

Megújuló energiaforrások I.

Biomassza 1. Szilárd biotüzelőanyagok

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

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

Primer energiahordozók csoportosítása kimerülésük alapján

Kimerülő energiahordozók

- kémiai tüzelőanyagok:
 - szén, kőolaj, földgáz, egyéb,
- nukleáris tüzelőanyagok:
 - fission, fusion,
- geotermikus energia
- exotherm reactions

Megújuló energiahordozók

- napenergia: napsugárzás, fotosynthesis, wind, water, waves, temperature differences, etc.
- bioenergy: muscle, biomass, microbiological reactions,
- gravitation: tidal energy.

Biomassza

Az ökológus szemében a biomassza valamely élettérben egy adott pillanatban jelen lévő **szerves anyagok és élőlények összessége**.

A biomassza mennyisége megadható az egyedek számában, tömegében, energiatartalmában.

Biomassza

Az energetikus szemében

- A **biomassza** természetes, megújuló, biológiai eredetű energiahordozó, amely a Nap energiáját másodlagosan, szerves organizmusokban való megkötéssel tárolja (tárolt napenergia).
- **Fitomassza**: szilárd biomassza
 - dendromassza: fa és faszármazék
- **Biodízel, bioetanol**: folyékony biomassza
- **Biogáz**: légnemű biomassza

Biomassza

- **elsődleges biomassza:** természetes növényi vegetáció, energianövények;
- **másodlagos biomassza:** természetes állati vegetáció, állattenyésztés fő- és melléktermékei, hulladékai;
- **harmadlagos biomassza:** bioeredetű anyagokat felhasználó iparok fő- és melléktermékei, hulladékai, települések szerves hulladékai.

Biomassza

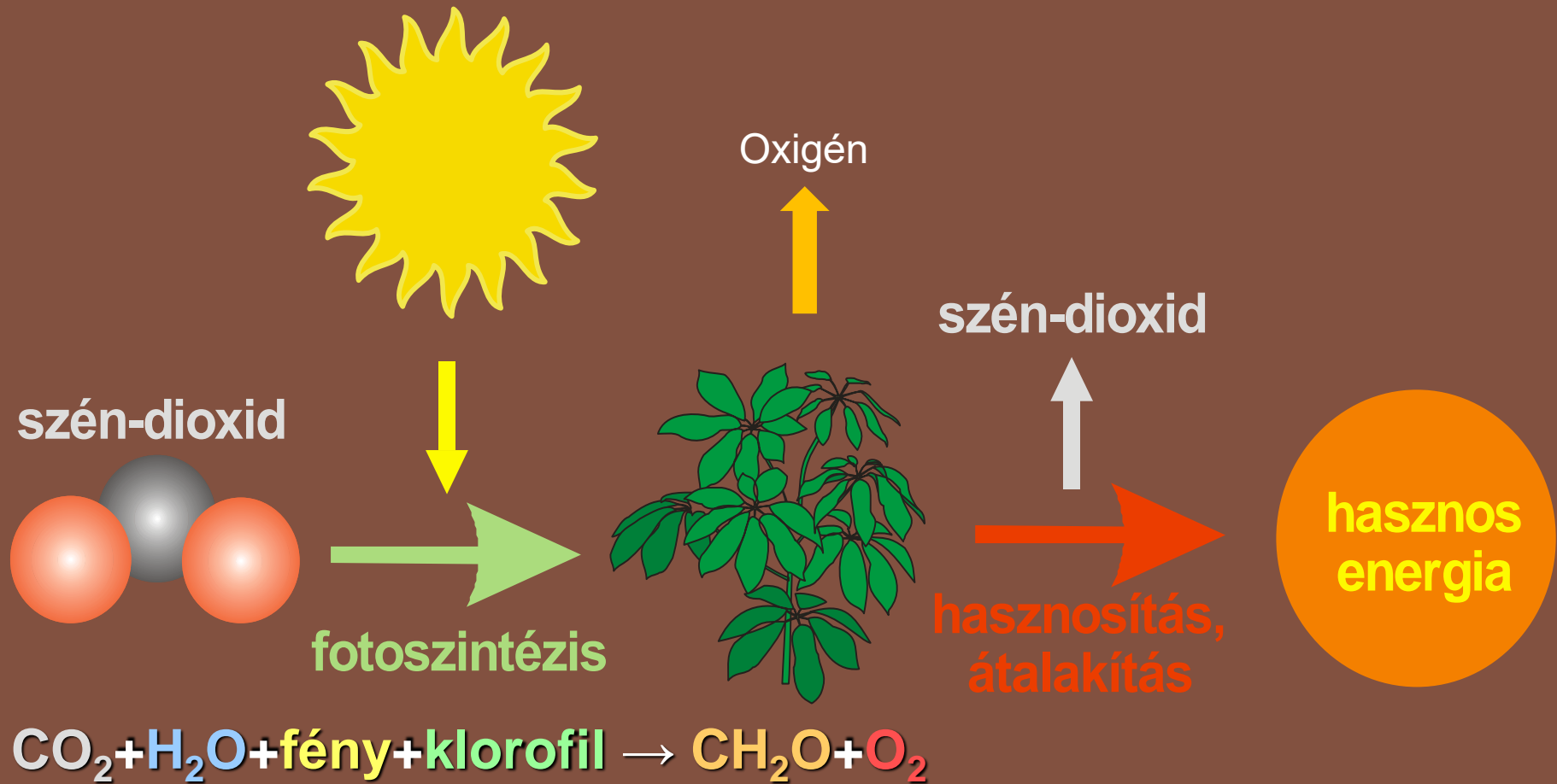
Biológiai eredetű szerves anyag:

- a szárazföldön és vízben található élő és elhalt szervezetek (növények, állatok, mikrobák) testtömege
- biotechnológiai iparok termékei
- különböző transzformálók (ember, állatok, feldolgozó iparok stb.) összes biológiai eredetű terméke, hulladéka, mellékterméke



Biomassza

A biomassza (elsődleges) tárolt napenergia:



Biomassza

A fotoszintézis hatásfoka (hasznosítási foka):

$$\eta_F = \eta_\lambda \cdot \eta_{\text{geom.}} \cdot \eta_{\text{reak.}} \cdot \eta_{\text{resp.}}$$

η_λ : hasznosítható hullámhossz tartomány
(0,4..0,5);

$\eta_{\text{geom.}}$: geometriai hatásfok (visszaverődés,
elnyelődés, mennyi jut el a klorofilhoz, ~0,8);

$\eta_{\text{reak.}}$: kémiai reakció hatásfoka (~0,4);

$\eta_{\text{resp.}}$: párolgási és hőveszteségek (0,4..0,5).

Eredő hatásfok: $\eta_F = 5..8\%$.

Biomassza

Tulajdonságok

- Egyszerre melléktermék és nyersanyag
- Nagy mennyiségben áll a rendelkezésünkre
- Alkotóit nagyrészt újra lehet hasznosítani
(megújuló energiaforrás)
- Jelentős szerephez juthat a vegyi és energiaciklusokban



Biomassza

Alkalmazási előnyök

- Ökológiai okok, mivel általuk a kémiai és energia-körforgások (CO_2) nagymértékben bezárulnának
- A fosszilis nyersanyagok korlátozottan állnak rendelkezésünkre, ami határt szab felhasználásuknak
- Alternatív termékláncot alakít ki a mezőgazdasági melléktermékeknek

Biomassza

Alkalmazási hátrányok

- A fosszilis, nem megújuló, nyersanyagok olcsóbbak, mint a mező- és erdőgazdasági melléktermékek
- A természeti és gazdasági körforgásokban keletkező biomasszát nyersanyagként általánosan elutasítják
- Rendelkezésre állása periodikus
- Magas logisztikai költségek



Fitomassza

Az energiacélú felhasználásra alkalmas **fitomassza** források a következők:

- Az erdőgazdálkodás és a fafeldolgozás alkalmas fő- és melléktermékei, ill. a fás területek metszési hulladékai.
- Természetben keletkező nem fás növényfélések (pl. nád).
- Az élelmezési célú növénytermesztés és -feldolgozás szilárd melléktermékei (szalma, kukoricaszár, napraforgóhéj stb.).
- Az energiacéllal termelt növényi anyagok (energiaszalma, rostkender, repce, kender stb.).

Biomassza felépítése

Fő alkotóelem: **lignocellulóz**

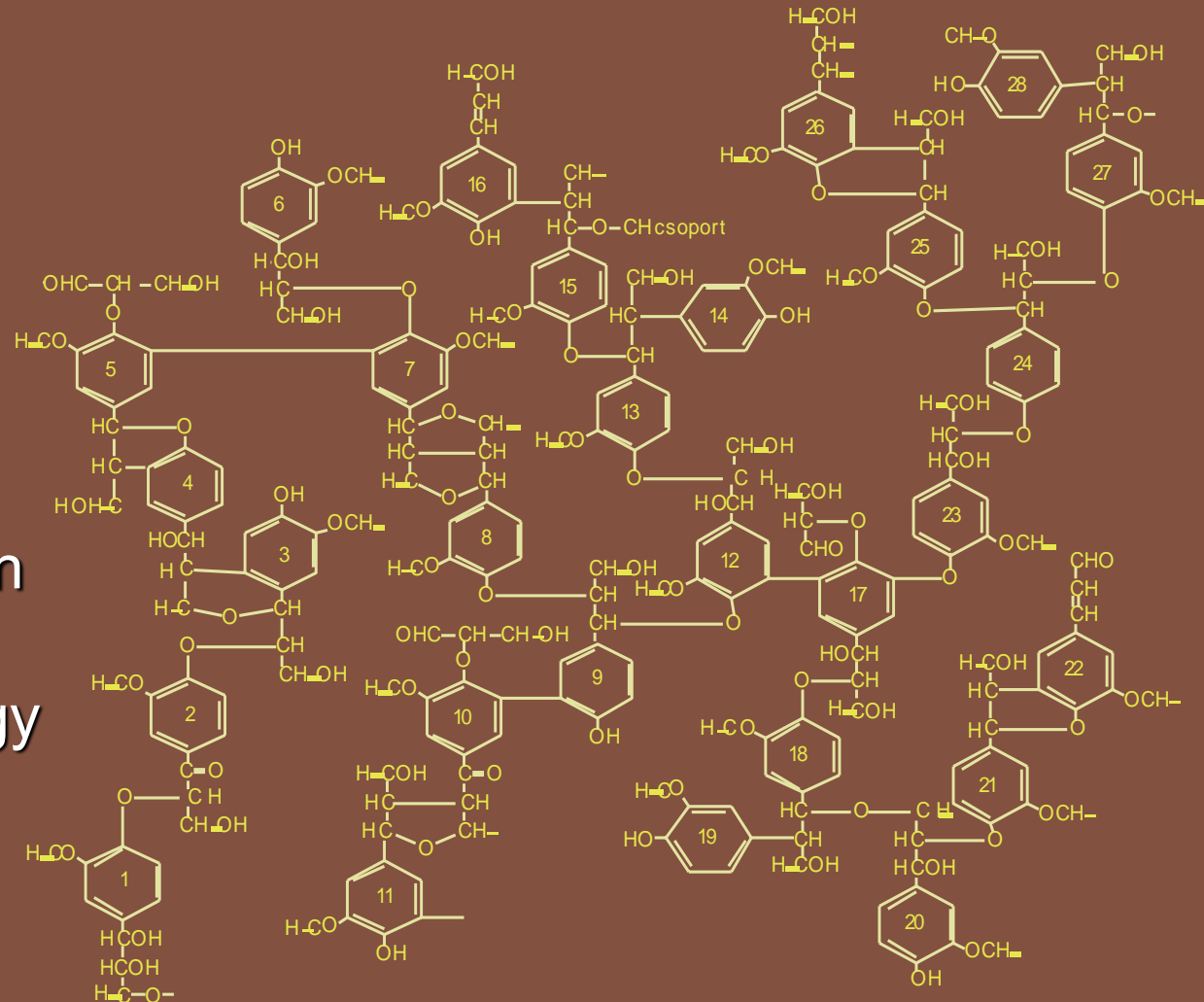
Jellemzői:

- polimorf (kristályos, amorf) makrostruktúra;
- heterogén összetétel (cellulóz, hemicellulóz, lignin, extrakt anyagok);
- egyes tulajdonságai függnnek a
 - polimerizáció fokától,
 - felülettől,
 - lignin eloszlástól.

A lignocellulóz alkotóelemei

Lignin:

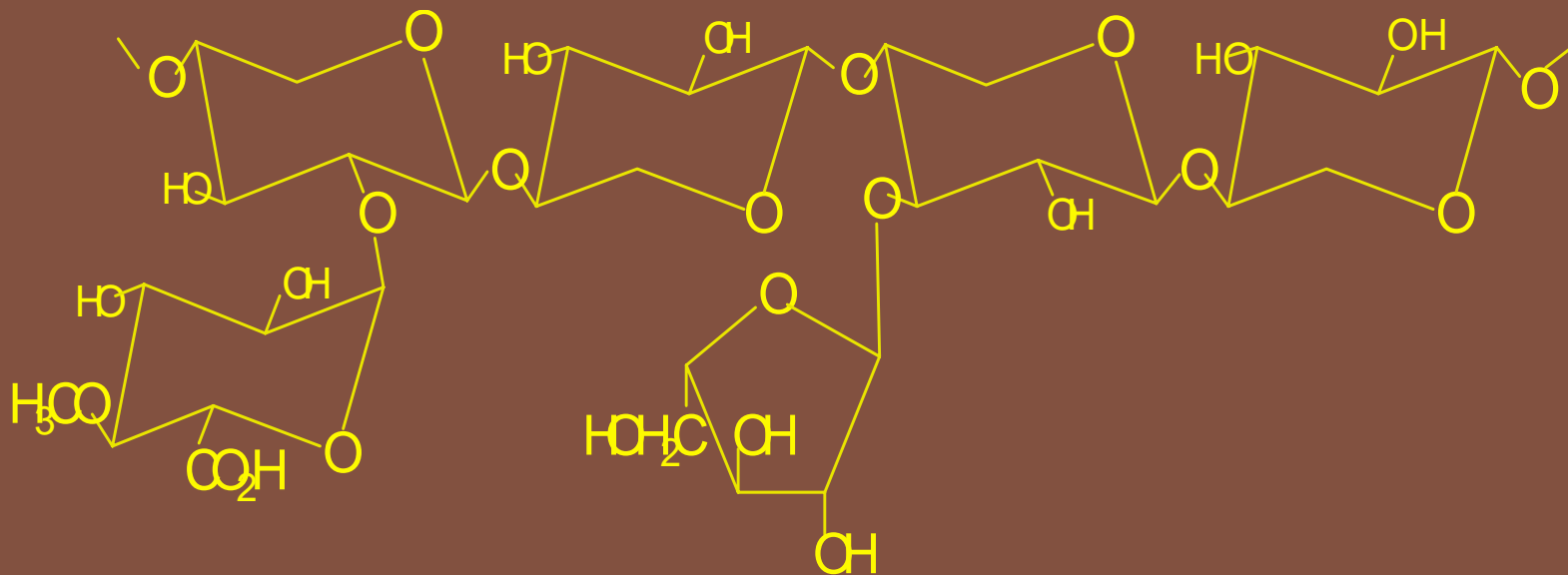
- fenolos hidroxi- és metoxi csoportokat tartalmazó bonyolult szerkezetű **aromás polimer** a $C_{10}H_{12}O_3$ alkohol kondenzációjával és polimerizációjával jön létre;
- molekulatömege nagy (10000 körüli);
- felső fűtőértéke ~20 MJ/kg.



A lignocellulóz alkotóelemei

Hemicellulóz

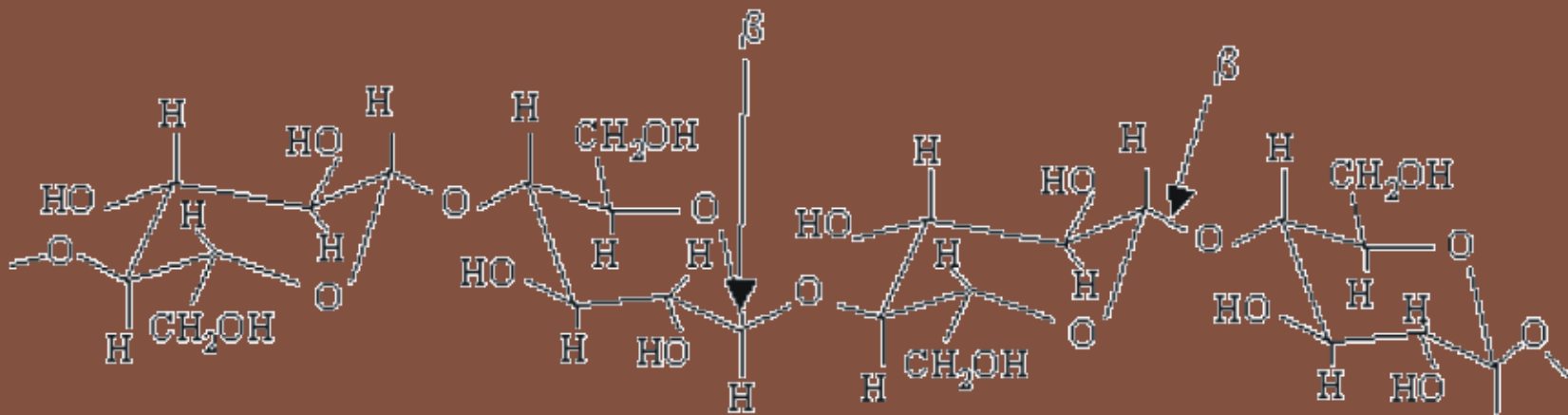
- 5 (D-xylóz és L-arabinóz) és 6 (D-galaktóz, D-glükóz, és D-mannóz) szénatomos cukrokból, valamint uronsavakból épül fel;
- amorf szerkezetű;
- viszonylag egyszerűen cukrokká hidrolizálható.



A lignocellulóz alkotóelemei

Cellulóz

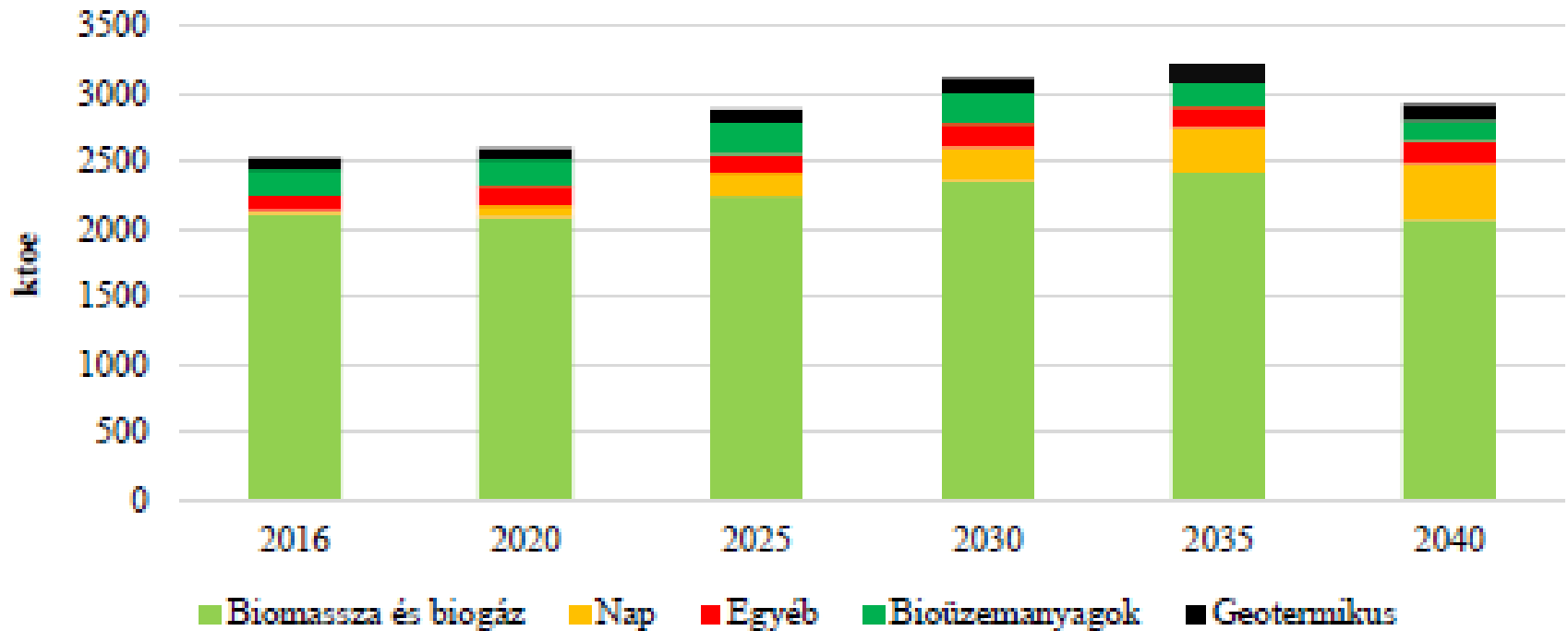
- hosszú D-glükóz lánc (kristályos);
- a biomassa fő alkotóeleme;
- stabil képződmény (erős kötések);
- felső fűtőértéke ~14 MJ/kg.



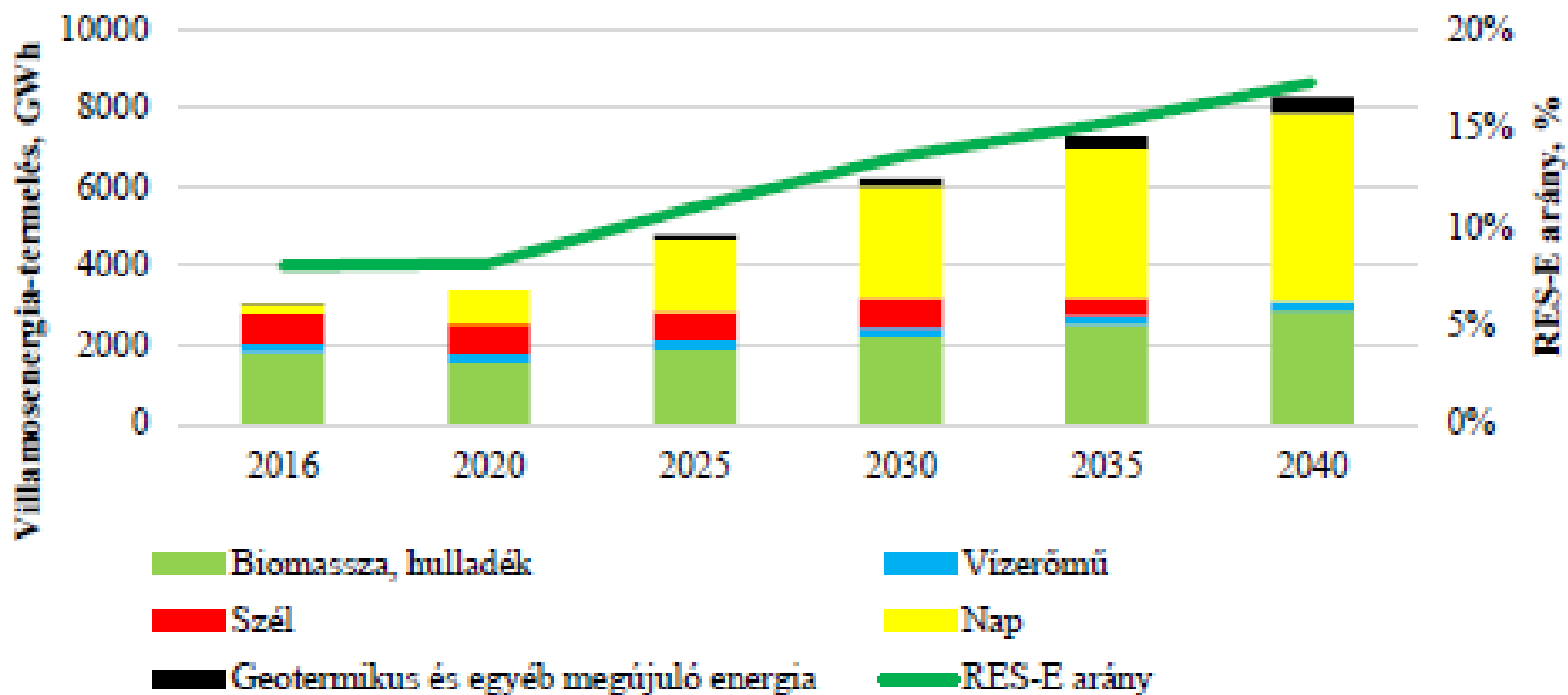
Elegendő?

- Éves átlagos primer energiahordozó teljesítmény-igény a világon: **25 TW**
- Alacsony konverziós hatások → nagy területigény
 - szükséges terület: $3,2 \cdot 10^{13} \text{ m}^2$
- A szárazföldek területe: $1,3 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$
 - területigény **25%** (energiaültetvény)
- A **fotoszintézis** teljesítménye: **~90 TW.**

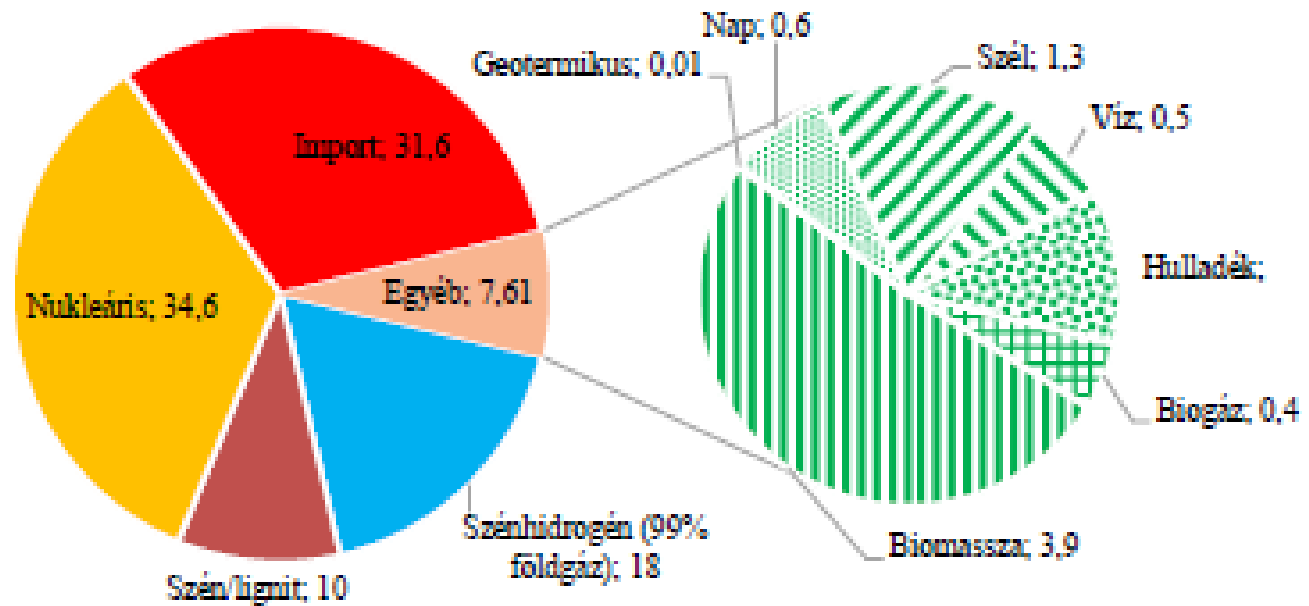
Megújuló energiaforrások felhasználása tüzelőanyag szerinti bontásban, ktoe



Megújuló energiafelhasználás a villamosenergia termelésben (ktoe), megújuló energia részarány (%)

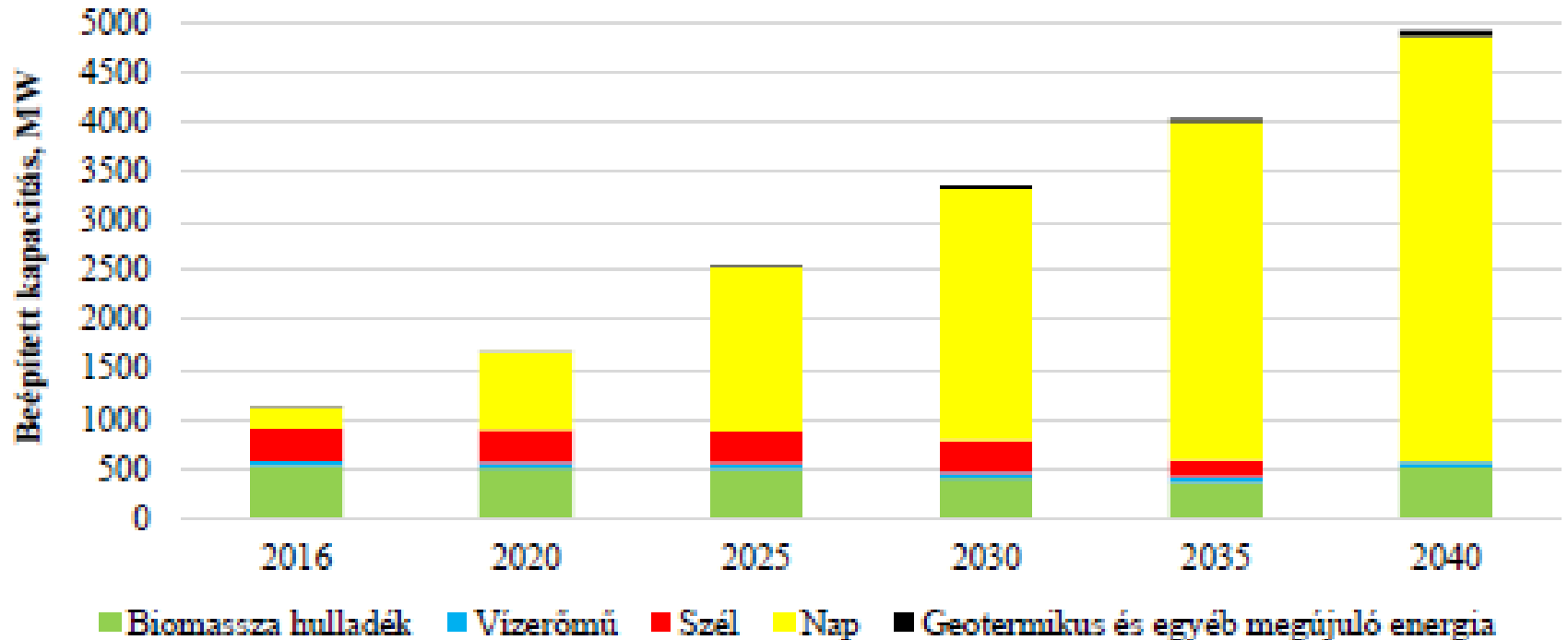


Teljes bruttó villamosenergia felhasználás 2018-ban Magyarországon (%)

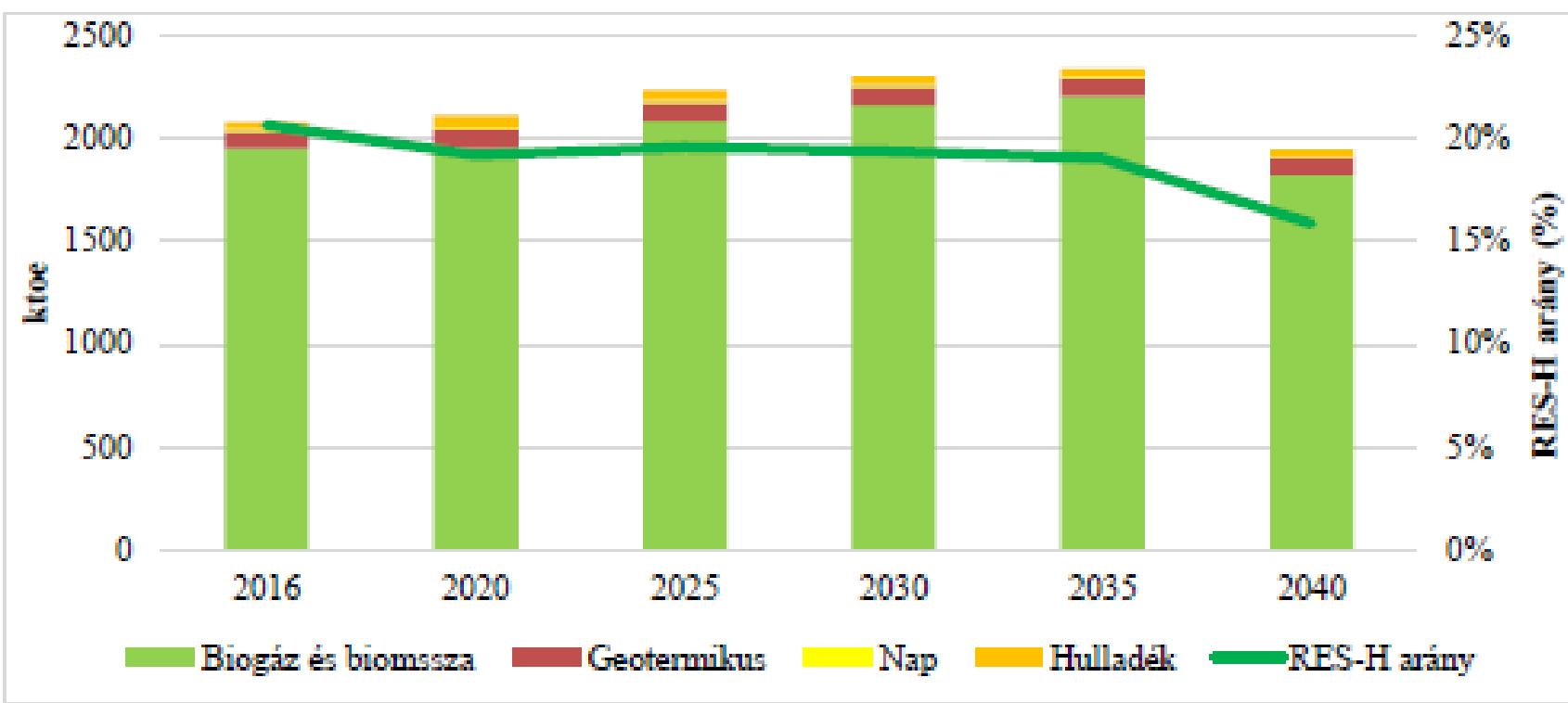


Teljes bruttó villamos energia felhasználás: 45,1 TWh

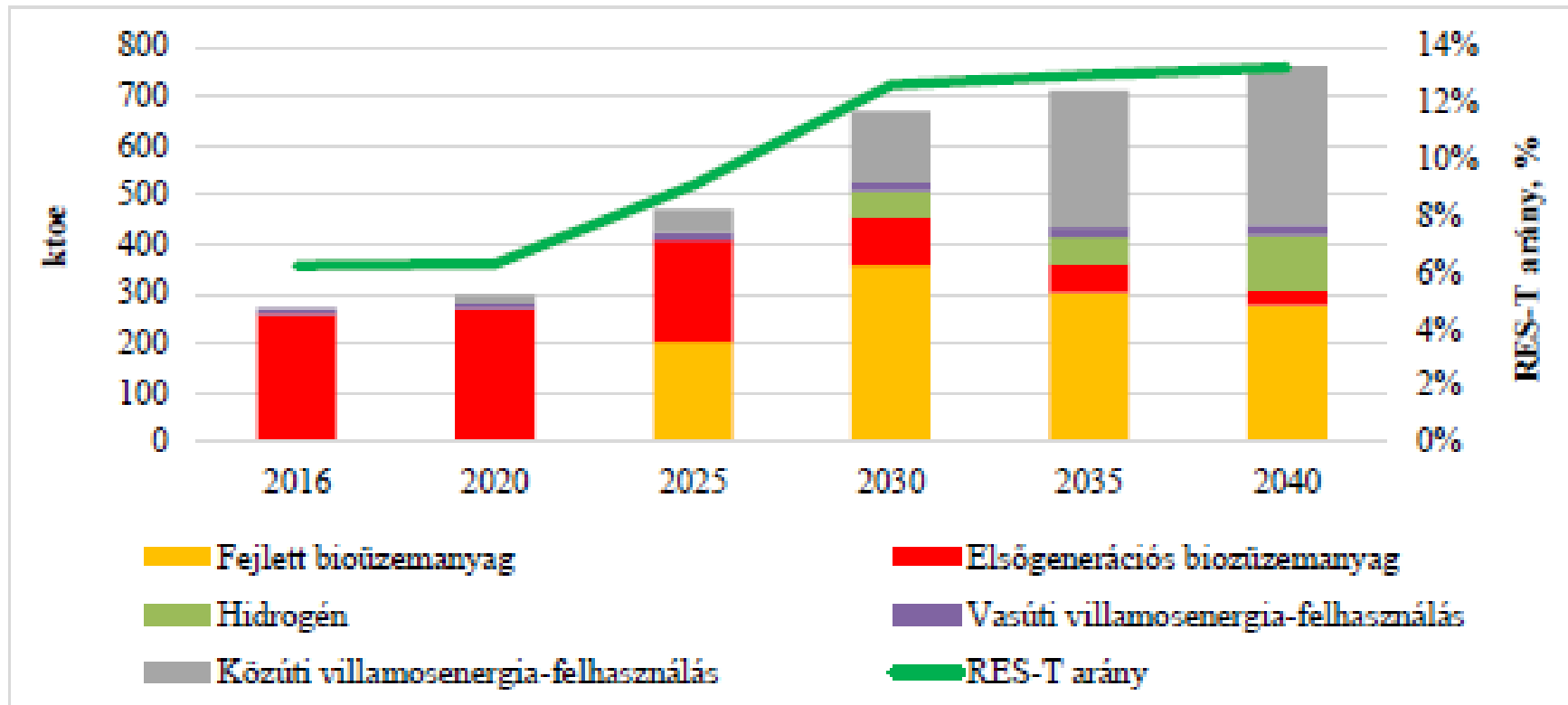
Megújuló energiaforrások beépített kapacitása, MW



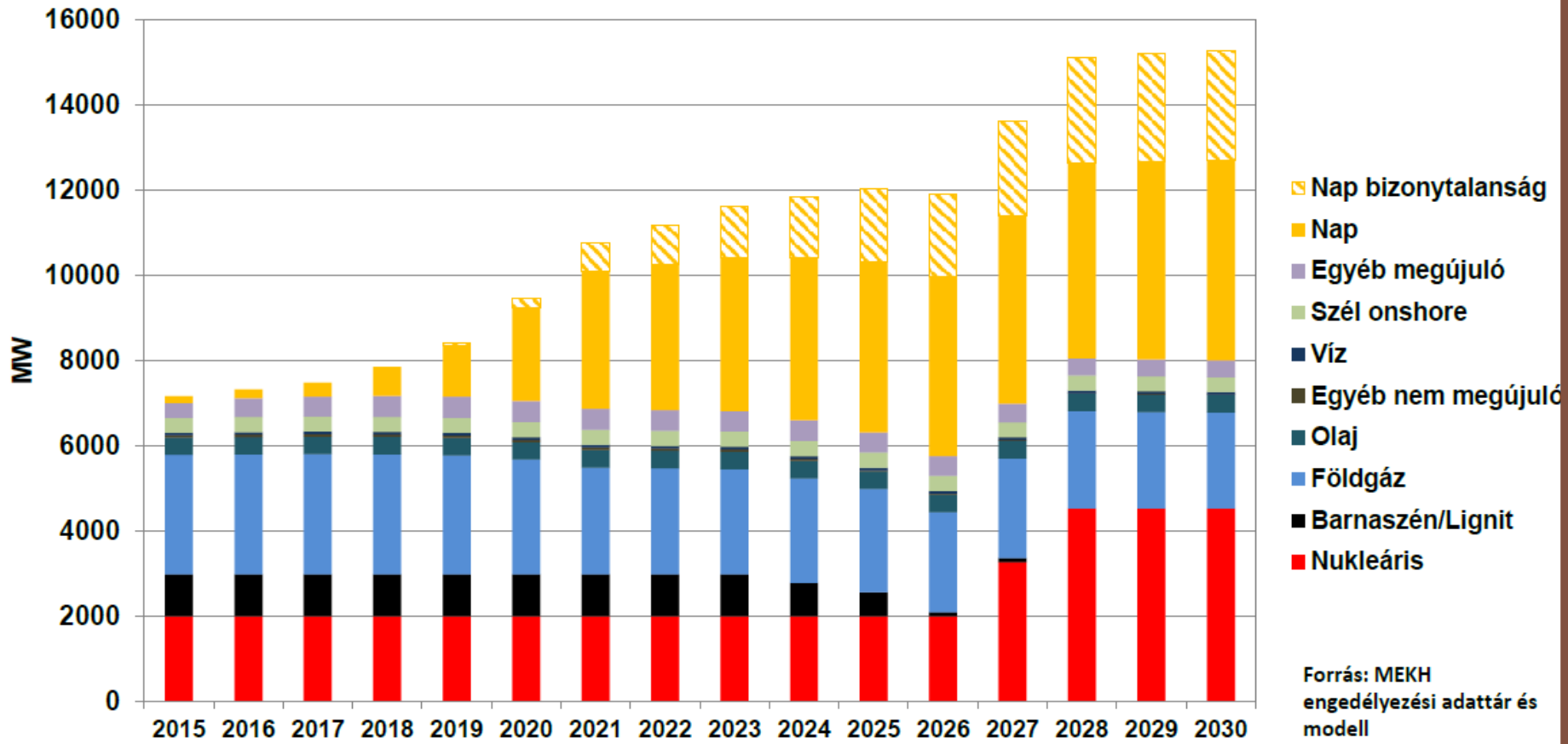
Megújuló energiafelhasználás a fűtés-hűtés szektorban (ktoe), megújuló energia részarány (%)



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

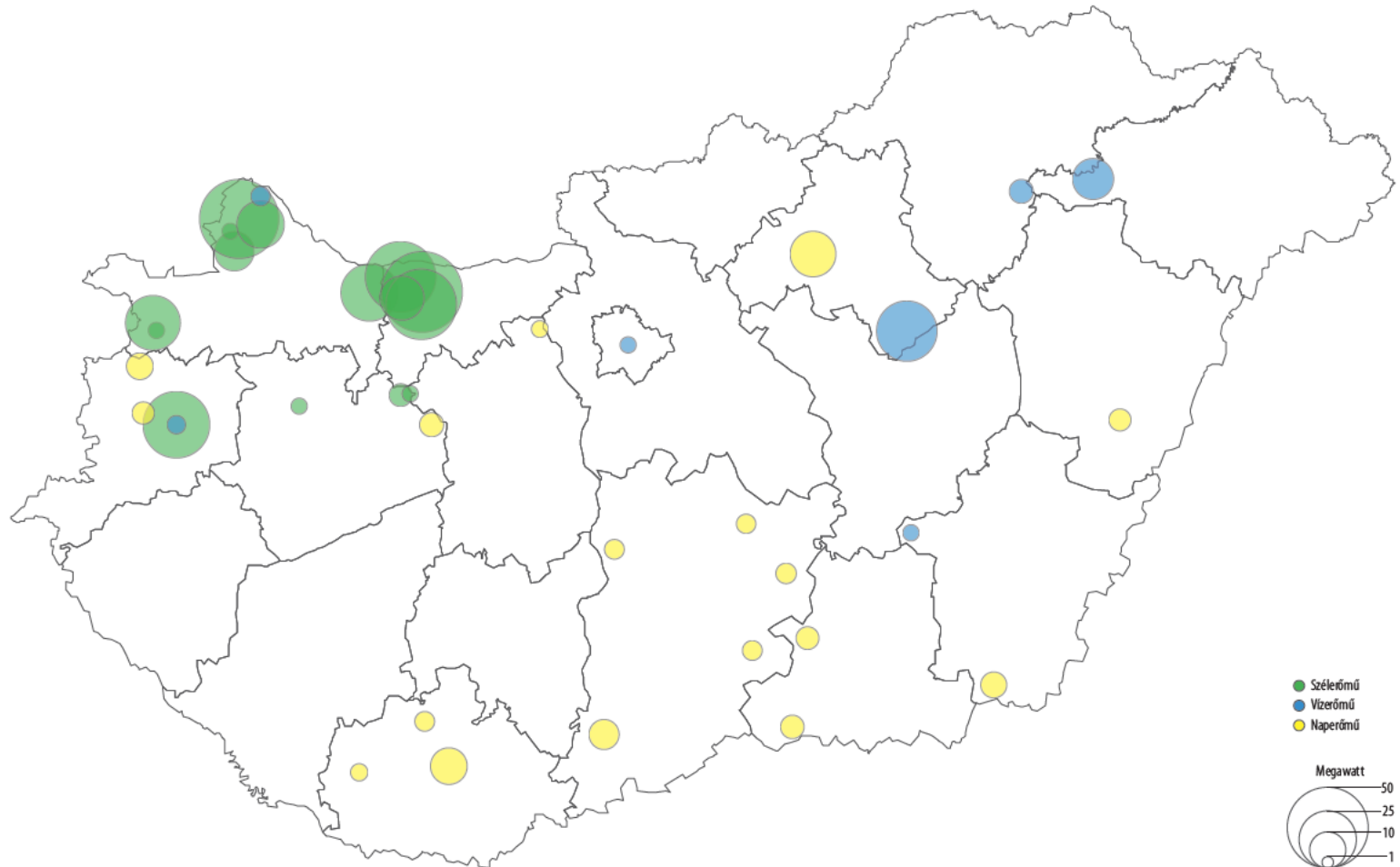


Beépített teljesítőképesség Magyarországon (MW)



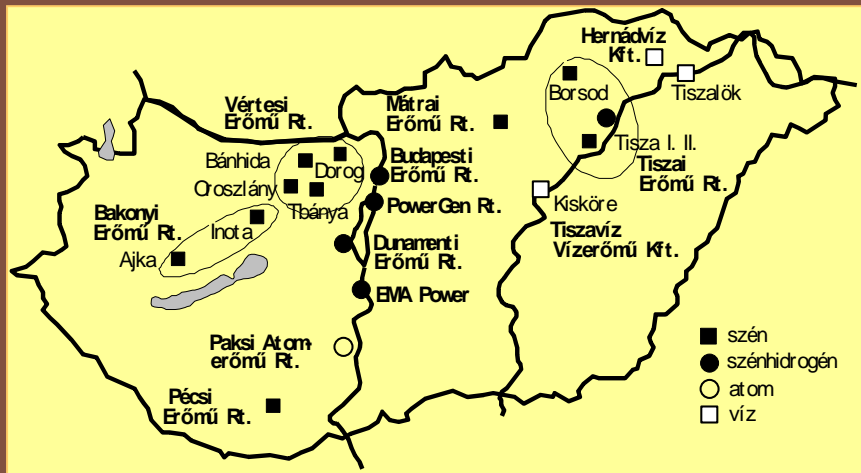
A legalább 2MW beépített teljesítőképességű villamos energiát termelő nap-, szél- és vízerőművek

1.98. A legalább 2 megawatt beépített teljesítőképességű villamos energiát termelő nap-, szél- és vízerőművek, 2017*



* Forrás: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal.

Magyarország fontosabb erőművei



Magyarországi alapanyagok

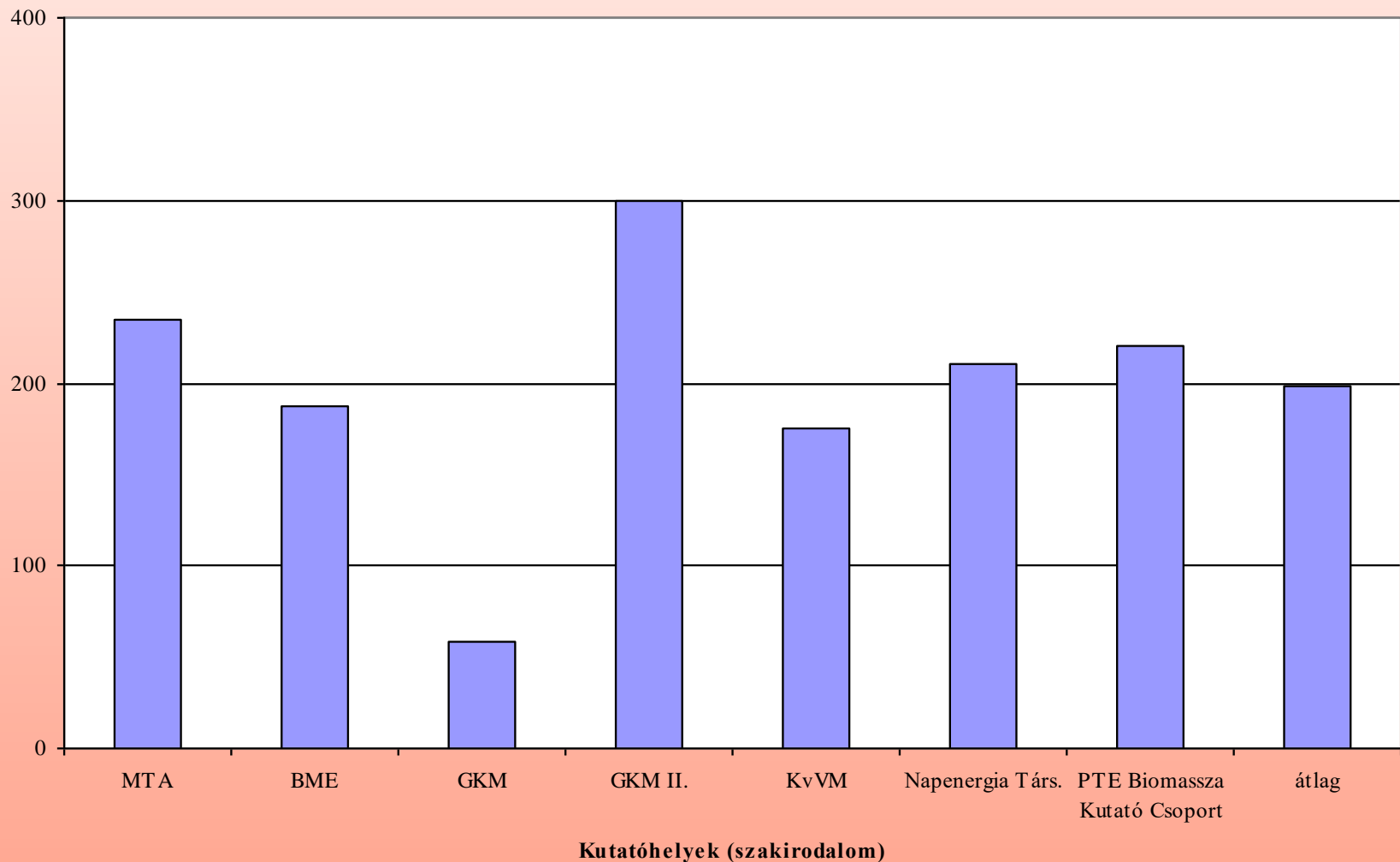
- **Tűzifa (max. 2,0-2,5 Mt/év).**
- **Mezőgazdasági és erdészeti maradékok.**
- **Energianövények.**

- **Szerves melléktermékek**
(trágya, faipari maradék).
- **Szerves hulladékok**
(élelmiszeripari maradék, szennyvíz-iszap, kommunális hulladék).

Biomassza előrejelzések, becslések

Biomassza potenciál becslés (PJ/év)

Energiamennyiség (PJ/év)



A magyar biomassza potenciál becsült energiamennyisége

Biomassza csoport	Alapanyag megnevezés	Potenciális energiamennyiség (PJ/év)	
Hagyományos és rövid vágásfordulójú erdőgazdálkodás			57
	Tűzifa	20	
	Energetikai faültetvények	30	
	Vágástéri apadék	4	
	Elsődleges és másodlagos faipari hulladékok	3	
Mezőgazdálkodásból származó növénytermesztési melléktermékek és hulladékok			94
	Gabonanövények melléktermékei	12	
	Egyéb növényi melléktermékek	48	
	Energianövények	34	
Mezőgazdálkodásból származó állattenyésztési melléktermékek és hulladékok			22
	Állati hulladékok, melléktermékek	15	
	Feldolgozási hulladékok	7	
Harmadlagos biomasszák			86
	Élelmiszeripari és egyéb hulladékok	13	
	Szennyvíziszap	31	
	Szerves kommunális hulladékok	42	
Összesen			259

Mezőgazdasági melléktermékek kalkulált hazai potenciálja

	Bálás szalma	Kukorica-szár	Csutka	Napraforgó szár	Venyige
Termelés [Mt/év]	4,5 – 7,5	10 – 13	1 – 1,2	0,4 - 1	1 – 1,3
Eltüzelhető mennyiség [Mt/év]	1,5 - 2	3 - 4	0,4 – 0,6	0,3 – 0,4	0,5 – 0,7
Nedvesség [%]	10 - 20	40 - 65	30 - 40	30 - 35	30 – 45
Fűtőérték [MJ/kg, $\omega=18\%$]	13,5	13	13,5	11,5	14,8

A szilárd biomasszák rövid áttekintése és jellemzése

- Erdészeti fő és melléktermékek
- Mezőgazdasági fő és melléktermékek
- Energianövények

- Teljes növény, teljes termék,
- Apríték,
- Tömörítés (bála, brikett, pellet),
- Egyéb.

Mezőgazdasági melléktermékek

Lágyszárú energianövények

Melléktermékek: gabona szalma,
kukoricaszár, egyéb,

Kertészeti melléktermékek: fás és
lágyszárú

Szőlő venyige

Tüzeléstechnikai jellemzők

■ Összetétel:

– Szénhidrátok:

- 60-70 % illó,
- faszén: 40-30 %.

– Nedvesség-tartalom (abszolút (össztömegre), relatív (száranyagra)):

- fa 30-40 %,
- mezőgazdasági melléktermékek: 10-15 %.

– Hamutartalom

- fa: 1-3 %,
- mezőgazdasági melléktermékek: 3-5 %, alacsony olvadási hőmérsékletek (300-700 °C).

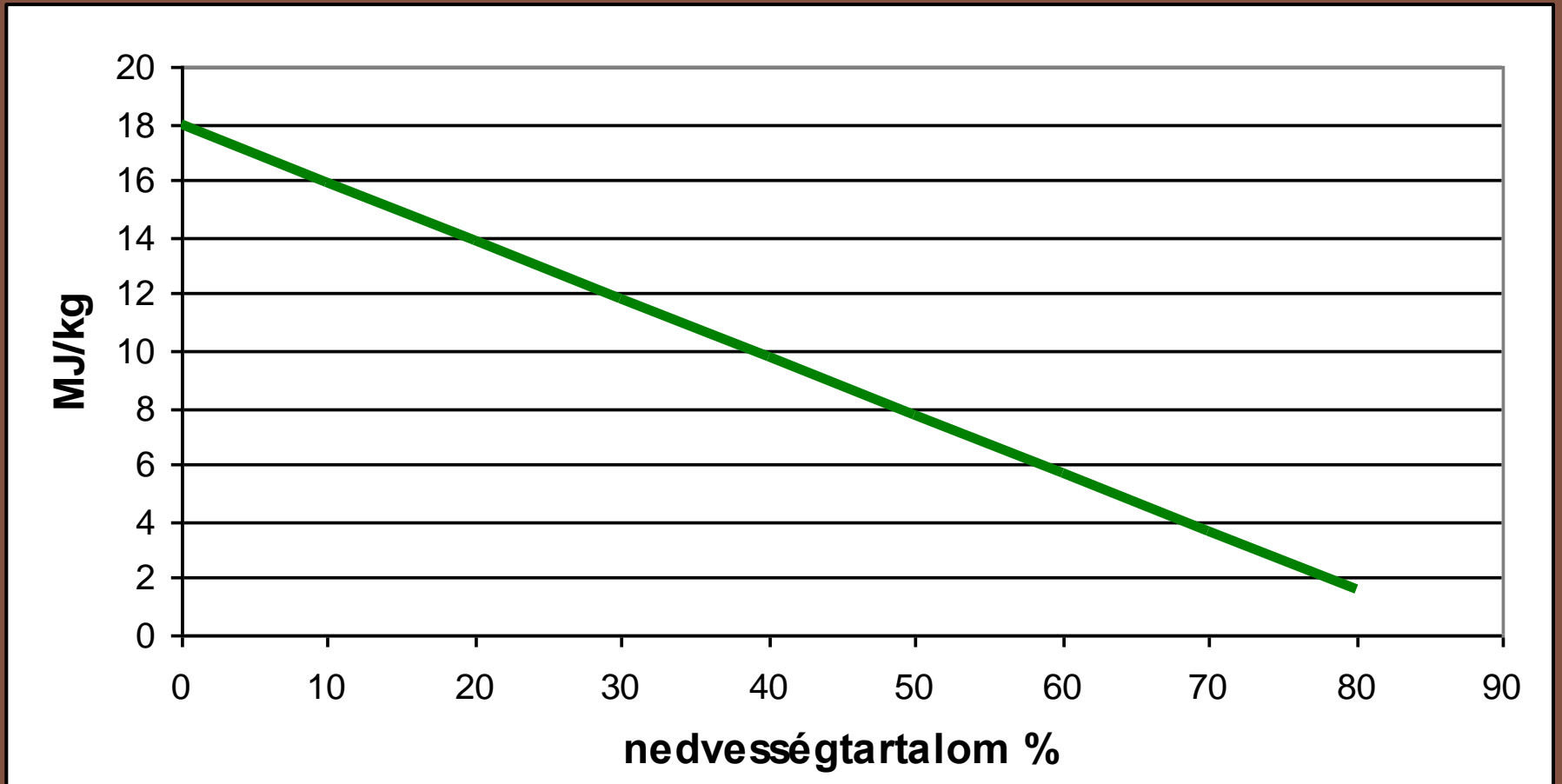
– Káros anyagok:

- S: <1-2 %,
- Cl.

■ Sűrűség.

■ Halmazállapot.

$$H_{\ddot{u}} = f(n)$$



Legfontosabb energetikai célra hasznosítható mezőgazdasági melléktermékek és jellemzőik

- kalászosok: búza, durum búza, rozs, tritikálé, őszi árpa, tavaszi árpa, zab,
- kukorica,
- napraforgó és repce

Legfontosabb energetikai, hasznosítási jellemzők

- Fűtőérték,
- Nedvességtartalom,
- Hamutartalom,
- Kémiai összetétel,
- Betakaríthatóság, bálázási technológia, betakarítható mennyiség
- Szem-szár arány, termésátlag és változásuk
- Tárolhatóság
- Egyéb felhasználás (állattenyésztési, ipari, talajerő visszapótlási)

Hagyományos erdőgazdálkodás



A termesztett faanyag
több mint 50%-a tűzifa.

Az állami erdők aránya csökken.

Az állami erdők területének egyre
nagyobb hányada védett lesz
(40%).

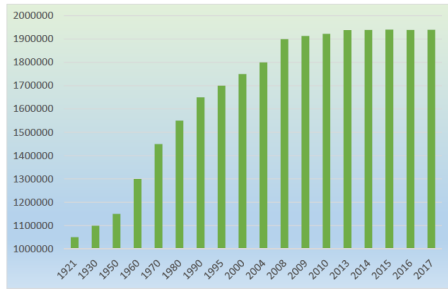
A magán-erdőgazdálkodás
eredményérdekelt.

Az erdők energiahozama
viszonylag kicsi (15-20
GJ/ha/év).

A hagyományos faigényt is ki kell
elégíteni.

2,2 millió ha-on 38,5 PJ/év

Magyarországi erdők

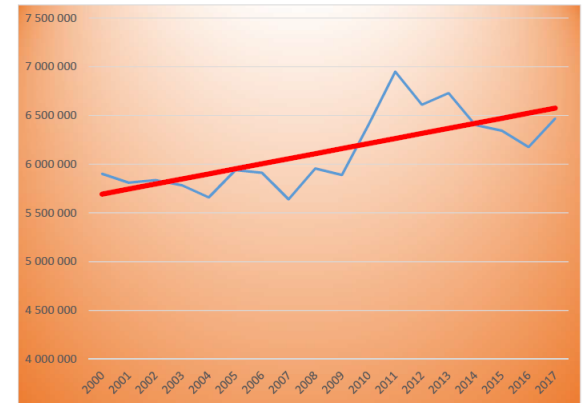


11,8%



20,9%

Évenkénti fakitermelés (nettó m³)



ökológia

ökonómia

nettó fatömeg
85 m³

iparifa
41 m³

fűrészipari rönk
22 m³

fűrészárú
14 m³

lemezipar
2 m³

tűzifa
44 m³

papírfa, rostfa, egyéb
17 m³

fűrészpor, forgács
8 m³

bruttó fatömeg
100 m³

apadék
15 m³

Faenergetika fogalma

A faenergetika nemcsak a fa, a dendromassza energetikai hasznosítását jelenti, hanem az energiahordozó termesztésével, hasznosításával, és az energiafa termelés és hasznosítás ökológiai-, ökonómiai-, környezeti és szociális hatásaival is foglalkozik.

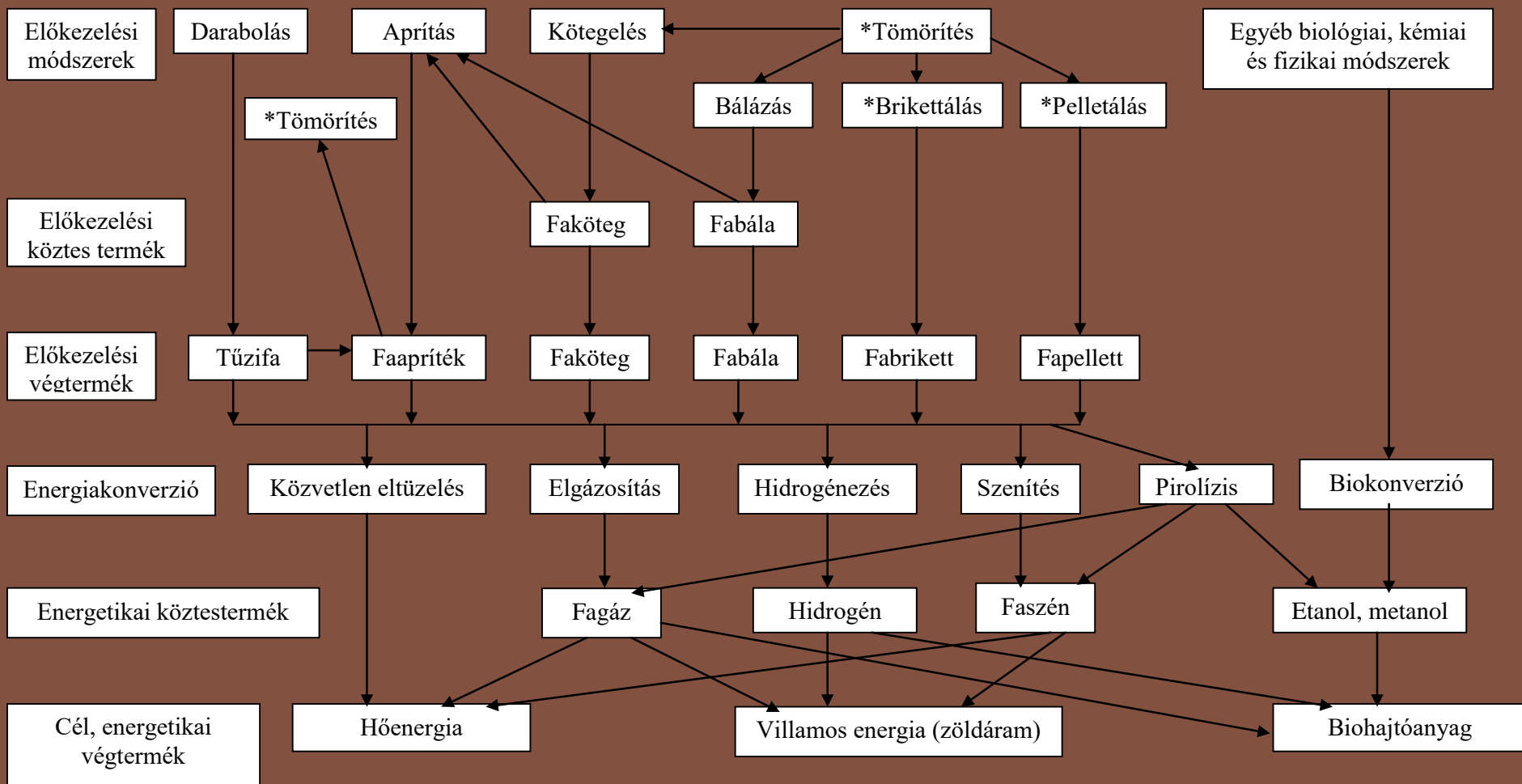
1. Dendromassza alapú energiahordozó termelés,
2. Dendromassza-bázisú energiatermelés,

Energiafa forrásai

A fa mint energiahordozó eredet szerint:

- Fakitermelésből teljesfa (tűzifa), melléktermék és hulladék (pl.: vágástéri apadék),
- Nevelővágások, gyérítések faanyaga,
- Fafeldolgozás primer melléktermékei, hulladékai,
- Fák és cserjék nyesedéke (mezőgazdálkodásból),
- Egyéb külterületi felhagyott területek,
- Energetikai faültetvényekből,
- Energiaerdőkből.

A DENDROMASSZA ENERGETIKAI CÉLŰ ELŐKEZELÉSE ÉS KONVERZIÓJA (IVELICS 2004)



A biomassza mint nyersanyag



Biomassza mint nyersanyag

Lignocellulózokból

- cellulóz → cukrok
- hemicellulóz → etanol, butanol
- lignin → ragasztóanyagok

- cukor → bioalkohol
(fermentációval)
- olajok → biodízel
(átészterezéssel)
biogáz
(anaerob fermentációval)

Hasznosítási lehetőségek

Nyersanyagként, energiaforrásként átalakítás nélkül.

Felhasználása hő- és áramtermelésre jó hatásfokú (kapcsolt) erőművekben már ma lehetséges (pl. Pécsi Erőmű, Budapesti Hulladékhasznosító).

Ilyen felhasználás esetén

- aprítani,
- szárítani, valamint
- hulladékok és melléktermékek esetében granulálni

szükséges a biomasszát.



Hasznosítási lehetőségek

Átalakítják üzemanyaggá, ami hasonló vagy ugyanolyan módon használható fel, mint a fosszilis üzemanyagok.

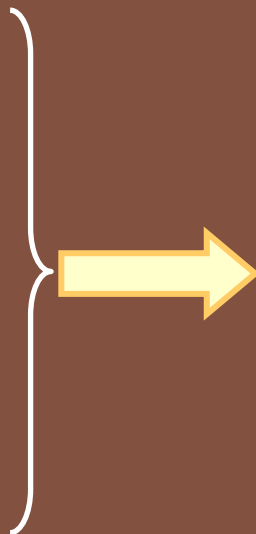
Kémiai átalakítás

- szintézisgáz
- bio-dízel
- bio-olajok

Biológiai átalakítás

- bio-gáz
- bio-hidrogén
- bio-etanol

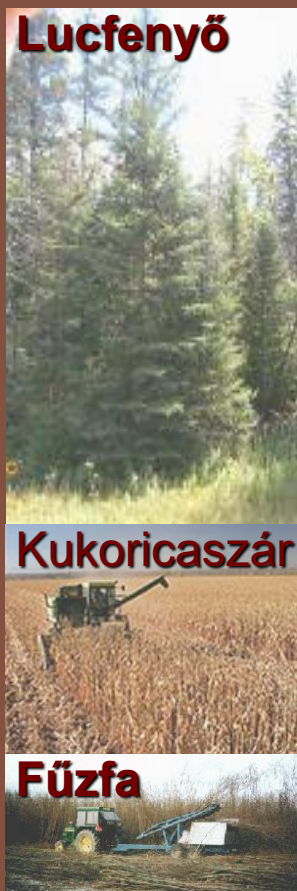
Bio-finomítók



energetikai ipar
és közlekedés

különböző alapanyagok
és energiahordozók

Melléktermékek hasznosítása



Összetételük

◆ Cellulóz
[38..45%]

◆ Hemicellulóz
[25..40%]

◆ Lignin
[20..25%]

Hasznosítási lehetőségük

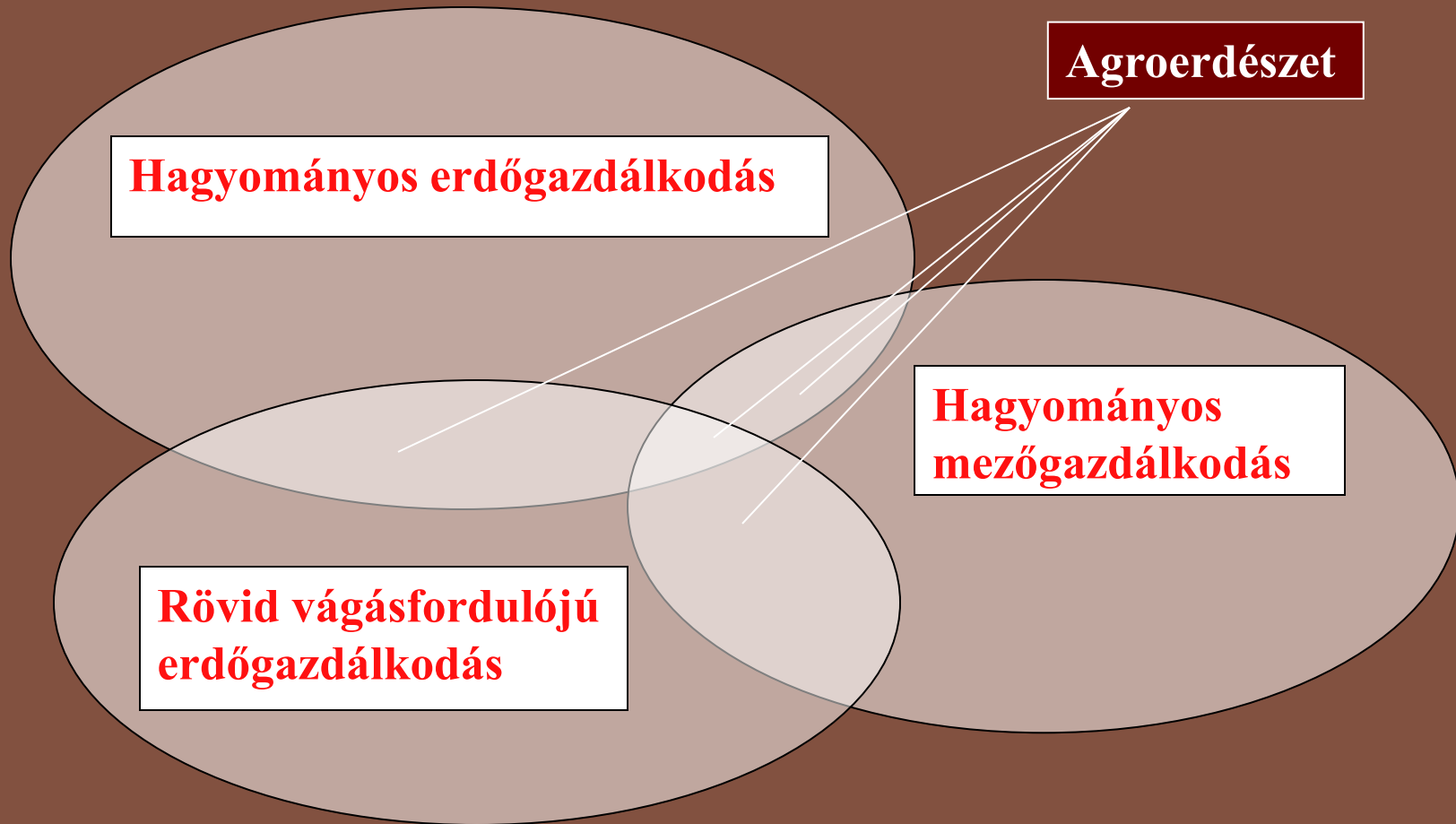


üzemanyag-etanol termelés



a folyamat energiaellátása
(szilárd tüzelőanyag)

Rövid Vágásfordulójú Erdőgazdálkodás (RVE) Short Rotation Forestry (SRF)



Agroerdészet - Agroforestry

AGROERDÉSZET: olyan határágazat, interdiszciplina, amely erdő vagy szántó földterületi kategóriába tartozó termőföldön, mező- és erdőgazdálkodási technikák alkalmazásával, lágy- vagy fás szárú, ipari vagy egyéb célú növények termesztésével, és/vagy az állattenyésztéssel foglalkozik.

- 1. Faközpontú agroerdészet:** olyan határágazat, interdiszciplina, amely szántó földterületi kategóriába tartozó termőföldön (vagyis elsősorban mezőgazdasági területeken), mező- és erdőgazdálkodási technikák alkalmazásával, fás szárú, ipari vagy egyéb célú növények termesztésével foglalkozik. (Például energetikai faültetvények.)
- 2. Állatközpontú agroerdészet. (pl. fás legelők)**
- 3. Kombinált agroerdészet. (pl. Energiaerdők+szürkemarha tenyésztés)**

A fa, mint energiahordozó jellemzői

- **Kémiai és vegyi összetétel,**

- **Fűtőérték:**

n=30%

kb. 14-14,5 MJ/kg

n=0 %

18,0-20,5 MJ/kg

- **Hamutartalom:**

tiszta fa

0,2 %,

kérges fa

2-4,5 %,

kéntartalom:

0,02-0,2 %,

kálium, szilícium,klór

alacsony koncentráció

- **Nedvességtartalom,**

- **A fahamu olvadáspontja: 950-1050 Celsius fok**

Faültetvények csoportosítása vágásforduló alapján

- Mini (1-4 év),
- Midi (5-10 év),
- Rövid (11-15 év),
- Közepes (16-19 év),
- Hosszú (20-25 év).

Faültetvények -Energiaerdők
sarjasztás - újraterelítés
intenzív - extenzív

Energetikai faültetvények (sarjaztatásos)

Nemes nyár faültetvény:

- Vágásforduló: 3-5 év,
- Hozam: 13-32 t/ha/év,
- Energiahozam: 120-260 GJ/ha/év,
- Élettartam: 20-25 év,
- Sor- és tőtáv: 0,75-1,5;0,5-0,75 m,
- Fűtőérték: 18,7 – 19,5 MJ/asz.kg,
- Hamutartalom: 1,5-3 %,
- Nedvességtartalom a betakarítás időpontjában: 41,2-48,9 %.



3 éves nemes nyár

Akác energetikai faültetvény 4 éves





**Fűz energetikai
faültetvény 3 éves**

Energetikai faültetvény (újraterelítési)



10 éves nemes nyár

Nemes nyár:

- Vágásforduló: 6- 10 (12) év,
- Hozam: 5-15 t/ha/év,
- Energiahozam: 60-150 GJ/ha/év,
- Élettartam: 6-8 (10) év,
- Sor- és tőtáv: 2,5-3,0; 1,0-1,5 m.
- Fűtőérték: 18,7 – 19,5 MJ/asz.kg,
- Hamutartalom: 1,1-2,6 %,
- Nedvességtartalom a betakarítás időpontjában: 40-52 %.

Bálványfa (*Ailanthus altissima*) faültetvény, Tata



3 éves bálványfa

- Vágásforduló: max.3-4 év,
- Hozam: 18-35 t/ha/év,
- Energiahozam:
180-280 GJ/ha/év,
- Élettartam: 15-20 év,
- Sor- és tőtáv: 0,5; 1,0 m.
- Fűtőérték: 19,35MJ/asz.kg,
- Nedvességtartalom a
betakarítás időpontjában:
44,0-51,1 %.

Rövid Vágásfordulójú Faültetvények (RVF) (SRIC – Short Rotation Intensive Coppice)

Fafélék

- *Nemesnyár klónok,*
- *Fűzfajok,*
- *Akác,*
- *Éger,*
- *Simafenyő,*
- *Bálványfa,*
- *Platán,*
- *Császárfa,*
- *Hárs, stb.*

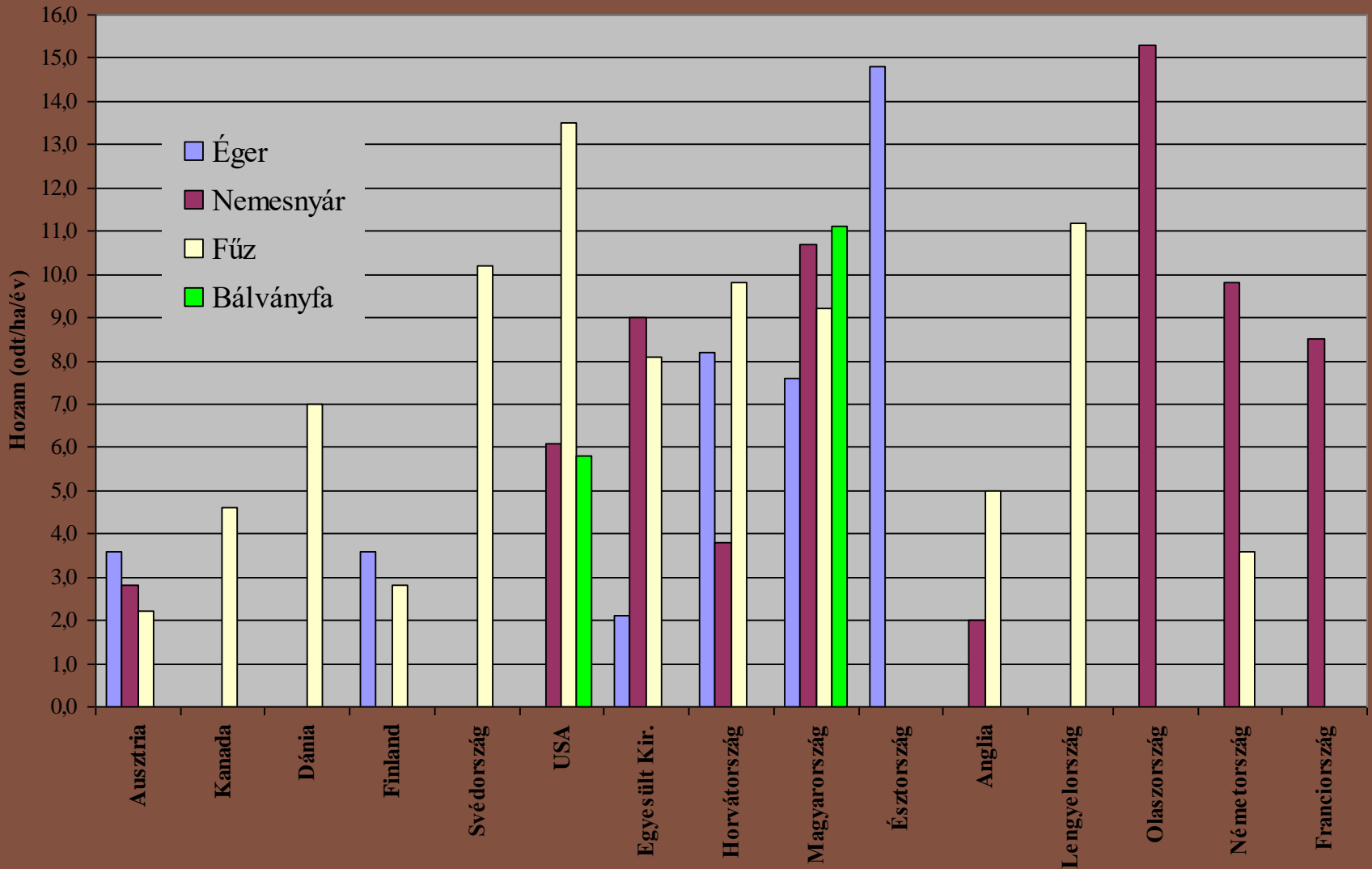
Cserjefélék

- *Gyalogakác,*
- *Tamariska,*
- *Bokorfűz fajok, stb.*

Külföldön:

- *Eucalyptus,*
- *stb.*

Rövid Vágásfordulójú Faültetvények (RVF-SRIC) hozamai a világ országaiban



Általános faültetvény termesztés-technológia

- Talaj- és terület-előkészítés,
- **Telepítés**,
- Ápolás (sorközépolás, mechanikai és vegyi gyomirtás),
- **Betakarítás** (vágásfordulónként),
- Trágyázás (szerves és műtrágyázás),
- Öntözés,
- Metszés (kizárólag anyatelepen).

Aprítás – mobil aprítógépek



Jó minőségű, energetikai barna apríték



Áttelepíthető aprítógép





Áttelepíthető
csigás aprító

Nagy teljesítményű mobil aprító gép



Aprítás autópálya mellett mobil aprítógépekkel





Egészségügyi okokból
véghasznált lucfenyő
állomány gazdaságosan nem
hasznosítható koronarészének
energetikai célú előkezelése

Energetikai faültetvények betakarítási technológiák

1. Motormanuális döntés, aprítás a táblán kívül, áttelepíthető aprítóval,
2. Motormanuális döntés, aprítás a táblán, mobil aprítóval,
3. Járvaprítás traktorra szerelhető adapterrel,
4. Járvaprítás magajáró géppel,
5. Döntés rendrevágóval, aprítás mobil aprítóval.
6. Döntés rendrevágóval, kötegelés a táblán.
7. Döntés rendrevágóval, hosszú tűzifa szállítás.
8. Döntés-kötegelés egy menetben.

(Utóbbi három esetben az aprítást a végfelhasználó végzi.)

Motormanuális döntés



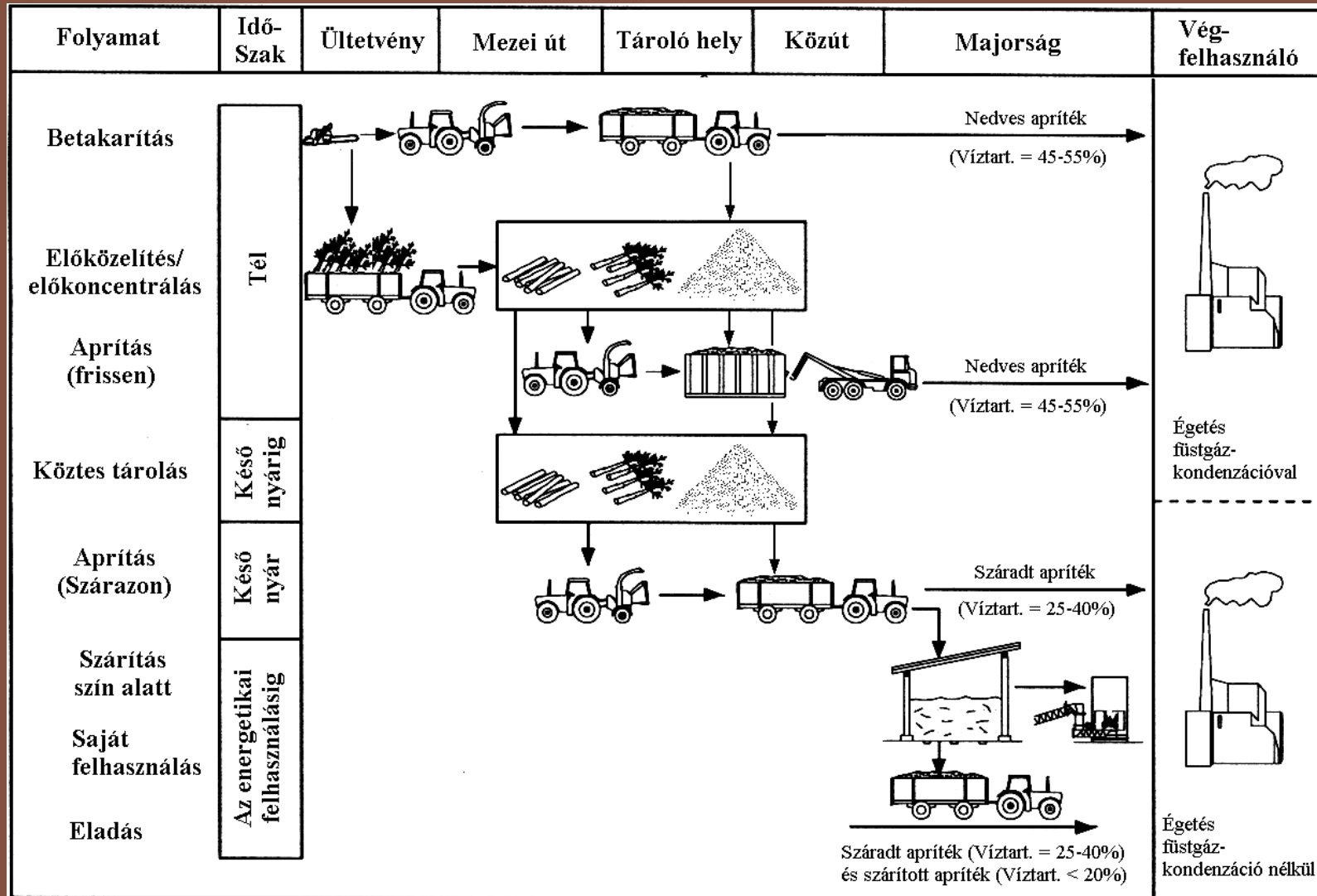
Energetikai faültetvények betakarítása járvaaprítóval



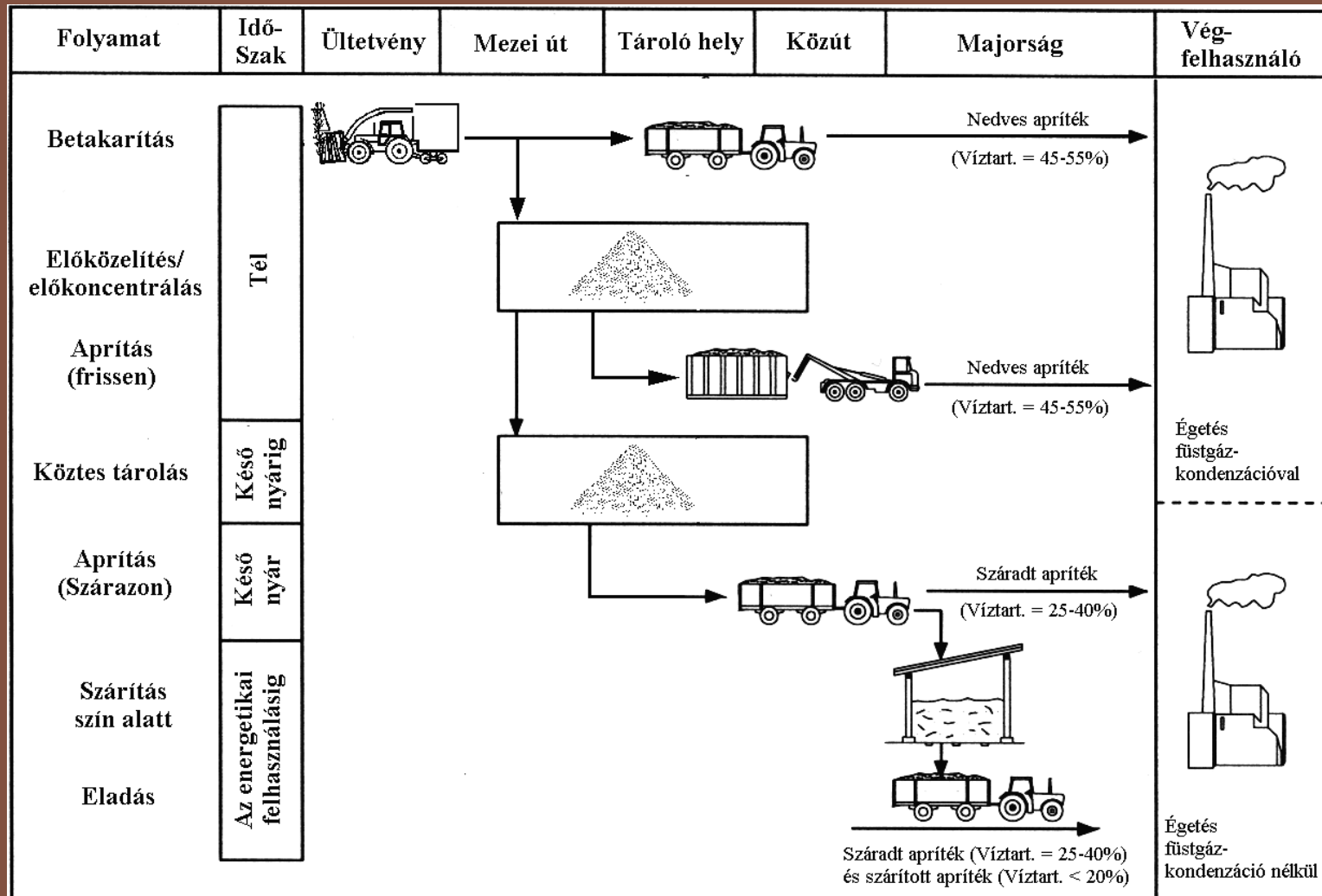
Rendrevágás (újrategelések SRWC és Energiaerdők véghasználata)



A motor-manuális betakarítás, aprítás és szállítás folyamata



A gépi betakarítás-aprítás és a szállítás folyamata



Vágástéri apadék (hulladék)









Vágástéri hulladék kötegelése (Timberjack)



Kötegek Franciaországban



Keményfa kötegek Magyarországon



Kötegek tulajdonságai

A finn kötegek jellemzői:

- Hossz: 3,00-3,10 m,
- Átmérő: 0,60-0,70 m,
- Fűtőérték: 1 MWh/köteg,
- Tömeg: 400-600 kg,
- Sűrűsége: 0,6-0,9 kg/m³,
- Nedv.tartalom: 46-55 %.

A magyar kötegek jellemzői:

- Hossz: 2,20-2,30 m,
- Átmérő: 0,60-0,70 m,
- Fűtőérték: 0,8 MWh/köteg,
- Tömeg: 300-350 kg,
- Sűrűsége: 0,6-0,9 kg/m³.
- Nedv.tartalom: 44-49 %.

Keményfa kötegek szállítása



Kötegek szállítása kamionon



Kötegen szállítása az erőműbe vasúton

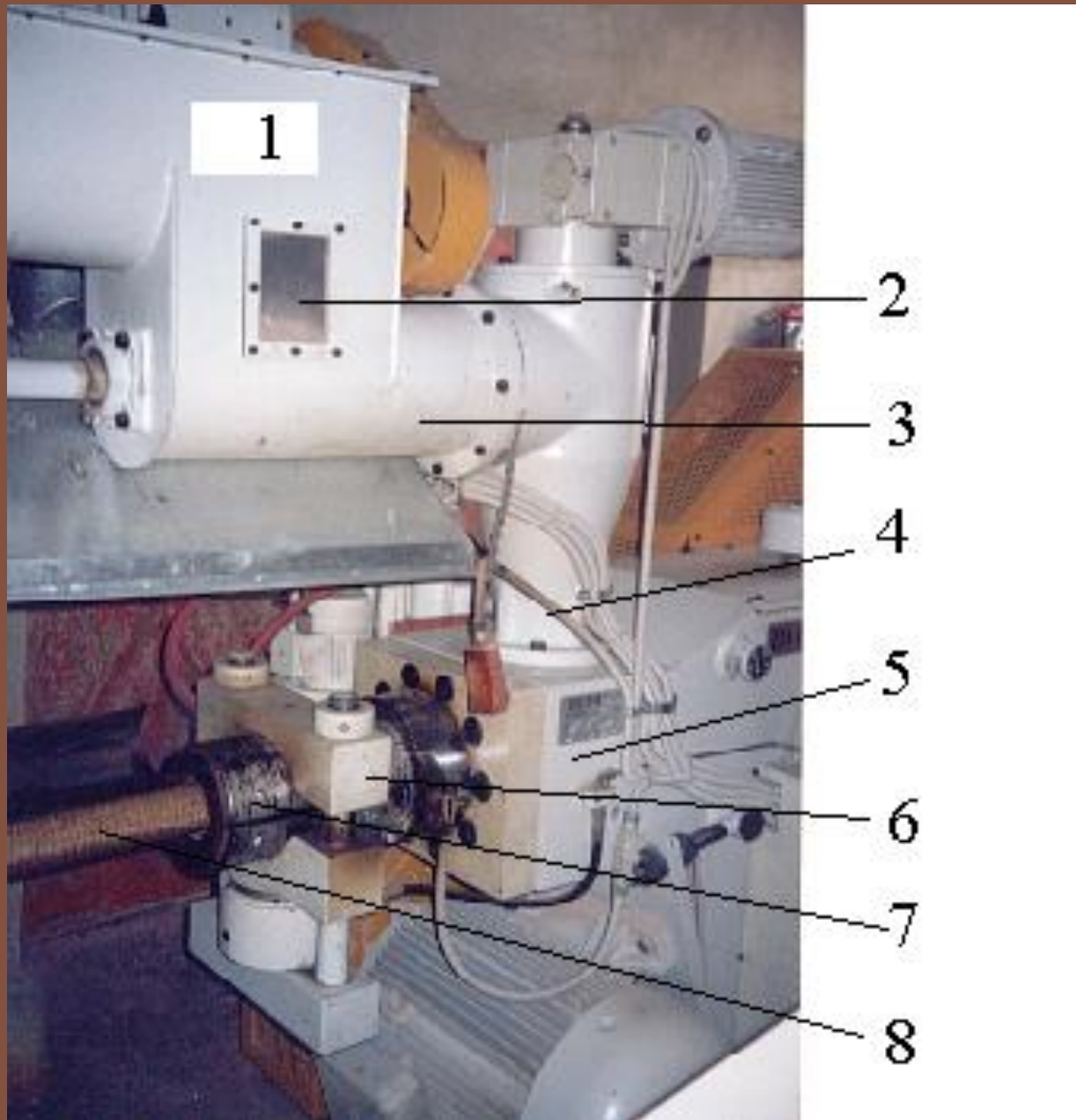


Szakaszosan kötegelő (Valmet bundler)



Kötegelés energetikai faültetvény betakarítása során





A kísérleti berendezés Harkán

1. Anyagtöltő,
2. Anyagszint ellenőrző ablak,
3. Behordó csiga,
4. Előtömörítő,
5. Présfej,
6. Szűkítő,
7. Présatorna,
8. Brikett.

Végtermék: fabrikett (60-80 Celsius fok)



Brikettálás - fabrikett (keményfa por- és forgács)



Brikettálás - fabrikett (keményfa por- és forgács)



Hagyományos fabrikett tulajdonságai

- 1 kg fabrikett energiatartalma kb. 0,5 kg tüzelőolaj energiatartalmával egyezik meg,
- magas fűtőértékű (17,3-18,6 MJ/kg) - nagy energiasűrűségű (22-23 MJ/dm³)-a fűtőértéke 40 %-kal nagyobb a tűzifáénál,
- alacsony nedvességtartalmú: 5–12 %,
- sűrűsége: 1,12-1,24 g/cm³,
- halmazsűrűsége: 0,106-0,151g/cm³,
- morzsolódási tényezője: 0,2-2,8 %,
- alacsony hamutartalom: 0,8-1,8 %,
- közepes árfekvésű: 850-1300 Ft/GJ,
- 20 – 100 cm² keresztmetszélvénnyű,
- az alapanyag nedvességtartalmának 15 % alatt kell lennie,
- lakossági igényeket kielégítő: darabos, jól kezelhető, jól tárolható,

Brikett-gyártás nemes nyár energetikai faaprítékból



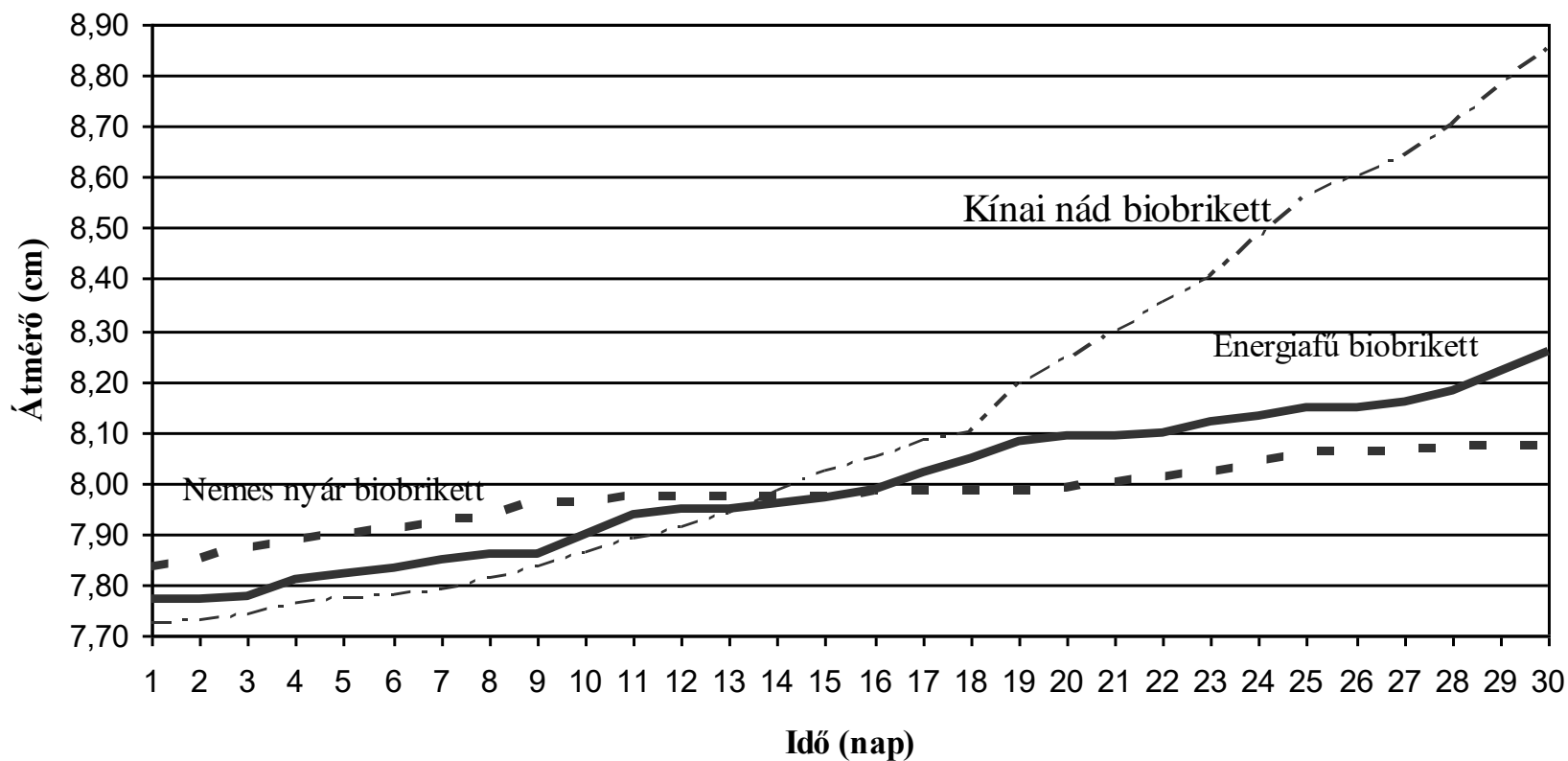
Nemes nyár fabrikett tulajdonságai

Tulajdonságai: (utánaprítás, lengőkalapácsos aprítógépen):

- sűrűsége: 1,06-1,11 g/cm³,
- halmazsűrűsége: 0,182-0,188 g/cm³,
- nedvességtartalma: 8-12 %,
- morzsolódási tényezője: 1 %-nál kisebb,
- hamutartalma 2-3%,
- fűtőértéke: 17,9 MJ/kg.

A bio- és fabrikettek tulajdonságai

A nemesnyár apríték, a kínainád és az energiafű biobrikett relatív átmérváltozása

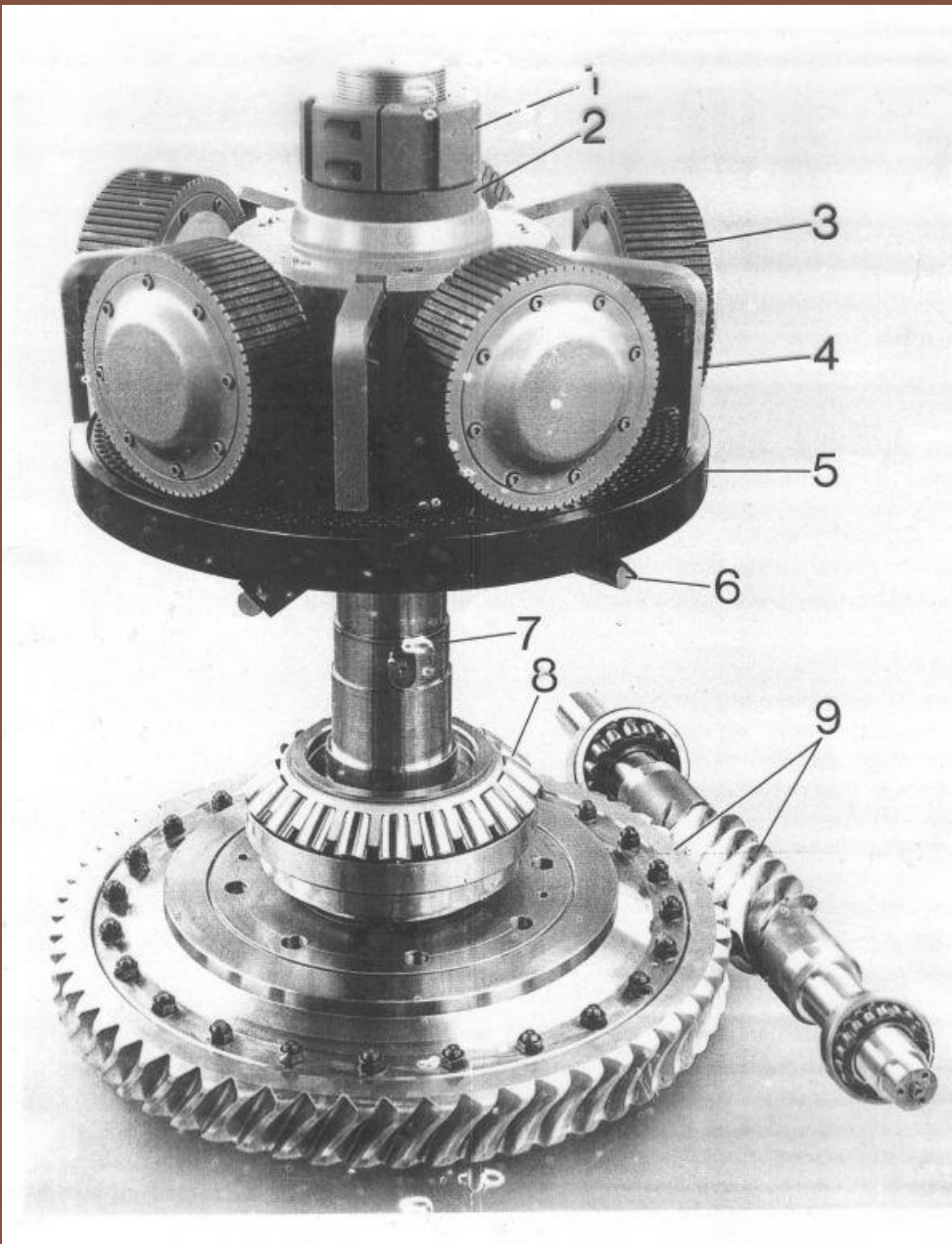




Pellettálás

Síkmatricás pellettáló

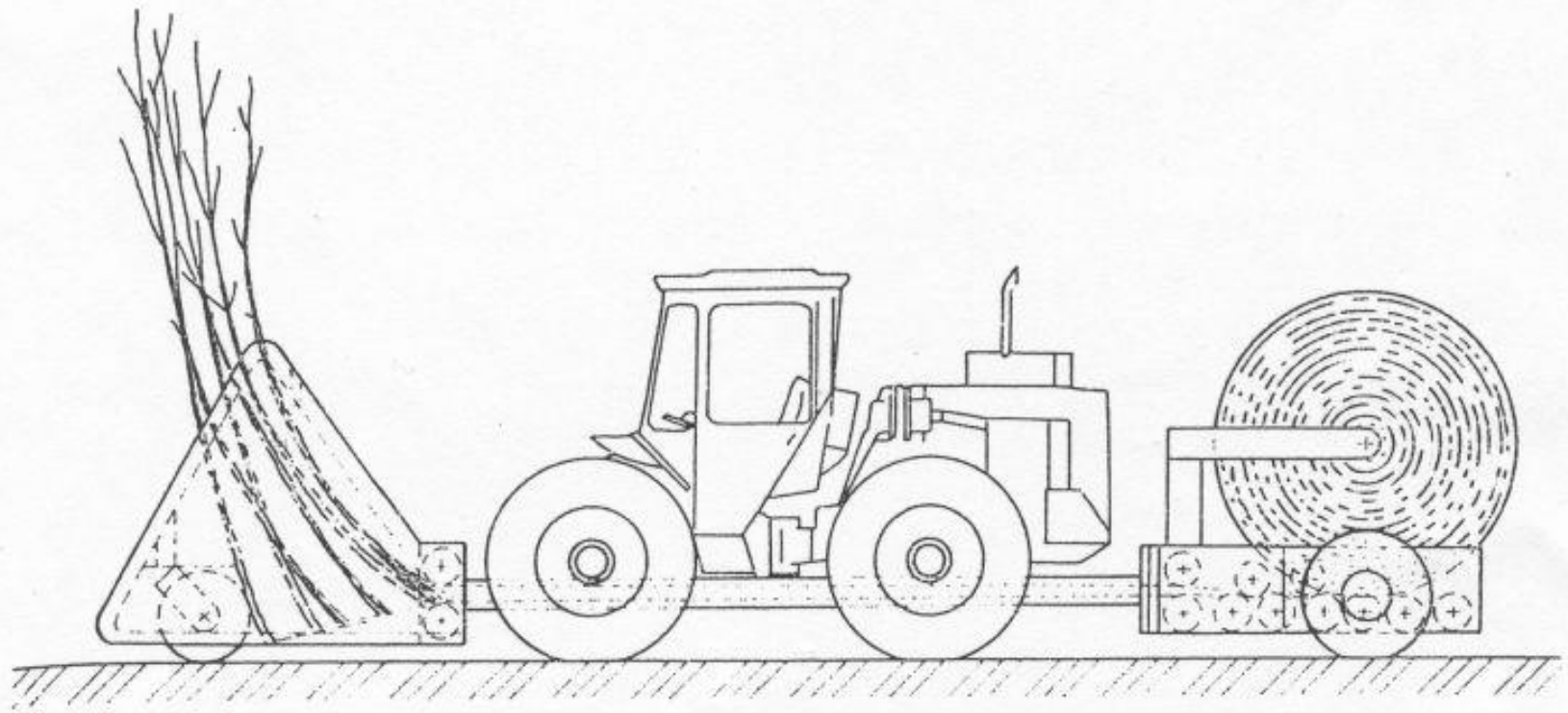
Keményfa pellet



A fapellet tulajdonságai

- Nedvességtartalma 6-7 %,
- Hamutartalma: < 1 %,
- Fűtőértéke: 17-18,5 MJ/kg,
- Sűrűsége: 0,9 – 1,1 t/m³,
- Átmérője: 10-12 mm,
- Jól adagolható és jól szállítható,

Fabálázó



Energiafa vagy energiafű

Energetikai faültetvények, energiaerdők előnye:

- A termőhelyhez jól illeszkedő,
- Nagy hozammal rendelkezik,
- Aprítható, bálázható, kötegelhető,
- Magas fűtőértékű,
- Alacsony és megfelelő összetételű hamutartalom,
- Betakarításkor magas energiakoncentráció,
- A betakarítás a mg-i tevékenységgel nem zajlik egy időben,
- Energiakonverziójára alkalmas berendezések állnak rendelkezésre.

Hátránya:

- Telepíteni kell,
- A betakarításra csak prototípusok állnak rendelkezésre.

Energiafű-félék (Poa-félék, szudánifű, energiafű, stb.) előnye:

- A termőhelyhez jól illeszkedő,
- Vethető, nagy hozamú,
- Többször kaszálható évente,
- Renden szárad, bálázható,
- Biogáz-termeléshez megfelelő.

Hátránya:

- Évente többször kell kaszálni,
- Az energiakoncentráció a betakarításkor kicsi,
- Hamutartalom viszonylag magas, K sok, Cl, S,
- A betakarítások a mg-i tevékenységekkel egyidőben folynak,
- A fűbála-tüzelés környezetvédelmi problémákat vet fel.

Hazai kísérleti eredményekkel rendelkezünk a következő növényekkel

■ Egynyaras növények:

- repce,
- triticálé,
- rostkender, stb.

■ Évelő növények:

- magyar rozsnok,
- nádfélék,
- energianád,
- energiafű, stb.

Fitomassza jellemzők

Elemi összetétel fajta szerint

Cukornád



C%	44,60
H%	6,20
N%	0,20
S%	0,50
O%	46,84
Cl%	-

Fahulladék



C%	53,3
H%	5,50
N%	0,23
S%	<0,05
O%	38,90
Cl%	0,49

Olajpálma maradék



C%	45,9
H%	5,80
N%	1,20
S%	0,20
O%	40,10
Cl%	0,40

Fitomassza jellemzők

Elemi összetétel fajta szerint

Kukoricaszár



C%	39,60
H%	5,17
N%	1,78
S%	0,38
O%	34,60
Cl%	-

Rizshéj



C%	36,10
H%	4,80
N%	0,29
S%	<0,02
O%	35,90
Cl%	-

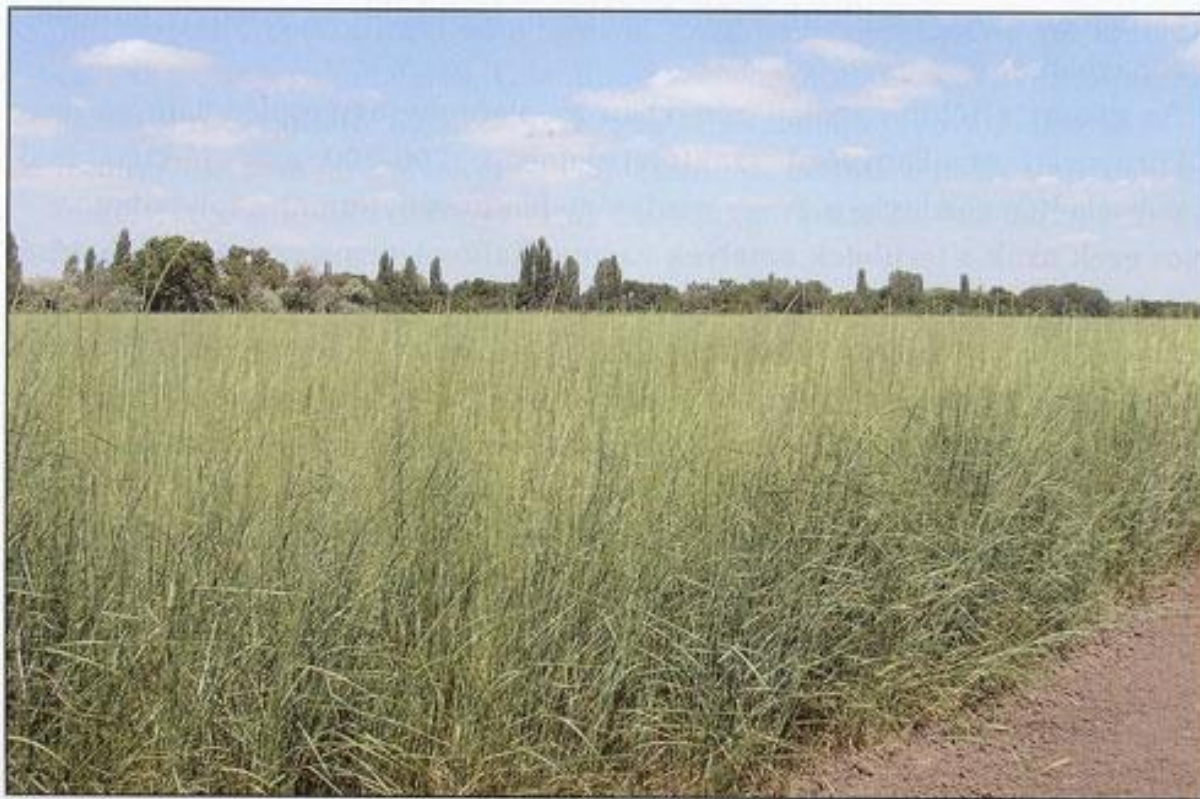
Szarvasi energiafű

- Toleráns, igénytelen;
- 10..15 évig
termeszthető;
- Szárazanyag: 10..23
t/(ha·a);
- Fűtőérték: 14..18
MJ/kg_{sza};
- Ipari alapanyag is
lehet;
- Élőhely.



Szarvasi energiafű

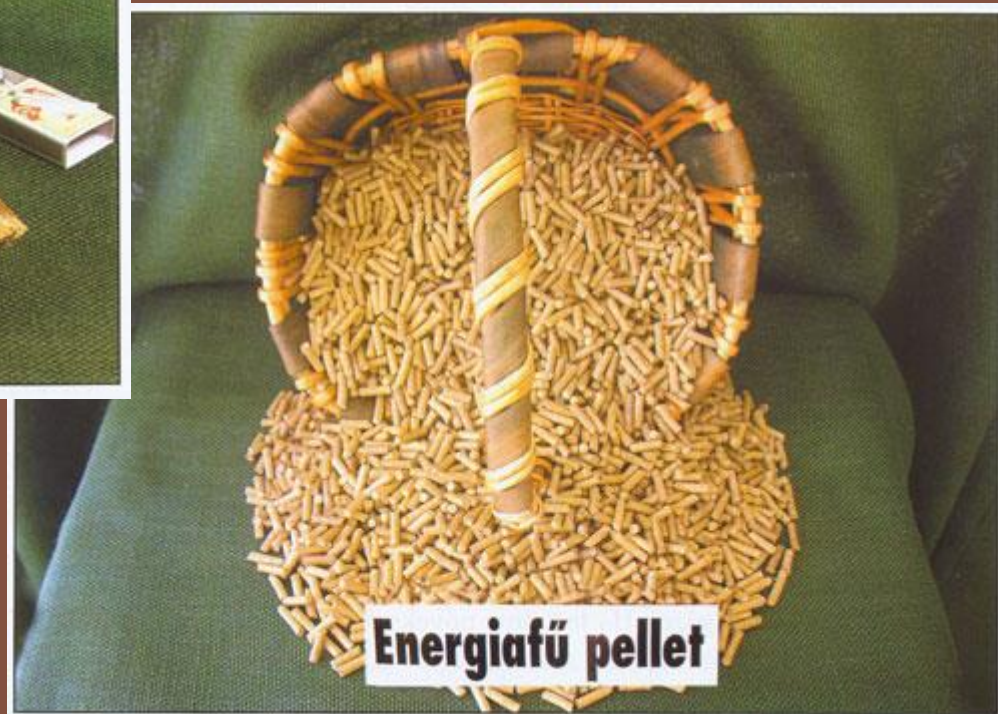
„Szarvasi-1“ Energiafű fajta



C%	44,60
H%	4,30
N%	0,40
S%	0,10
O%	40,10
Cl%	0,003

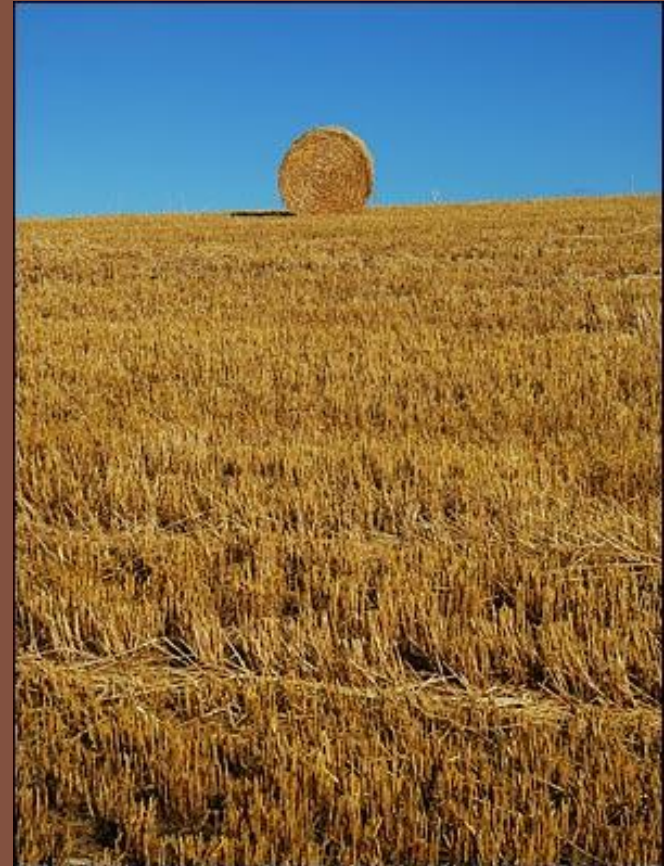
Szarvasi energiafű

Hasznosítás, feldolgozott termékek



Gabonaszalma

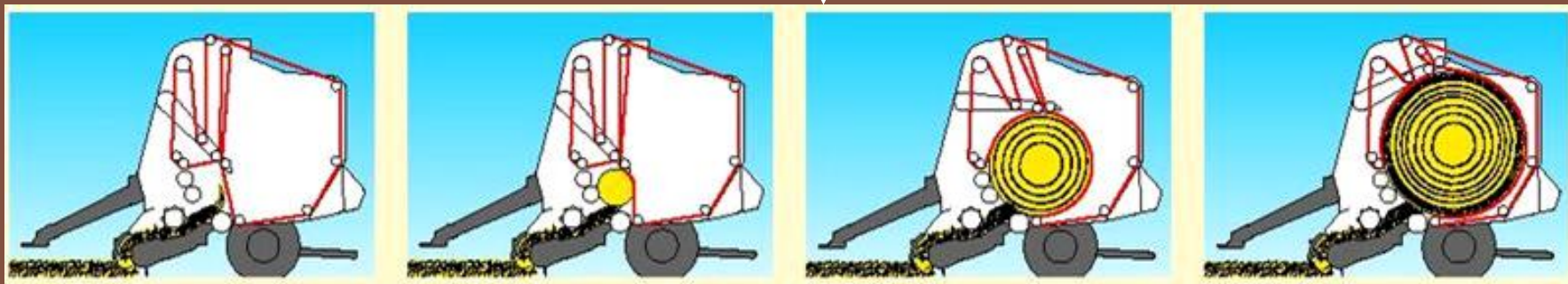
- Szalma-szem aránya 2:1.
- Tarlón hagyott, be nem takarított szalma: 40%.
- Éves alomszükséglet: 3 millió t.



Szalma betakarítási technológiája

■ **Kisbálás:**
részlegesen gépesített.

■ **Nagybálás:**
teljesen gépesített
– Körbálás – sodorják
– Szögletes - préselik



Szalma betakarításának folyamata

Kombájn



Nagybálázó



Bálaszállító kocsi



Fedett kazal

Homlokrakodó



Kukoricaszár

- Főtermék: melléktermék = 1:1,5.
- Használható takarmányozásra-
- Nagy nedvességtartalom: 40-70%.
 - Gazdaságos szárítás még nem megoldott,
 - Keverhető más tüzelőanyagokkal.
- Betakarítása jelenlegi technológiákkal problémás: kombájnok megtörik, ill a talajba tapossák a szárát.

Kukoricaszár aratása

- **Szecskázásos**
szecskázott kukoricaszár
nagy nedvességtartalma
miatt korlátozott ideig
tárolható
- **Bálázós**
nagy nedvességtartalom
miatt kazalba nem rakható



Egyéb melléktermékek

- ***Kukoricacsutka:*** Csöves aratásnál a feldolgozás helyén koncentráltan áll rendelkezésre; egy részét fel is használják tüzelésre.
- ***Napraforgószár:*** Jelenleg beszántják; betakarítás kukoricaszáréhoz hasonló lehet; együttműködés növényolaj gyárakkal.

Egyéb melléktermékek

- **Venyige:** Jelenleg nagy részét kint hagyják; bálázásos vagy aprításos technológiával begyűjthető.
- **Gyümölcsfaág:** aprításos technológiával begyűjthető.
- **Magok, héjak** (meggy, barack, dió, mogyoró, mandula...stb.): konzervgyárakban koncentráltan rendelkezésre áll, de csak szűk időtartamban.