulajdonságai

- korai gyulladás,
- magas öngyulladási hőmérséklet,
- nagyon kedvező káros anyag kibocsátás,
- magas oktánszám (130),
- alacsony viszkozitás, alacsony sűrűség,
- magas fűtőérték (119,9 MJ/kg),
- nehéz a tárolása,
- cseppfolyósított hidrogén:
 - 2 bar nyomás, 20 K, alig több a tömege, mint egy hagyományos benzinesé, de 6-8-szor nagyobb tároló tartály szükséges,
 - hidegen lehet a motorba juttatni, így teljesítmény növekedés, csökken az NO_x-kibocsátás.

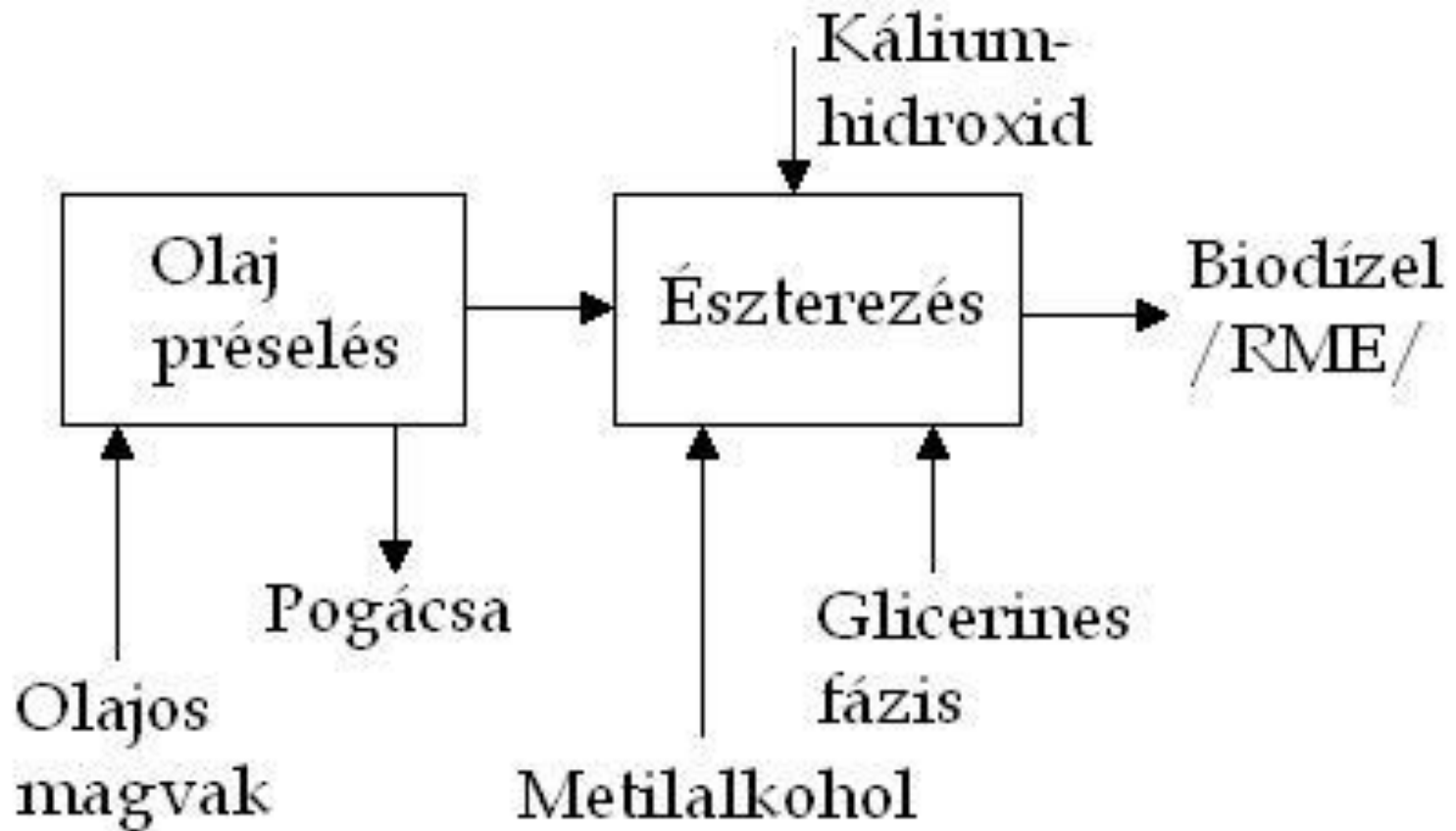
Növényolajok és származékaik - észter típusú oxigéntartalmú motorhajtóanyagok

- Biohajtóanyagok, biomasszából állítják elő,
- általában dízelgázolajaknak használják,
- köznapi szóhasználatban biodízelnak nevezik ezeket,
- növényolajok és természetes zsírok átészterezett származékai,
- a repceolaj képezi a nyersanyag forrás több, mint 80 %-át.
- nyersanyag forrás:
 - szójaolaj, pálmaolaj, napraforgóolaj, repceolaj, gyapotolaj, kókuszolaj, olivaolaj, lenolaj.
- 95-97 %-a trigliceridekből épülnek fel,
- tulajdonságai a hagyományos dízelolajhoz képest:
 - nagyobb sűrűség, nagyobb viszkozitás, kisebb cetánszám, kisebb fűtőérték, kisebb kéntartalom, könnyebb biológiai lebonthatóság, korrózió előidéző, stb.

Biodízel-gyártás

- **Alapanyagok (olajos magvak):**
 - Napraforgó,
 - Repce,
 - Szója,
 - Pálmák,
 - Használt sütőolaj,
 - (Állati zsiradék).
- **Sajtolás: (repce, napraforgó) mag olajtartalma 45-50%; 85-90%-ban nyerhető ki.**
 - Csigás sajtoló – kisebb teljesítmény.
 - Sajtoló őrlés (olajmalmok)
 - Melléktermék: olajpogácsa (takarmány).
- **Utókezelés:**
 - Szűrés,
 - Nyálkamentesítés.
- **Észterezés metanollal:**
 - Glicerinhoz kapcsolódó zsírsavak lehasítása.

Biodízel gyártás technológiája



Növényolaj kontra gázolaj

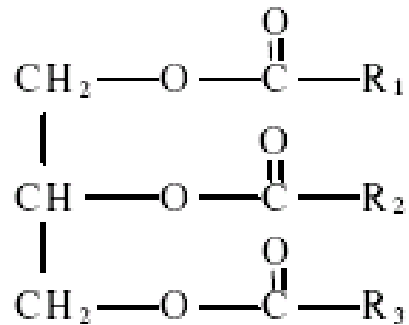
- nagyobb sűrűség,
- kb. nyolcszor nagyobb viszkozitás (rosszabb porlaszthatóság),
- kisebb cetánszám (rosszabb gyulladási hajlam),
- kisebb fűtőérték (nagyobb hajtóanyag-fogyasztás),
- nagyobb hidegszűrhetőségi határhőmérséklet (alkalmazási korlát kis hőmérsékleten),
- szabad zsírsav-tartalom (korrózió előidézése),
- kisebb kéntartalom.

Növényolajok jellemzői

Jellemző	Repceolaj	Napraforgó olaj	Szójaolaj	Pálmaolaj	Lenolaj
Sűrűség [15 °C-on g/cm ³]	0,915	0,925	0,93	0,92	0,933
Lobbanáspont [°C]	317	316	330	267	-
Dermedéspont [°C]	(-8) - (-18)	-18	-18	20-40	-27
Kinematikai viszkozitás [20 °C-on, mm ² /s]	97,7	65,9	64,9	Szilárd	51,4
Jódszám [gI ₂ /100 g]	113	132	134	-	186
Fűtőérték [MJ/kg]	40,5	39,8	39,7	35	39,5
Cetánszám	44 - 51	33 - 35,5	38,5	42	-

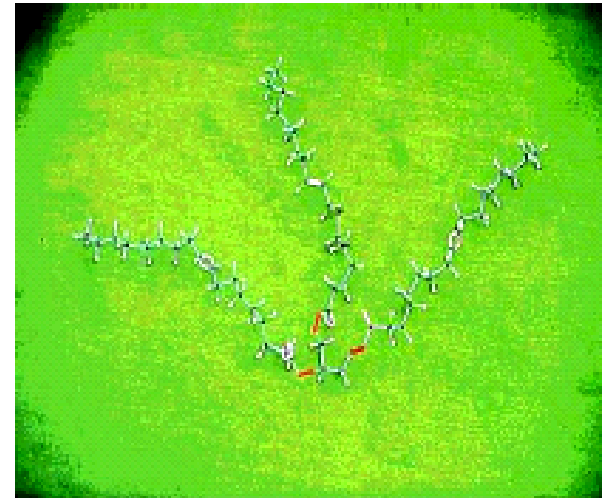
Növényolaj és dízel molekulaszervezete

MOLEKULASZERKEZET
NÖVÉNYOLAJ (triglicerid)

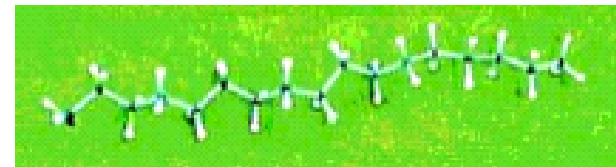
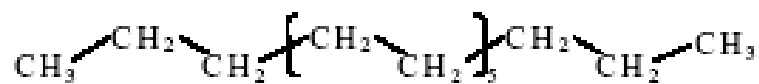


$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$: 14-22 szénatomszámú telített vagy egy vagy több kettős kötést tartalmazó alkillánc

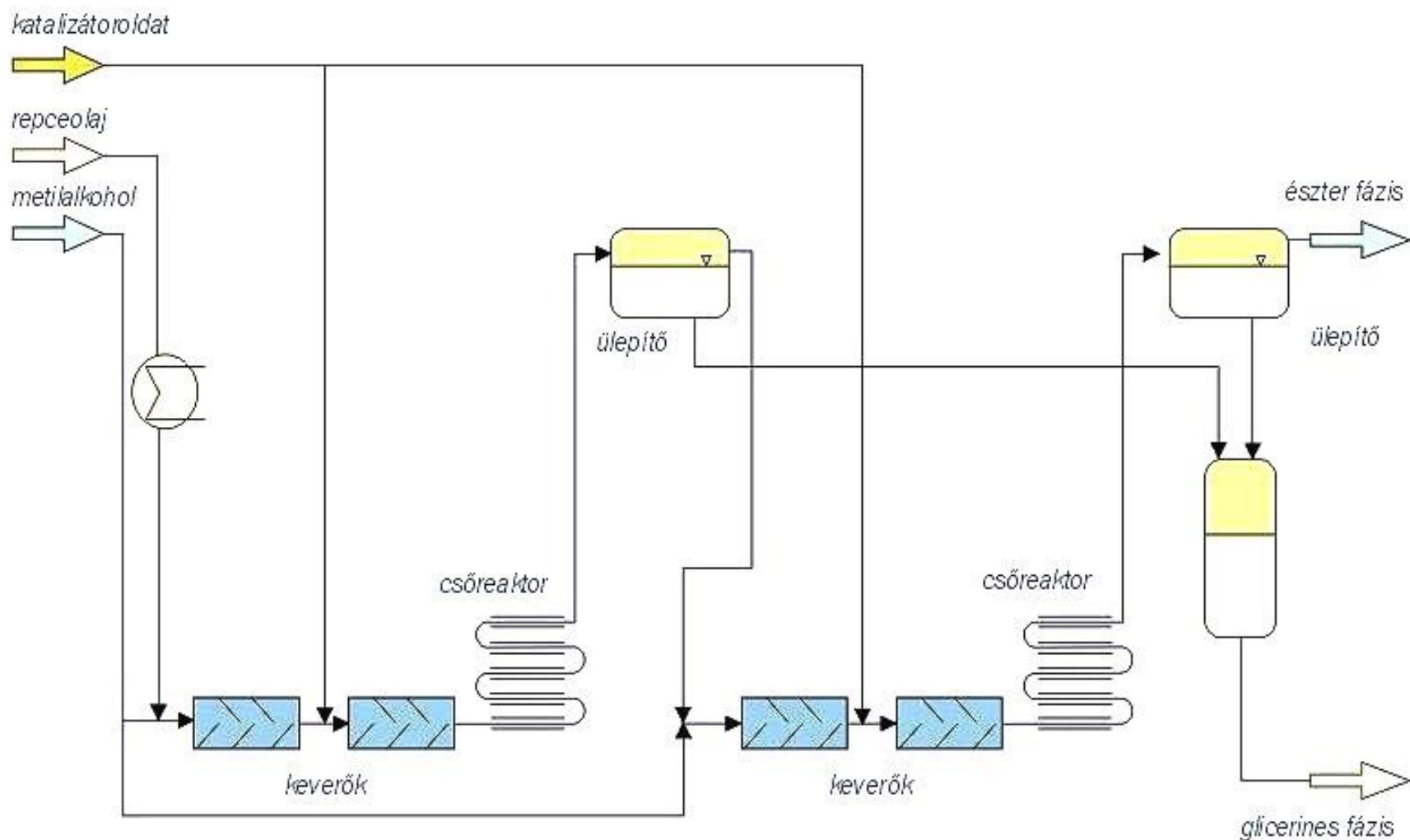
MOLEKULAMODELL



DÍZELGÁZOLAJ (n-hexadekán)



Folyamatos észterezési technológia



Észterezés

- **Átésterezés:**
 - Lúgos katalizátor,
 - Savas katalizátor,
 - Enzim katalitikus.
- **Etanollal is végezhető:**
 - Drágább,
 - Nem terjedt el.
- **Metanol (fa-szesz):**
 - Fa száraz desztillációjával,
 - Foszilis eredetű szintézisgázból.
- **Ülepítés:**
 - Nehezebb fázis: glicerin, katalizátor, zsírsavak sói (szappanok).
 - Észterfázis: növényolaj-metilészter + kevés szappan és katalizátor.
- **Tisztítás.**

Repceolaj és a dízelgázolaj összehasonlítása

Jellemzők	Repceolaj	Dízelgázolaj
Sűrűség	0,905...0,930	0,820...0,845
Kinematikai viszkozitás, mm ² /s	33...43	2...4,5
Fűtőérték, MJ/kg	37,0...37,2	40...44
MJ/dm ³	33,7...34,0	35,7...35,8
Kéntartalom, ppm	9-120	150...350
Cetánszám	40...56	51...60
Víztartalom, ppm	100...1000	30...200
Lobbanáspont, Celsius fok	317...325	55-nél nagyobb

Biodízel kontra dízel

- Teljesítmény közel azonos.
- Szénhidrogén és korom-emisszió kisebb.
- Jó kenőképeség.
- Jó gyulladási hajlam – kis motorzaj.
- Nem mérgező.
- Nem robban.
- Víztartalom – korrózió.
- Szabad OH csoport – színesfém korrózió.
- Bizonyos esetben nagyobb NO_x -emisszió.
- Kipufogógáz büdös – oxidáló katalizátor kell.

Biodízel bekeverése

- **20%-ig nem okoz problémát.**
- **EN 14 214:2003 szabvány.**
- **Tiszta formában enyhe oldószer.**
- **Nagyobb arányban használva (30%) átalakítások: gumicsövek, tömítések.**

Biodízel-gyártás Magyarországon

- **Kunhegyes 3500 t/év.**
- **Bábolna 25000 t/év.**
- **...**

- **Komárom 150000 t/év**
 - MOL 120 ezer t-t kötött le.
 - Repce, napraforgó, használt sütőolaj.
 - 120 km-es vezeték Százhalombattai finomítóba.

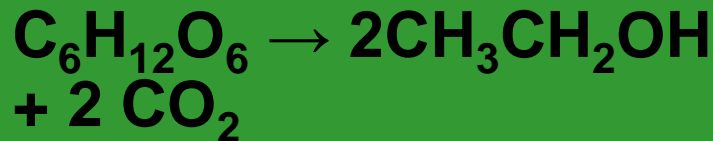
- **2008. január 1-je óta 4,4 %-os biodízel tartalmú gázolajat tankolunk.**
- **2020. január 1-től 8,2%.**

Bioalkoholok alapanyagai

- Megújuló nyersanyagból (növényi biomasszából) mikrobiológiai úton előállított energiahordozó (pálinka 😊).
- **Nyersanyagai:**
 - Egyszerű cukrokat tartalmazó növények (*cukorrépa, cukorcirok, cukornád*),
 - Egyszerű cukrokat tartalmazó melléktermékek (*melasz*),
 - Keményítő tartalmú növények (*kukorica, búza, burgonya*),
 - Keményítő tartalmú melléktermékek és hulladékok,
 - Inulin tartalmú növények (*csicsóka*),
 - Cellulóz és hemicellulóz tartalmú növények ill. melléktermékek (lág- és fás-szárú lignocellulózok).

Bioetanol gyártás

- **Alkoholos fermentáció:**



- **Alapanyagok:**

- **Cukor:** cukorrépa, cukornád
- **Keményítő:** kukorica, gabona;
- **Cellulóz:** fa, szalma, papír.

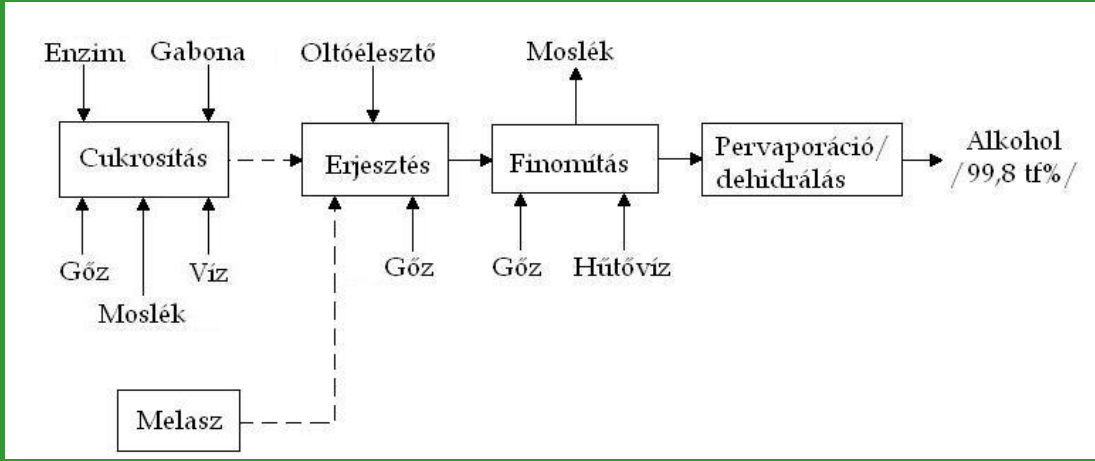
- **Cellulóz alapú anyagok előkészítése, fermentálása:**

- **Egylépcsős töménysavas eljárás:**
 - koncentrált ásványi sav (pl.: kénsav) hozzáadása,
 - 100°C alatt,
 - rozsdamentes anyagok miatt drága,
 - Sav-visszanyerés probléma.
- **Kétlépcsős hígsavas eljárás.**
- **Enzimes hidrolízis.**
- **Biokonverzió.**

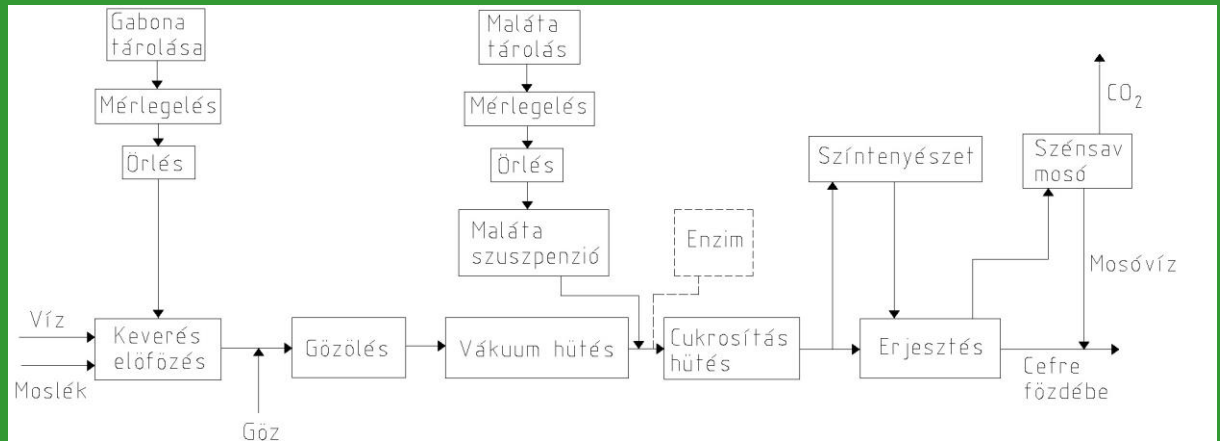
Bioetanol gyártás folyamata

- **Keményítő-tartalmú anyagok:**
 - Előáztatás
 - Keményítő kiszabadítása a sejtszerkezetből (feltárás): gőzölés;
 - Cefre cukrosítása (keményítő bontása) enzimekkel: maláta vagy preparátum.
 - Szakaszos (kádakban);
 - Folyamatos.
- **Alkoholos fermentáció:**
 - Oltóanyag szaporítása színtenyészetből;
 - pH és szárazanyag-tartalom előzetes beállítása;
 - Hőfelszabadulással jár a fermentáció, hűtéssel szabályozzák;
 - Időtartam: 40h.

Alkoholgyártás különböző alapanyagokból



Gabonacefre-készítés



További kezelések

- **Szeszlepárlás**
 - Fermentáció után 7-11% alkohol.
 - Több lepárlóoszlop összekapcsolása:
 - Tisztább szesz,
 - Nagyobb költség.
- **Nyersszesz finomítása**
egyéb alkoholok, aldehidek, savak, észterek.
- **Víztelenítés (3,5-5%)**
 - Kalcium-klorid,
 - Nyomásváltoztatás,
 - Azeotróp desztilláció (benzol adagolása),
 - Fagyasztás ($< 0\text{ °C}$).

Bioetanol előállítása lignocellulózból

- nyersanyag elsődleges kezelése,
- előkezelés,
- (frakcionálás, részleges elcukrosítás),
- folyadék, szilárd szétválasztás (lignin szeparáció),
- enzim termelés és visszanyerés,
- enzimes hidrolízis,
- mikrobiális fermentáció (hexóz, pentóz),
- termék kinyerés (pl.: desztilláció),
- melléktermékek (lignin) vízmentesítése és szárítása, konverziója.

Faanyag felépítése

fontosabb összetevők a biokonverzió szempontjából

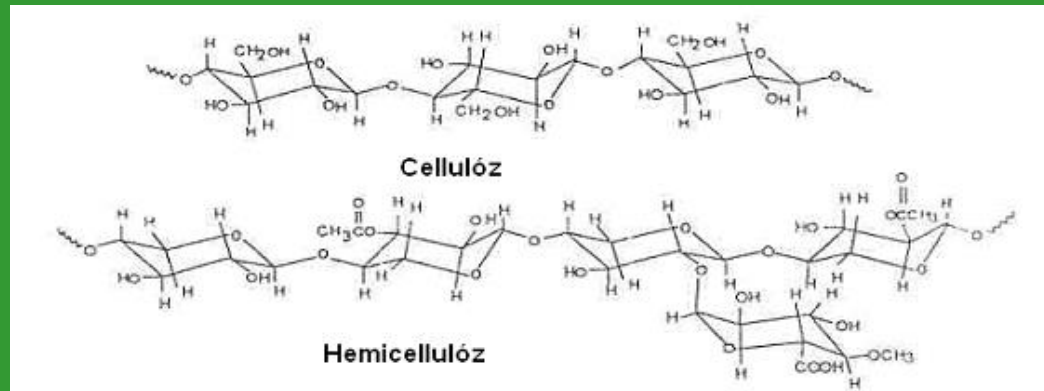
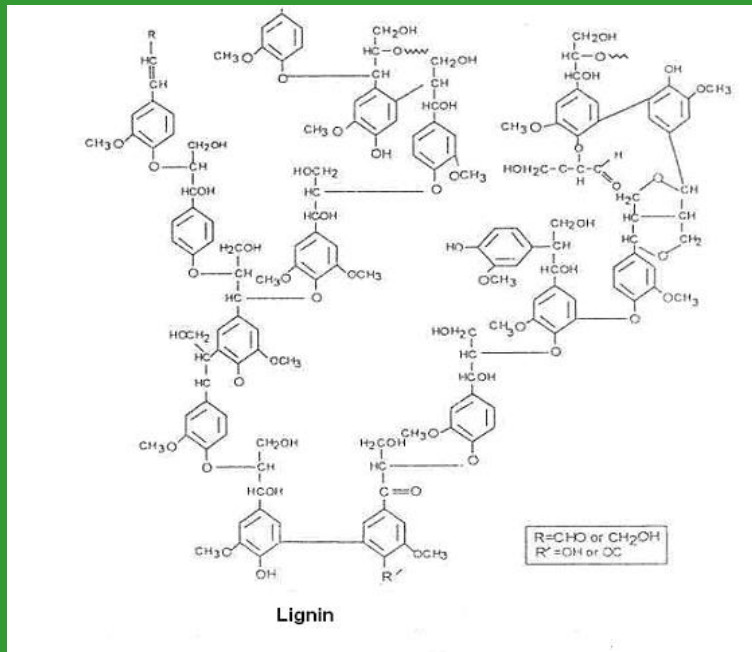
- 60-75% {
- Cellulóz →
 - Hemicellulóz →
 - Lignin →

D-glükóz

D-xilóz, D-glükóz, D-mannóz,

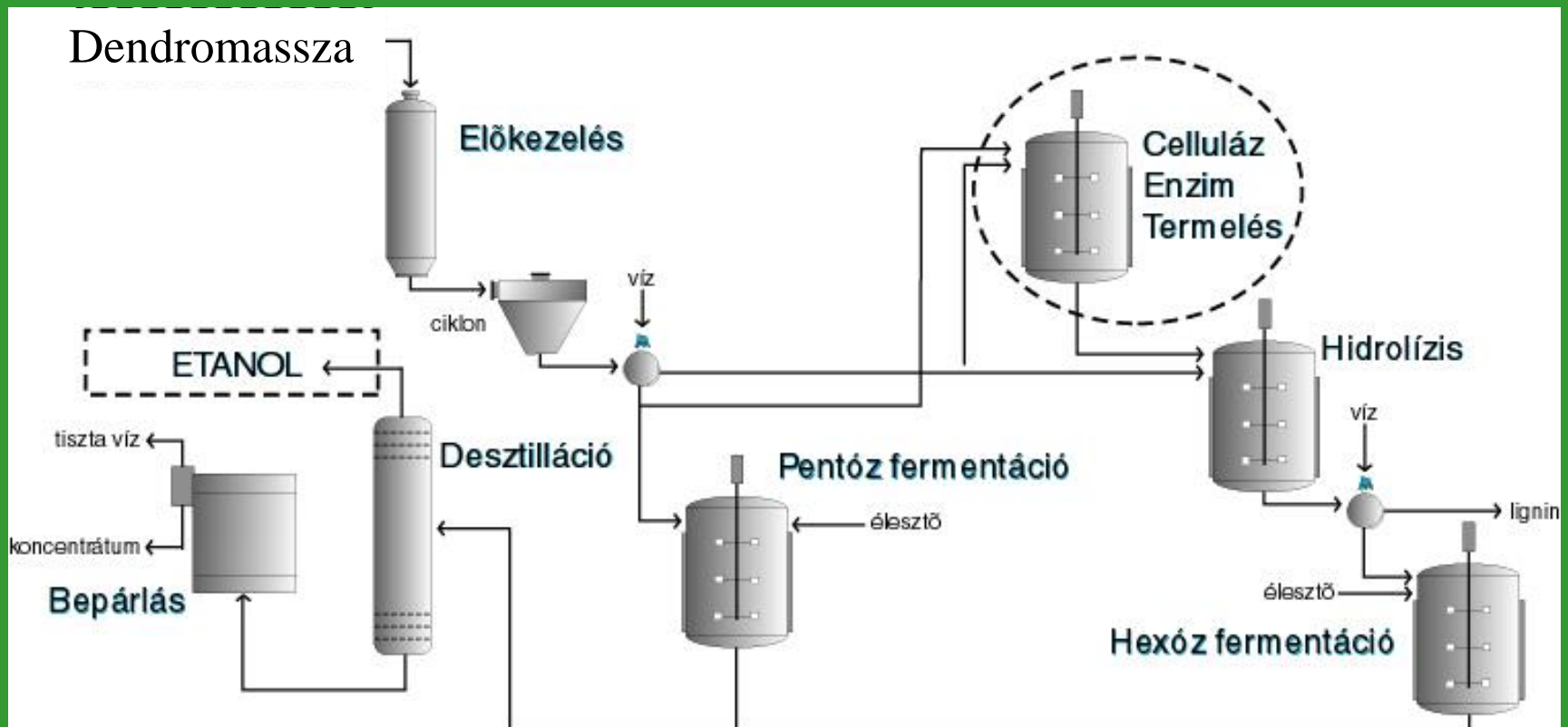
L-arabinóz és uronsavak

fenolos hidroxi- és metoxi csoportokat tartalmazó bonyolult szerkezetű aromás polimer



Forrás: Németh K. 1998.

Lignocellulózból (dendromasszából) etanol teljes technológiai vázlat



Forrás: Réczeyné, 2005. nyomán

Etanol előállítása lignocellulózból különböző biokonverziók

- **SHF** - szeparált hidrolízis és fermentációs eljárás - Separate Hydrolysis and Fermentation,
- **SSF** - folyamatos elcukrosítás és fermentáció - Simultaneous Saccharification and Fermentation (2010-től),
- **SSCF** - folyamatos elcukrosítás és együttes-fermentáció - Simultaneous Saccharification and Co-Fermentation (2015-től),
- **DMC** - direkt mikrobiális konverzió - Direct Microbial Conversion, vagy egyéb szakirodalomban állandósított biokonverzió - CBP-Consolidated BioProcessing (2020-tól).

Előkezelési technológiák

Fizikai

Aprítás,
őrlés

Kémiai

Savak,
lúgok,
gázok, stb.

Biológiai

Különböző
mikrobák
(pl.: Pleurotus,
Phlebia)

Kombinált

Előzöek
együttes
alkalmazása

Cél: fajlagos felület
növelése

Cél: komplex szerkezet
megbontása

Hidrolízis - teljes elcukrosítás

Savas hidrolízis:

- Az egylépcsős tömény savas hidrolízis.
- A kétlépcsős híg savas eljárás.
- A hidrolízis során degradációs termékek keletkeznek.
- A tömény savas eljárás saválló készülékeket igényel.

Enzimes hidrolízis:

- A körülmények enyhébbek, kevesebb a melléktermék, nagyobb a cukorkihozatal, mint a savas hidrolízisnél.
- Nagy mennyiségű celluláz enzim adagolása szükséges.
- Az enzim termelés a folyamat kritikus lépése.
- Lényeges a hatékony enzimtermelés.

Enzimes hidrolízis során alkalmazható enzimrendszerek

- Cellulóz frakció hidrolíziséhez:
 - *Trichoderma reesei* - celluláz,
 - *Aspergillus niger* - b-glükozidáz
- Hemicellulóz frakció hidrolíziséhez:
 - pl.: SP431 - xilanáz,
 - mannanázok, stb.
- Rekombináns DNS technológia.

Mikrobiális fermentáció

Hexóz erjesztés:

Saccharomyces cerevisiae,

Zymonomas mobilis.

Együttes erjesztés:

Pichia stipitis, *Candida shehatea*, *Pachysolen tannophilus*,

Clostridia sp., *Echerichia coli*, *Thermoanaerobacter ethanolicus*, *Klebsiella oxytoca*, *Erwinia sp.*,

Kluyveromyces celobiovorus, *Ruminococcus albus*,

Monilia sp., *Neurospora crassa*, *Paecilomyces sp.*

Pentóz erjesztés:

gén módosított S. cerevisiae,

gén módosított Z. mobilis.

Termék kinyerés és a nem fermentálható anyagok hasznosítása

- Termék kinyerés:
 - desztilláció,
 - rektifikáció,
 - azeotróp desztilláció,
 - dehidratálás, stb.
- Nem fermentálható anyagok hasznosítása:
 - lignin hőkonverziója.

Üzemanyag-alkohol felhasználási lehetőségei

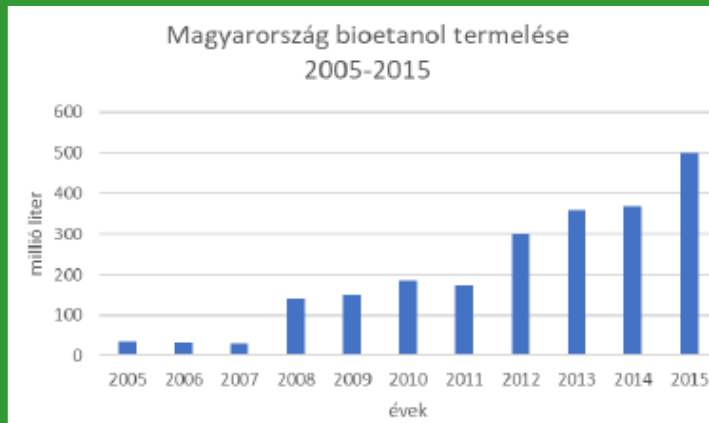
- Tiszta etanol,
- Benzin + etanol adalék,
- ETBE (Etil Tercier Butil Éter),
- Gázolaj + etanol adalék,
- Biodízel + etanol adalék.

Bioetanol kontra benzin

- **Jobb kompresszió tűrés.**
- **Energiasűrűség 20%-kal kisebb.**
- **Gumit károsítja.**
- **Benne lévő víz(-ben oldott oxigén) megtámadja a magnézium, alumínium felületeket.**
- **Kenőképessége gyenge.**
- **10-15%-ig nem okoz problémát a bekeverés.**

Bioetanol Magyarországon

- Szabadegyháza:
„GreenPower E85” bio-üzemanyag gyártás, 85% bioetanol.
- Kizárólag átalakított motorokba! (vezérlőegység programja, befecskendező fűvókák, benzinnyomás).
- Százhalombatta MOL 50e t/év.



- E-85 töltőállomások:
 - AVIA (Castrol) Budapest, Gvadányi út;
 - AVIA Budapest, Üllői út;
 - TESCO Budapest, Pesterzsébet;
 - AVIA Érd;
 - Oil benzinkút Bábolna;
 - Oil benzinkút Kecskemét;
 - Oil benzinkút Székesfehérvár;
 - Benzinklub Veszprém;
 - Oil benzinkút Győr;
 - AVIA Sopron.

Metanol, etanol előnyei

- oktán- illetve cetánszámuk magasabb a hagyományos motorhajtóanyagokénál,
- égésjavító hatás,
- nagyon alacsony kéntartalom,
- viszonylag kicsi ózonképző aktivitás,
- csővezetékben szállítható,
- égése vízzel is eloltható,
- biomassa alapon előállítva csökken a CO₂-kibocsátás,
- energiacellákban alkalmazható,
- alacsony NO_x- és részecske kibocsátás,
- benzinnél kisebb égési hőmérséklet, stb.

Metanol, etanol hátrányai

- mérgezőek
- előállításának energiamérlege negatív a motorbenzinéhez képest,
- kis fűtőérték (18MJ/dm³),
- hidegindítási nehézségek,
- jó vízzoldhatóság,
- viszonylag nagyobb aldehid emisszió
- korrózió, stb.

További oxigéntartalmú motorhajtóanyagok:

DME, MTBE, ETBE

Biogáz

Szerves anyagok anaerob fermentációja

Összetétel:

50-80%



50-20%



<1%



<1%



<1%



Alapanyagok, adalékanyagok

- **Alapanyagok:**
 - Állati (szarvasmarha) ürülék /szűkebb értelemben vett biogáz/,
 - Szennyvíziszap /szennyvíztelepi gáz/,
 - Kommunális hulladék szerves része /depóniagáz/.
- **Adalékanyagok:**
 - Növényi hulladékok (kukoricaszár, szalma, fű ...stb.),
 - Energianövények,
 - Élelmiszeripari hulladékok,
 - Ételmaradékok.

Biogáz képződése

- Hidrolízis



- Savképződés

Kis szénatom-számú
szerves savak, alkoholok

Hidrogén, széndioxid,
ammónia

- Acetogén fázis

Ecetsavak
 CH_3COOH

- Metánképződés

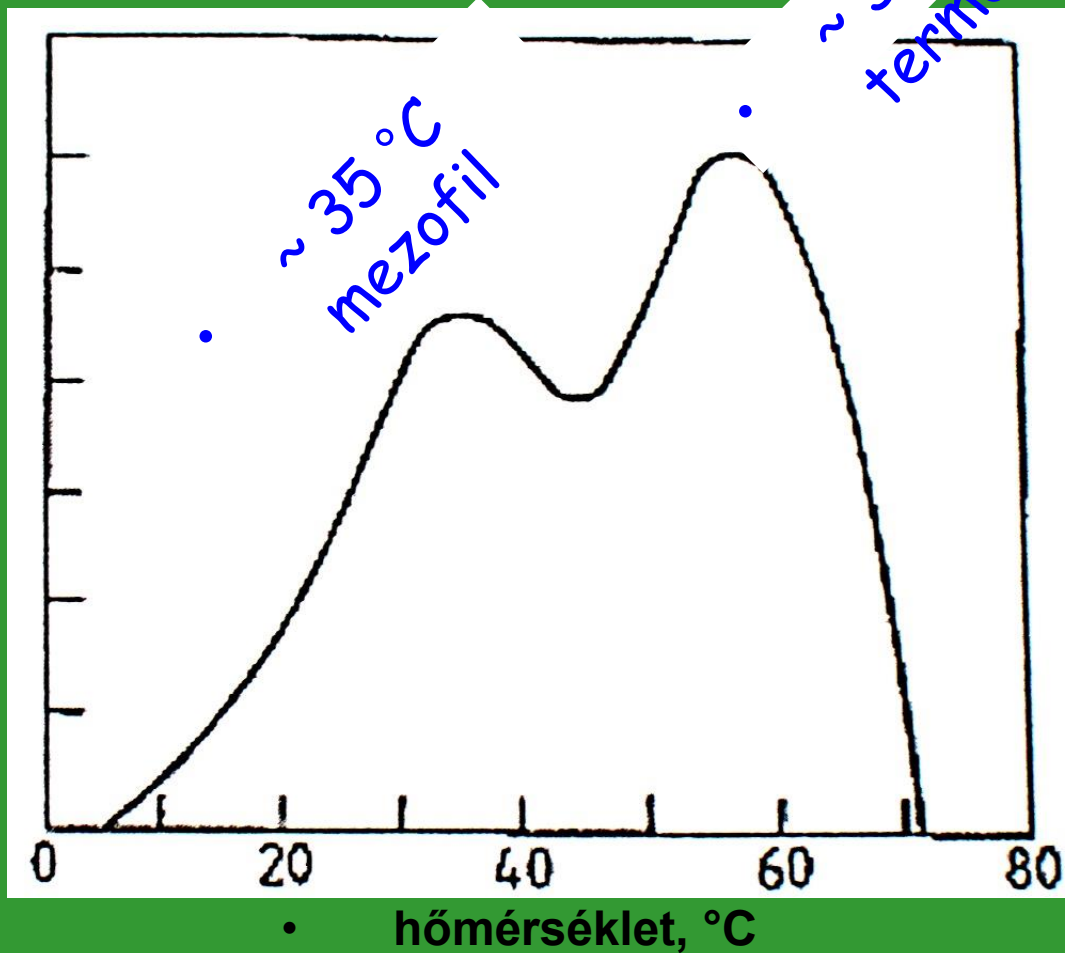
Metán, széndioxid, víz

Az anaerob folyamat feltételei

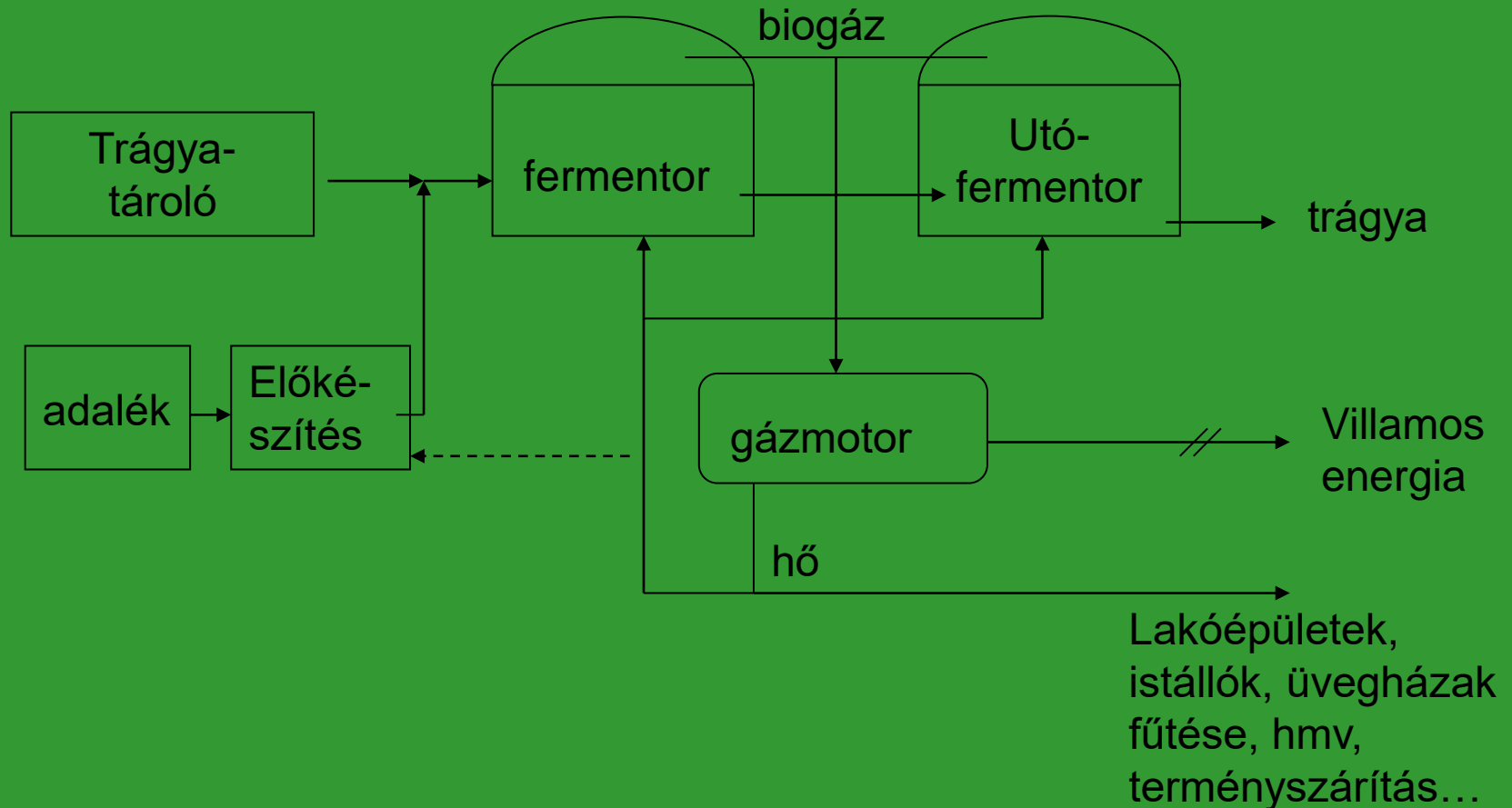
- Nedvesség: >50%;
- Hőmérséklet:
 - (Pszikrofil <30°C),
 - Mezofil 30-40°C – kevésbé érzékeny,
 - Termofil 40-55°C – nagyobb gázkihozatal;
- Tartózkodási idő: 15 – 100 nap;
- pH≈7,5;
- Tápanyag: optimálisan 1-3 kg szá./Nm³gáz/nap;
- Segédanyagok: oldott nitrogénvegyületek, ásványok, nyomelemek – trágyában megtalálható;
- Optimális C:N arány: 20:1 – 40:1;
- Fertőtlenítőszeres és antibiotikumok minimalizálása;
- Állandó körülmények (T, pH).

- **Biogáz termelés**

- gáztermelés sebessége



Biogáz erőmű felépítése



A biogáz erőmű elemei

- Trágya megfelelő tárolása, mert megkezdődik a metánképződés, csökkenti a biogáz-hozamot és káros az állatok egészségére (üvegházhatás: 1t CH₄ ~ 20-21t CO₂).
- Fermentor szigetelése (víz, gáz, hő).
- **Anyagok előkészítése:**
 - Mechanikai előkészítés: aprítás/darálás/őrlés (megelőzni a szivattyú eltömődését, nagyobb felület – jobb hozzáférés);
 - Melegítés: zsírok dermedését megakadályozni.
 - Hőkezelés (pasztörizálás (70°C/1h)): patogének (szalmonella, kóli, streptococcus, staphylococcus, paratuberkolózis...) elpusztítása.
- **Szubsztrátum keverése:**
 - Baktériumok behatolását segíti a friss anyagba;
 - Állandó hőmérsékletet biztosít;
 - Üledék-képződést megakadályozza;
 - Gáz-buborékok eltávolítása, helyükre friss tápanyag juttatása – fokozva ezzel a baktériumok anyagcseréjét.

A biogáz erőmű elemei

- **Biogáz (feldolgozás után) alkalmas:**
 - Tüzelőanyagként → gázmotor,
 - CO₂-leválasztás után üzemanyag, vagy földgáz-hálózati betáplálás (gyakorlatban nem alkalmazzák).
- **Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés:**
 - Folyamatos üzem: kisebb motor, kisebb teljesítmény;
 - Csúcsidőben üzemeltetés: nagyobb teljesítmény, de gáztároló.

A fermentorok méret szerinti csoportosítása

- **Kis méretű: 5-100 m³;**
 - 100-1000 t/év,
 - Ázsiában használják,
 - Nincs szigetelés, keverés, fűtés.
- **Közepes méretű: 100-800 m³;**
 - (1-15) ezer t/év,
 - Önálló farmok/gazdaságok.
- **Ipari méretű:**
 - >15 ezer t/év,
 - fermentálási maradék további kezelése: jó minőségű trágya előállítása,
 - élelmiszeripari (koncentráltan, nagy mennyiségű) szerves hulladékok kezelése.

Szubsztrátum összetétele

- Szárazanyag-tartalom (DM),
- Szervesanyag-tartalom (OM),
- Maximális biogáz-kihozatal (m^3/t ODM).

trágya	DM %	OM %	m^3/t ODM
Tehén	7-15	65-85	200-400
Sertés	3-13	65-85	350-550
Baromfi	10-20	70-80	350-550

Adalékanyagok

- Kb. 15% szárazanyag-tartalom még jól kezelhető.
- Kihozatal növelése:

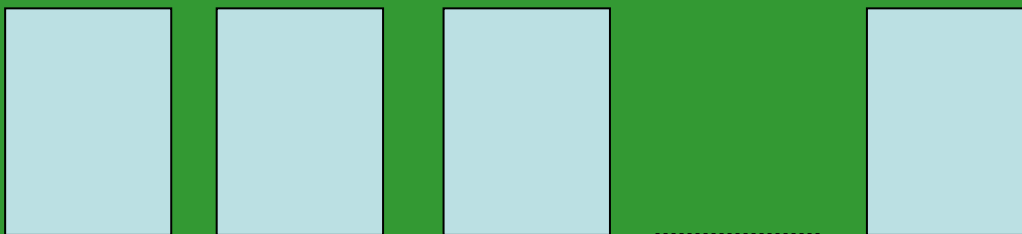
	DM %	OM %	m ³ /t ODM
Silókukorica	15-40	80-90	500-900
Fű	30-50	80-90	500-700
Vágóhídi húslé	8-50	70-90	600-1300

Rothasztott iszap

- **Növények által felvehető nitrogénvegyületek mennyisége nagyobb.**
- **A lignin (humusz-jellegű) összetevő nem csökkent.**
- **Kevésbé szagos.**
- **Homogénebb.**
- **Kevesebb patogén és mag.**

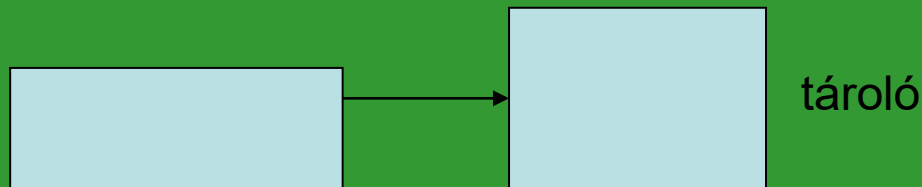
„Batch” fermentor

- Zárt rendszerként funkcionál.
- Kimerülése után az anyag 5-10%-a a tartályban marad.
- Állandó biogáz-hozam eléréséhez több fermentor szükséges.



Fél-folyamatos

- A fermentor tárolásra is használható, amint megtelik, folyamatos fermentorként kezd működni.
- Rövidebb tartózkodási idő: kisebb gázkihozatal.



Fekvő hengeres kialakítás

- **Kisebb acél tartály: 50-150 m³**
- **Külső biogáz tároló**
- **Csak függőleges keverés:**
 - teljesen kirohasztott iszap távozik;
 - rövidebb tartózkodási idő;
 - jobb gázkihozatal;
 - jobb fertőtlenítő hatás.



Álló hengeres kialakítás

- 300-1500 m³.
- Acél vagy beton.
- Külső (szubsztrátum) vagy belső fűtés.
- Biogáz tárolással együtt vagy külön.



Biogáz erőművek Magyarországon

- Nyírbátor: 2002. december; 2,5 MWe.
- Pálhalma: 2007. december; 1,7 MWe + hő (állattartó telep, irodaház fűtése, klimatizálása).
- Kenderes-Bánhalma: 2007. szeptember;
1 MWe + 0,7 MWth
- Klárafalva: 2007. december 0,5 MWe.

Nyírbátor



Kommunális hulladék

- Elsősorban a deponálendő hulladék térfogatának csökkentése a feladat.
- Az energiatermelés másodlagos.
- A hulladék keletkezése és az energiatermelés igénye (mindkettő folyamatos) megfelel egymásnak.
- Szelektív hulladékgyűjtés.
- Alapvetően kombinált technológiák.
- Környezetvédelmi követelmények kielégítése.

Depóniagáz

- **Szigetelt, fedett tároló.**
- **Kommunális szerves hulladék.**
- **Kis létesítési, fenntartási költség.**
- **Pszikrofil.**
- **10-25 év.**
- **50-200 m³/t.**
- **50-200 kWe gázmotor.**
- **Hulladéklerakók hatékonyabb kihasználása.**

Szennyvíz-iszap

- Ülepített, sűrített szennyvíz.
- Kb. 700e t/év Magyarországon.
- 60% lerakás, 40% mezőgazdasági hasznosítás:
 - 20% komposztálás,
 - 20% talajba injektálás.
- Fermentálás költséges, de környezetvédelmileg legkedvezőbb lehetőség.