

ENERGIATERMELÉS



MI AZ ENERGIA?

Az energia változásokat idéz elő. Hajtóerő, mely mozgatja a testeket, gyártási folyamatokat visz végbe, előidézi az élőlények növekedését, szaporodását, mozgását, az emberi gondolkodást. A tudósok szerint az energia **MUNKAVÉGZŐ KÉPESSÉG**.

Az energiának különböző megjelenési formáival találkozunk, de általánosan két nagy csoportba osztható: **POTENCIÁLIS** és **KINETIKUS ENERGIÁRA**

POTENCIÁLIS ENERGIA Ez tárolt energia forma és helyzeti, gravitációs energia. A potenciális energiának különböző formáit ismerjük:

Kémiai energia

Az atomok és molekulák kötéseiben tárolt energia. Ez az energia tartja össze a részecskéket. A biomassa, a kőolaj, a földgáz jó példái a tárolt kémiai energiának.

Tárolt mechanikai energia

Erők alkalmazásakor a tárgyakban tárolt energia. Az összenyomott rúgó, a kinyújtott gumiszalag jó példák a tárolt mechanikai energiára.

Nukleáris energia

Az atomok magjában tárolt energia, mely az atommagokat alkotó nukleonokat tartja össze. Ez az energia szabadul fel, ha atommagok kapcsolódnak, vagy hasadnak. A jelenleg üzemelő atomerőművekben az urán atommagjait hasítják (hasadási energia), a napban és a jövő fúziós erőműveiben a hidrogén izotópjai egyesülnek (fúziós energia).

Gravitációs energia

Ez a helyzeti, vagy pozíciós energia. A hegytetőn lévő szikla a hegylábához képest gravitációs energiával rendelkezik. A magasan fekvő duzzasztó gát mögött lévő víz jó példája a helyzeti, vagy gravitációs energiának.

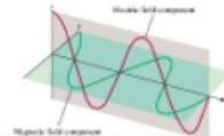
KINETIKUS ENERGIA Ez a mozgási energia, a hullámok, elektronok, atomok, molekulák, anyagok és tárgyak mozgásából adódó energia. A kinetikus energiának különböző formáit ismerjük:

Elektromos energia

Az elektronok mozgásából adódó energia. Világunk anyagai atomokból épülnek föl. Az atomokat protonok, neutronok és elektronok alkotják. Erő hatására az elektronok mozognak. A vezetőkben mozgó elektronokat elektromos áramnak nevezzük. Az elektromos áram energiáját sok helyen, így többek között a világításban, fűtésben, mozgatásban használjuk föl.

Sugárzási energia

Ez elektromágneses energia, mely a transzverzális hullámokban terjed. Magában foglalja a látható fényt, a röntgen sugárzást, a gamma sugárzást és a rádióhullámok tartományát. A napsugárzás a sugárzási energia jellemző példája.



Termikus energia

Más néven hőenergia, mely az anyag belső energiája és az anyagban lévő atomok és molekulák rezgési és mozgási energiáját jelenti.

Mozgási energia

Az anyag és a tárgyak mozgását jelenti egyik helyről a másik helyre. A tárgyak és anyagok mozognak, ha a newtoni törvények szerint erő hat rájuk. A szél jó példája a mozgási energiának.

Hangenergia

Az energia az anyagban longitudinális hullámokban (sűrűsödés és ritkulás) terjed. Hang keletkezik, ha erő hatására egy anyag vagy tárgy rezgésre kényszerül, a hangenergia az anyagban hullám formájában terjed.

Az energia SI mértékegysége 1 J. egyéb mértékegységei

1 cal (kalória)= 4.1868 J

1 kcal= 4186.8 J

1 Btu (British thermal unit)= 1055.05 J

1 thermie= 4.184E6 J

1 ft.lbf= 1.35582 J

1 kJ= 1000 J

1 MJ= 1E⁶ J

1 LEh (lóerőóra)= 2.6845E⁶ J

1 kWh= 3.6E⁶ J

1 MWh= 3.6E⁹ J

1 eV (elektron volt)= 0.16021E⁻¹⁸ J

1 erg= 1E⁻⁷ J

1 Quad=10¹⁵ BTU

A brit hőegység (**British thermal unit**, jele BTU vagy Btu) az energia egyik hagyományos mértékegysége, mely kb. 1055,05585 joule energiának felel meg. Nagyjából ennyi energiára van szükség ahhoz hogy 1 font tömegű (0,454 liter térfogatnak megfelelő), 39 °F (3,9 °C) hőfokú vizet 40 °F (4,4 °C) hőmérsékletre melegítsünk fel (1 Fahrenheit).

(M)toe: egy tonna olajegyenérték (1 Toe) tíz Gcal (IT-kalóriában), azaz 41,868 GJ (11,63 megawattóra)

Mtoe: Million Tonnes of Oil Equivalent

MBtu: Million British Thermal Unit

Energia konverziós faktorok

cél:	TJ	Gcal	Mtoe	MBtu	GWh
forrás:	szorozni	kell:			
TJ	1	238.8	2.388×10^{-5}	947.8	0.2778
Gcal	4.1868×10^{-3}	1	10^{-7}	3.968	1.163×10^{-3}
Mtoe	4.1868×10^4	10^7	1	3.968×10^7	11630
MBtu	1.0551×10^{-3}	0.252	2.52×10^{-8}	1	2.931×10^{-4}
GWh	3.6	860	8.6×10^{-5}	3412	1

ENERGIA MEGMARADÁS, HATÉKONYSÁG

Energia nem hozható létre és nem semmisíthető meg.

A hasznosítható energia az a felhasználható energia mennyiség, melyet egy rendszerből ki lehet nyerni. Az energia egyik formájának másik formába történő átalakításakor veszteségek lépnek föl.

ENERGIAFORRÁSOK

Két csoportba sorolhatók: **MEGÚJULÓ** és **NEM-MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK**.

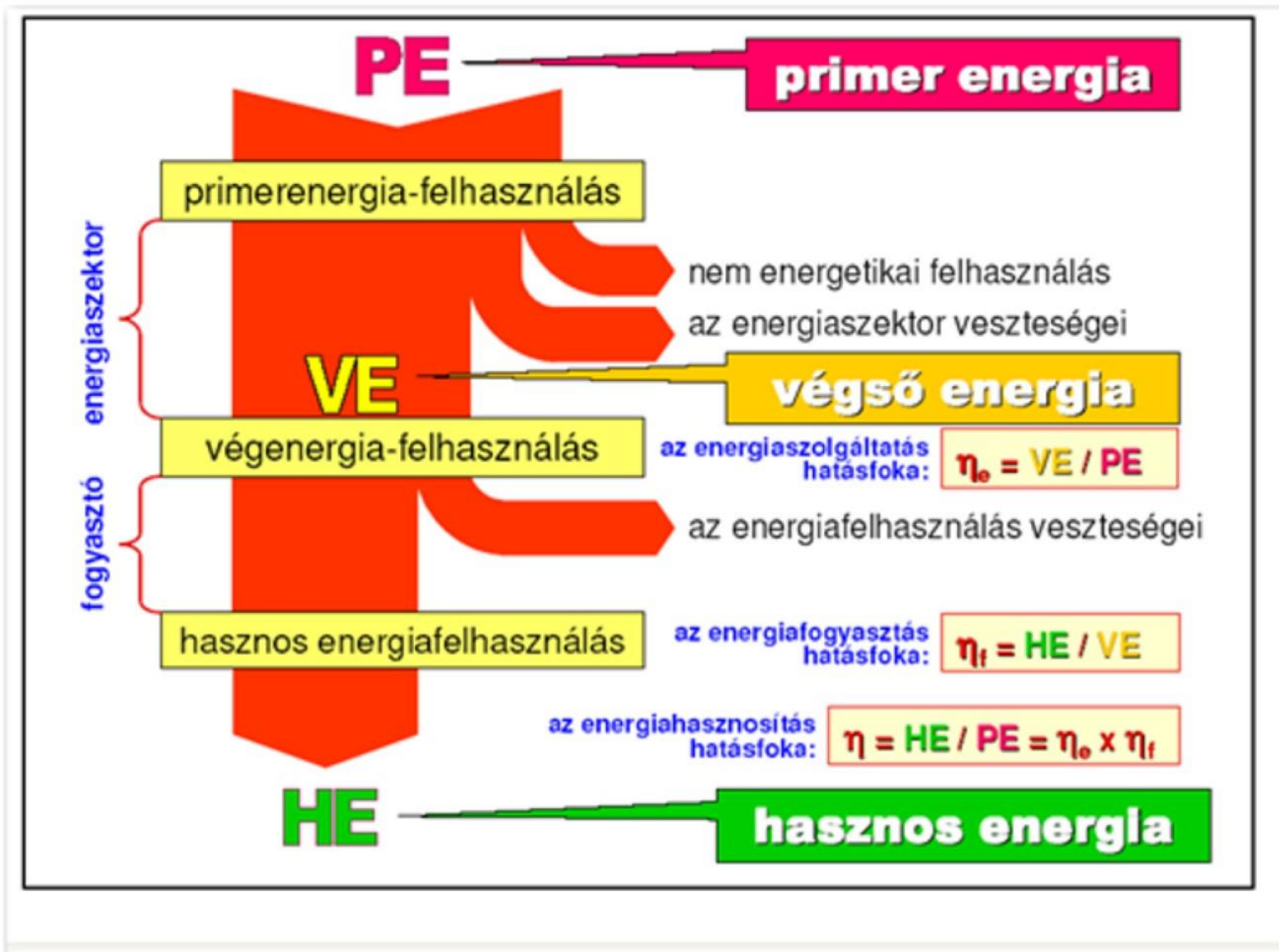
A nem-megújuló energiaforrások: szén, a kőolaj, a földgáz, az urán. Jelenleg az emberiség energiaellátásában döntő a szerepük.

A megújuló energiaforrások: a biomassza, a geotermális energia, a vizenergia, a napenergia és a szélenergia. Döntően villamos energia előállítására alkalmazzák.

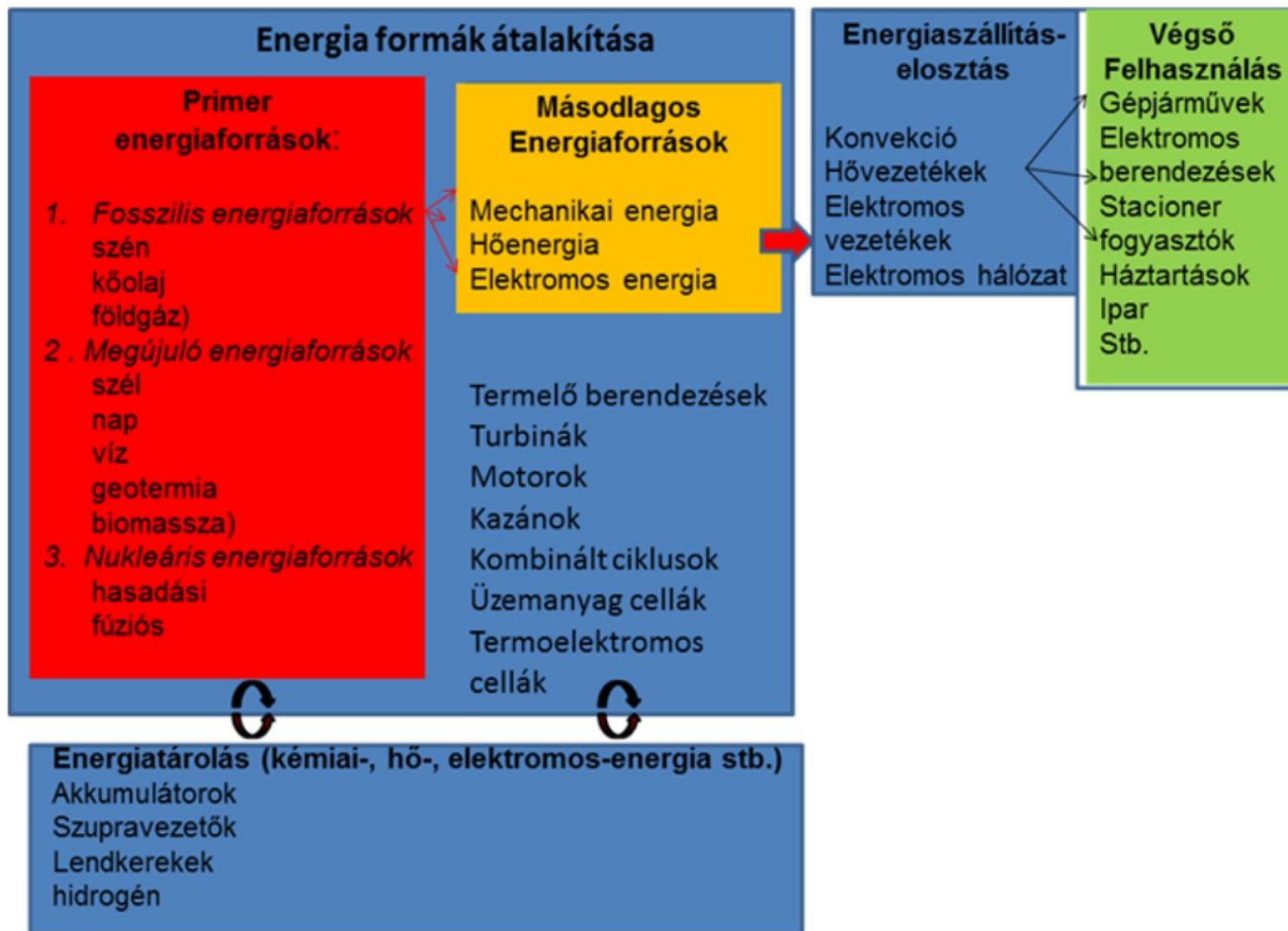
A villamos energia különbözik a többi energiaforrástól, mert **MÁSODLAGOS ENERGIAFORRÁS**. A másodlagos energiaforrás létrehozásához más **ELSŐDLEGES ENERGIAFORRÁS** felhasználása szükséges.

A VILÁG ENERGIAFOGYASZTÁSÁNAK
FORRÁSAI 2000-BEN

 BIOMASSZA megújuló fűtés, vill. energia termelés, szállítás	3.6%	 KŐOLAJ nem-megújuló vill. energia termelés, gyártás, szállítás	38.2%
 VIZIENERGIA megújuló Electricity	3.5%	 SZÉN nem-megújuló vill. energia termelés, gyártás,	22.5%
 GEOTERMÁLIS ENERGIA megújuló fűtés, vill. energia termelés	0.3%	 FÖLDGÁZ nem-megújuló fűtés, gyártás, vill. energia termelés	22.0%
 NAPENERGIA megújuló világítás, fűtés, vill. energia termelés	>0.1%	 URÁN nem-megújuló vill. energia termelés	8.0%
 SZÉLENERGIA megújuló vill. energia termelés	>0.1%	 PROPÁN nem-megújuló gyártás, fűtés	1.8%

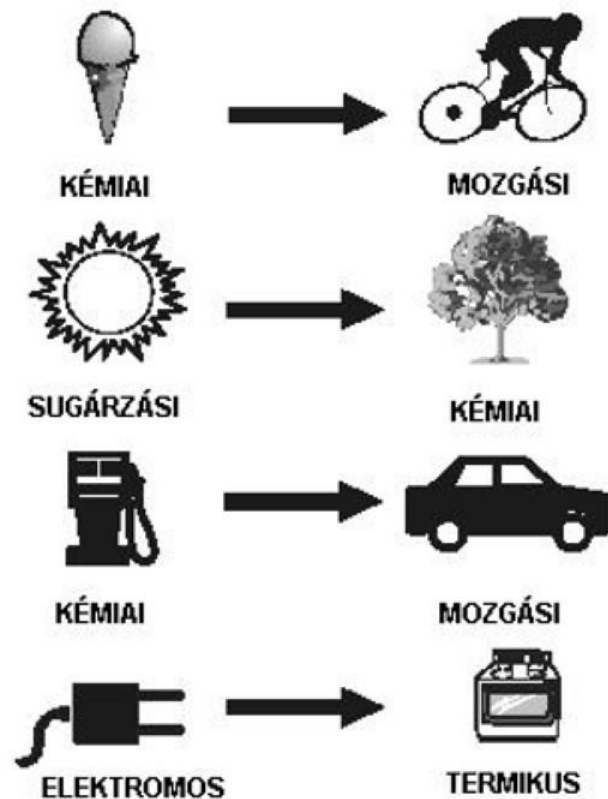


Energiaforrások, átalakítások, szállítások, elosztások, tárolások és felhasználások kapcsolata



ENERGIAFORMÁK ÁTALAKÍTÁSA

Energia átalakítás (forrás/cél)	hatásfok (%)
Elektromos melegítő (elektromos/termikus)	100
Elektromos generátor (mechanikus/elektromos)	95
Elektromotor nagy (kicsi) (elektromos/mechanikus)	90 (65)
Akkumulátor (kémiai/elektromos)	90
Gőzkazán (kémiai/hő)	85
Házi gáz (olaj, szén) kályha (kémiai/hő)	85 (65, 55)
Gőzturbina (gázturbina) (kémiai/mechanikai)	45 (30)
Gépjármű motor (kémiai/mechanikai)	25
Fluoreszcens lámpa (elektromos/fény)	20
Szilícium napcella (nap/elektromos)	15
Gőzmozdony (kémiai/mechanikai)	10
Izzólámpa (elektromos/fény)	5



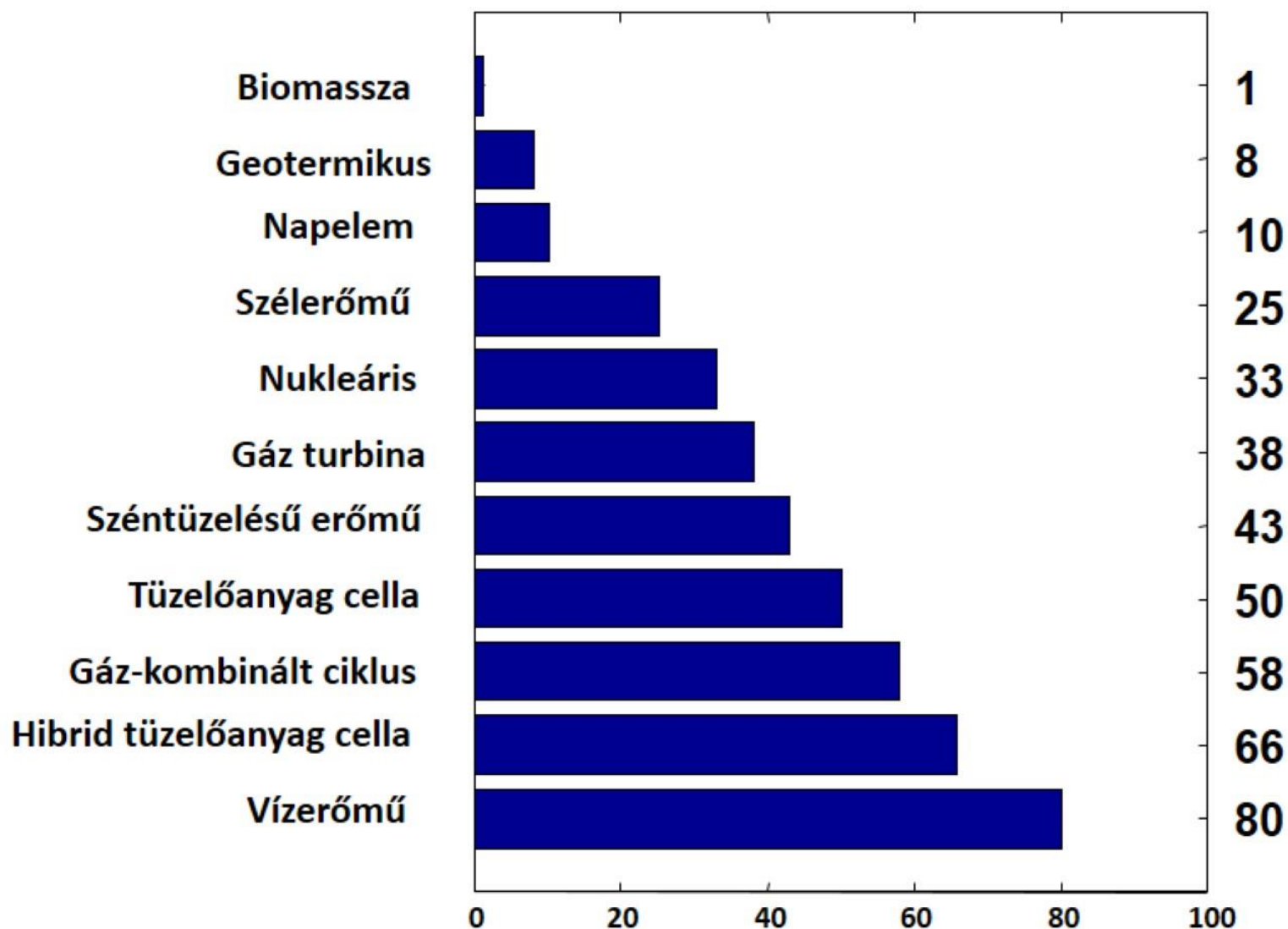
Energiaátalakító technológiák területigénye

Technológia 1000 MWe területigénye

•Nukleáris	•8,8 km ²
•Szén	•18,13-32,26 km ²
•Víz	•72,5 km ²
•Napelem	•103,6 km ²
•Szél	•259 km ²
•Biomassza	•2590 km ²
•Geotermikus	•7,8 km ²
•Gáz turbina/tüzelőanyag cella	•Esettől függ

MWe = elektromos teljesítmény MW-okban

Energiaátalakító technológiák hatásfokai



Energiagazdálkodás

- Energiaszükségletek és rendelkezésre álló energia fajták felmérése
- Termelés és szükséglet összehangolás
- Leggazdaságosabb energiaátalakítási módszerek meghatározása
- Környezeti hatás csökkentése
(Üvegházhatású gázok!)

Fosszilis energiahordozók

- Szén
- Kőolaj
- Földgáz
- Fa
- Magyarországon a szénhidrogének felhasználási aránya kb. 70%

Hatásfok

- Elektromos energia kőszénből 35-40%
- Elektromos energia + gőz kőszénből ellennyomású erőműben 72%
- Gőzgép 11%
- Diesel motor 30%
- Háztartási fűtés olajkazanban 66%

Anyag	Fajlagos energia "költség" (MJ/kg)	Kiindulási anyag
alumínium	230-340	bauxit
tégla	2-5	agyag, márga
cement	5-9	agyag, mészkő
réz	60-125	szulfidos rézérc
üveg	18-35	homok, agyag, márga
vas	20-25	vasérc
mészkő	0,07-0,1	mészkő
nickel	70-230	szulfidos nikkelérc
papír	25-50	facellulóz
polietilén	87-115	nyersolaj
polisztirol	62-108	nyersolaj
PVC	85-107	nyersolaj
homok	0,08-0,1	folyómeder
szilícium	200-250	szilícium-dioxid
acél	20-50	nyersvas
kénsav	2-3	kén
titán	900-950	titánérc
víz	0,001-0,01	folyók, tavak, talajvíz
tüzifa	3-7	erdő

SZÉN

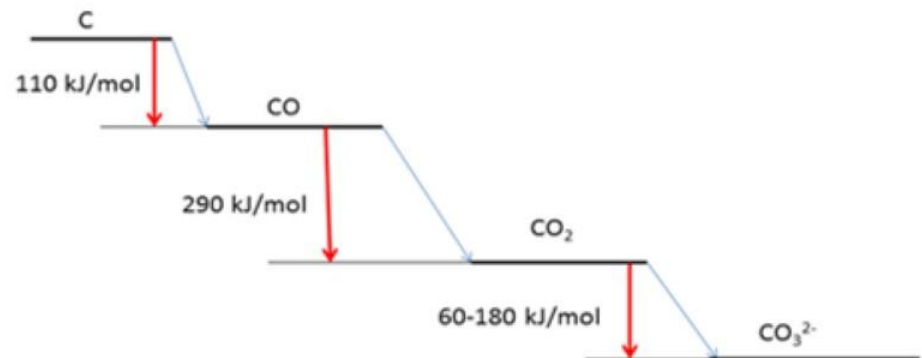
A növényi anyagok széné alakulásának két fő szakasza van.

a/ A lerakódás és az ezzel kapcsolatos felszíni átalakulás, eredménye a tőzeg.

b/ A nagy nyomás és hőmérséklet hatására a földkéregben létrejövő metamorfózis, a *szénülés*.

A szénülés során a tőzeg fokozatosan átalakul, s **lignit**, **barnaszén**, **feketeszén** majd **antracit** keletkezik. A széntartalom és a kémiailag kötött energia változását a szénülés foka szerint a következő táblázat mutatja.

	C [%]	Q[MJ/kg]
tőzeg	55-65	6,3-7,5
lignit	60-65	7,0-8,4
barnaszén	65-80	5,4-24
feketeszén	80-93	24-32
antracit	93-98	35-37,5



A szénülés során csökken a hidrogén és oxigéntartalom, amely a növényeknél 6, illetve 44 % körüli érték volt, az antracitnál nem éri el a 2, illetve 4 %-ot. Az ásványi szenek a karbon és hidrogén mellett más **éghető** és **nem éghető** anyagokat is tartalmaznak.

Az éghető gázok (ún. illóanyagok) égéskor elégnak és eltávoznak, az éghetetlen szilárd anyag a **hamu** visszamarad. A magyarországi szenek leggyakoribb hamualkotói: a kovasav (SiO_2), az alumíniumoxid (Al_2O_3), a vasoxid (Fe_2O_3), a foszforpentoxid (P_2O_5) és a kalciumoxid (CaO). A szén tüzeléstechnikai értéke annál nagyobb minél kisebb a nedvesség- és hamutartalma.

A szén **durva nedvességtartalma** a hótól vagy a mosóműből kerül a szénbe, a **higroszkopikus nedvességtartalmat** pedig a szénfelület abszorbeálja, s a szénben lévő kapillárisok tárolják.

A szénben három féle hamu van.

- a/ **Primer hamu**: olyan ásványi anyag, mely még szén őst jelentő fában is megtalálható volt. Csak különleges eljárásokkal távolítható el.
- b/ **Szekunder hamu**: a szénülés folyamatában a geológiai rétegmozgások következtében keveredett a szénrel. Eltávolítása az ún. flotálás, mely során a flotálómedencében a szén és a meddő fajsúlykülönbségét használják fel a szétválasztásra.
- c/ **Tercier hamu**: a bányászati folyamat során a szénbe kerülő meddő. Eltávolítása egyszerű, ez az ún. szénmosás.

Szénkitermelés: felszíni és mélyművelésű bányákban.

Szénhidrogének

KŐOLAJ

A kőolaj szerves, főleg állati eredetű maradványok átalakulási terméke. A kőolaj tömeg %-ban adott összetételét a következő táblázat mutatja

A kőolaj összetétele	
C	80-88%
H	10-14%
S	<5%
O	<7%
N	<1,7%
Hamu	<0,03%

A kőolaj fűtőértéke: 33-40 MJ/kg. A szénhidrogének csoportjai:
paraffinok (normál- ill. **izo-paraffinok**), cikloalkánok (**naftének**), **aromások**.

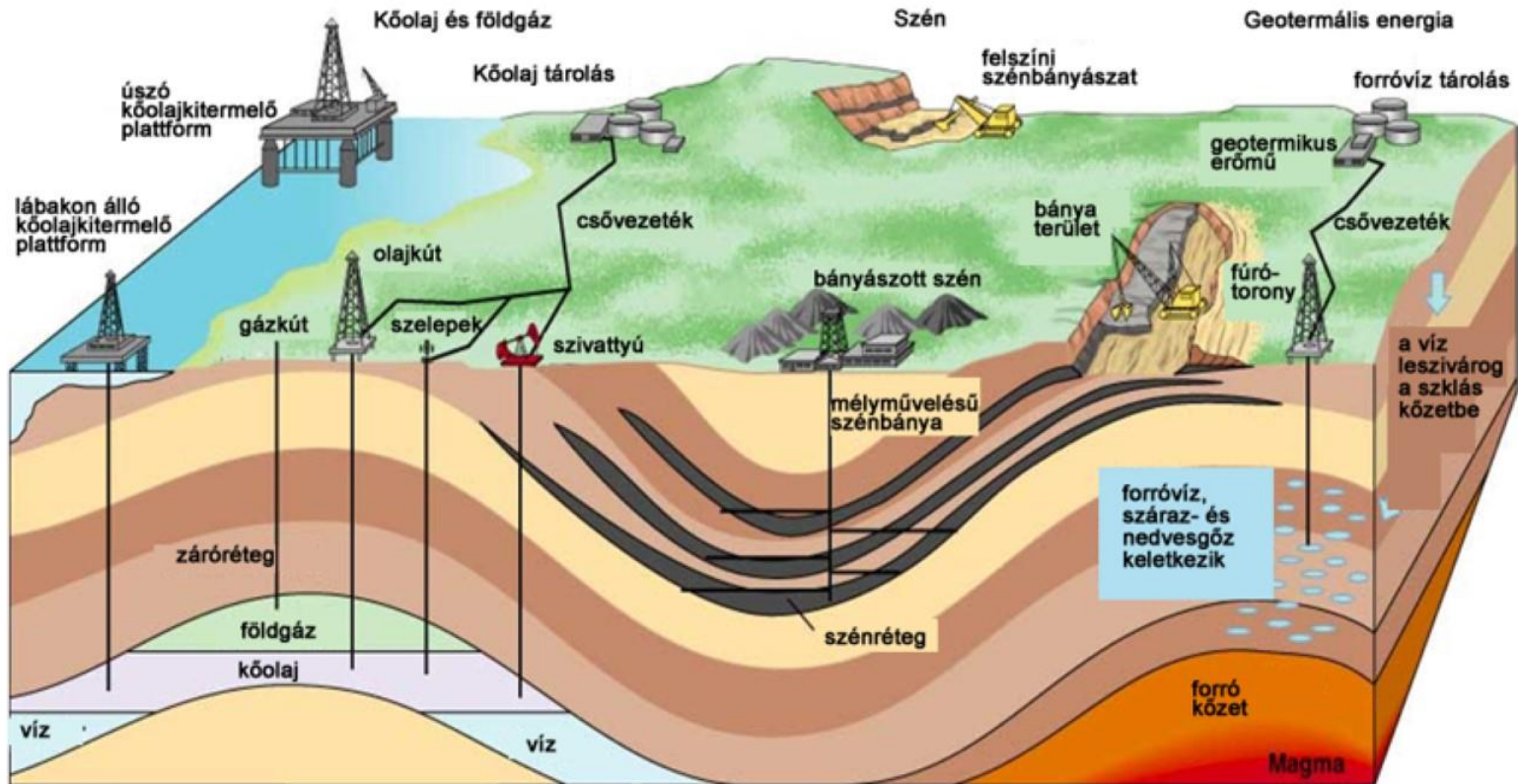
FÖLDGÁZ

A természetben található gáznemű tüzelőanyag, szénhidrogénekből áll. A kőolaj-előfordulásnak rendszerint kísérője. Legértékesebbek azok a földgázok, melyek sok metánt tartalmaznak, de kisebb-nagyobb mennyiségben etán, propán, bután, pentán stb. is található a metán mellett. Az olyan földgázt, ami túlnyomó részt metánból áll és csak igen kevés C_2-C_6 - szénhidrogént tartalmaz, „száraz” földgáznak is nevezik. Az olajjal együtt feltörő földgázok rendszerint ún. „nedves” földgázok, ezek számottevő mennyiségben tartalmaznak C_2-C_6 szénhidrogéneket.

	Metán	Etán	Propán	Bután	Pentán
„Száras” földgáz pl.	85 tf%	10 tf%	3 tf%	1 tf%	-
„Nedves” földgáz pl.	37 tf%	33tf%	21 tf%	6 tf%	4 tf%

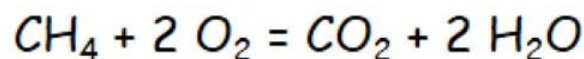
CH_4 26-99%, C_2H_6 0,1-9,5%, C_nH_{2n+2} <16%, N_2 <38%, H_2S <15% (CO_2 0-75%).

Energiahordozók kiaknázása



Energiatermelés kémiai technológiái

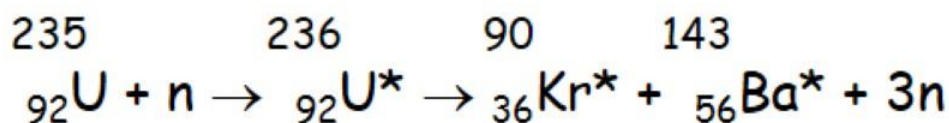
Kémiai energia



Hőenergia

Égéshő: $5,55 \cdot 10^4$ kJ/kg Fűtőérték: $4,99 \cdot 10^4$ kJ/kg

Atomenergia



Hőenergia

Atommag hasadással termelődő energia $8,21 \cdot 10^{10}$ kJ / kg ${}^{235}\text{U}$

Kémiai energia → hőenergia → mechanikai energia → villamos energia

Atomenergia → hőenergia → mechanikai energia → villamos energia

Tüzelőberendezések

A fosszilis energiahordozók kémiai kötéseiben tárolt energia a levegő oxigénjének segítségével, az ún. **tüzelő szerkezetekben**, magas hőmérsékleten égés során hőenergiává alakítható.

Az égéshez, a tüzeléshez biztosítani kell az alábbi feltételeket:

- Elegendően nagy levegőmennyiséget
- Elegendően magas oxigén-tartalmú levegőt
- Megfelelően kialakított tűzteret
- Füstgázok elvezetését
- Gyulladás hőmérséklet elérését az égés beindításához
- Elegendően nagy égési reakciósebességek biztosítását

(Túlzottan nagy sebességű égést robbanásnak nevezünk.)

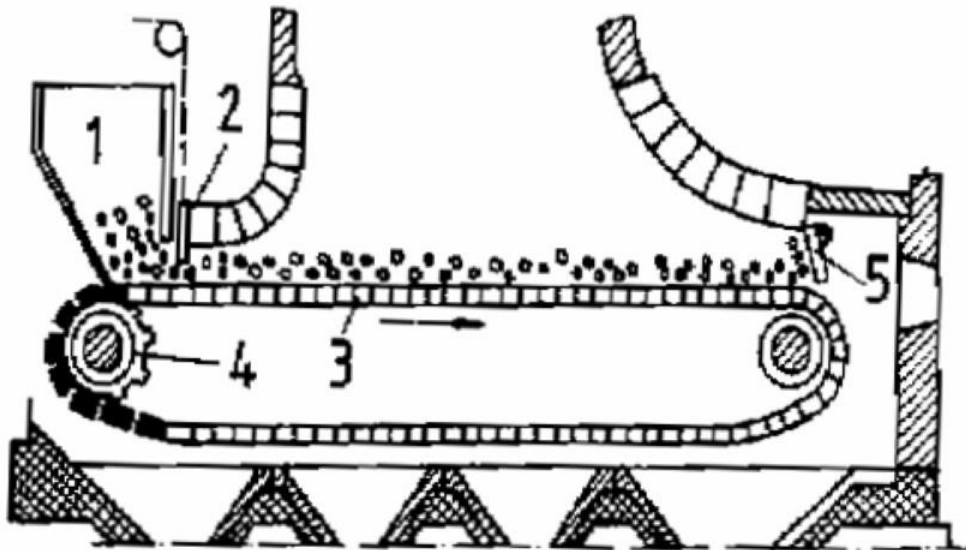
Szenek tüzelése 3-féle módon történhet:

- Rögzített ágyas berendezés
- Fluidizációs berendezésben
- Portüzelő berendezésben.

Tüzelőberendezések

SZÉNTÜZELÉS

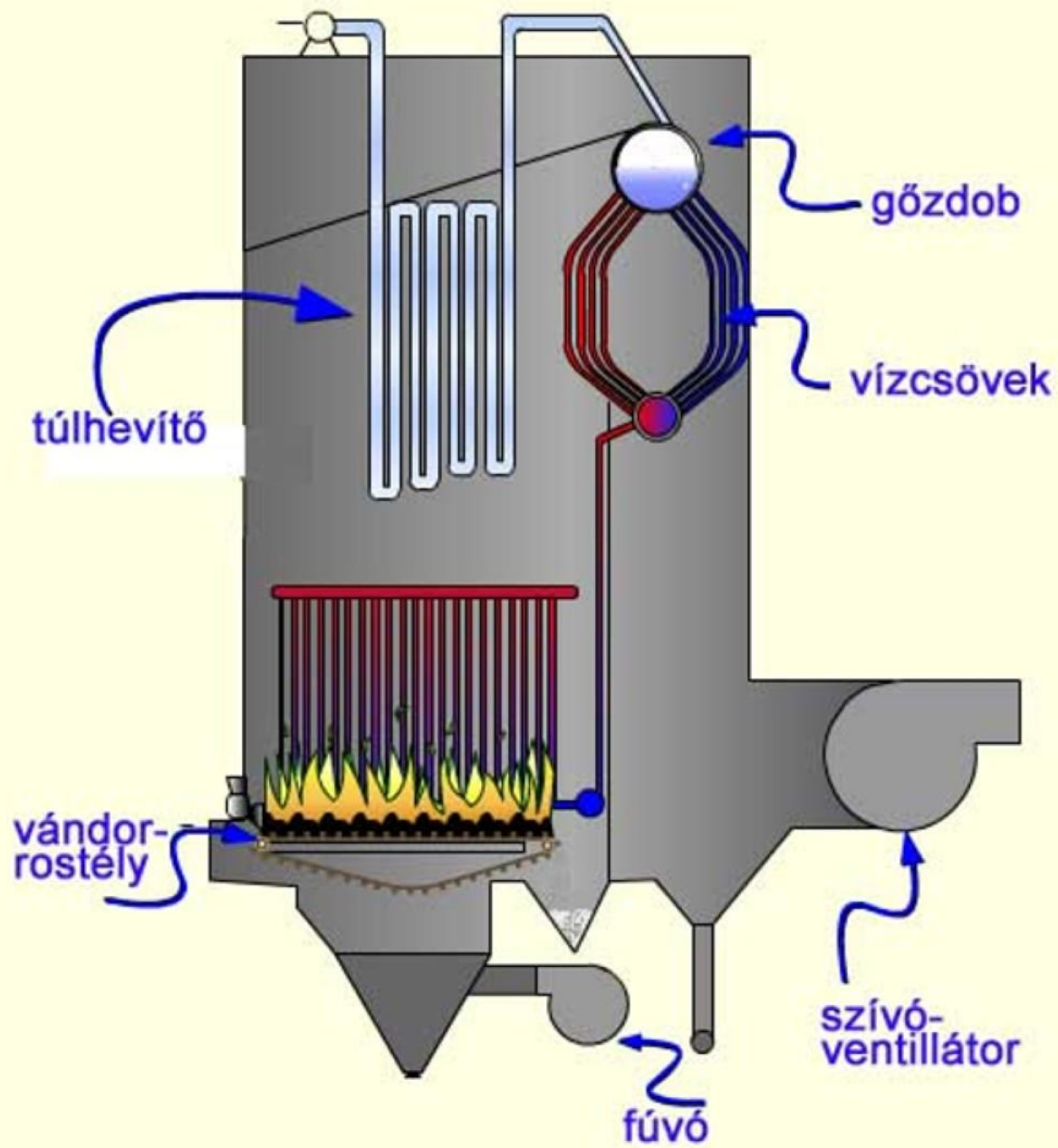
Vándorrostélyú tüzelőszerkezetben a rostély végtelen láncot képez, melyet két lánckerék mozgat. A lánc végéről a salak folyamatosan távolítható el. A tűztérbe kerülő szén fokozatosan felmelegszik, kokszolódik és végül elég.



Vándorrostály

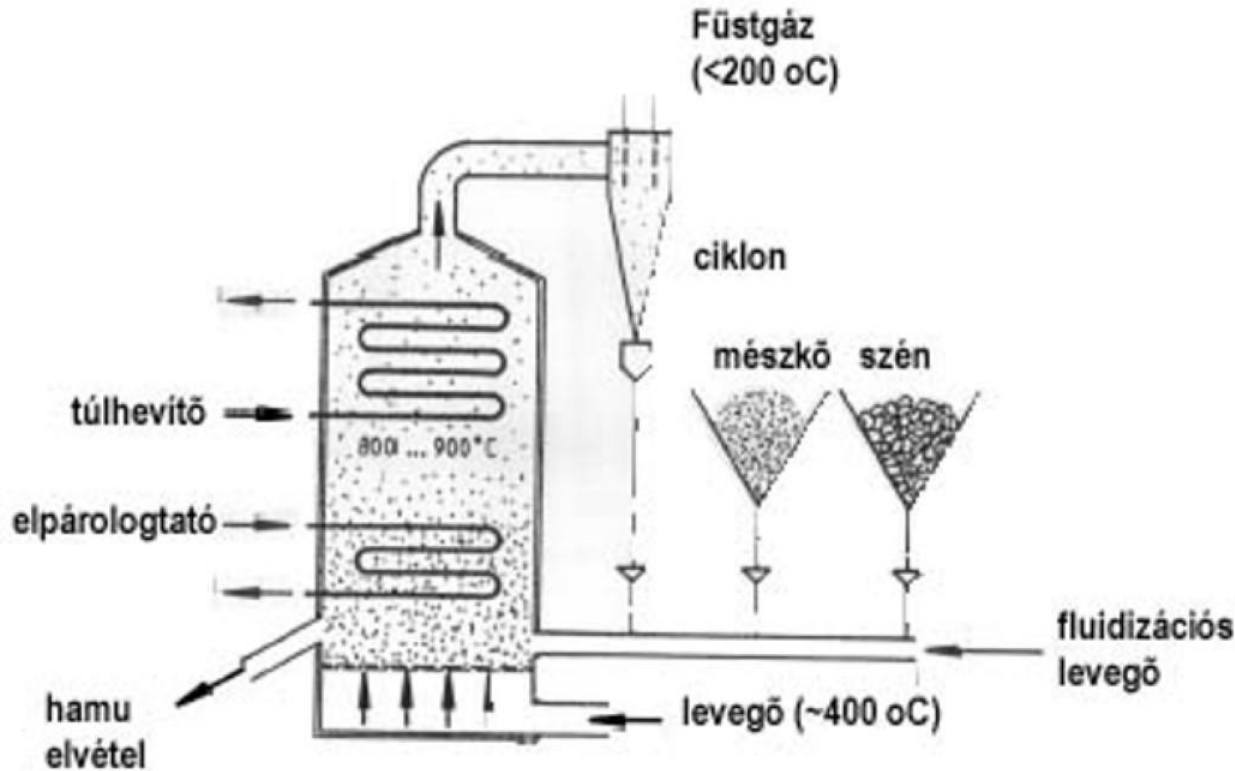
1 – szénagarat, 2 – rétegszabályozó, 3 – vándorrostély, 4 – rostély-hajtó kerék, 5 – salakbuktató

Az alkalmazott rostélyhossz ált. 4m, az égési folyamat 1mm/sec rostélysebesség mellett kb. 1 óra alatt megy végbe. A vándorrostélyos tüzelés néhány centiméteres széndarabok tökéletes elégését biztosítja. Maximum 100 MW termikus teljesítményű kazánokhoz alkalmazható.



Fluidizációs tüzelés (stacionér)

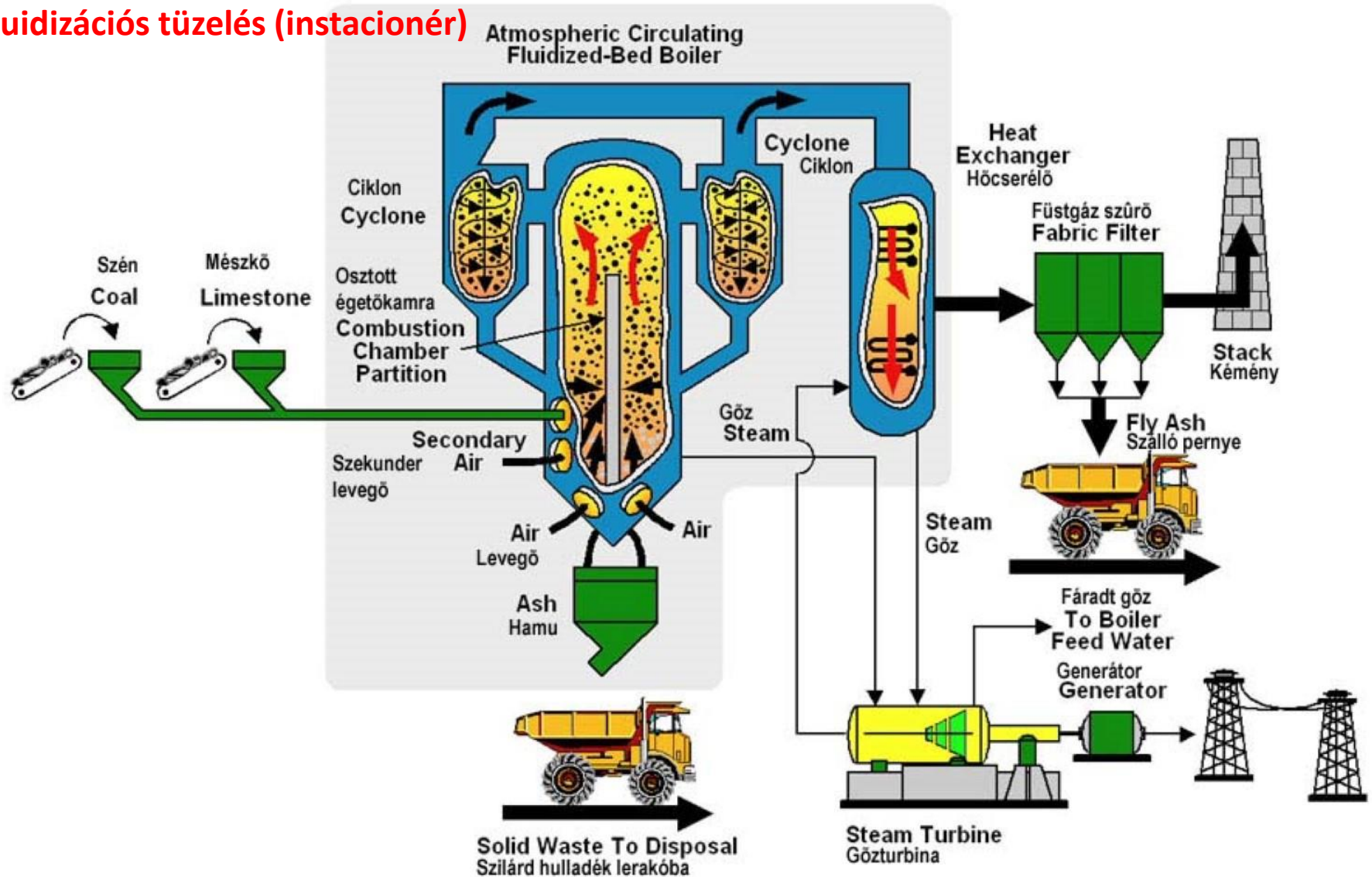
Stacionér fluidizációs tüzelés



A finomszemcsés szilárd anyagot (szén és hamu max. 1 cm átmérőjű szemcséinek keverékét) levegő tartja lebegésben. Jó hatásfokú hőcsere megy végbe. Az égési hőmérséklet 800-900 °C, így az NO_x gázok képződése erősen korlátozott.

A fluidizációs tüzelőberendezések maximum 200 MW termikus teljesítményértékig alkalmazhatók.

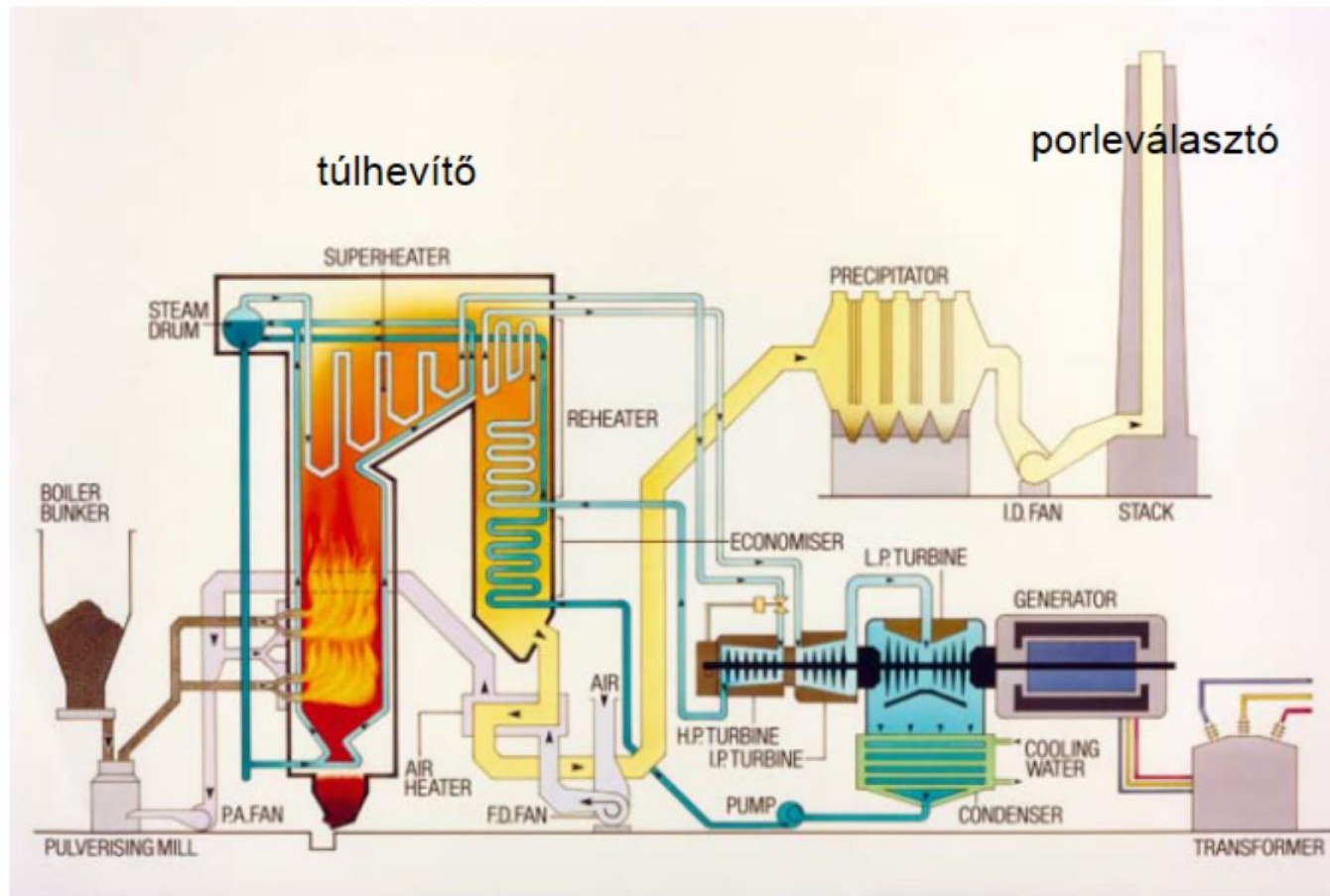
Fluidizációs tüzelés (instacionér)



Cirkulációs (instacionér) fluidizációs tüzelés

Az instacionér (fluidizációs) széntüzelésnél a gáz-szilárd elegyet kivezetik a tüztérből és utánkapcsolt hőhasznosító berendezésen vezetik át.

Porszéntüzelésű hőerőmű



A szenet malomban $50 \mu\text{m}$ szemcseméret alá aprítják. A porszéntüzelés biztosítja a legjobb hőátadást, mert itt a legnagyobb a szén fajlagos felülete. Az elérhető termikus teljesítmény 2000 MW.

TISZTA SZÉNALAPÚ ENERGIATERMELŐ TECHNOLÓGIÁK (CCT)

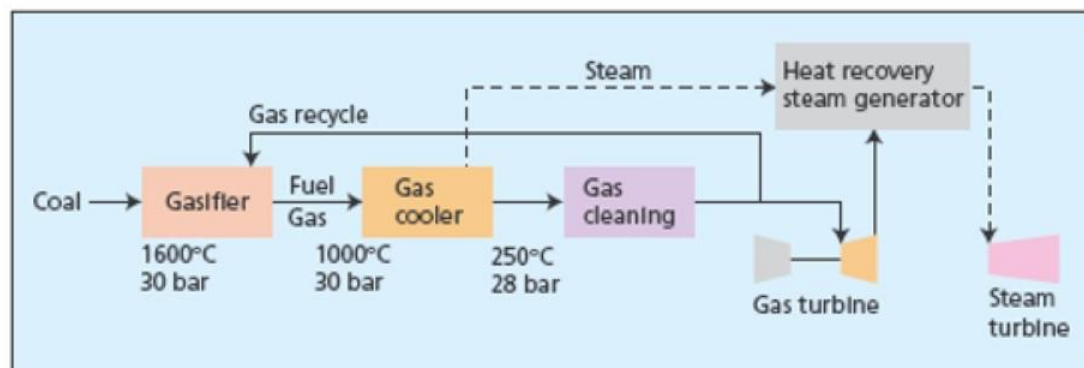
Az integrált elgázosító kombinált ciklusú széntüzelés (IGCC) új típusú széntüzelésnél a szenet oxigénnel és vízgőzzel reagáltatják és döntően szén-monoxidból és hidrogénből álló fűtőgáz keletkezik. Ezt a gázt megfelelő tisztítás után gázturbinában elégetik. A fejlődött hő jelentős részét gőzfejlesztésre használják, mely további elektromos energiát fejleszt. Az IGCC erőművek magas hatásfokkal rendelkeznek még rosszabb minőségű szenek esetén is. Jelenleg néhány kísérleti erőmű üzemel az EU országaiban, az USA-ban és Japánban.

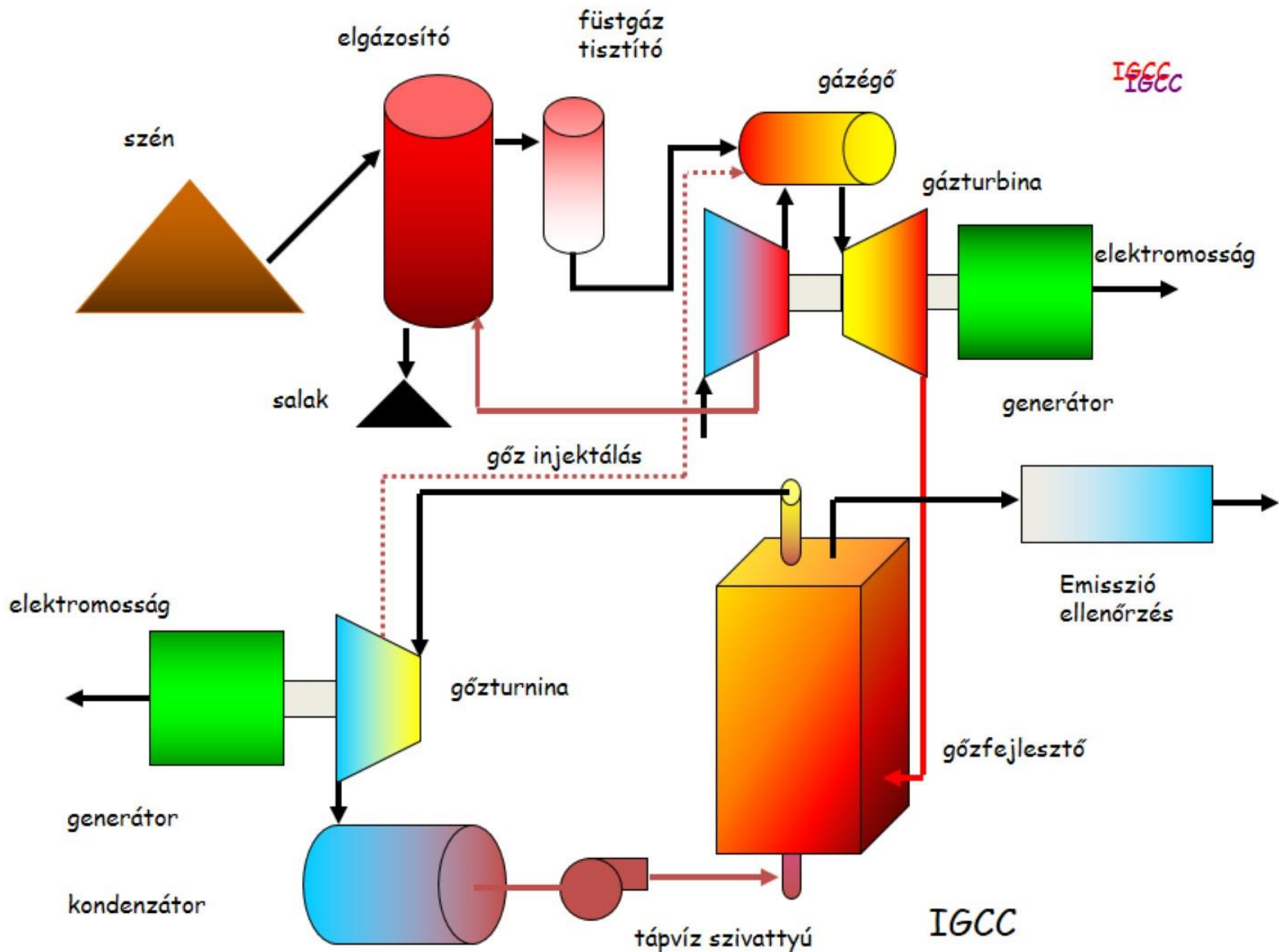
Karbonát ciklus a CO_2 megkötésére:

750°C alatt....



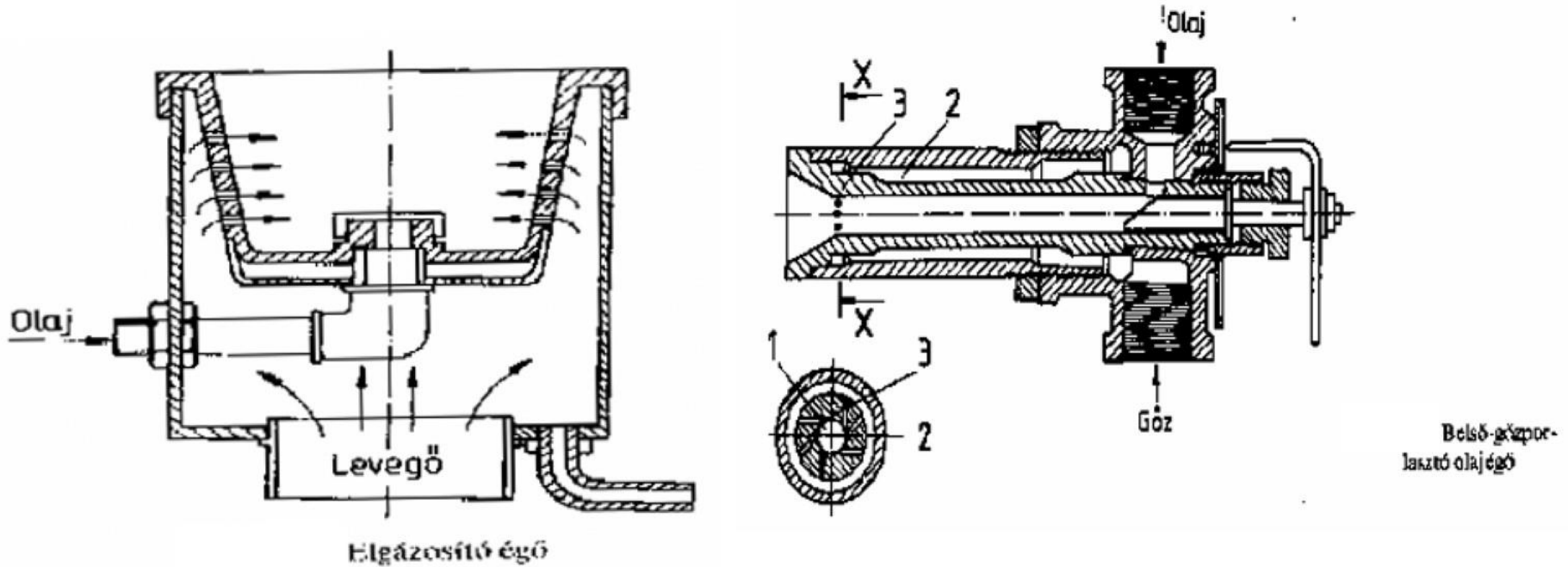
1050°C fölött....





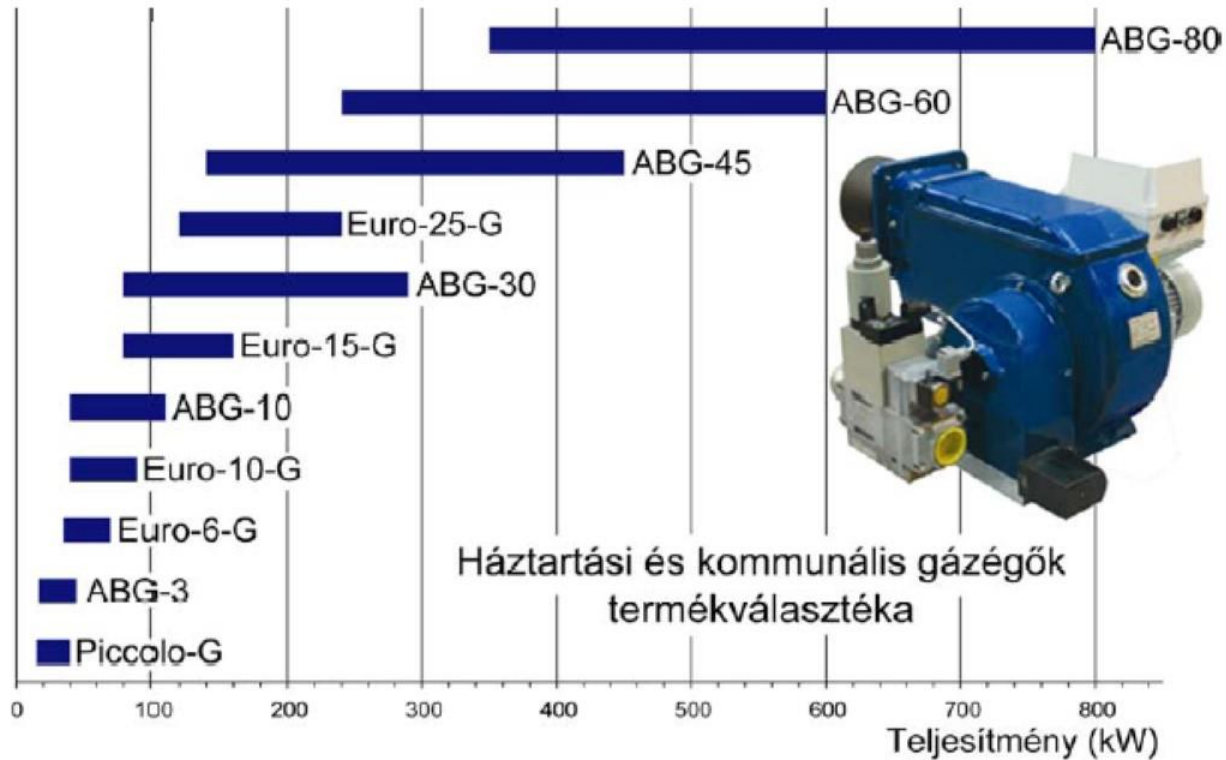
OLAJTÜZELÉS

Tüzelőolaj: kőolajpárlat és fűtőolaj (kőolaj lepárlási maradék)



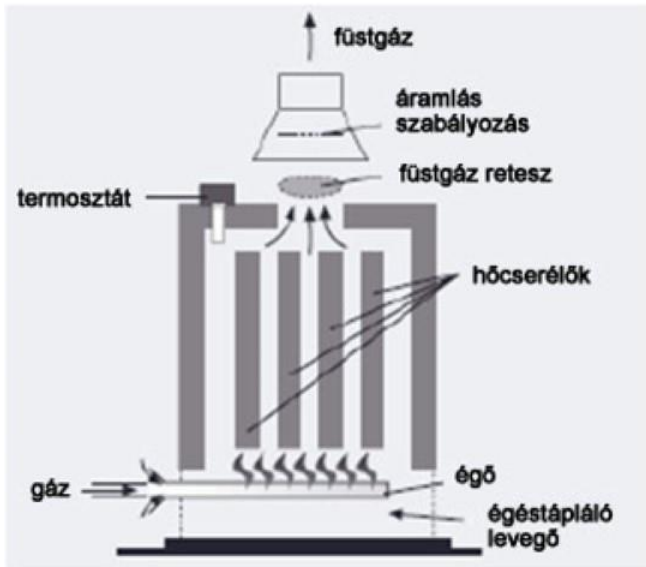
A tüzelőolajokat betűk és számok kombinációjával nevezik el. Így pl a TH 5/20 háztartási tüzelőolajat jelöl, mely 5 °C -on még szivattyúzható és 20 °C -on még porlasztható.

GÁZTÜZELÉS

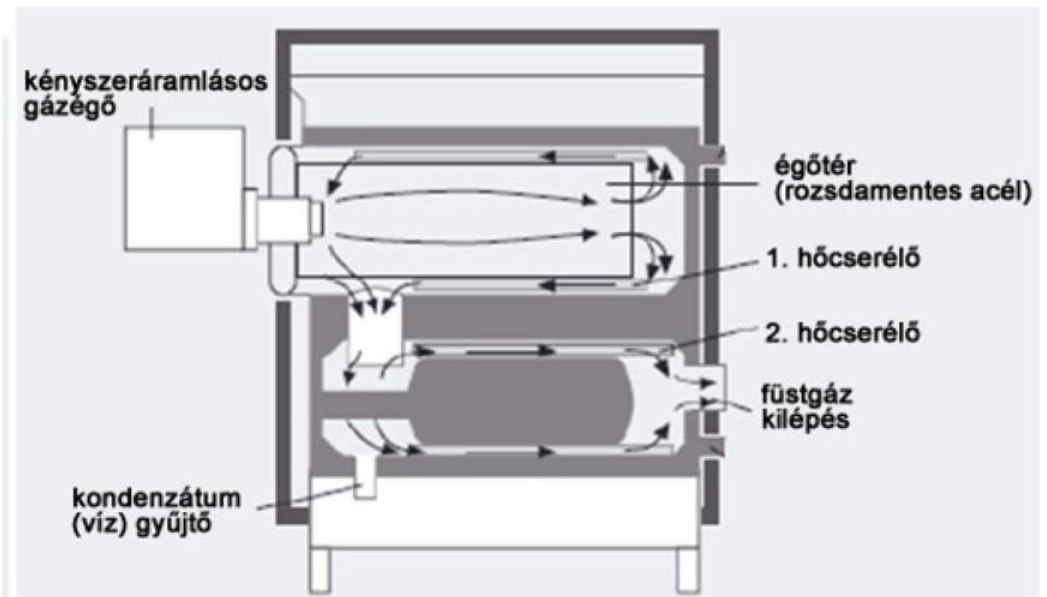


GB-GANZ gázégők választéka

Atmoszférikus gázkazán



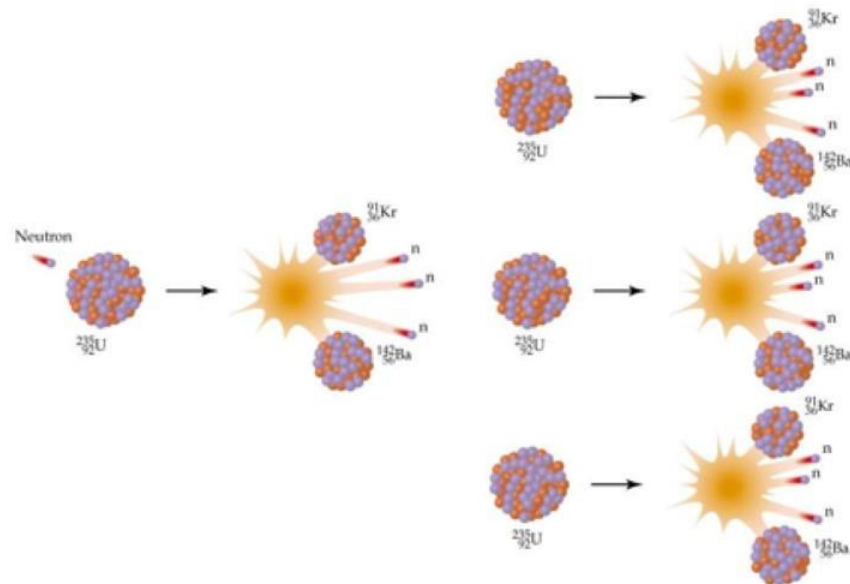
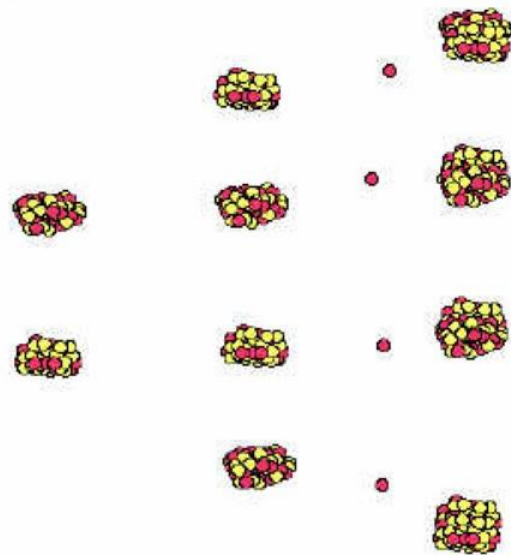
Kondenzációs gázkazán



Atomenergia

A NUKLEÁRIS ENERGIATERMELÉS: MAGHASADÁS

LÁNCREAKCIÓ



Kritikus reakció: amikor éppen elegendő hasadás történik ahhoz, hogy a láncreakció fönmaradjon. Ez a nukleáris energiatermelés alapja.

Szuperkritikus reakció: Amikor a láncreakcióban hasítóképes neutronfelesleg keletkezik és nő a hasadás sebessége. Ez történik az atombombákban.

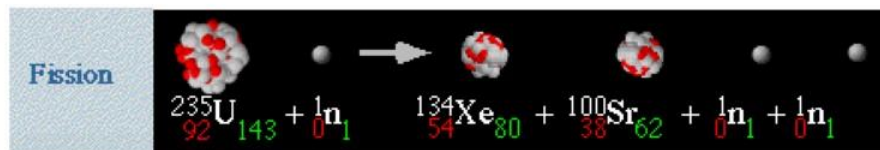
KRITIKUS TÖMEG: a hasadóanyag legkisebb tömege, mely fenntartja a láncreakciót. Ez ^{235}U esetében 56 kg.

HASADÁSI ENERGIA

A hasadási reaktorok zömében jelenleg az ^{235}U az alkalmazott hasadóanyag.

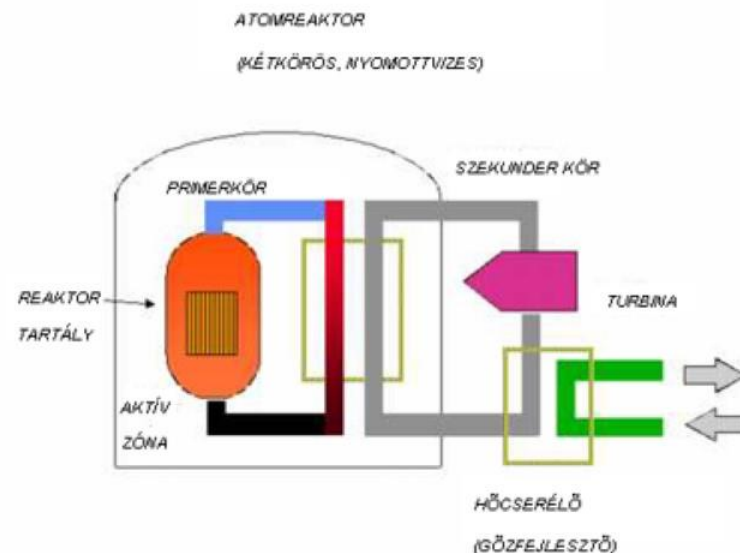
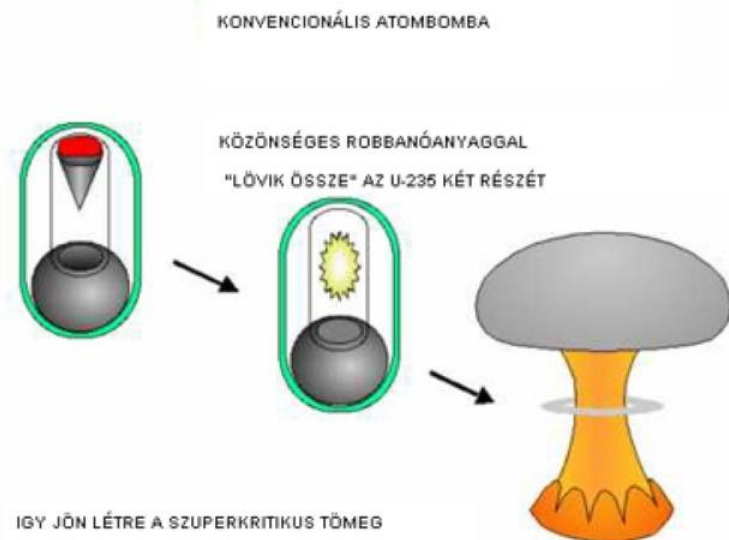
Egy lehetséges hasadási reakció: $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{92}_{54}\text{Kr} + ^{141}_{38}\text{Ba} + 3\ ^1_0\text{n} + \text{energia}$

vagy



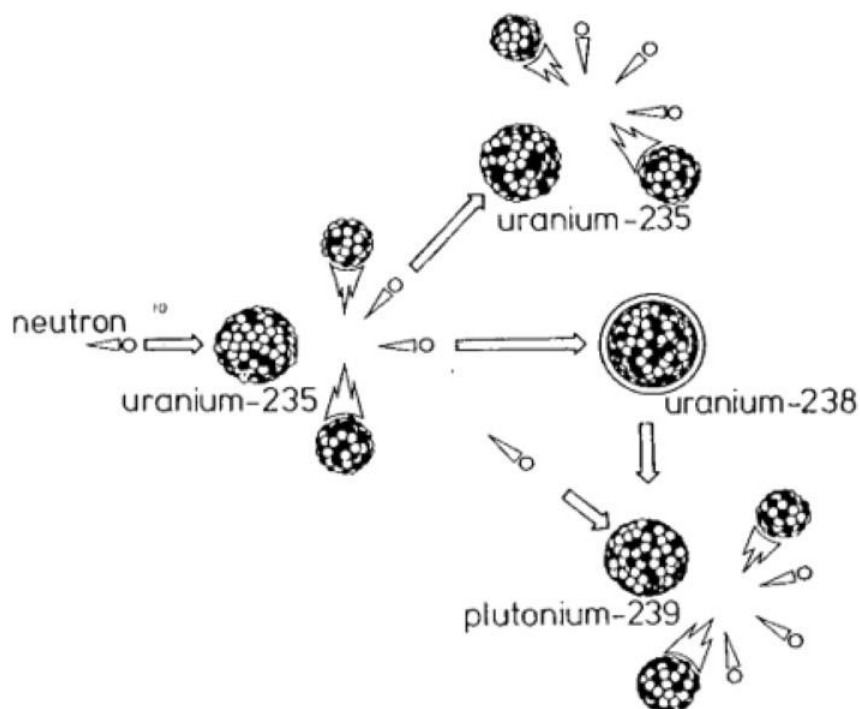
Egy urán atom elhasadásakor kb. 200 MeV energia szabadul föl. 100 g ^{235}U elhasadása

$8,21 \cdot 10^{12} \text{ J} = 1785$ tonna TNT energiájának megfelelő energiát képvisel.



HASADÓANYAGOK

Mag	^{232}Th	^{233}U	^{234}U	^{235}U	^{236}U	^{238}U	^{237}Np	^{239}Pu	^{240}Pu
Átmeneti mag	^{233}Th	^{234}Th	^{235}U	^{236}U	^{237}U	^{239}U	^{238}Np	^{240}Pu	^{241}Pu
Neutron energia (MeV)	1,3	T	0,4	T	0,8	1,2	0,4	t	>0



AZ U-235 LÁNCREAKCIÓ ÉS A PU-239 KÉPZŐDÉSE

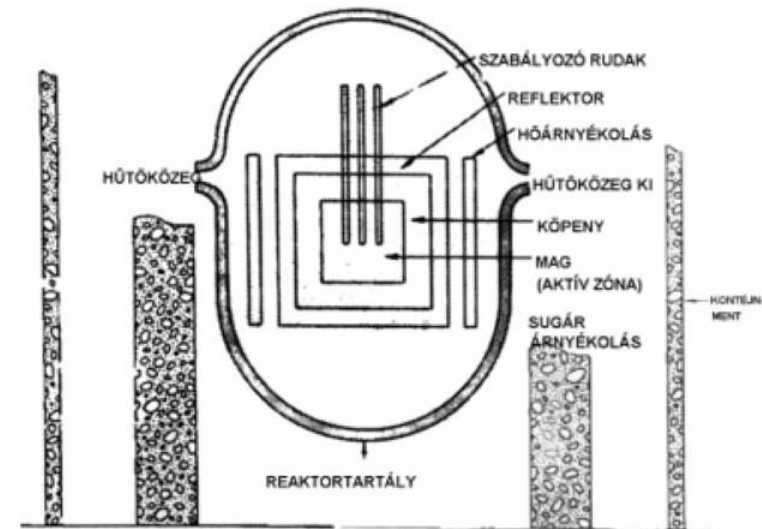
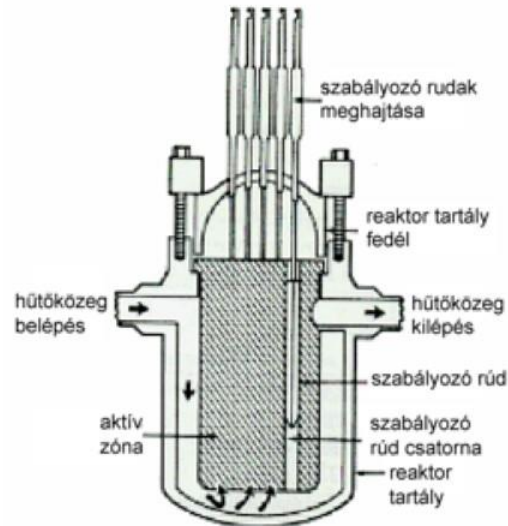
Ismert uránkészletek a világon

	tonna U	világ %
Ausztrália	863,000	28%
Kazakisztán	472,000	15%
Kanada	437,000	14%
Dél-Afrika	298,000	10%
Namíbia	235,000	8%
Brazília	197,000	6%
Oroszország	131,000	4%
USA	104,000	3%
Üzbegisztán	103,000	3%
világ összesen	3,107,000	

Reasonably Assured Resources plus Estimated Additional Resources - category 1, to US\$ 80/kg U, 1/1/01, from OECD NEA & IAEA, Uranium 2001: Resources, Production and Demand.

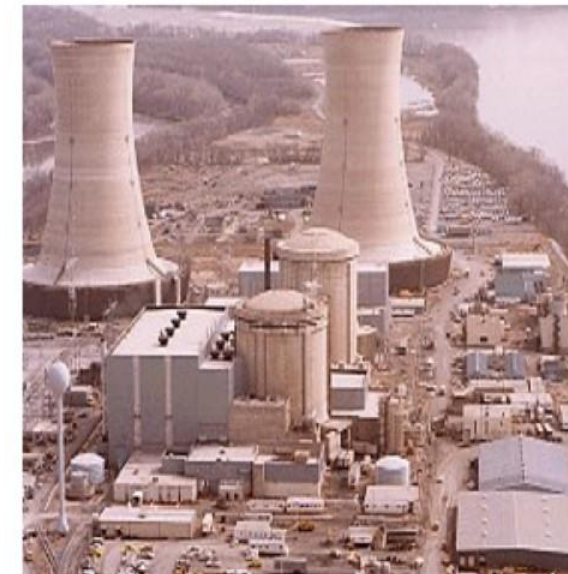
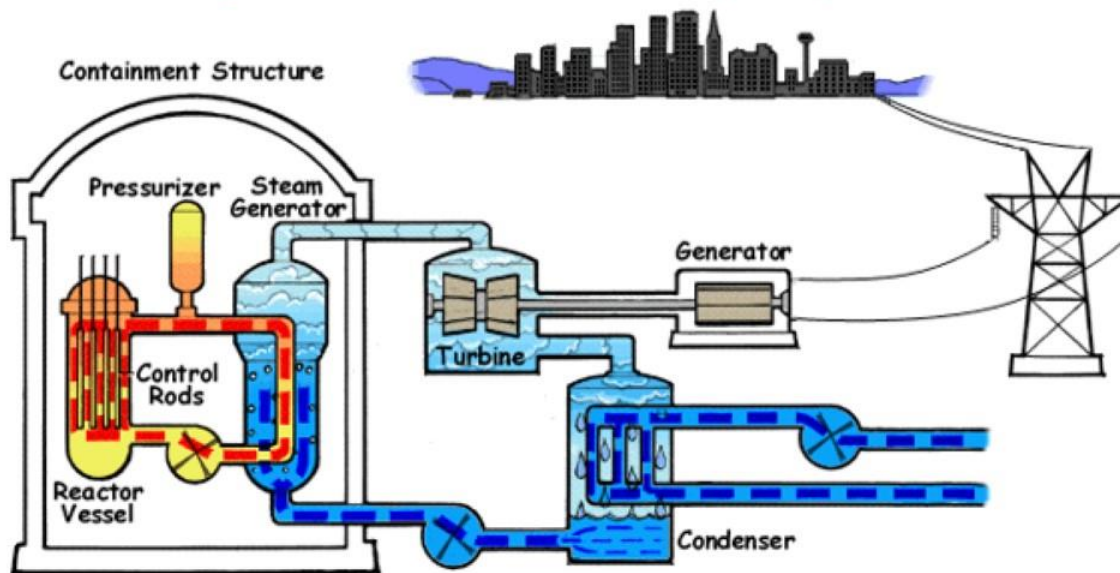
Brazil, Kazakhstan, Uzbekistan and Russian figures above are 75% of in situ totals.

A reaktor részei



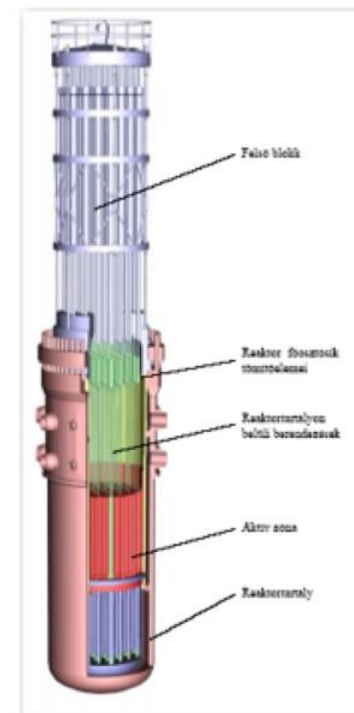
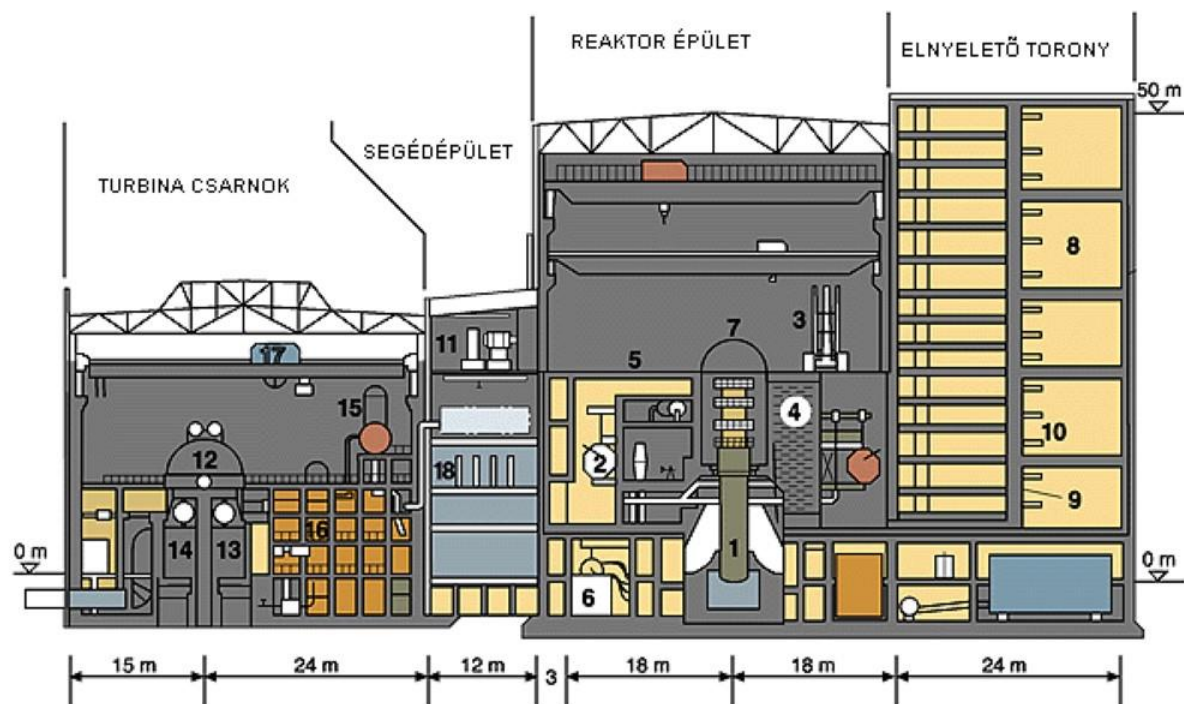
A REAKTOR RÉSZEI

A nyomottvizes atomerőmű (PWR)



TMI PWR (USA)

A VVER-440/213 nyomottvizes reaktor



1 Reaktor tartály 2 gőzfejlesztő 3 fűtőelem töltő

4 kiegészített fűtőelem tároló medence 5 elnyelető torony
6 tápvíz előkezelés 7 védőburkolat 8 elnyelető torony

9 permetező rendszer 10 ellenőrző csatorna
11 levegő beszívás 12 turbina 13 kondenzátor

14 turbina blokk 15 tápvíz tartály 16 előhevítő

17 turbina csarnok daru 18 elektromos berendezések, vezérlések

Blokk	Építés kezdete	Első kritikus állapot	Üzemeltetési engedély érvényessége
1.	1974. 08.	1982. 12. 14.	2012. 12. 14.
2.	1974. 08.	1984. 08. 26.	2014. 08. 26.
3.	1979. 10.	1986. 09. 15.	2016. 09. 15.
4.	1979. 10.	1987. 08. 09.	2017. 08. 09.

Erőmű típusok

ERŐMŰVEK

vízerőmű

hőerőmű

atomerőmű

nem-
konvencionális

gőzerőművek
kazán+turbina

gázturbinás
erőművek

olaj

szén

földgáz

nyitott ciklus
(gázturbina)

kombinált
ciklus
(gőz+gáz t.)

porszén-
tüzelés

fluidágyas
tüzelés

A termelt vagy szolgáltatott energia szerint:

Tisztán villamos energiát szolgáltató

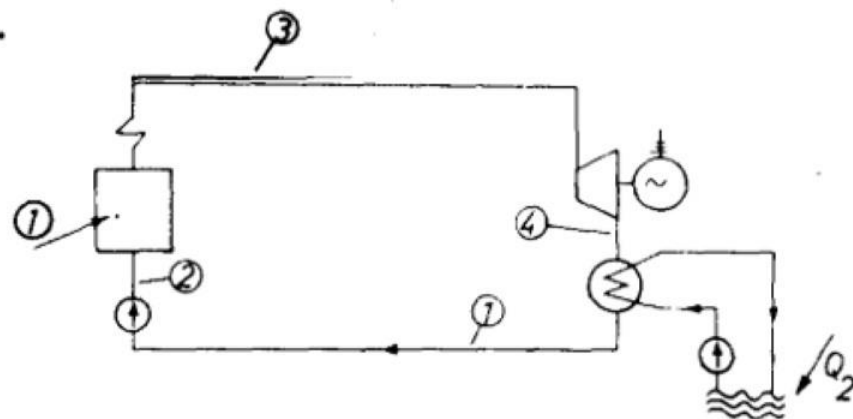
Villamos energiát és hőenergiát szolgáltató erőművek

Az erőművek kihasználása szerint:

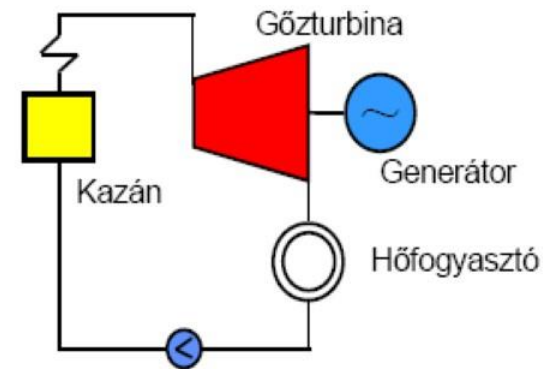
Alaperőművek, egész évben egyenletesen termel, jól kihasználja a kapacitását

Menetrendtartó erőművek, igények alapján előre megszabott menetrend szerint

Csúcserőművek, csak a terhelési csúcsok idején szolgáltat energiát

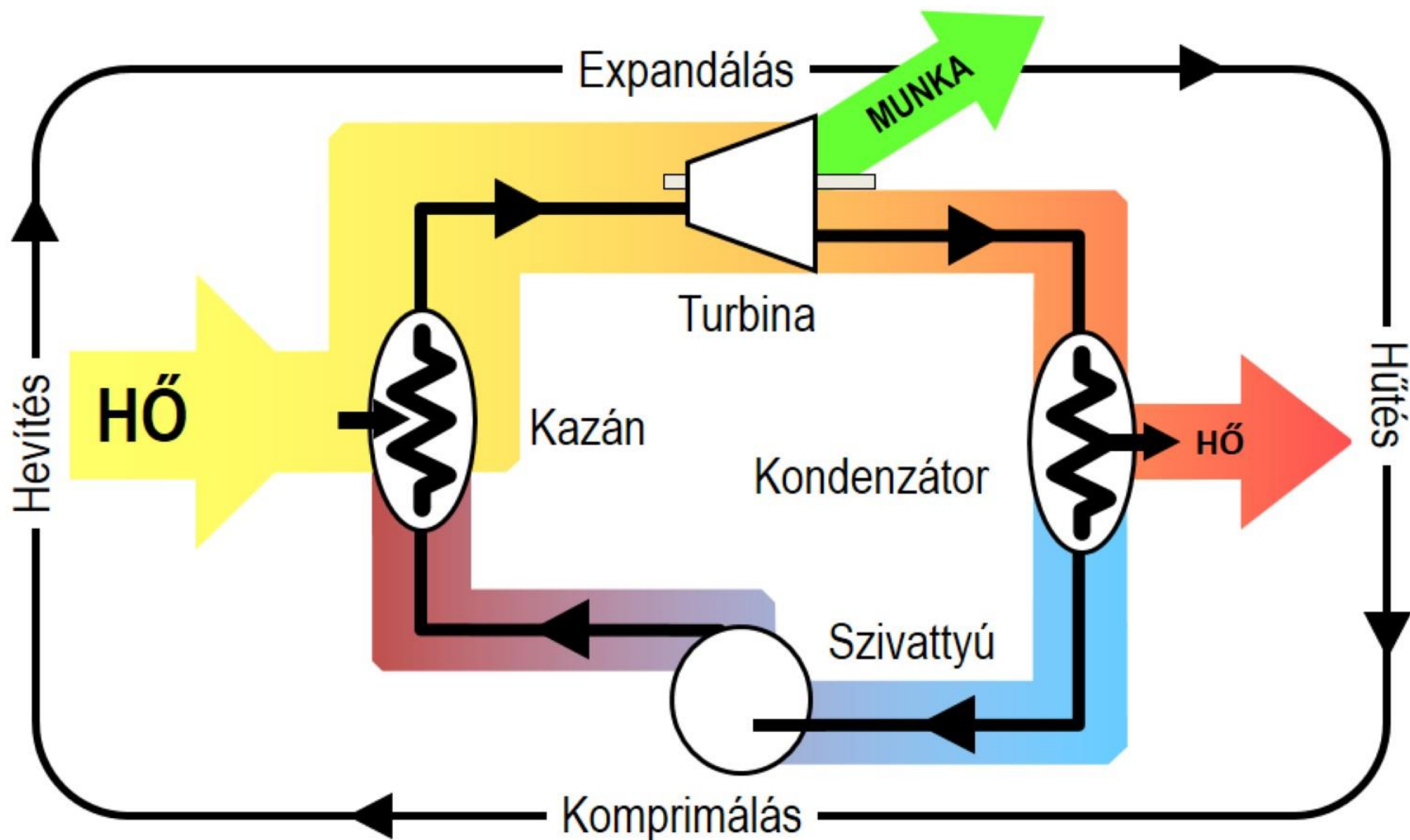


Kondenzációs erőmű

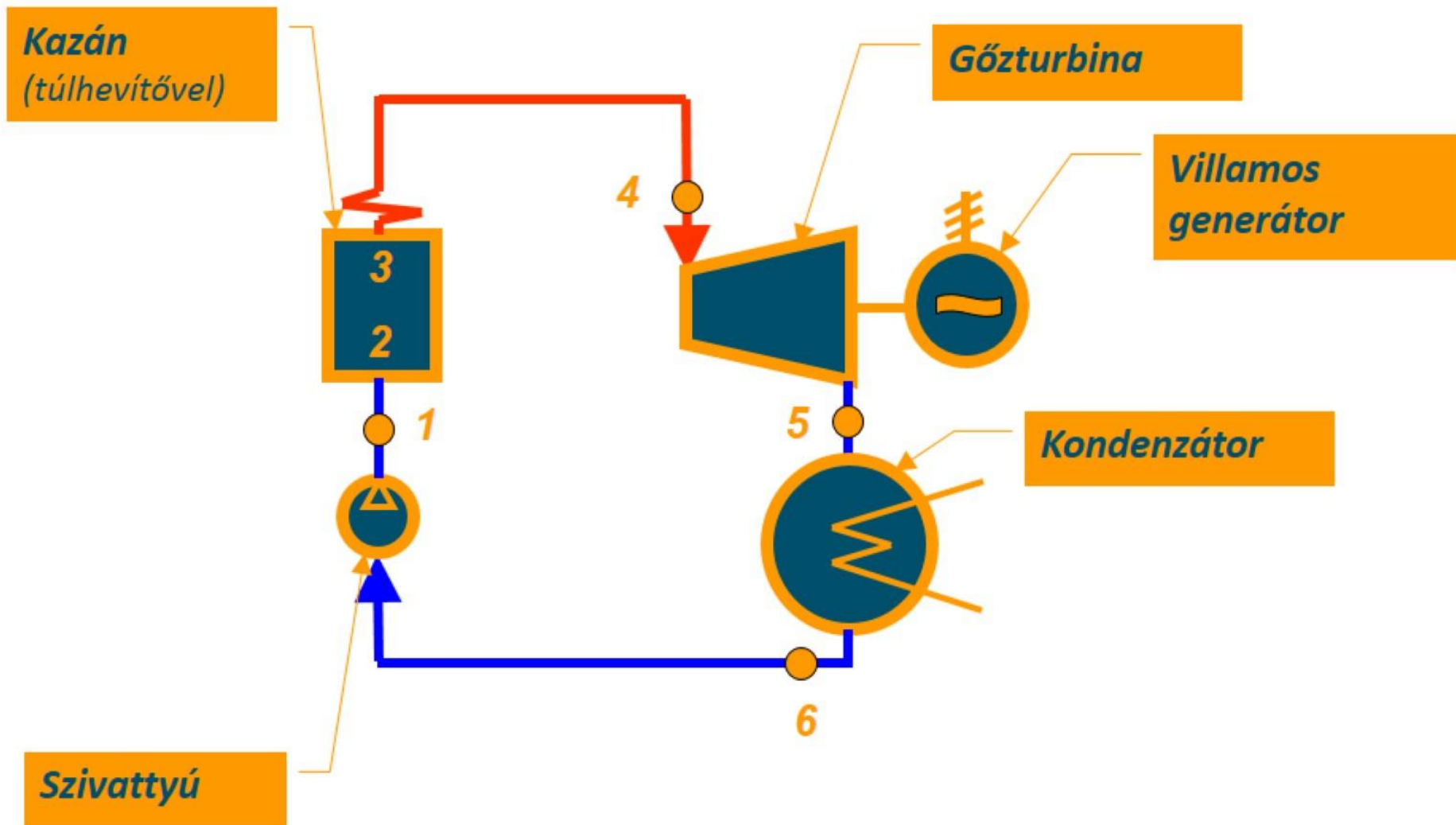


Ellennyomásos erőmű

Hőerőgép...



A Rankine-Clausius körfolyamat



Megújuló energiaforrások

MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK

Felosztás:

1. **Eltüzelhető megújulók és hulladékok (CRW).**
 - *Szilárd biomasszák és állati termékek.* Ilyen a fa, fahulladék, rost-hulladék, állati hulladékok és más szilárd biomasszák. A biomasszából készült faszén is ide tartozik.
 - *A biomasszából keletkező folyékony és gáznemű energiahordozó anyagok.* Ide tartozik a biogáz.
 - *Háztartási hulladékok.* Lakossági és kórházi hulladékok.
 - *Ipari hulladékok.* Szilárd és folyékony hulladékok, pl. autógumik.
2. **Vízenergia**

A víz potenciális és kinetikus energiáját elektromos energiává alakítják a vízierőművekben.
3. **Geotermális energia**

A föld hőjét gőz és/vagy melegvíz formájában hasznosítják közvetlen fűtésre, vagy elektromos energia előállítására.
4. **Napenergia**

A napenergiát forró víz előállítására vagy elektromos energia előállítására alkalmazzák.
5. **Szélenergia**

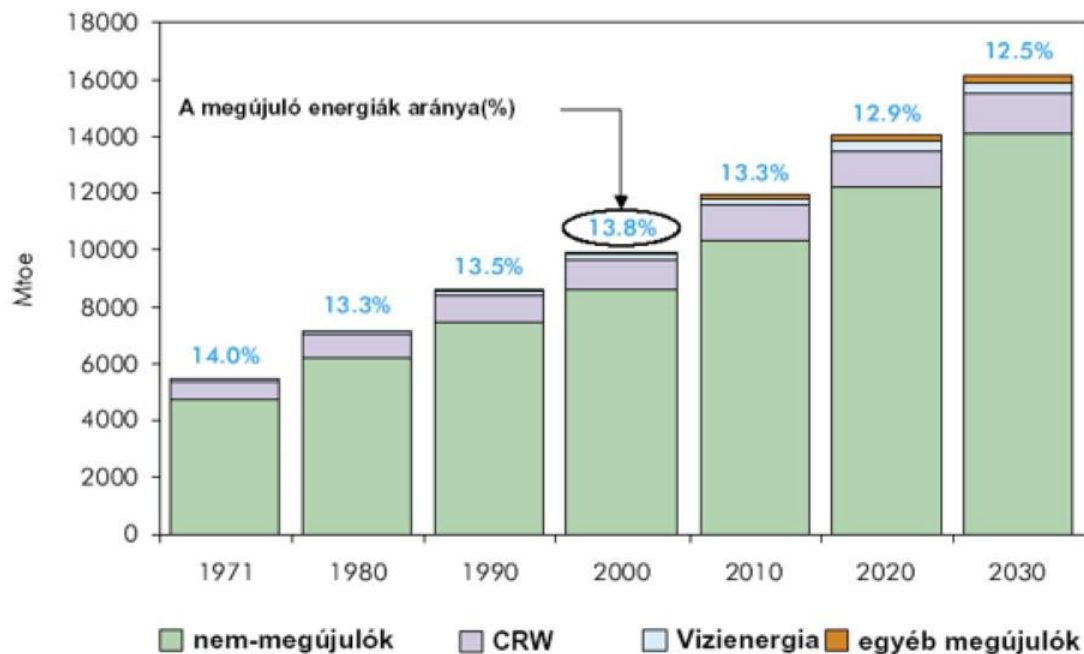
A szél kinetikus energiáját szélmotorokban elektromos energiává alakítják.
6. **Árapály, hullám, óceán energia**

Mechanikai energiát elektromos energiává alakítanak.

Megújuló energiaforrások - Energia jövőkép 2050

- A fosszilis energiahordozók a közeljövőben kimerülnek, vagy alkalmazásuk kérdésessé válik.
- A világ fosszilis energia termelése a következő évtizedekben csökkenni fog.
- Mező a megújuló energiaforrások szerepe, megváltoznak a társadalmi szokások.
- Az energiakrízis előtt szükséges az energiaforrások váltása.

A világ összes primer energia fogyasztása



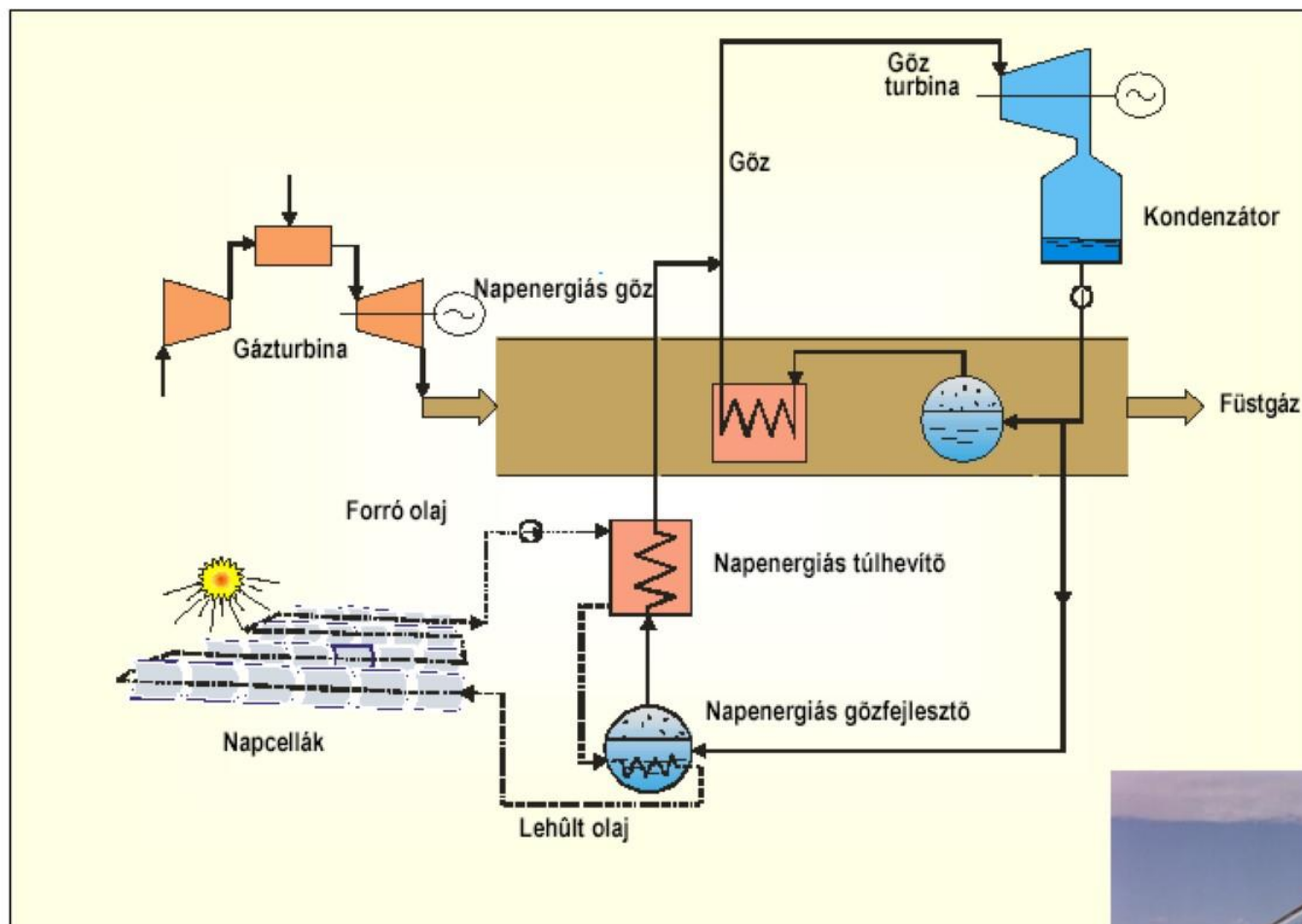
CRW- éghető megújuló és hulladék

Napenergia

- A napból jövő sugárzási energia (1372 W/m^2) átjut az atmoszférán és a felszínre átlagosan 345 W/m^2 (Magyarországon $\sim 170 \text{ W/m}^2$).
- A levegő, a felhők, a pára csökkentik a felszínre jutó energiát.
- Az energia kinyerhető a sugárzás hőenergiájaként és a foto-elektromos cellák révén előállított elektromos energia formájában



Integrált kombinált ciklusú naperőmű vázlatja

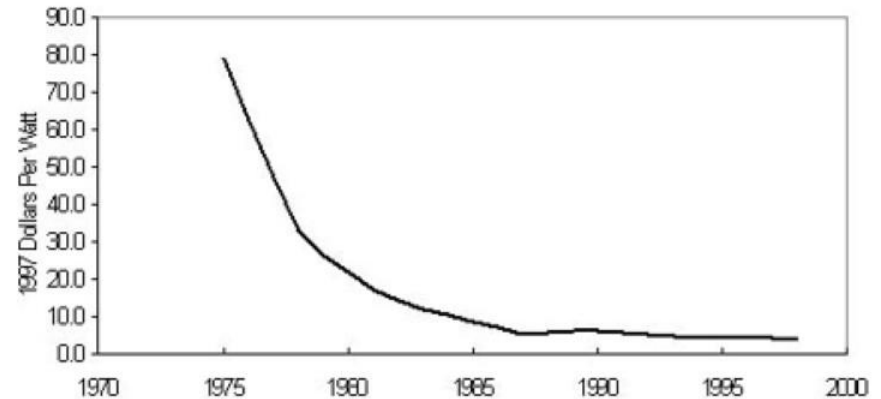


Napenergia: fotoelektromos hatás

- A fényelektromos cellák a sugárzó energia ~15%-át képesek elektromos energiává alakítani (az elméleti érték ~21%).
- Kisfeszültségű egyenáram keletkezik, cellánként ~0,55 Volt feszültségen; a telepeket összekapcsolják ~16 V eléréséig, hogy a 12 V-os akkumulátorokat tölteni tudják.
- A cellasorokat rögzített vagy a nap mozgását követő elrendezésben alkalmazhatják.
- Az elektromos energiát tárolni kell, hacsak nem alakítják át a megfelelő feszültségű váltóárammá.

Fényelektromos cellák világszármazékos ára

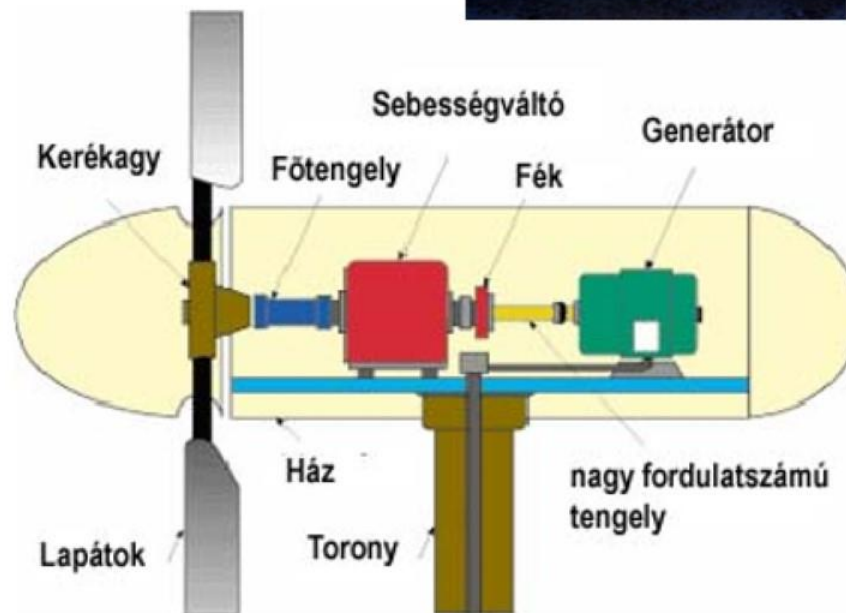
1973-98



A fényelektromos cellák (PV) árai estek, de még mindig drágák az erőműipar számára

Szélergia

- Az atmoszféra hőmérsékleti egyenlőtlenségeiből származik
- A szélergia tartalékok világszerte ingadoznak
- A kinyerhető energia a szélersebesség köbével arányos



Ref.: www.freefoto.com/pictures/general/windfarm/index.asp?i=2

A szélenergia a tengerpartokon, síkságokon használható fel elsősorban

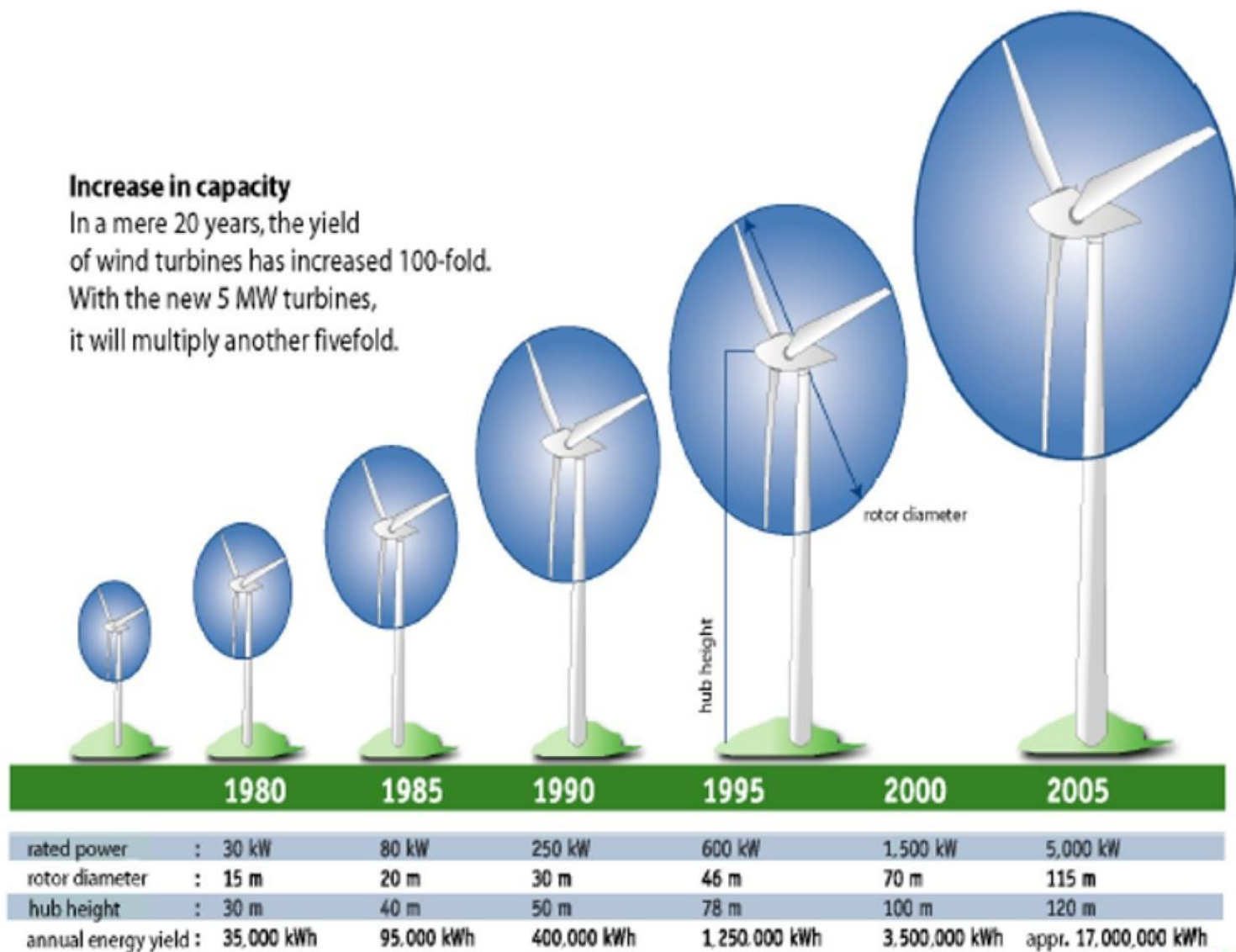
- Pl. Florida partjainál 2-es szélfokozat esetén ($160-240 \text{ W/m}^2$) --- az energia kevés erőművi célra, de a vizsgálatokhoz megfelelő.
- A Sziklás-hegységben a nagy-közepes szélesség ($300-1000 \text{ W/m}^2$) alkalmas erőművi célokra.
- Minden földrajzi területnek meg van a széltérképe, mely alapján eldönthető a szélenergia alkalmazhatósága.



Szélerőművek fejlődése

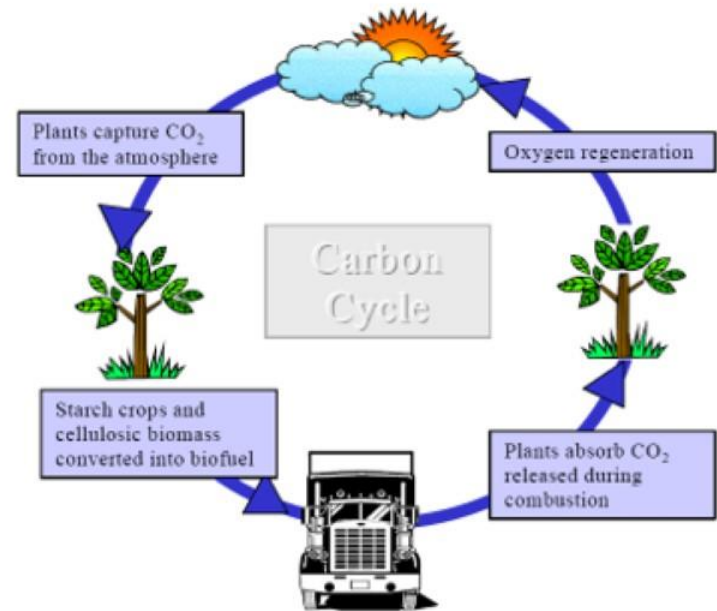
Increase in capacity

In a mere 20 years, the yield of wind turbines has increased 100-fold. With the new 5 MW turbines, it will multiply another fivefold.



Bioenergia (Biomassza)

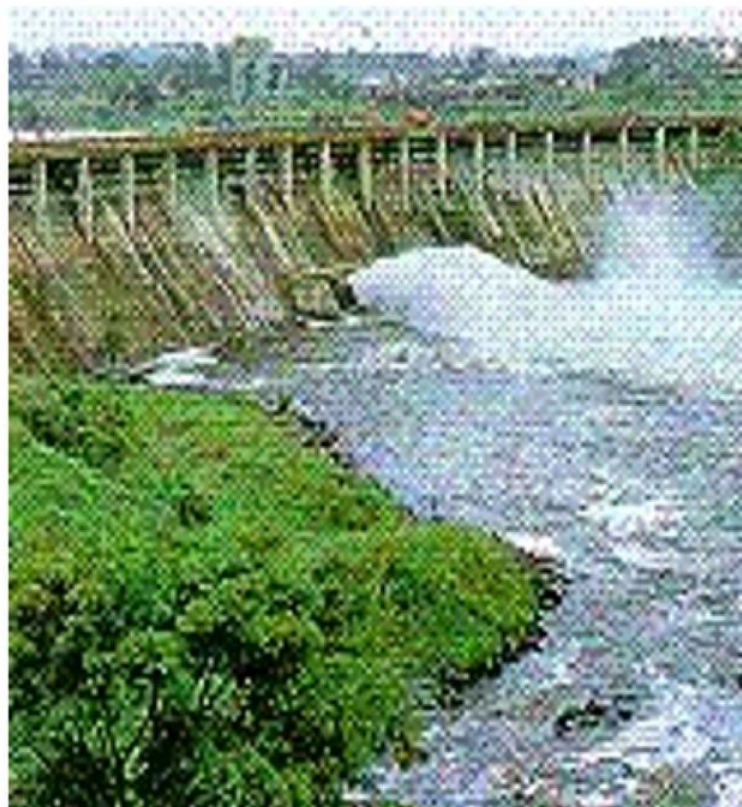
- A biomassza direkt tüzelése, más tüzelőanyaggal együtt tüzelése és elgázosítása a biomassza-energiatermelés alapja.
- Etanol készíthető gabonából, vagy szójából, metanol pedig cellulózból állítható elő.
- A folyékony tüzelőanyagok nagy energiasűrűségük révén a szállító járművek hajtóanyagai.
- Tudatosan erre a célra termesztetik (pl. nyárfák) vagy éghető hulladékot alkalmaznak
- A biomassza részben kiválthatja a fosszilis energiahordozókat, bár nem túl hatékony energiaforrás



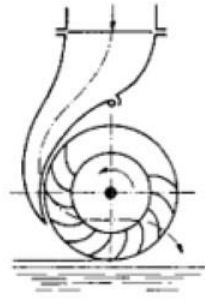
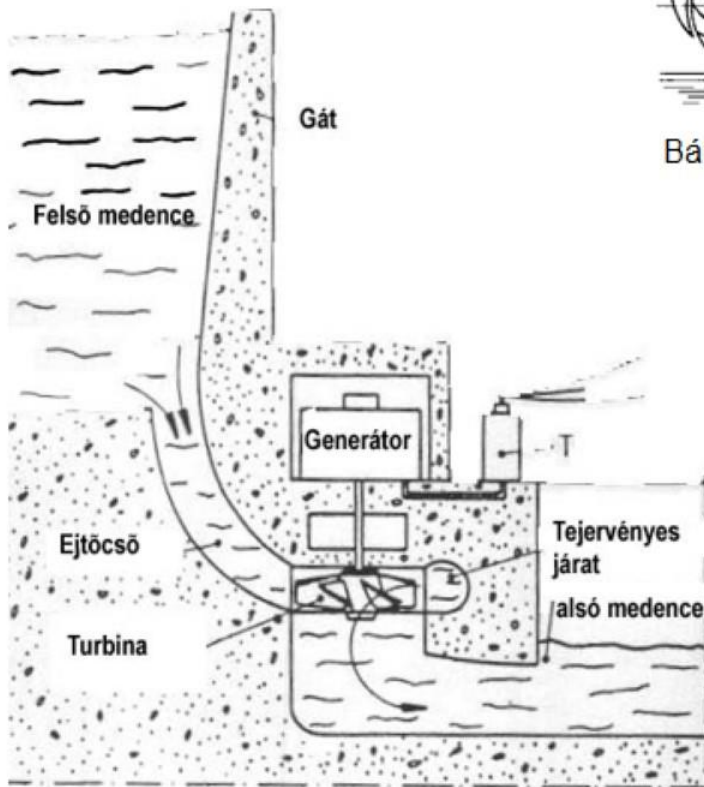
Az USA biomassza potenciálja (MJ/m ²)			
0-10	20-30	40-50	
10-20	30-40	>50	

Vízenergia

- Az óceánok és más felszíni vizek vize a nap sugárzásának hatására részben elpárolognak, majd csapadékként visszahullnak a föld felszínére és részben megnövekedett potenciális energiára tesznek szert.
- A felszíni vizek ezen potenciális energiáját régóta használják munkavégzésre és elektromos energia előállítására
- A vízerőművek jelentős része az 1930-as években épült, de azóta többet megszüntettek
- Megépítés után alacsony költségek mellett termelik az elektromos energiát
- A világ legnagyobb vízerőművei (Bratszk, Krasznojarszk, Quebeq) 5-6 GW nagyságrendűek.



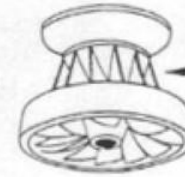
Vízenergia



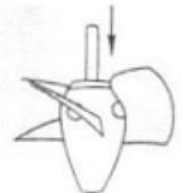
Bánki turbina



Pelton turbina
(tangenciális)



Francis-turbina
(radiális)



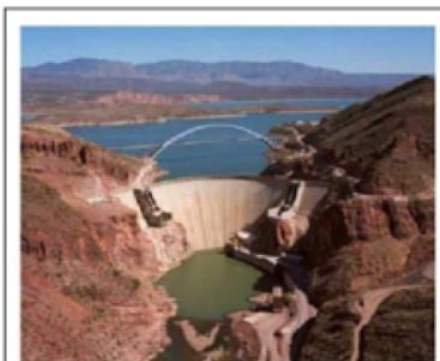
Kaplan-turbina
(axiális)



www.srh.noaa.gov/tih/cpm/chattahoochee.html

Vízerőművek

- **Nagy vízerőmű:** *néhány MW-tól >10 GW-ig*
- **Kis vízerőmű:** 10 MW alatt, ezen belül:
 - **Kis vízerőmű :** 2 MW-10 MW
 - **Mini-vízerőmű :** 0,2 MW-2 MW
 - **Mikro-vízerőmű :** <0,2 MW



Source: US Department of the Interior, Bureau of Reclamation

Költség: nagy vízerőmű: ~ 2c€/kWh
 kis vízerőmű: ~ 4c€/kWh

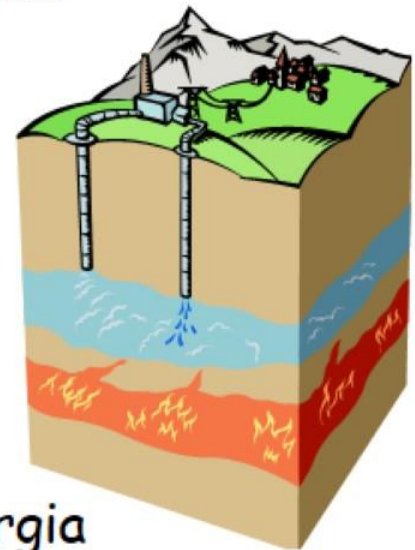
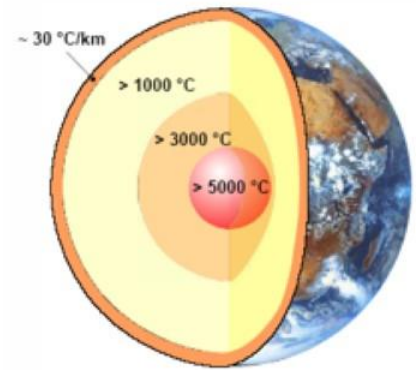
- **Árapályerőmű** (la Rance, 240 MW) 5-10c€/kWh.
- **Hullámveréses erőmű** (1W/m², 50 KW/m) ~ 8c€/kWh
- **Az óceánok hőenergiája** (nagyon költséges, de 100-szoros az energiája, mint a hullámverési energia)

Geotermális energia

Eredet: radioaktivitás

^{235}U (18 J/g/y), ^{40}K vagy Th (0,8 J/g/y),

- $0,06 \text{ W/m}^2$ azaz 3500-szor kisebb, mint a napsugárzás fluxusa
- Geotermális gradiens = $3,3^\circ\text{C}/100\text{m}$
- vannak kedvezőbb területek is
- Kisentalpiás fluidumok (30°C - 100°C) \Rightarrow hőhasznosítás
- Közepes- és nagyentalpiás fluidumok \Rightarrow villamos energia termelés
- $\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2, \text{H}_2\text{S}$, vízkő (CaCO_3) korrózió

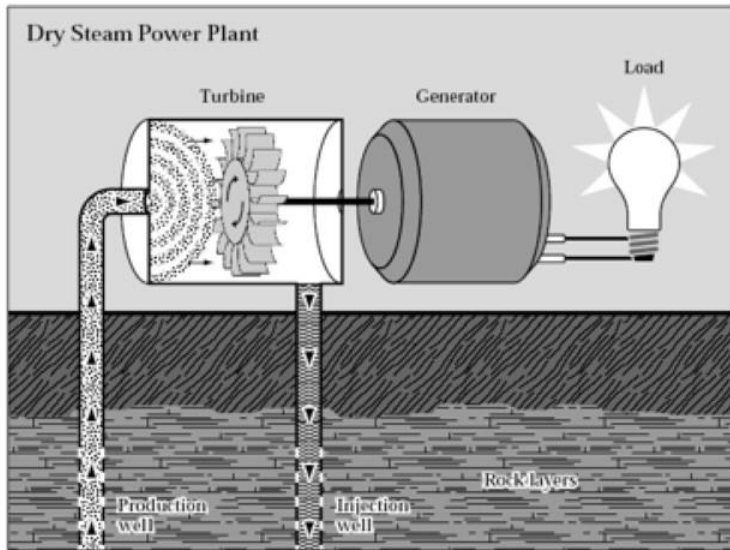


Geotermális Energia

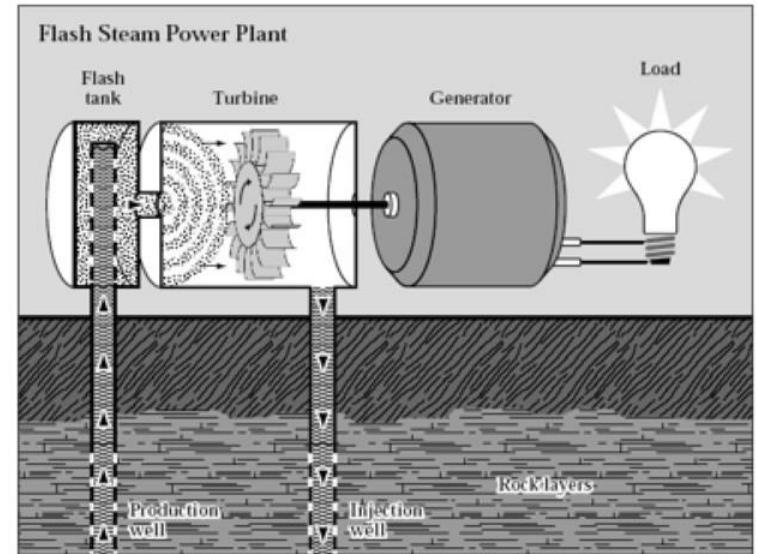
- Az első geotermális erőmű Olaszországban épült 1903-ban
- A kaliforniai *The Geysers* gejzírei gőzt és melegvizet szolgáltatnak, az erőmű teljesítménye 824 MWe.
- A "Hot, dry rock" (HDR) (forró-sziklás) típusú geotermális erőművek a sziklákba préselt vízből keletkezett gőzt hasznosítják.
- Kisebb hőmérsékletek esetén egy légkondicionáló hőt von ki a talajból télen és ad le a talajnak nyáron.



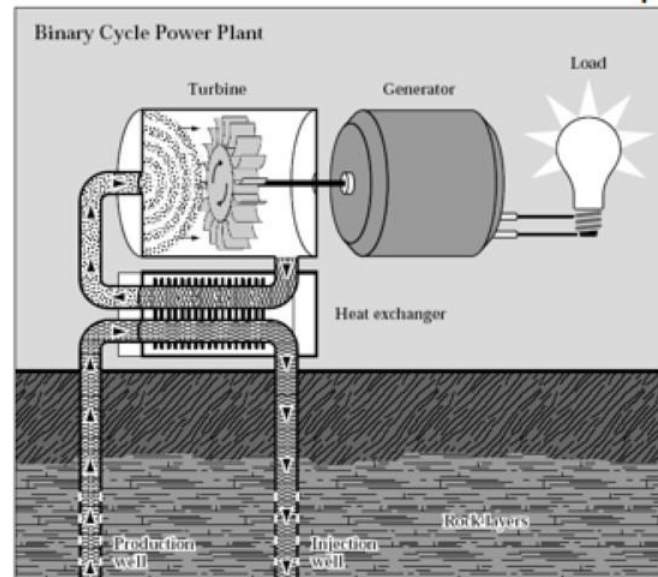
Geotermális erőműtípusok



Száraz-gőzös erőmű



Elpárolgató (flash)erőmű



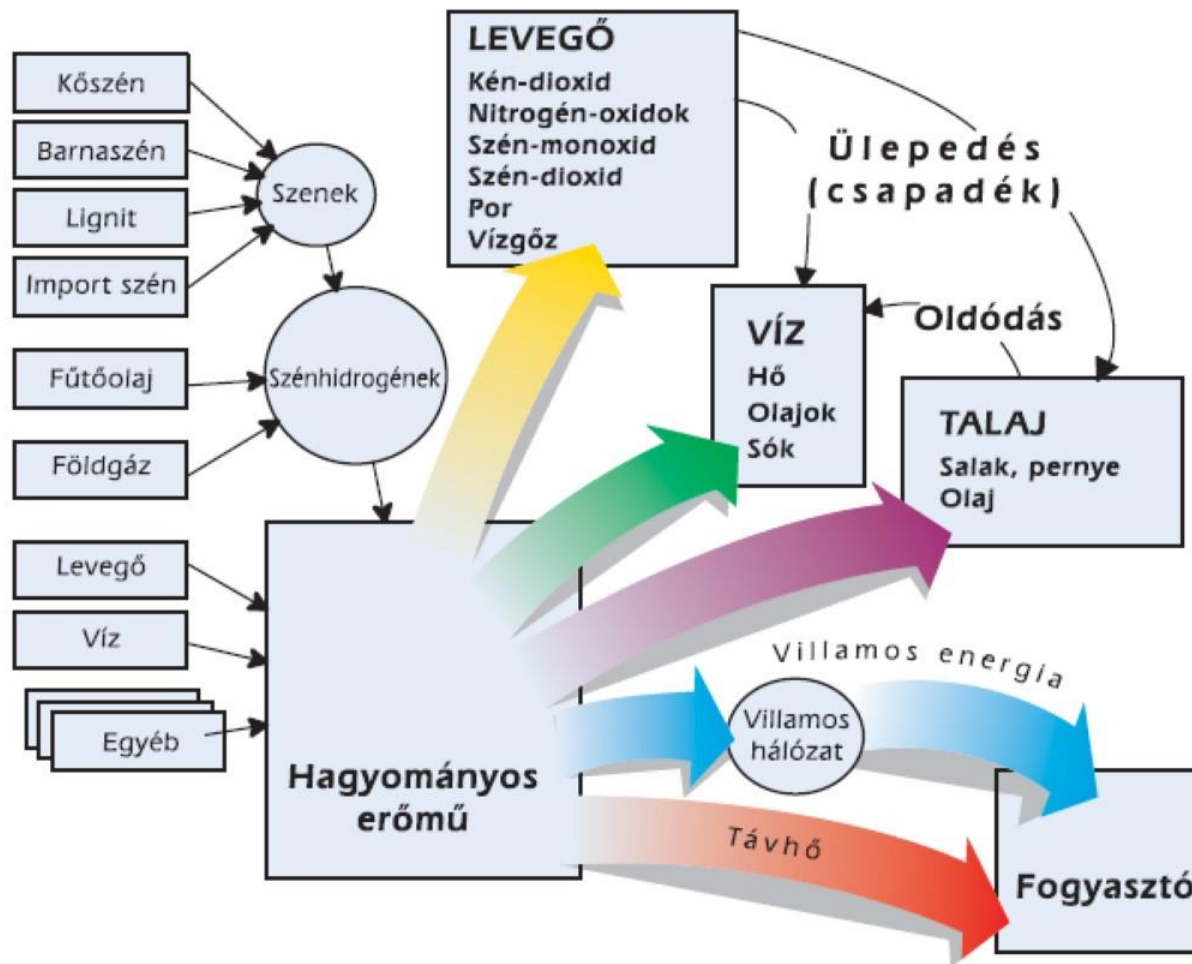
Bináris ciklusú erőmű

Elektromos energia termelési költségek

Technológia	beruházási költség (\$/kWe)	fajlagos beruházási költség (cent/kWh)	Nem-üza O&M költségek (cent/kWh)	kapacitási faktor (%)	összes fajlagos költség (cent/kWh)
gázturbina	329	0.4	1.1	85	6.0
kombinált ciklus	480	0.6	2.1	85	5.9
biomassza	2,630	3.3	1.1	80	8.4
geotermikus	1,765	2.7	1.1	80	3.8
Nap-termikus	3,064	9.5	1.3	42	10.8
Nap-elektromos	4,283	19.2	0.4	28	19.6
Szél	778	3.1	0.9	31	4.0

Energia és a környezet

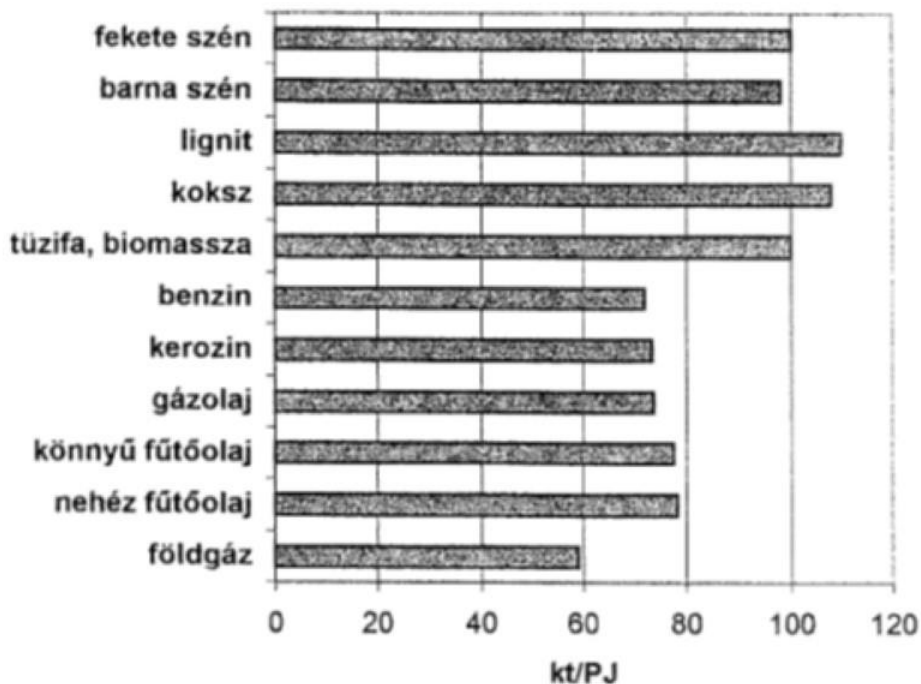
Energiatermelés és a környezet



A természetes és antropogén emissziók éves becsült mennyiségei és az antropogén emissziók arányai

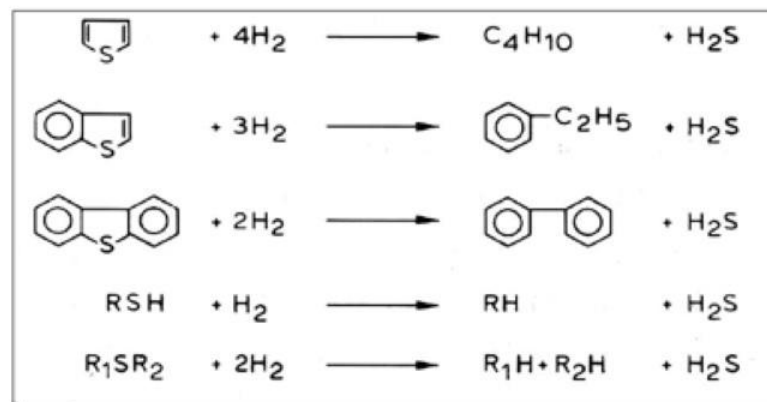
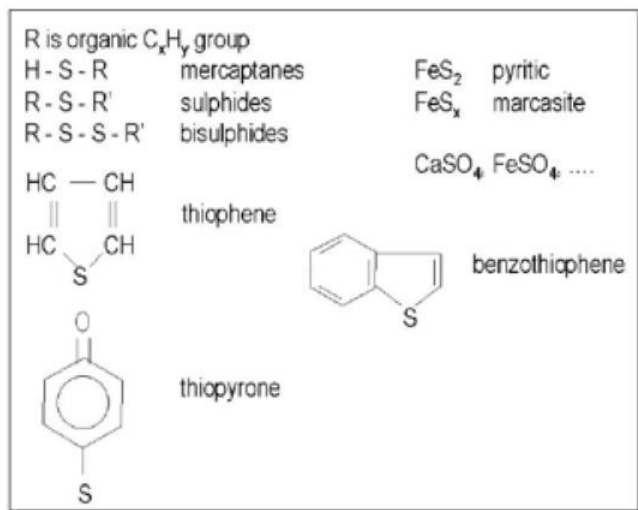
légszennyező gáz	természetes emisszió	antropogén emisszió	természetes/antropogén emisszió
	Mt/év	Mt/év	%
Széndioxid (CO ₂)	600000	22000	3,6
Szénmonoxid (CO)	3800	550	14,5
Szénhidrogének	2600	90	3,46
Metán (CH ₄)	1600	110	6,87
Ammónia (NH ₃)	1200	7	0,58
Nitrogén-dioxid (NO ₂)	770	53	6,88
Dinitrogén-oxid (N ₂ O)	145	4	2,76
Kéndioxid (SO ₂)	20	150	750

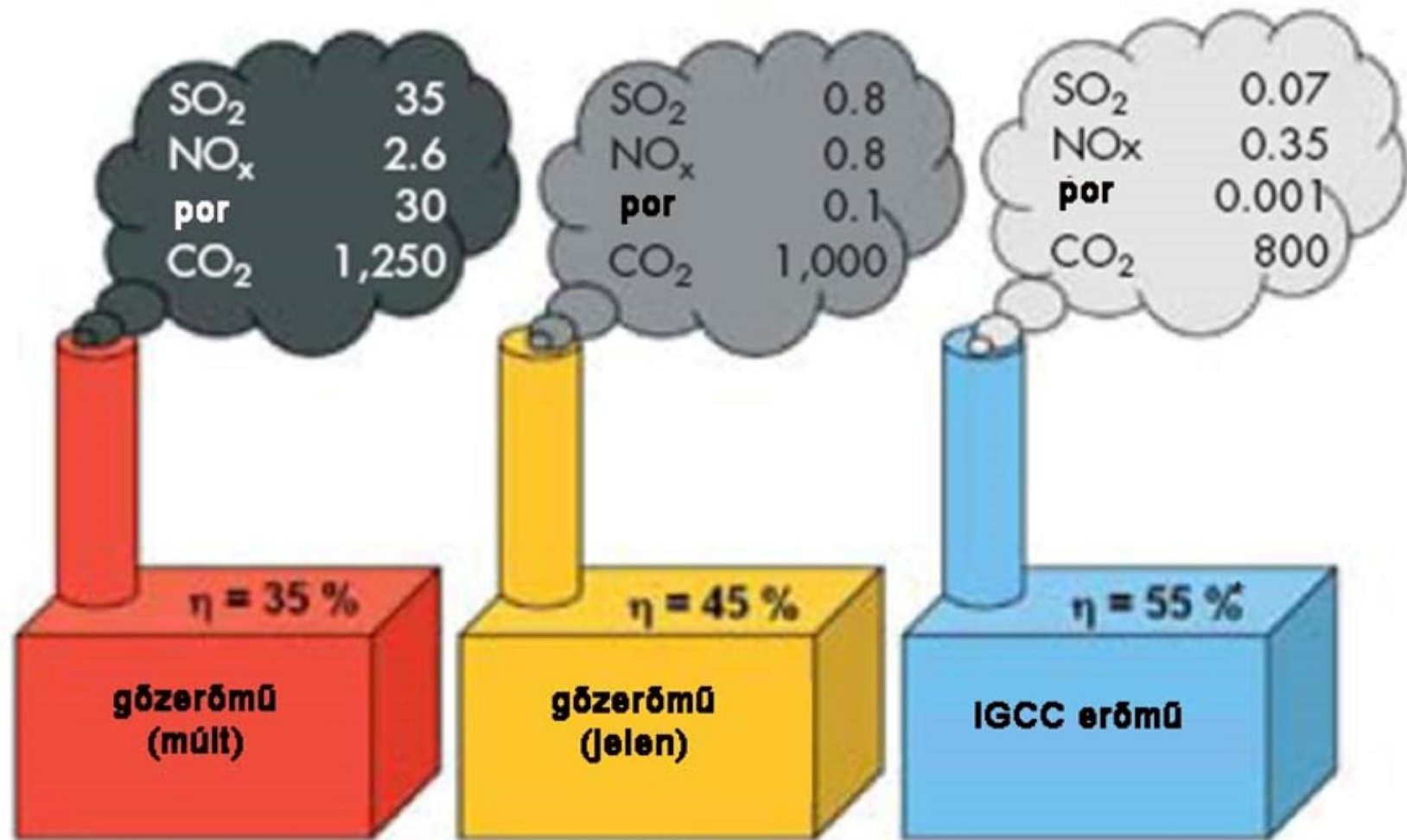
Energiahordozók fajlagos CO₂ kibocsátása



Sulphur in fuels - general values

Coal:	0.2 - 5 %	Black liquor solids:	~ 5 %
Oil:	1 - 4 %	Wood:	< 0.1 %
Natural gas:	0 - 10 %	Bark:	< 2 %
Light fuel oil:	< 0.5 %	Peat:	< 1 %
Heavy fuel oil:	< 5 %	Car tyre scrap:	~ 2 %
Waste derived fuels:	< 2 %		

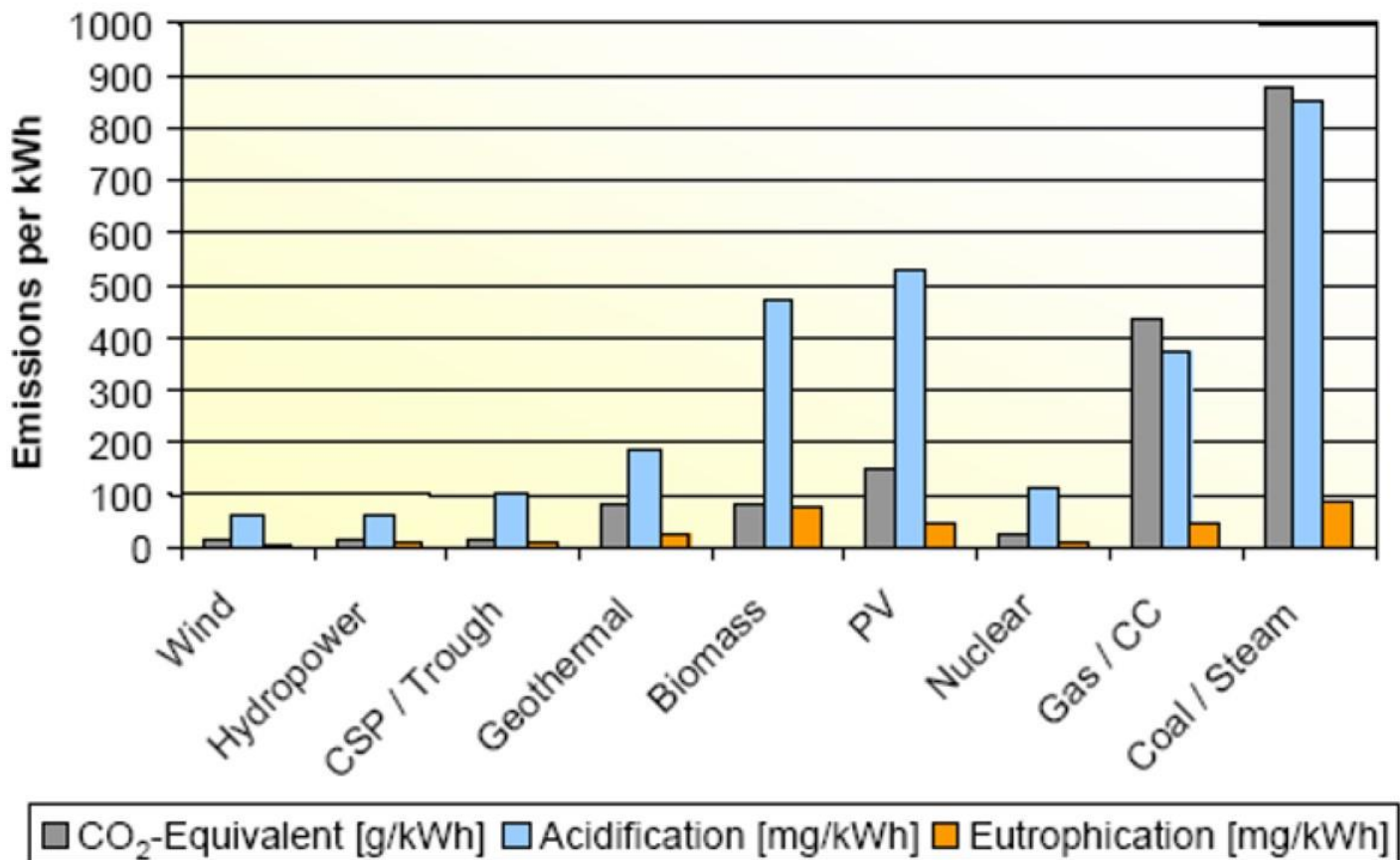




emissziók kg/kWh

Áramtermelő technológiák fajlagos emissziói

Life cycle emissions from different electricity generation technologies



Fajlagos CO₂ emissziók

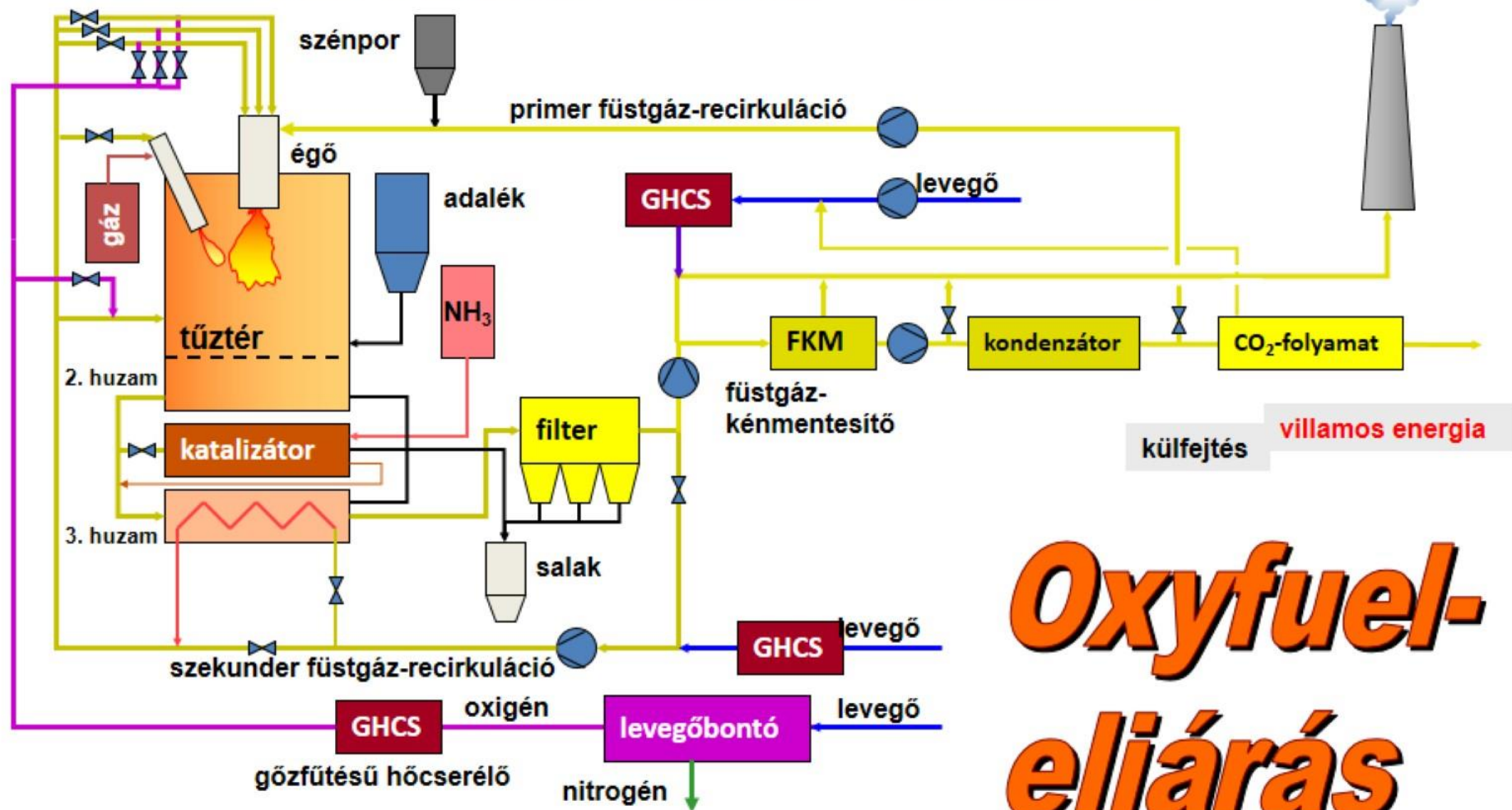
Tüzelőanyag	Fajlagos emisszió (kgCO ₂ /kWh)	Realtív érték
Földgáz	0,19	100%
Tüzelőolaj	0,29	153%
Feketeszén	0,33	174%
Lignit	0,35	184%
Tüzifa	0,36	189%
Tőzeg	0,37	195%

CO₂ elválasztási eljárások

CO ₂ eltávolítás		Erőmű	Tüzelés	CO ₂ eltávolítás elve
Oxyfireing	Szén	Oxyfireing erőmű	Szén/gáz oxigénes tüzelése	Tiszta CO ₂ füstgáz
Utóégetés	Szén	Porszéntüzelésű erőmű	Tüzelés levegővel	Füstgázból CO ₂ elnyeletése
	Gáz	Földgáztüzelés, kombinált ciklus		
Előégetés	Szén	IGCC	H ₂ tüzelése levegővel	Belépő gázból CO ₂ elnyeletése
	Gáz	IRCC		

IGCC-Integrated Gasification Combined Cycle, IRCC-Integrated Reforming Combined Cycle

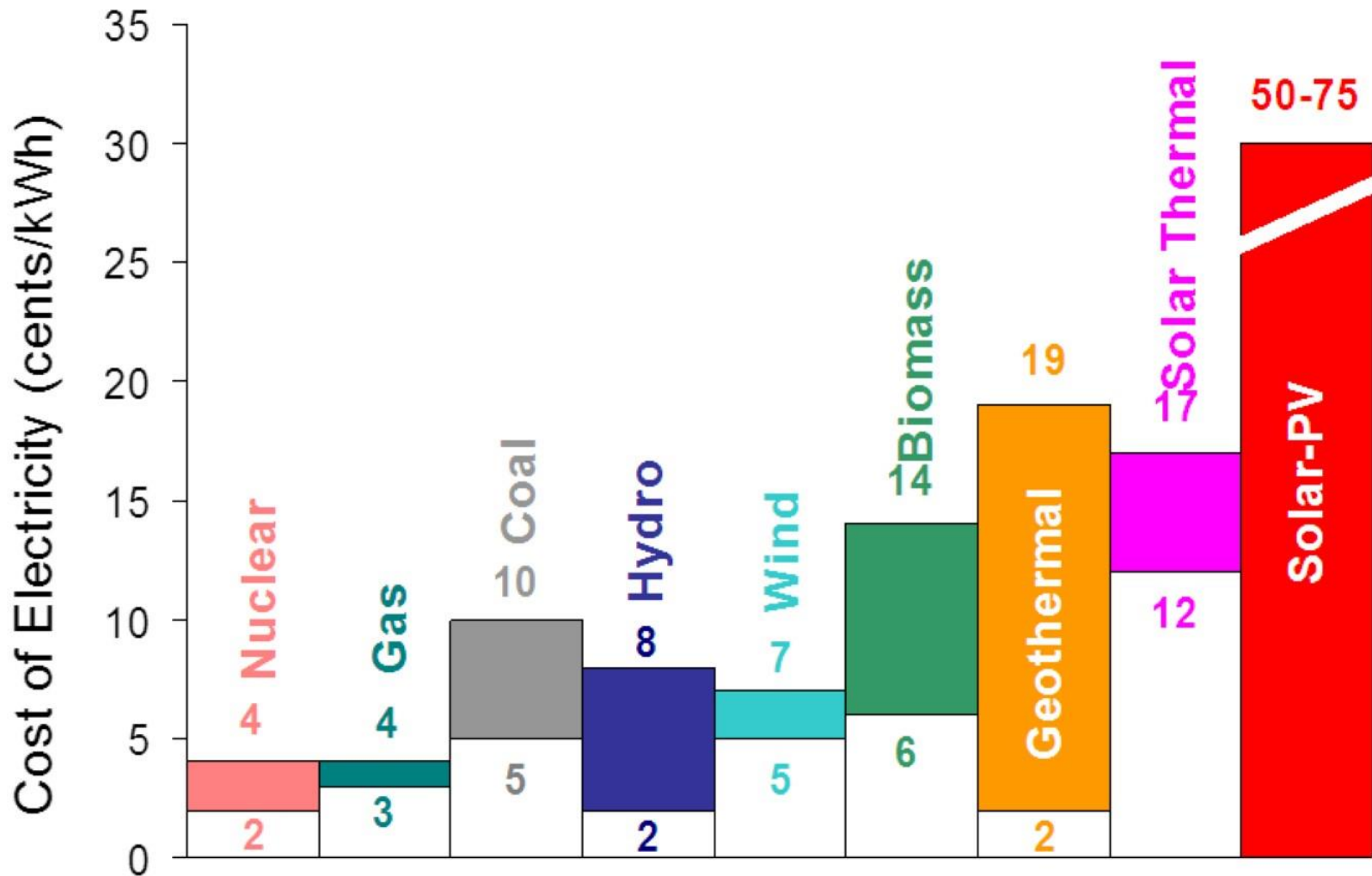
Szén-dioxid-mentes szénerőművek



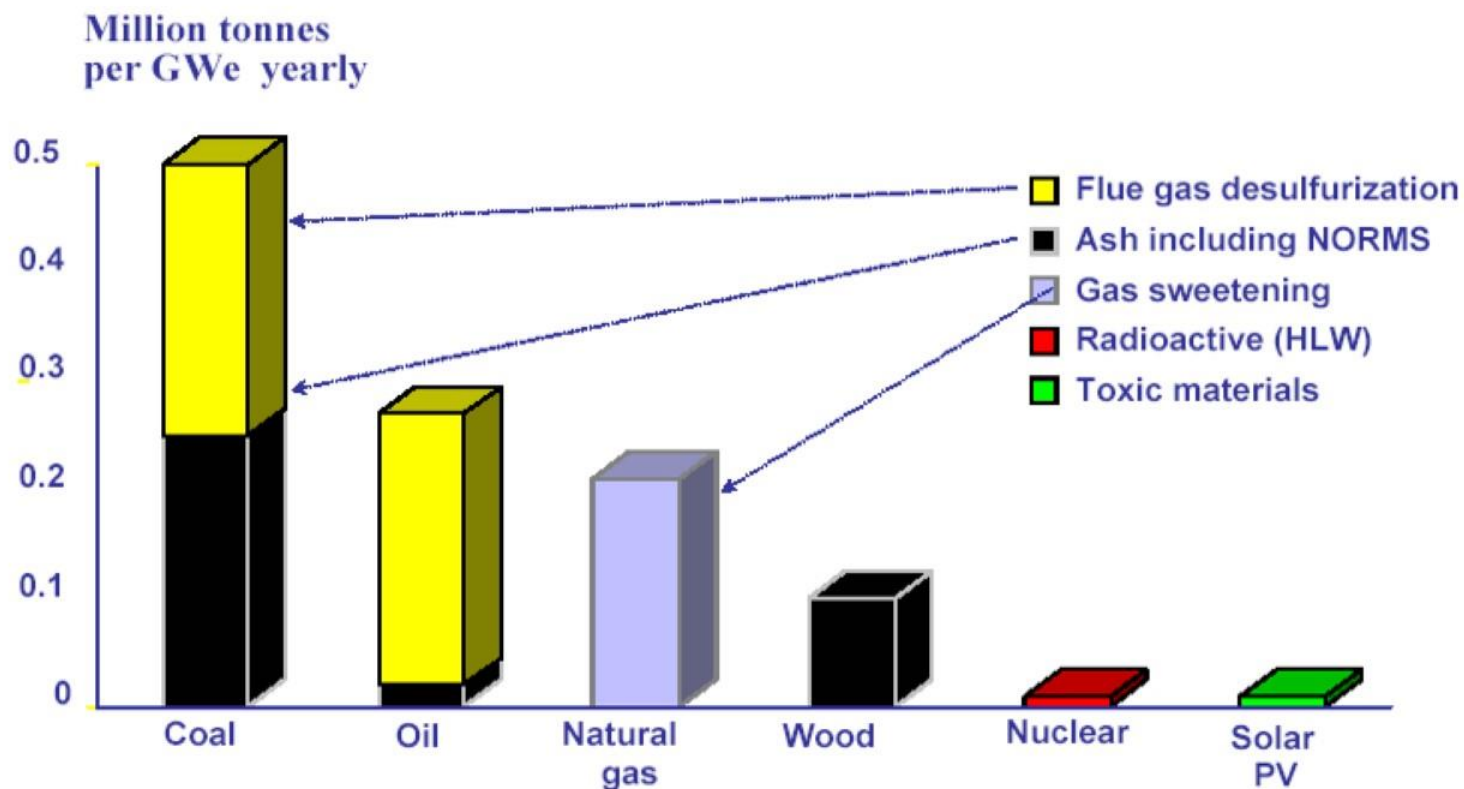
Oxyfuel- eljárás

Forrás: BWK – Brennstoff-Wärme-Kraft, 59. k. 3. sz. 2007. p. 53.

Villamosenergia költség (Globális átlagos) (¢/kWh)

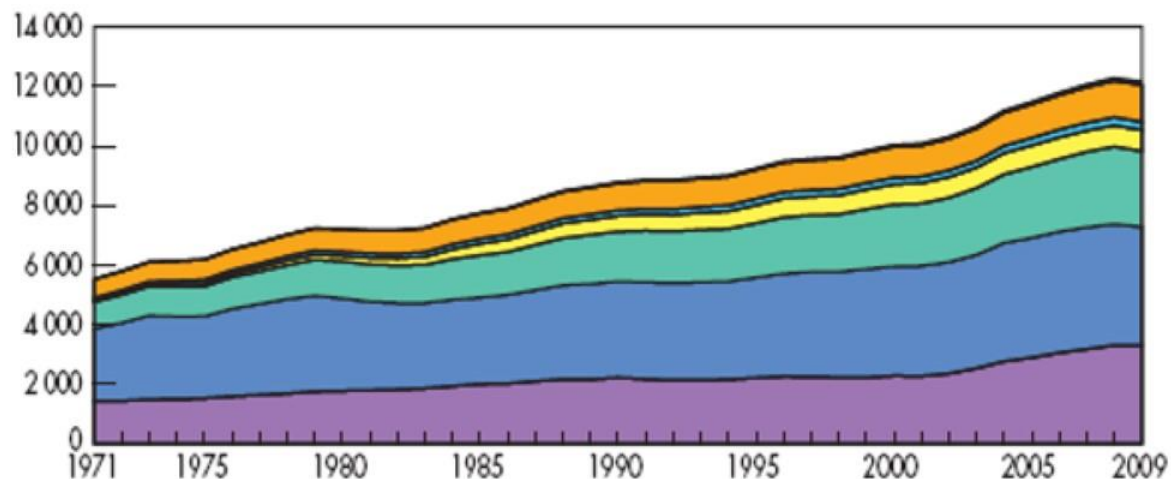


Wastes in Fuel Preparation and Plant Operation

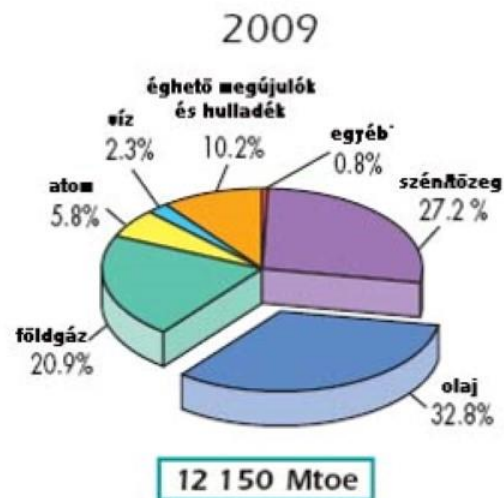


A VILÁG TELJES ENERGIA FELHASZNÁLÁSA (TPES) ENERGIAHORDOZÓK SZERINT (2009)

(Mtoe)



** geo, nap, szél, hó stb.



Széntermelők, exportálók, importálók 2010

Producers	Hard coal* (Mt)	Brown coal (Mt)
People's Rep. of China	3 162	**
United States	932	65
India	538	33
Australia	353	67
South Africa	255	0
Russian Federation	248	76
Indonesia	173	163
Kazakhstan	105	6
Poland	77	57
Colombia	74	0
Rest of the world	269	576
World	6 186	1 043

2010 data

*Includes recovered coal.

**Included in hard coal.

Net exporters	Hard coal (Mt)
Australia	298
Indonesia	162
Russian Federation	89
Colombia	68
South Africa	68
United States	57
Kazakhstan	33
Canada	24
Vietnam	21
Mongolia	17
Others	19
Total	856

2010 data

Net importers	Hard coal (Mt)
Japan	187
People's Rep. of China	157
Korea	119
India	88
Chinese Taipei	63
Germany	45
Turkey	27
United Kingdom	26
Italy	22
Malaysia	19
Others	196
Total	949

2010 data

Kőolajtermelők, exportálók, importálók 2009–2010

Producers	Mt	% of world total
Russian Federation	502	12.6
Saudi Arabia	471	11.9
United States	336	8.5
Islamic Rep. of Iran	227	5.7
People's Rep. of China	200	5.0
Canada	159	4.0
Venezuela	149	3.8
Mexico	144	3.6
Nigeria	130	3.3
United Arab Emirates	129	3.2
Rest of the world	1 526	38.4
World	3 973	100.0

2010 data

Net exporters	Mt
Saudi Arabia	313
Russian Federation	247
Islamic Rep. of Iran	124
Nigeria	114
United Arab Emirates	100
Iraq	94
Angola	89
Norway	87
Venezuela	85
Kuwait	68
Others	574
Total	1 895

2009 data

Net importers	Mt
United States	510
People's Rep. of China	199
Japan	179
India	159
Korea	115
Germany	98
Italy	80
France	72
Netherlands	57
Spain	56
Others	477
Total	2 002

2009 data

**Includes crude oil, NGL, feedstocks, additives and other hydrocarbons.*

Földgáztermelők, exportálók, importálók 2010

Producers	bcm	% of world total
Russian Federation	637	19.4
United States	613	18.7
Canada	160	4.9
Islamic Rep. of Iran	145	4.4
Qatar	121	3.7
Norway	107	3.3
People's Rep. of China	97	3.0
Netherlands	89	2.7
Indonesia	88	2.7
Saudi Arabia	82	2.5
Rest of the world	1 143	34.7
World	3 282	100.0

2010 data

Net exporters	bcm
Russian Federation	169
Norway	101
Qatar	97
Canada	72
Algeria	55
Indonesia	42
Netherlands	34
Malaysia	25
Turkmenistan	24
Nigeria	24
Others	165
Total	808

2010 data

Net importers	bcm
Japan	99
Germany	83
Italy	75
United States	74
France	46
Korea	43
Turkey	37
United Kingdom	37
Ukraine	37
Spain	36
Others	253
Total	820

2010 data

**Net exports and net imports include pipeline gas and LNG.*

NUKLEÁRIS ENERGIATERMELÉS A VILÁGON 2009

Producers	TWh	% of world total
United States	830	30.8
France	410	15.2
Japan	280	10.4
Russian Federation	164	6.1
Korea	148	5.5
Germany	135	5.0
Canada	90	3.3
Ukraine	83	3.1
People's Rep. of China	70	2.6
United Kingdom	69	2.6
Rest of the world	418	15.4
World	2 697	100.0

2009 data

Installed capacity	GW
United States	101
France	63
Japan	49
Russian Federation	22
Germany	20
Korea	18
Canada	13
Ukraine	13
United Kingdom	11
Sweden	9
Rest of the world	52
World	371

2009 data
Sources: IEA,
Commissariat à l'Énergie
Atomique (France).

*Excludes countries with no nuclear production.

Country (top-ten producers)	% of nuclear in total domestic electricity generation
France	76.2
Ukraine	48.0
Korea	32.7
Japan	26.9
Germany	23.0
United States	19.9
United Kingdom	18.6
Russian Federation	16.5
Canada	15.0
People's Rep. of China	1.9
Rest of the world*	12.7
World	13.5

2009 data

VIZENERGIA TERMELÉS A VILÁGON 2008-2009

Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	616	18.5
Brazil	391	11.7
Canada	364	10.9
United States	298	9.0
Russian Federation	176	5.3
Norway	127	3.8
India	107	3.2
Venezuela	90	2.7
Japan	82	2.5
Sweden	66	2.0
Rest of the world	1 012	30.4
World	3 329	100.0

2009 data

**Includes pumped storage.*

***Excludes countries with no hydro production.*

Installed capacity	GW
People's Rep. of China	168
United States	100
Brazil	78
Canada	75
Japan	47
Russian Federation	47
India	37
Norway	30
France	25
Italy	21
Rest of the world	324
World	952

2008 data

Sources: IEA,
United Nations.

Country (top-ten producers)	% of hydro in total domestic electricity generation
Norway	95.7
Brazil	83.8
Venezuela	72.8
Canada	60.3
Sweden	48.3
Russian Federation	17.8
People's Rep. of China	16.7
India	11.9
Japan	7.8
United States	7.1
Rest of the world**	13.9
World	16.5

2009 data

Villamosenergia termelés tüzelőanyag szerint 2009



Coal/peat	TWh
People's Rep. of China	2 913
United States	1 893
India	617
Japan	279
Germany	257
South Africa	232
Korea	209
Australia	203
Russian Federation	164
Poland	135
Rest of the world	1 217
World	8 119

2009 data

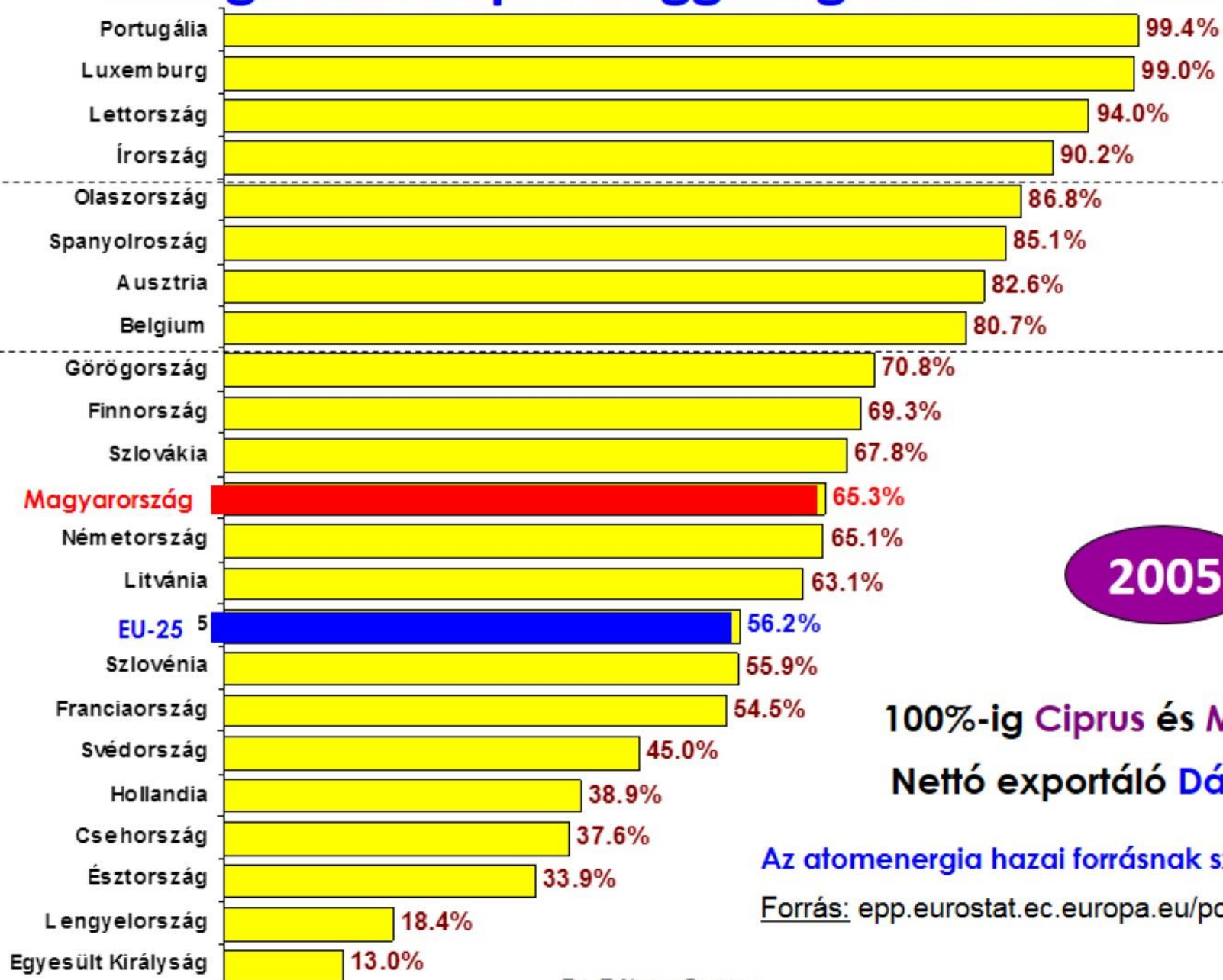
Oil	TWh
Saudi Arabia	120
Japan	92
Islamic Rep. of Iran	52
United States	50
Mexico	46
Iraq	43
Kuwait	38
Pakistan	36
Indonesia	35
Egypt	30
Rest of the world	485
World	1 027

2009 data

Natural gas	TWh
United States	950
Russian Federation	469
Japan	285
United Kingdom	165
Italy	147
Islamic Rep. of Iran	143
Mexico	138
India	111
Spain	107
Thailand	105
Rest of the world	1 681
World	4 301

2009 data

Energetikai importfüggőség az EU-25-ben



2005

100%-ig **Ciprus és Málta**

Nettó exportáló **Dánia**

Az atomenergia hazai forrásnak számítva.

Forrás: epp.eurostat.ec.europa.eu/portal

Magyarország energiagazdálkodása

Magyarország elsődleges energiafelhasználása 2008-ban **1126,3 PJ**, millió tonna olajegyenértékben kifejezve 26,9 Mtoe-t tett ki, és szinte megegyezett a 2007. évi felhasználással (1125,4 PJ). Az összes energiaigény kielégítésére **1158,6 PJ** forrás állt rendelkezésre, melynek **37,6 %-a hazai termelés** 435,9 PJ (az atomerőművi termelést hazaiként számba véve), **62,4 %-a (722,7 PJ) pedig nettó importált energia**. Amennyiben az atomerőművi termelést importként kezeljük: a termelés 23,7 %-ot, a nettó import 76,3 %-ot képviselt

Az energiafelhasználáson belül a szénfelhasználás aránya a 2007. évi 11,9%-kal megegyezett. Kis mértékben csökkent a kőolaj- és kőolajtermékek (27,5%-ról 27,4%-ra), 2008-ban 6,7 Mt kőolajimport mellett 0,8 Mt volt a termelés, a földgáz (39,8%-ról 39,3 %-ra), 11,4 Mrdm³ import mellett 2,6 Mrdm³ volt a termelés, valamint az import villamosenergia aránya 1,3%-ról 1,2%-ra. Az összes primer energiafelhasználáson belül az atomerőművi villamosenergia 2007-ben 14, 2%-ot, 2008-ban 14,3 % -ot képviselt. A megújuló energiafelhasználás részaránya a 2007. évi 5,1 %-ról 5,9 %-ra növekedett.

A földgázfelhasználás 13,1 milliárd m³ volt. A földgáz fogyasztói csúcsigény január 04-én jelentkezett és 79,1 Mm³ volt. 2008-ban a zavartalan földgázellátást a 2,6 milliárd m³ hazai termelés és 11,4 milliárd m³ import földgázvásárlás biztosította.

A magyarországi villamosenergiatermelés hőerőművekre és atomerőművekre épül első sorban. A magyarországi termelés összetétele azt mutatja, hogy hazánkban jelentős a fosszilis (szén és szénhidrogének) felhasználása.

A hazai villamosenergia-termelő erőművek közül a Paksi Atomerőmű 14 TWh energiát termel évente. 1 TWh évi termelés felett van még a fosszilis energiát felhasználó Dunamenti Hőerőmű (6 TWh), a Mátrai Hőerőmű (4,1 TWh) és a Tisza II. Erőmű (3 TWh). További erőműveink, melyek energiatermelése alacsonyabb: Tiszapalkonya, Bánhida, Pécs, Oroszlány, Inota, Ajka. A kiskörei és a tiszalöki vízerőművek energiatermelése ezekhez képest elhanyagolható néhány GWh évente.

A magyar villamosenergia-rendszer összes villamosenergia-felhasználása **2010-ben 39 TWh** volt. A hazai villamosenergia-termelés 33,8 TWh; a villamosenergia-fogyasztás 34,7 TWh, melyben az import részaránya közel 15% (~5,2 TWh). **A hazai bruttó villamos erőművi teljesítőképesség (9'317 MW)** import nélkül is biztonságosan kielégíti a legmagasabb havi csúcsterhelést (6'560 MW decemberben). A villamosenergia-termelés kb. 21,5%-át a KÁT rendszerben előállított villamos energia teszi ki.

A felhasznált energiaforrások tekintetében nagyjából a következő a megoszlás:

- 37%-a hasadóanyag,**
- 29%-a szénhidrogén,**
- 14%-a szén,**
- 7%-a megújuló energiaforrás,**
- 13%-a import.**

Jelenleg a magyar villamosenergia-behozatal legjelentősebb részét a szlovák import fedezi havi 300-600 GWh-val. Ezt követi az ukrán import, 100-250 GWh. A horvát metszéken 50-500 GWh exportszállítások voltak jellemzők 2010-ben.

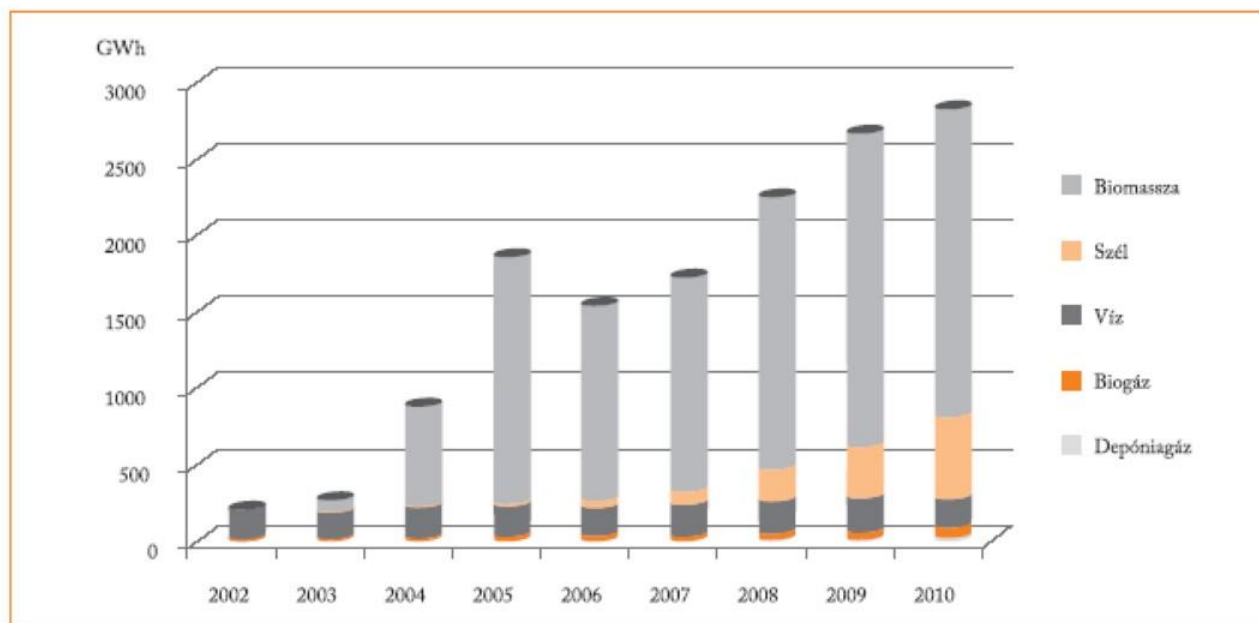
Erőműpark Magyarországon (2005)

Erőműtársaságok	Tulajdonos	Erőművek	Energiaforrás	Beépített villamos- teljesítmény (MW)
Bakonyi Erőmű Rt.	Magyar pénzügyi befektető	Ajkai Erőmű	Szén	102
		Bakonyi Bioenergia	Biomassza	30
Budapesti Erőmű Zrt.	EdF (francia)	Budapesti Erőmű Rt. négy telephely	Szénhidrogén	455,6
Dunamenti Erőmű Rt.*	Electrabel-Suez (belga) + MVM (25%)	Dunamenti Erőmű Rt.	Szénhidrogén	1367
		Dunamenti GT.	Szénhidrogén	386
EMA-Power	Dunaferr-csoport tulaj- donosainak érdekelt-ségi köre (ukrán)		Szénhidrogén	69
Mátrai Erőmű Rt.*	RWE (német) + MVM (25%)		Lignit	836
GTER Kft.			Tüzelőolaj	410
Paksi Atomerőmű Rt.	MVM		Nukleáris	1866
Pannonpower Holding Rt.	Dalkia (francia)	Pannon Hőerőmű	Szén	132
		Pannon Green	Biomassza	50
Csepeli Áramtermelő Kft.	Atel (svájci)	Csepel GT	Szénhidrogén	396
AES Tisza Erőmű Rt.	AES- USA		Szénhidrogén	900
AES Borsodi Energetikai Rt.	AES- USA	Borsodi Erőmű	Szén+biomassza	137
		Tiszapalkonyai Erőmű	Szén+biomassza	200
Vértesi Erőmű Zrt.	MVM	Oroszlányi Erőmű	Szén	240
DKCE Kft.	E.ON (német)	Debreceni GT	Szénhidrogén	95
Tiszai Vízerőmű Kft.	ÁPV Zrt.	Kisköre	Víz	28
		Tiszalök	Víz	11,4
Hernádvíz Vízerőmű Kft.	ÁPV Zrt.		Víz	4,4
<i>Engedélyköteles erőművek összesen</i>				7647
<i>Kiserőművek</i>				953
<i>Összesen</i>	Dr. Pátzay György			8600

A hazai erőművi társaság(csoport)ok piaci részesedése beépített kapacitás (2009) és termelés (2010) szerint

	Beépített kapacitások (MW), 2009	Piaci részesedések (kapacitás szerint) ¹¹	Termelés (TWh), 2010	Piaci részesedések (termelés szerint) ¹²
MVM ²	2590	28%	16,6	43%
GDF Suez ³	1736	19%	2,7	7%
AES ⁴	1237	13%	2,1	5%
RWE ⁵	950	10%	6,3	16%
Alpiq ⁶	403	4%	0,8	2%
EdF ⁷	410	4%	1,4	4%
Egyéb hazai erőmű ⁸	1847	20%	7,6	19%
Összes hazai erőmű	9173	100%	33,7	86%
Nettó import			5,2	14%
Bruttó fogyasztás			39,0	100%
3 legnagyobb erőművi társaság ⁹	5 563	61%	25,6	66%
HHI-index ¹⁰		1500		2167

Megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia alakulása Magyarországon (GWh)*

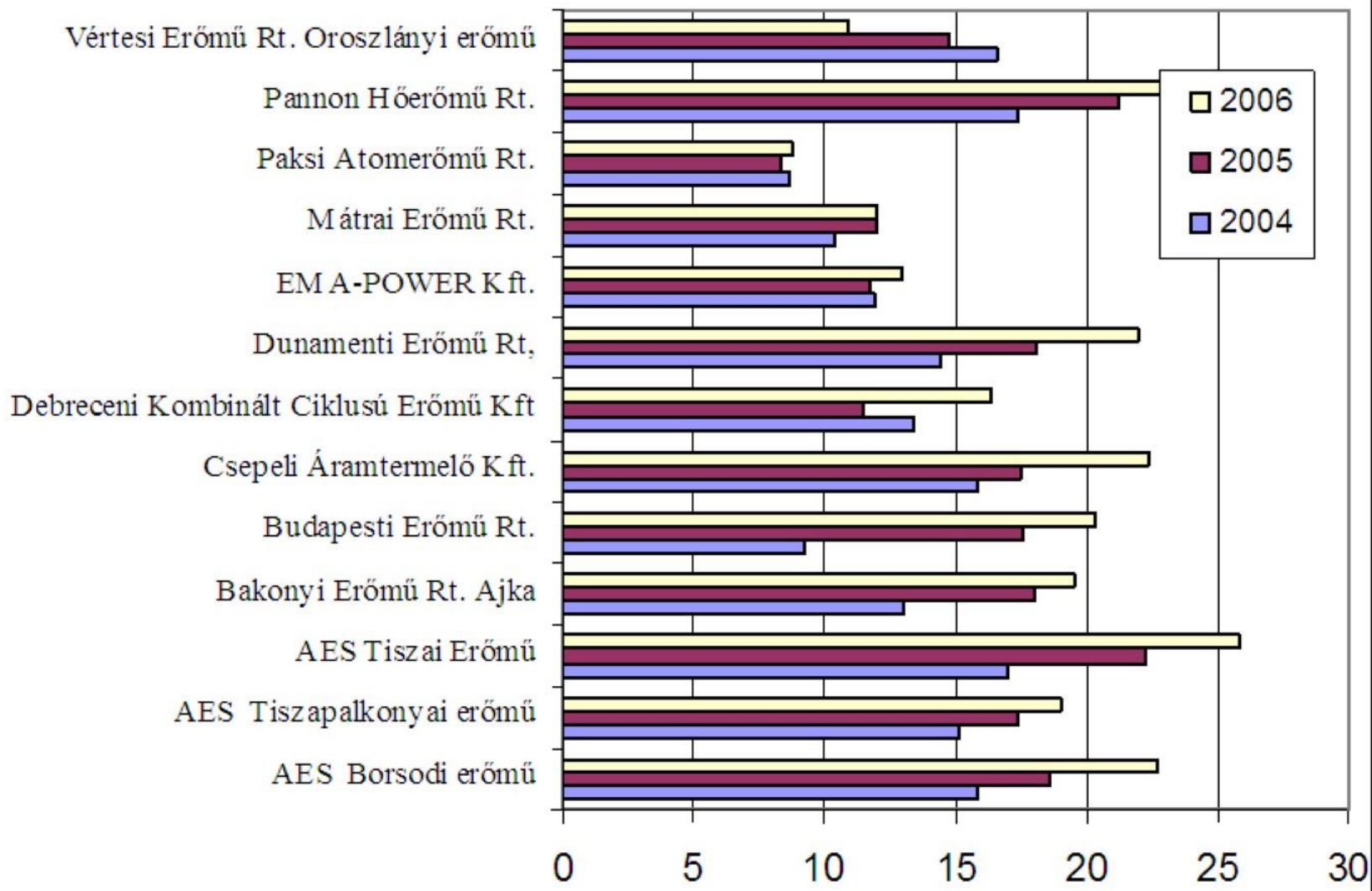


GWh	2002	2003**	2004	2005	2006	2007	2008**	2009**	2010
Depóniagáz							10,0	10,5	23,8
Biogáz	11,2	15,6	15	27	32	28	37,5	42,5	63,3
Víz	194	171	206	203	186	210	213,0	228,4	188,1
Szél	1,1	3,3	5,4	10	43	81	205,8	331,3	533,3
Biomassza	0	75	655	1612	1278	1404	1782,3	2056,1	2014,6
Összesen	206,3	264,9	881,4	1852,0	1539,0	1723,0	2248,6	2668,8	2823,1

* A táblázat szerinti végső megújuló érték nem tartalmazza a kommunális hulladékkal termelt villamos energiát.

** Az adatok az előző évi Tájékoztató adataihoz képest pontosításra kerültek.

Az egyes erőművek termelői árai 2004–2006 (Ft/kWh)



A SZÉN KÉMIAI TECHNOLÓGIÁJA

- Szénelőfordulások
- Szének tulajdonságai
- Szénbányászat
- Szénelőkészítés
- Szénfeldolgozás
 - széncseppfolyósítás
 - kokszolás

A világ szénkészletei 1999-ben 10^5 tonnában

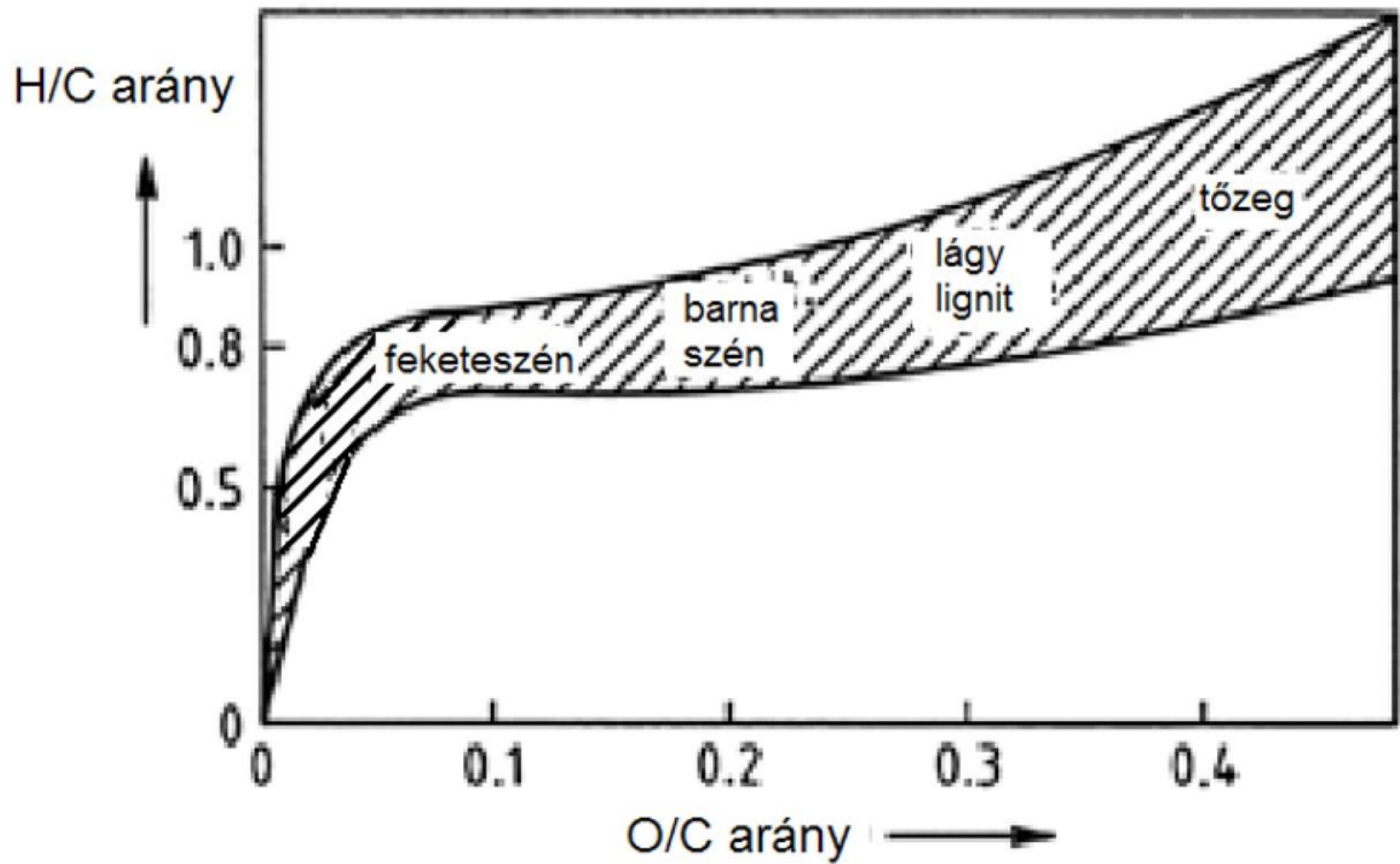
Régió vagy ország	Antracit és feketeszén	Barnaszén és lignit
Afrika és Közel Kelet	61 355	250
Észak Amerika	116 707	139 770
Dél és Közép America	7839	13 735
Ázsia*	137 121	64 253
Korábbi Szovjetunió	97 476	132 702
Európa	41 664	80 368
Ausztrália and Újzéländ	47 329	43 642
Összes	509 491	474 720



Különböző szenesedésű szenek analitikai adatai

Analitikai adat	Tőzeg	Lágy lignit	Lignit	Barna szén	Fekete szén	Antracit
Nedvesség t%	>75	56,7	38,7	31,2	3,7	1,0
Elemi összetétel szárazanyagra t%						
C	58,2	70,3	71,4	73,4	82,6	92,2
H	5,63	4,85	4,79	4,86	4,97	3,30
N	1,94	0,74	1,34	1,16	1,55	0,15
S	0,21	0,27	0,60	0,31	1,50	0,98
O mint különbség	34,02	23,84	21,87	20,27	9,38	3,37
Elemarány						
H/C	1,15	0,82	0,80	0,79	0,72	0,43
O/C	0,44	0,25	0,23	0,21	0,09	0,03
Fűtőérték száraz, hamumentes						
kJ/kg	23500	27500	28500	29400	30600	35700

Szenesedési sor: atomarányok H/C vs. O/C



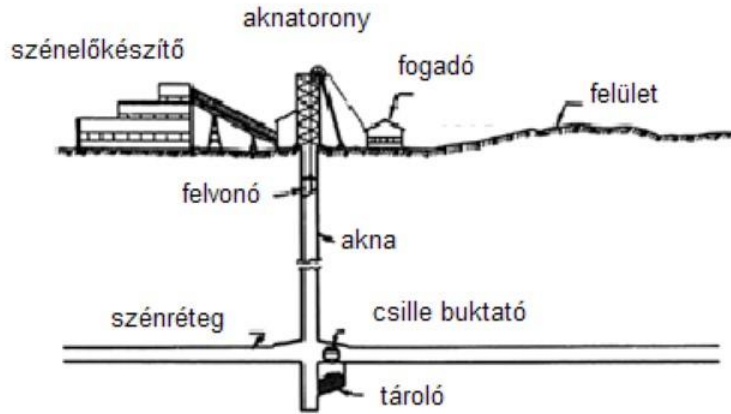


Felszíni szénbánya

Rajnavidéki lignit bánya rekultivációja



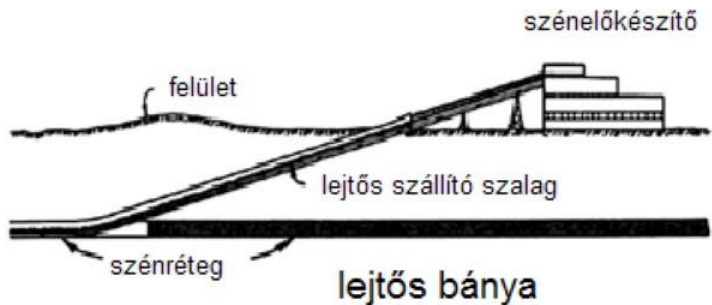
Szénrétegek hozzáférhetősége



aknás bányá



vágatos bányá



lejtős bányá

Földalatti szénbányászat

hagyományos bányászat



folyamatos bányászat



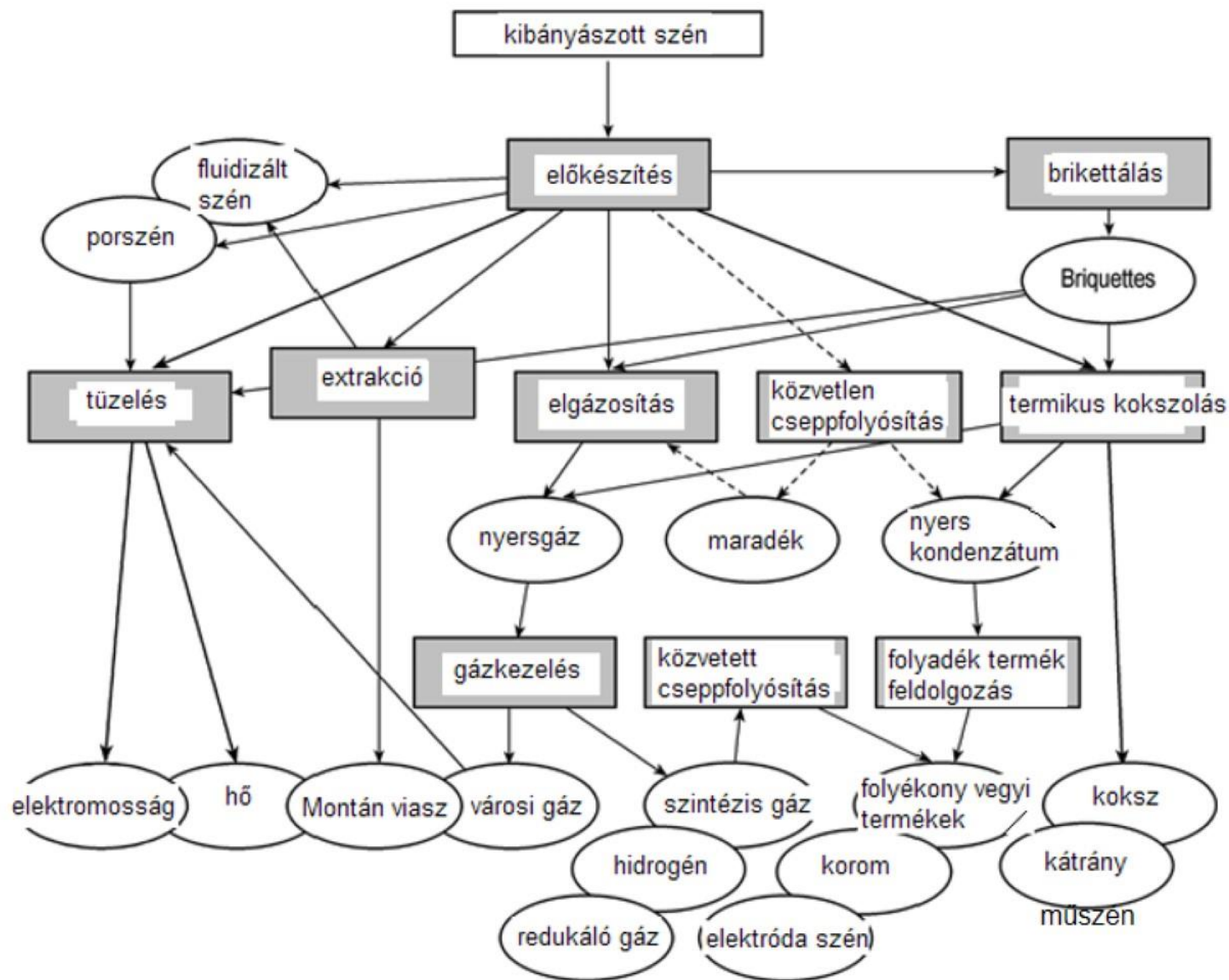
mennyezet kitámasztás



szén pillérek



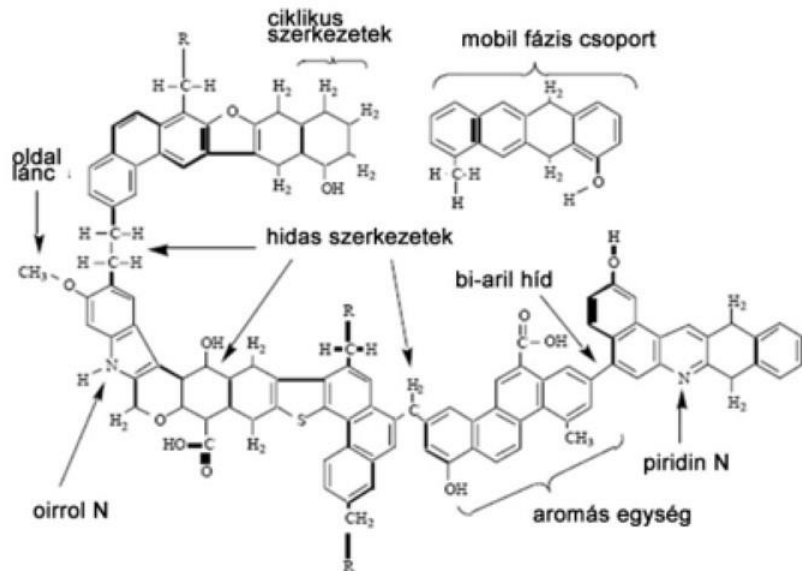
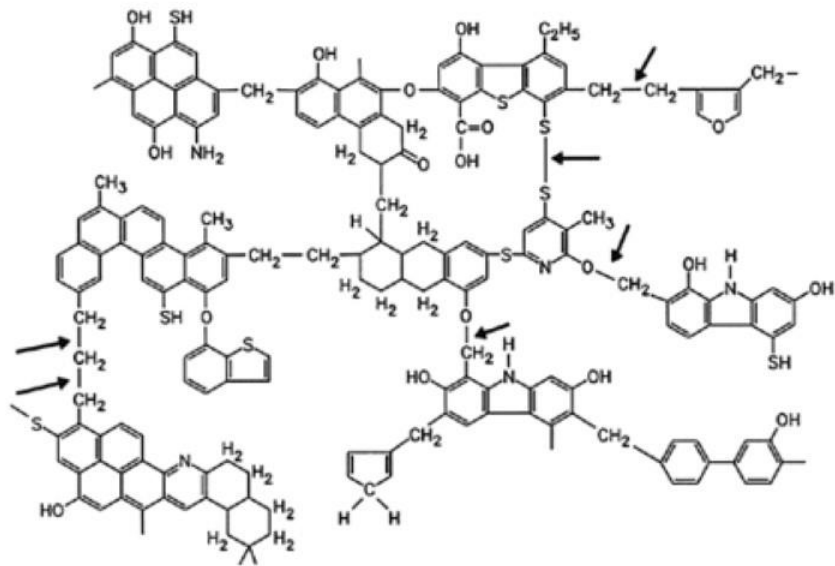
Szénhasznosítási és feldolgozási eljárások



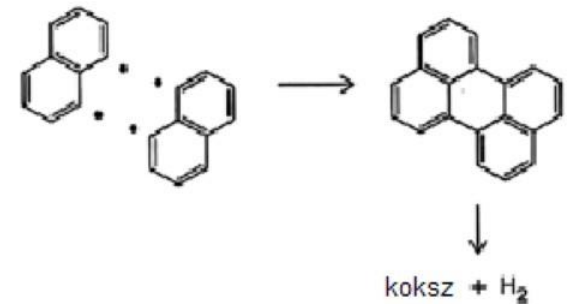
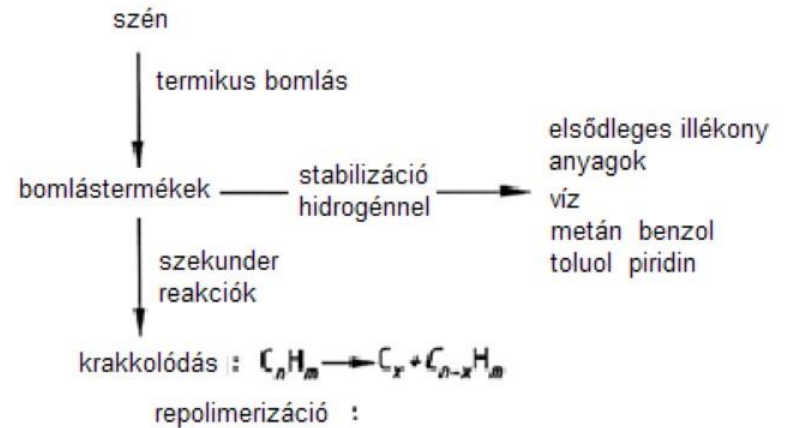
Szénelgázosítás



Wiser modellje a szén szerkezetéről



Primér és szekunder reakciók a szén pirolízise közben



SZÉNCSEPPFOLYÓSÍTÁSI ELJÁRÁSOK

Fajtái: **pirolízis**
közvetett és közvetlen cseppfolyósítás

A **pirolízis** során a szenet 400°C feletti hőmérsékleten átalakítják nemoxidáló atmoszférában gázokká, folyadékká és koksszá. Főtermék a koksz, a folyadék kihozatalt növelni lehet hidrogénnel és azzal, hogy az elpárologtatható komponenseket gyorsan meghígítják a szekunder reakciók elkerülésére.

A **közvetett cseppfolyósítás** során a szenet oxigénnel és gőzzel reagáltatják nagy hőmérsékleten, így CO és H₂ keletkezik (szintézis gáz), majd ez katalitikusan folyadéktermékké alakítható. A legismertebb folyamat a **Fischer-Tropsch szintézis**, amelyben gáz, folyadék és szilárd termékek keletkeznek. További folyamatok a metanol szintézis és a dimetiléter előállítás. (Ni→metán, Co, Fe→etán, propán ...) Német o. Dél-Afrika

A **direkt cseppfolyósítás** a szenet nagy hőmérsékleten és nyomáson hidrogénnel vagy hidrogéndonor oldószerrel reagáltatjuk. Ez a folyamat katalizálható. A termékek lehetnek üzemanyagok, tüzelőolajok, benzin vagy vegyipari alapanyagok. (Varga J. hidrokrakk eljárás szulfid katalizátor)

Az elgázosítás kémiája

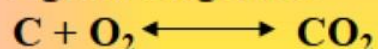


Elgázosítás oxigénnel



1000 °C fölött

Égetés oxigénnel



Generátorgáz reakció



1000 °C fölött

Vízgáz reakció



1000 °C fölött

Elgázosítás hidrogénnel



Szénmonoxid konverzió



Metanizálás (Fischer-Tropsch)



Gázösszetétel

(Vol %)

H₂ 25 - 30

CO 30 - 60

CO₂ 5 - 15

H₂O 2 - 30

CH₄ 0 - 5

H₂S 0.2 - 1

COS 0 - 0.1

N₂ 0.5 - 4

Ar 0.2 - 1

NH₃ + HCN 0 - 0.3

Hamu/Salak/Por

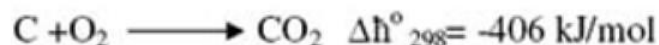
Az elgázosítás reakciói

• szilárd fázisú reakciók:

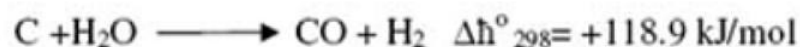
-parciális oxidáció



-égetés



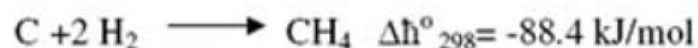
-vízgáz reakció



-generátorgáz (Boudouard)



-reakció hidrogénnel

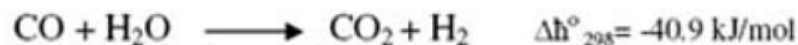


• gázfázisú reakciók

- parciális oxidáció



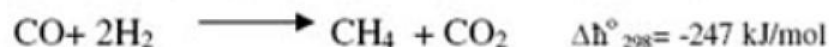
- CO konverzió



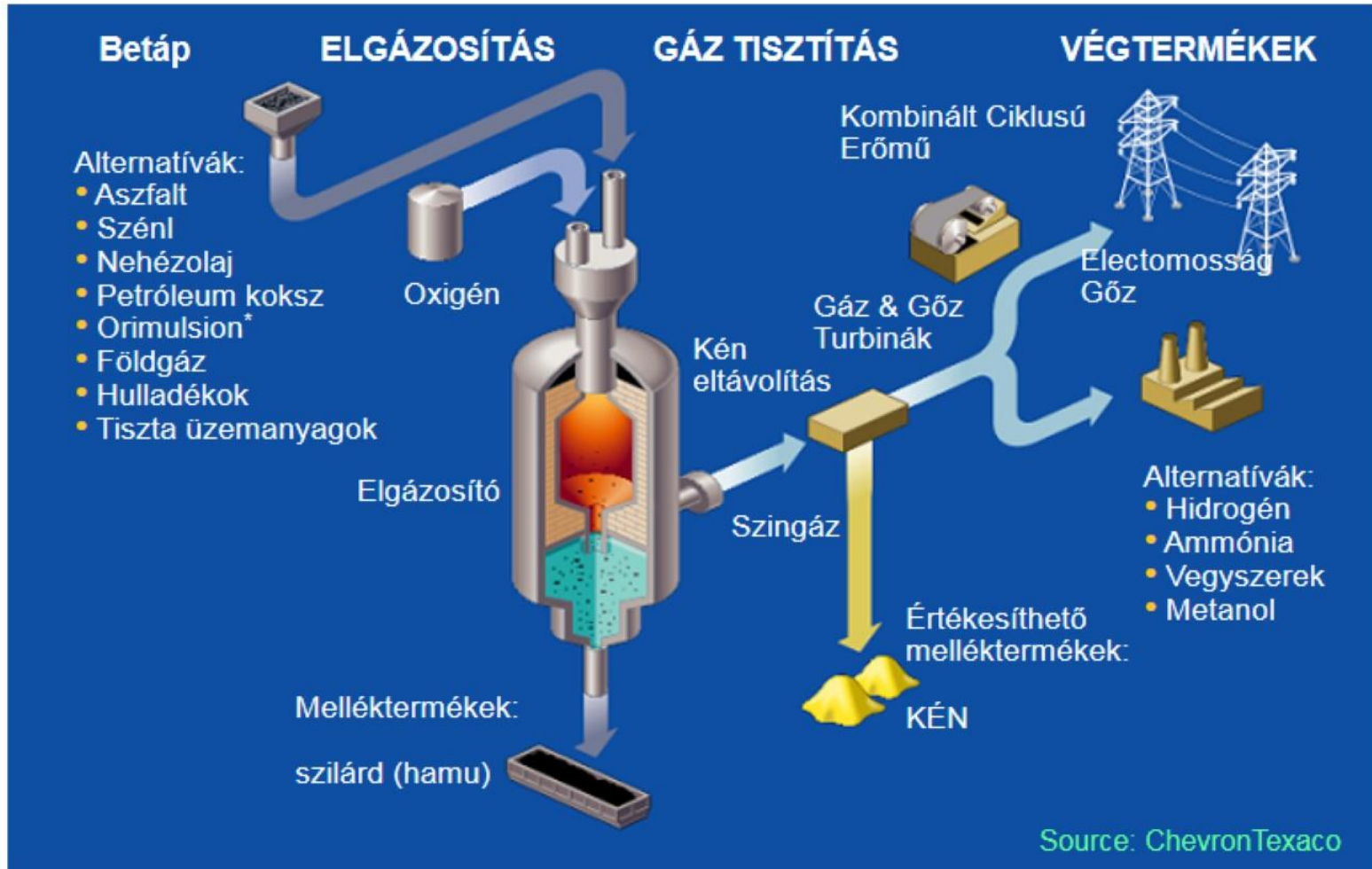
- metanizálás



- hidrogén oxidáció



Az elgázosítási folyamat

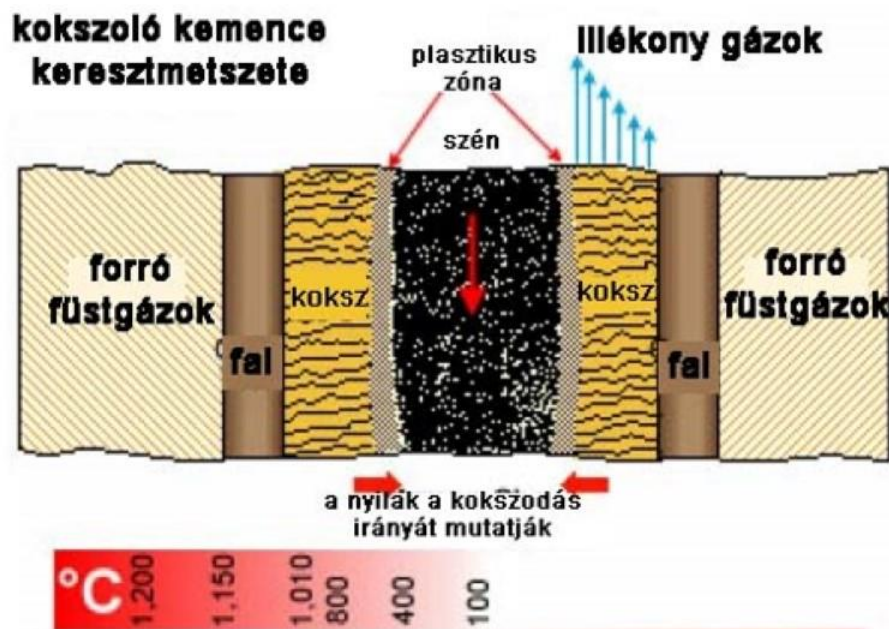


* orimulsion-bitumen-víz emulzió

Kigázosítás(150→1200 °C,14-24 óra)

Szén-kokszt átalakítás levegő kizárásával:

- <200°C nedvesség eltávolítása
- 200-375°C CH₄, kevés CO, CO₂ távozás,
- 375-475°C a falaknál lágyulás,
- 475-600°C kátrány és aromás vegyületek kiválása, és újra szilárdulás, félkokszt
- 600-1100°C zsugorodás, szilárdság növekedése és H₂ fejlődés, kokszt szerkezet kialakulása



Kokszgyártás

1 tonna szénből



70% szilárd

kohókoksz: 600 - 700 kg
kokszpor: 50 - 100 kg

30% gáz + folyadék

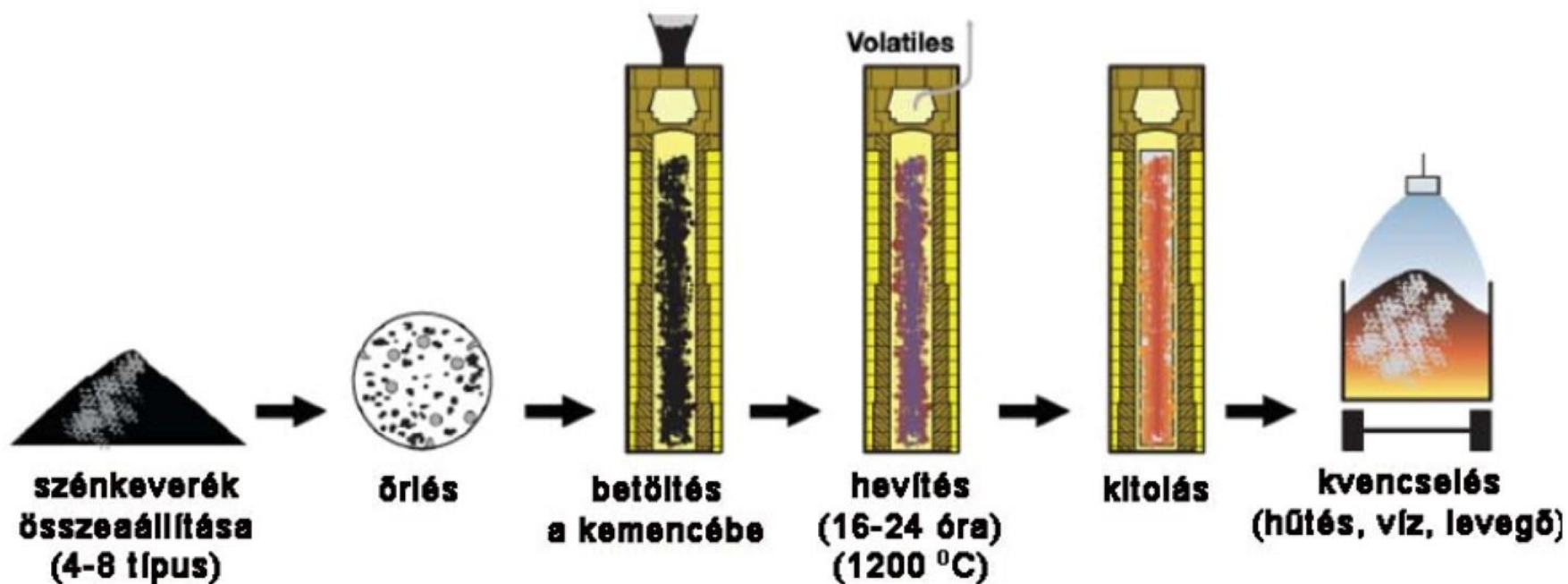
kamragáz
300 - 360 m³

kátrány	35 - 50 L
Ammónium-szulfát	10 - 15 kg
Ammónia oldat	60 - 145 L
könnyűolaj	10 - 15 L



kátrány: környezeti T és P értéken kondenzálódó illékony tartalom

Kokszgyártás lépései

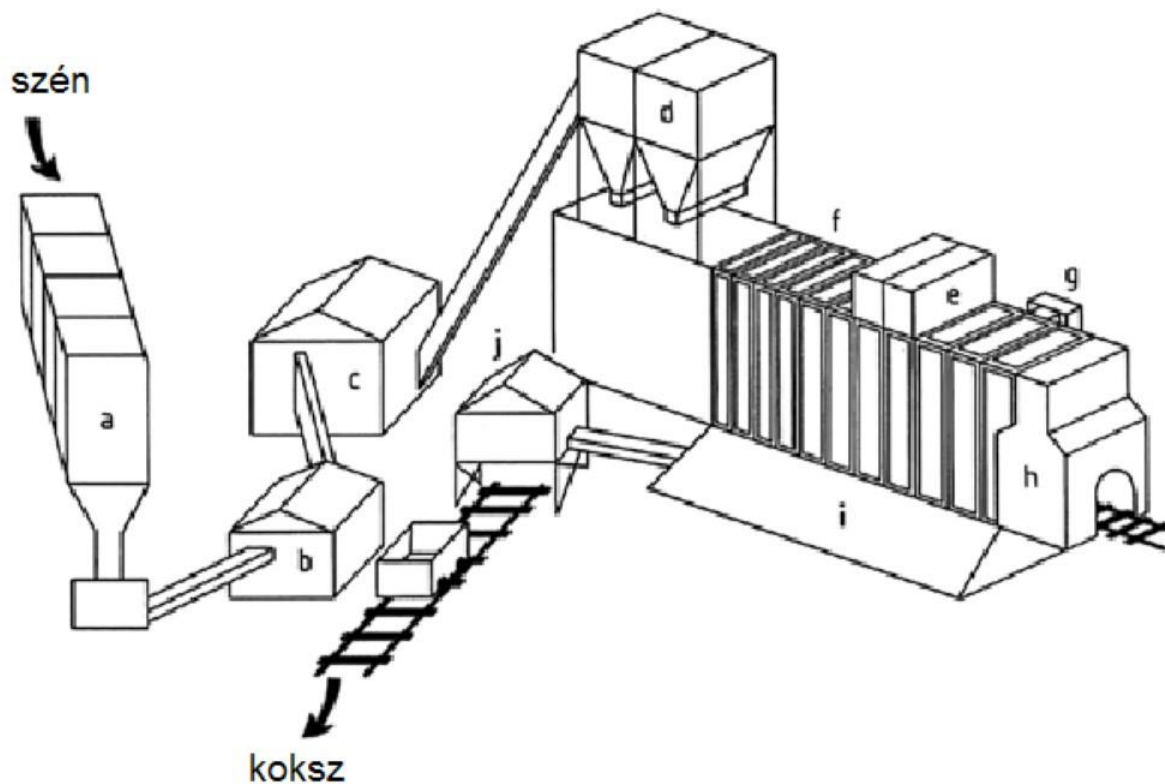


Kokszoló



shema3.swf

- a) Tároló bunker
- b) Dúsító
- c) Őrlő
- d) Töltő bunker
- e) Töltő kocsi
- f) Kokszoló kemence
- g) Kitoló szerkezet
- h) Hűtőtorony
- i) Hűtőlejtő
- j) rakodó



SZÉNHIDROGÉNIPAR

- A kőolaj és a földgáz kitermelése, feldolgozása és hasznosítása tartozik ide.
- Manapság az egyik legfontosabb alapágazat.
- A készletek véges volta súlyos problémákat vet fel.
- A világ második legfontosabb iparága.
- Világszinten 4,2 Mrd t/év kőolajat termelnek ki.
- Magyarország benzin fogyasztása 2 Mrd liter évente.
- Magyarország gázolaj fogyasztása 3 Mrd liter évente.
- A Dunai finomító másodpercenként megtölt egy Audi A6-ot benzinnel.

Kőolaj és földgáz keletkezése és előfordulása

- Tengerben élt egysejtűek elhalása nyomán keletkezett iszap (szapropél) anaerob(légmentes) bomlása révén.
- A kőolaj és a földgáz gyakran együtt fordulnak elő. Tengeri eredetű üledékes kőzetekben található, parthoz közeli tengerek alatt.
- Jellegzetes telepek: gázenergiával és vízürelgiával.

-
- Európa: Északi Tenger (UK, Norv.) Románia
 - Amerika: Texas, Alaszka, Mexico, Venezuela
 - Ázsia: Oroszország, Kaukázus, Aral tó, Kína, Vietnam, Irak, Irán, Szaud-Arábia, Arab Emirátusok, Kuvait
 - Afrika: Nigéria, Líbia, Algéria
 - Ausztrália, Indonézia

Kőolaj világtermelés $3 \cdot 10^9$ tonna/év

(1 Barrel= 159 liter)

Kőolaj és földgáz készletek

Energy Information Administration				
<i>International Energy Annual 2002</i>				
Table Posted: March 8, 2004				
Next Update: March 2005				
8.1 World Crude Oil and Natural Gas Reserves, January 1, 2003				
	Crude Oil		Natural Gas	
	(Billion Barrels)		(Trillion Cubic Feet)	
Country/Region	<i>Oil & Gas Journal</i>	<i>World Oil</i>	<i>Oil & Gas Journal</i>	<i>World Oil</i>
North America	215,320	45,359	255,840	262,057
Central & South America	98,551	75,854	250,083	244,360
Western Europe	18,267	17,033	191,568	175,690
Eastern Europe & Former U.S.S.R.	79,190	81,921	1 964,175	2 046,953
Middle East	685,642	669,757	1 979,675	2 516,968
Africa	77,429	96,271	418,162	438,875
Asia & Oceania	38,712	48,478	445,407	441,731
World Total	1 213,112	1034,673	5 504,910	6 126,634

Kőolaj

- Nyersolajnak nevezzük azokat a szerves anyagokat, amelyek folyékony halmazállapotúak az őket tartalmazó réteg körülményei között.
- A kőolaj összetétele
 - szénhidrogének
 - S, O, N, P vegyületek
 - fém vegyületek (V, Ni, Cu, Co, Mo, Pb, Cr, As)
 - H₂S és víz

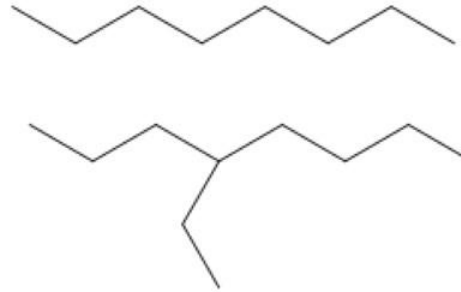
Elemi összetétel: C 79,5-88,5%, H 10-15,5%
- *Nyersolajok osztályozása*
 - *Paraffin alapúak* –mélyebb rétegekben találhatóak
 - *Naftén vagy aszfalt bázisúak* –felsőbb rétegekben vannak
 - *Kevert bázisúak* –közbenső zónákban vannak
- Kőolajok csoportosítása
 - Kéntartalom szerinti osztályozás: édes, savanyú
 - Technikai szempontú frakciók: benzin, petróleum, kerozin, gázolaj (fehérárúk)
Kenőolajok
Paraffin
Aszfalt, bitumen

Összetétel a világ összes kőolaját tekintve:

~30% paraffinok, 40% naftének, 25% aromások

A kőolaj összetevői

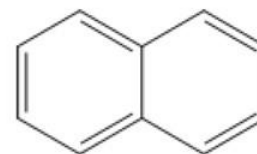
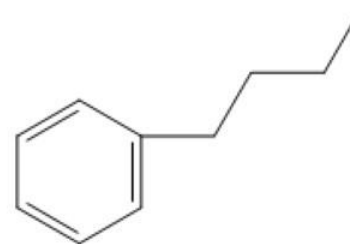
- Alkánok



- Naftének



- Aromások



Logisztika



1. Kitermelés szárazon és vizen



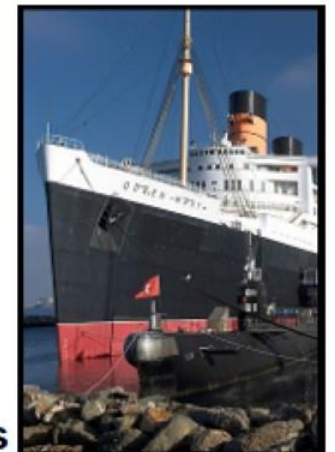
2. Szállítás



3. Feldolgozás, finomítás



4. Értékesítés Chevron



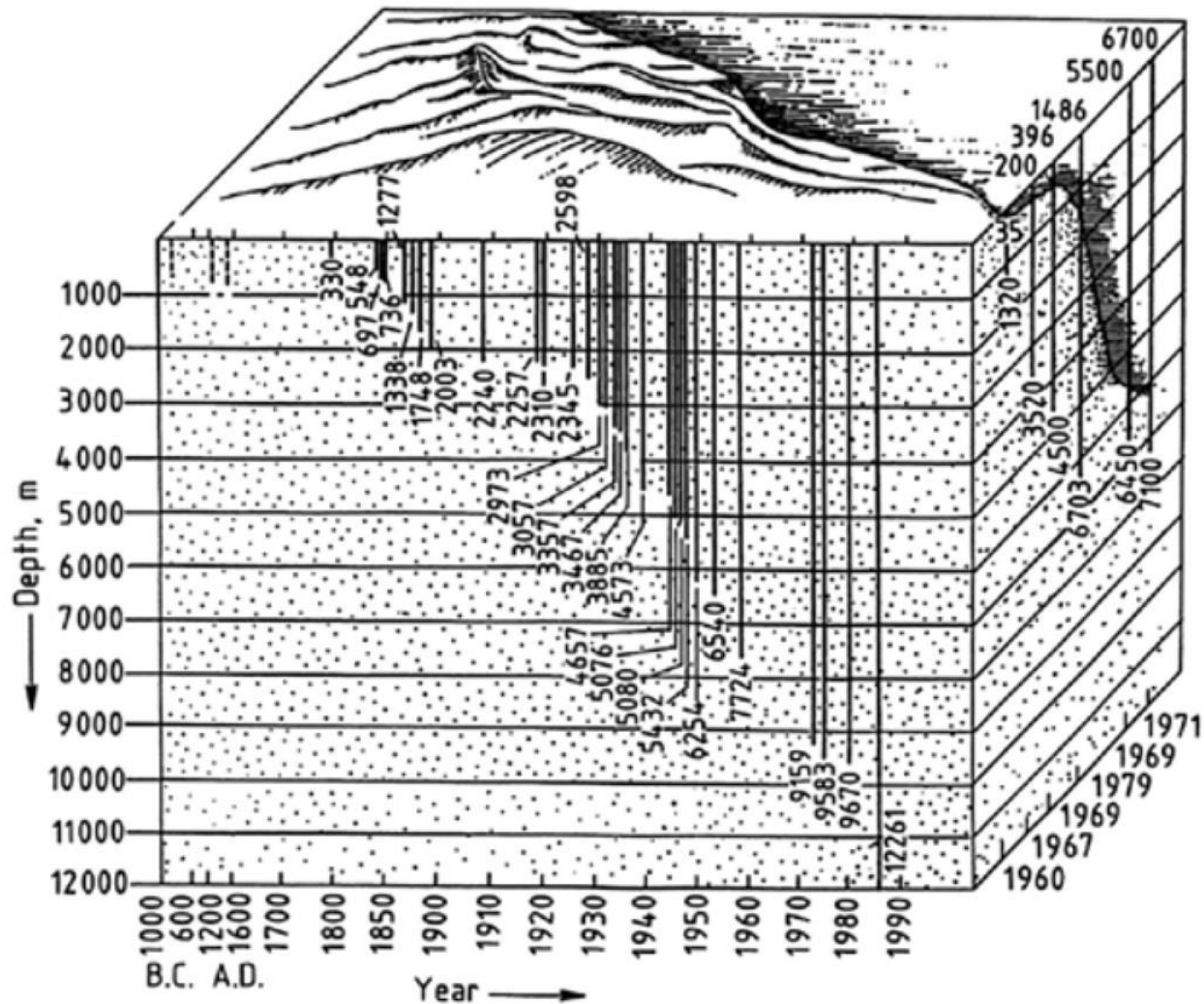
5. Felhasználás



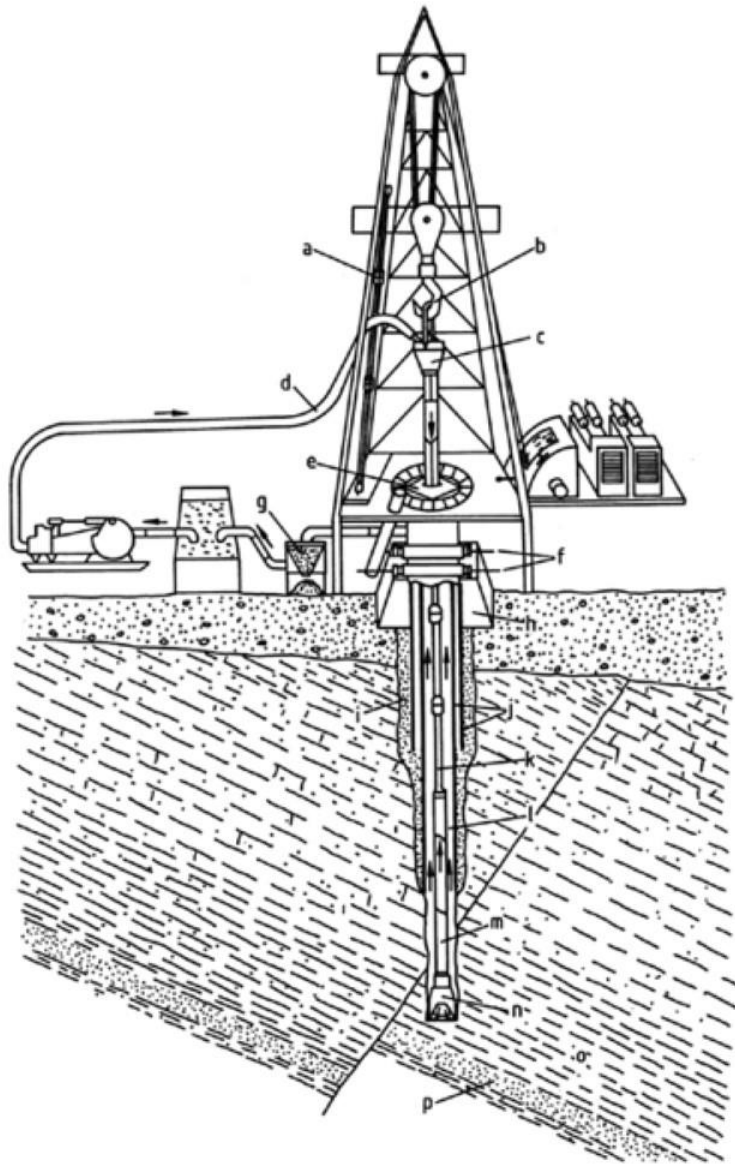
Kőolaj logisztikája

- Kutatás: geológiai, fúrás
- Feltárás: fúrás (rotary, turbinás)
- Termelés: elsődleges (saját nyomás hozza felszínre)
másodlagos (visszasajtoló gáz vagy víz hozza fel)
- Előkészítés: víz és gáz elválasztás
- Tárolás: fix vagy úszó fedelű tartályokban
kisebb, föld alatti tartályok (benzin kutaknál)
- Szállítás: csővezetéken, tartályhajókon,
vasúti tartálykocsikban, tankautókon

A mélyfúrás története



A mélyfúrás technológiája



Rotari fúrás

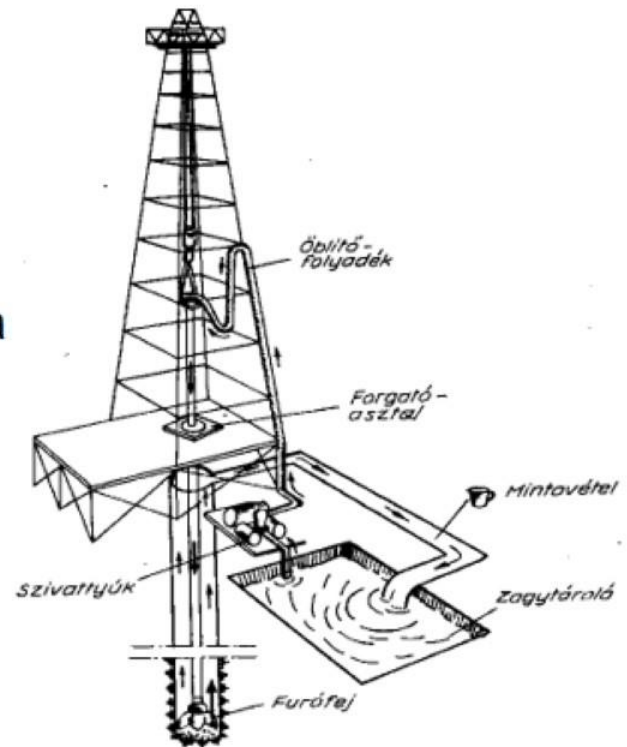
Furó szerszám:

fogas görgőt

Furó iszap:

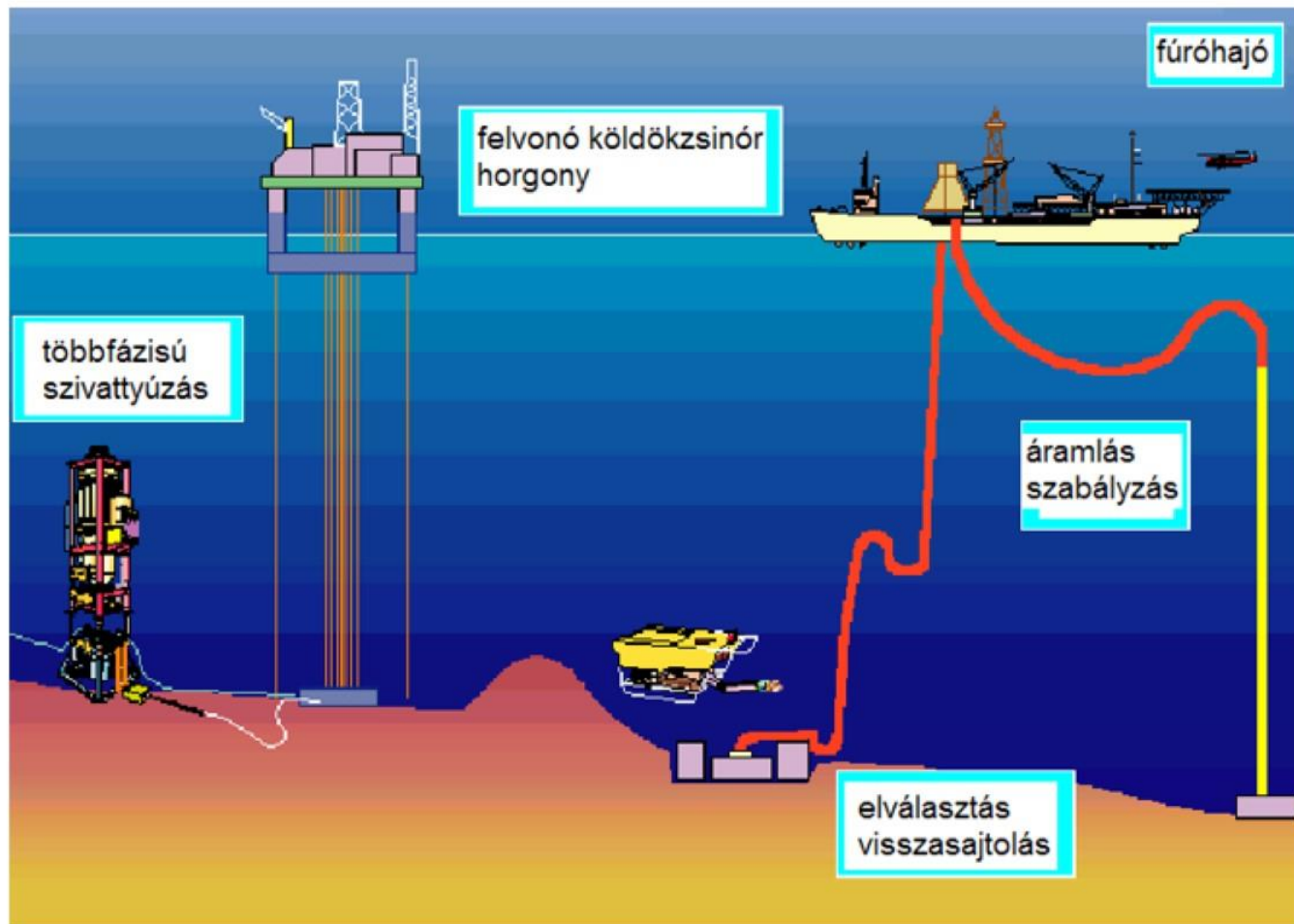
- tixotrop folyadék, adalékokat tartalmaz, mint a bentonit, cellulóz, emulgeátorok, inhibitorok
- sűrűsége 1.1 és 1.4 g/cm³ között van

Vízszintes fúrás aktív irányítással.



53. ábra. A furótorony és a furás vázlat

A legfontosabb tengeri olajbányászati technológiák



Földgáz

- Földgáz összetétele
 - CH_4 , N_2 , E, PB, H_2S , CO_2 , H_2O , He
 - Metános, széndioxidos, nedves gázok
- Lelőhelyek szerint
 - önálló lelőhely
 - kísérő gáz, kőolajhoz kötődik
- Folyadéktartalom szerint
 - nedves gáz
 - száraz gáz
- Összetétel szerint
 - sovány földgáz (kevés P-B és gazolin)
 - dús földgáz (sok P-B és gazolin)
 - szénsavas földgáz (sok CO_2)
 - nitrogénes földgáz (sok N_2)
- Éghetőség alapján
 - éghető gázok (inert tartalom 60 % alatt)
 - inert gázok

Földgáz logisztikája

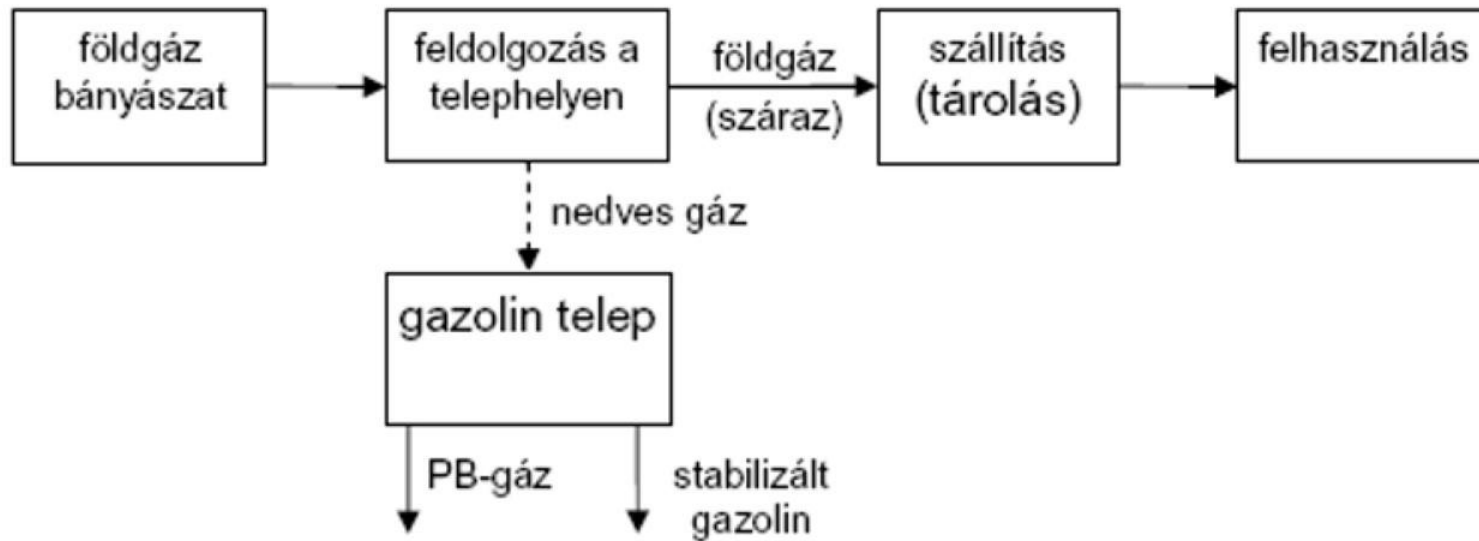
- Kutatás: geológiai, fúrás
- Feltárás: fúrás (rotary, turbinás)
- Termelés: elsődleges (saját nyomás hozza felszínre)
- Előkészítés: víz és magasabb forrponú komponensek elválasztása
- Tárolás: föld alatti, kimerült gázmezőkbe visszasajtolva
- Szállítás: csővezetéken, tartályhajókon mélyhűtéssel

PB gáz

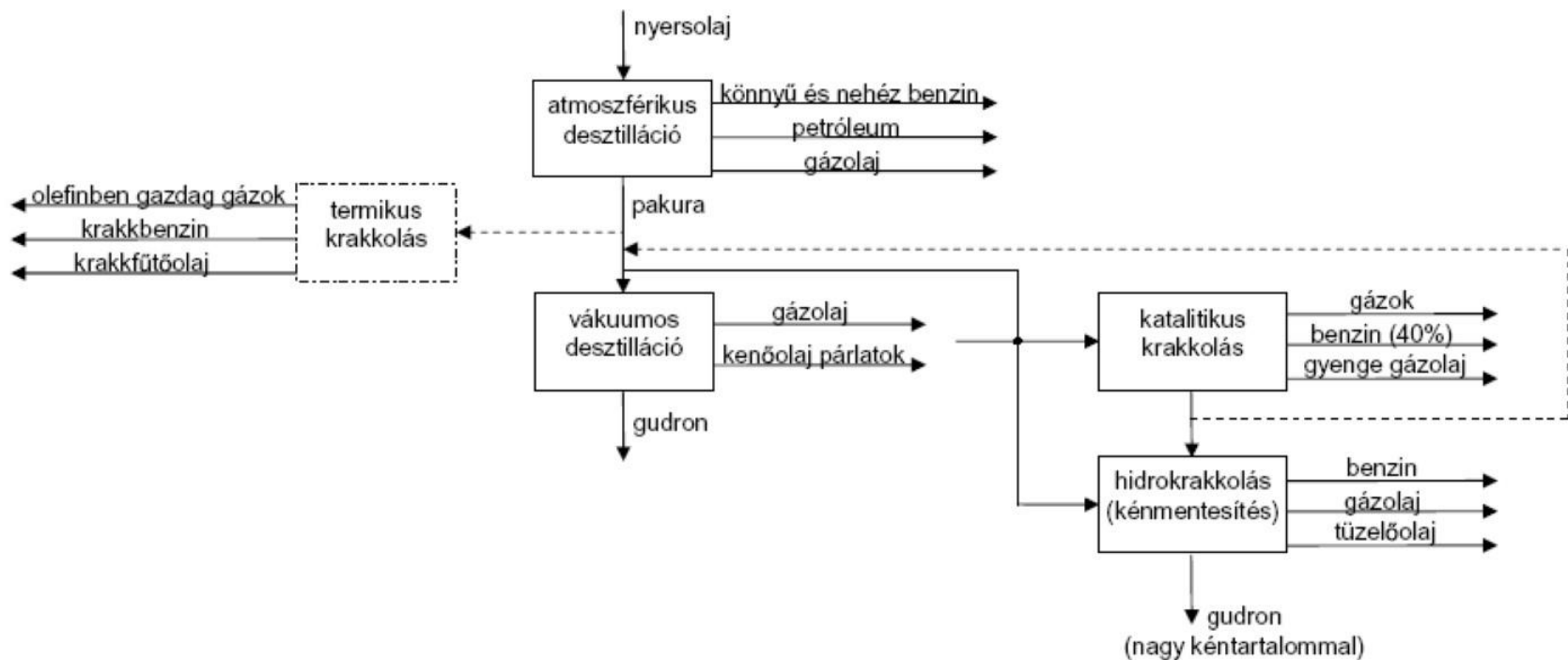
A PB gázt mesterségesen állítják elő nyersolaj lepárlásával, vagy a földgázból leválasztva.

- Nyomás alatt folyékony halmazállapotú → tárolás
- Színtelen, szagtalan, átlátszó, nem mérgező gáz.
- Szagosítják, mert robbanásveszélyes.
- Sűrűsége nagyobb a levegőnél, így talajszintnél mélyebben lévő helyiségekben tilos használni.
- $H_a = 109 \text{ MJ/m}^3$
- Relatív sűrűség: $\rho = 1,8-2,2 \text{ kg/m}^3$
- Gyulladási hőmérséklet: 550°C
- A ill. B minőség a kéntartalom szerint.

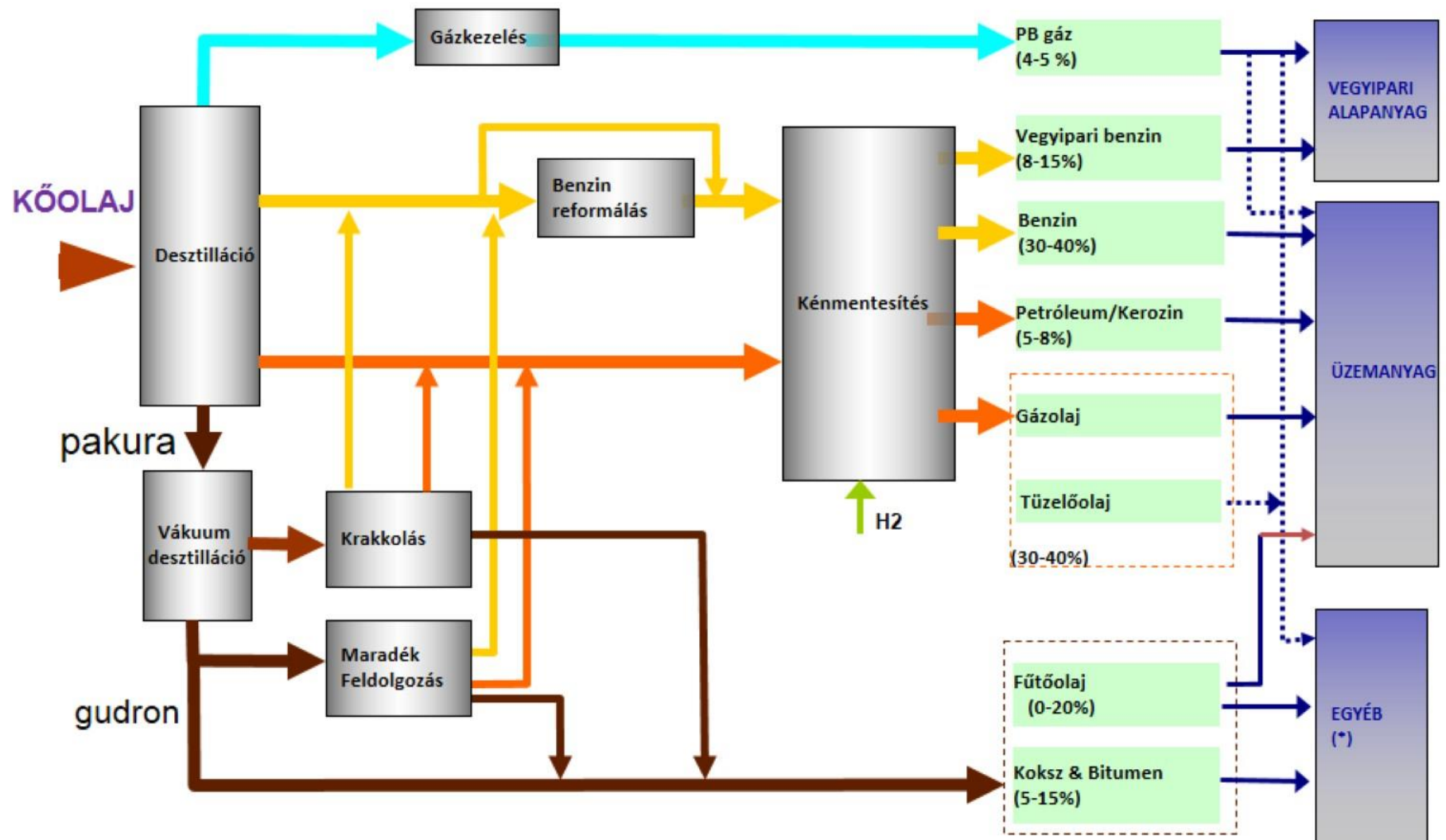
Földgázfeldolgozás



A kőolajfeldolgozás és finomítás lépései



A modern kőolajfeldolgozás tipikus folyamatábrája



Desztilláció - fizikai kőolajfeldolgozás

- 2 féle: atmoszférikus, vákuum
- Forrpont szerinti elválasztás:
 - » benzin 50-200°C
 - » petróleum 150-250°C
 - » gázolaj 200-360°C
 - » fűtő és kenőolajok, szilárd termékek, paraffin, bitumen

Hajtóanyagok felhasználása:

Otto motor - benzin (oktánszám, aromás tartalom, illékonyság)

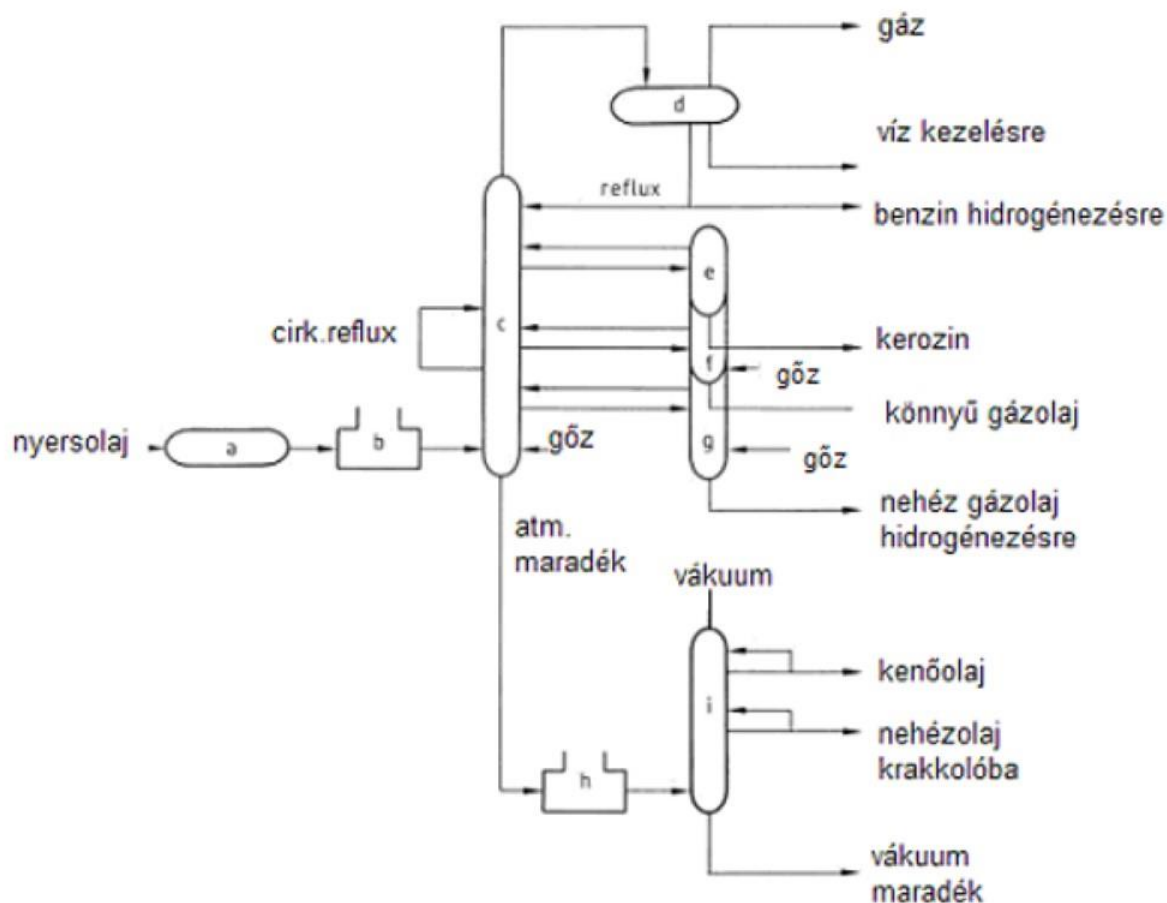
Gázturbina - kerozin (kéntartalom)

Diesel motor - gázolaj (cetánszám, kéntartalom, dermedéspont)

Finomítói folyamatok: desztilláció

Feladat: elválasztás

- a) Sótalanító
- b) Hevítő
- c) Fő rektifikáló oszlop
- d) Kondenzátor
- e) Kerozin kigőzölő
- f) Könnyű gázolaj kigőzölő
- g) Nehéz gázolaj kigőzölő
- h) Vákuum hevítő
- i) Vákuum desztilláló



Desztillált kőolajfrakciók továbbfeldolgozása

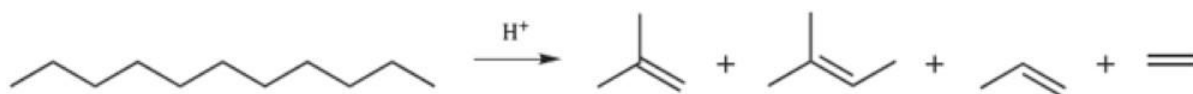
- Kénmentesítés *katalitikus!*
- Krakkolás *katalitikus!*
- Hidrokrakkolás *katalitikus!*
- Reformálás *katalitikus!*
- Maradékfeldolgozás **termikus**
- Keverő komponens gyártás *katalitikus!*

Desztillált kőolajfrakciók továbbfeldolgozása

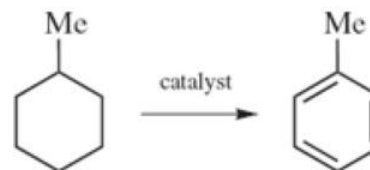
FOLYAMAT	REAKCIÓ	KATALIZÁTOR	T (°C)	p (bar)
Termikus krakkolás	Gázolaj átalakítása parafinokká és olefinekké		450-600	20-40
Katalitikus krakkolás	Gázolaj átalakítása izo-parafinokká és olefinekké	Amorf alumínium-szilikátok, zeolitok	450-500	1-3
Hidrokrakkolás	Gázolaj+hidrogén átalakítása paraffinokká	Al ₂ O ₃ /SiO ₂ +Ni,W,Mo; zeolitok+Pd, Ni	320-420	100-200
Reformálás	Benzinek átalakítása aromásokká	Pt/Al ₂ O ₃ , Pt/Re/Al ₂ O ₃	450-500	20-50
Hidrogénezés	S→H ₂ S; olefinek átalakítása paraffinokká	Co/Mo, Ni, Pd	300-500	10-150
Izomerizálás	n-paraffinok átalakítása i-paraffinokká	AlCl ₃ /Al ₂ O ₃ , Pt/zeolit	25-500	10-30
Alkilezés	i-bután+olefinek átalakítása i-paraffinokká	H ₂ SO ₄ , HF	(-10)-50	1-15
Polimerizáció	Olefinek átalakítása olefin dimerekké	H ₃ PO ₄ , Ni/AlR ₃	200-240	20-60

Kőolaj feldolgozó technológiák

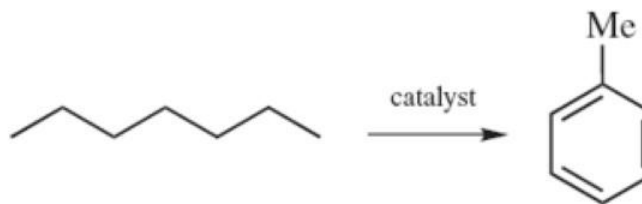
Krakkolás



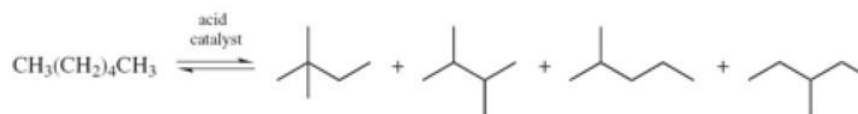
Dehidrogénezés (reformálás)



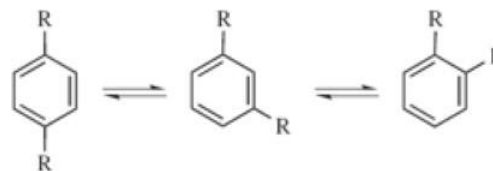
Dehidro-ciklizálás

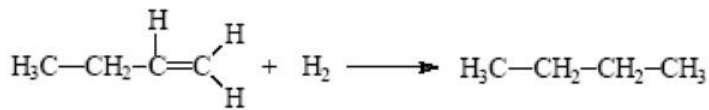


Izomerizálás



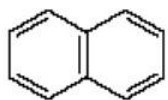
(alkánok és alkil-aromások)



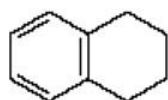


butylene

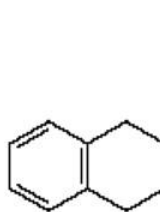
n-butane



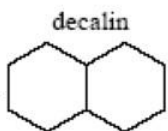
naphthalene



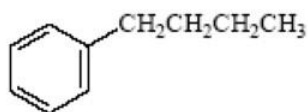
tetralin



tetralin

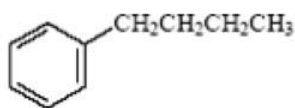


decalin



butyl benzene

Hidrogénezés



butyl benzene

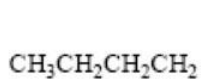


benzene

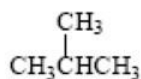


n-butane

Hidrokrakkolás

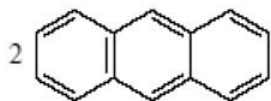


n-butane

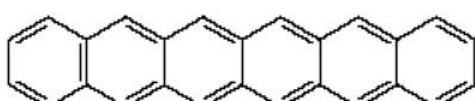


iso-butane

Izomerizálás



anthracene



hexacene

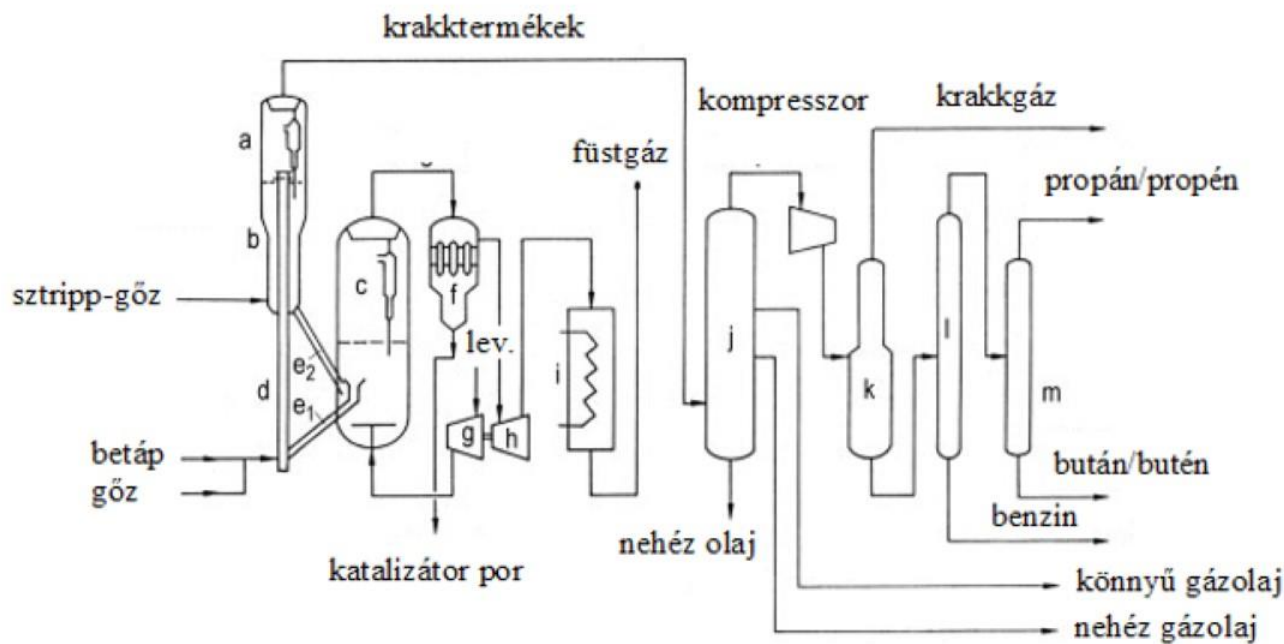


Kondenzáció-kocszképződés

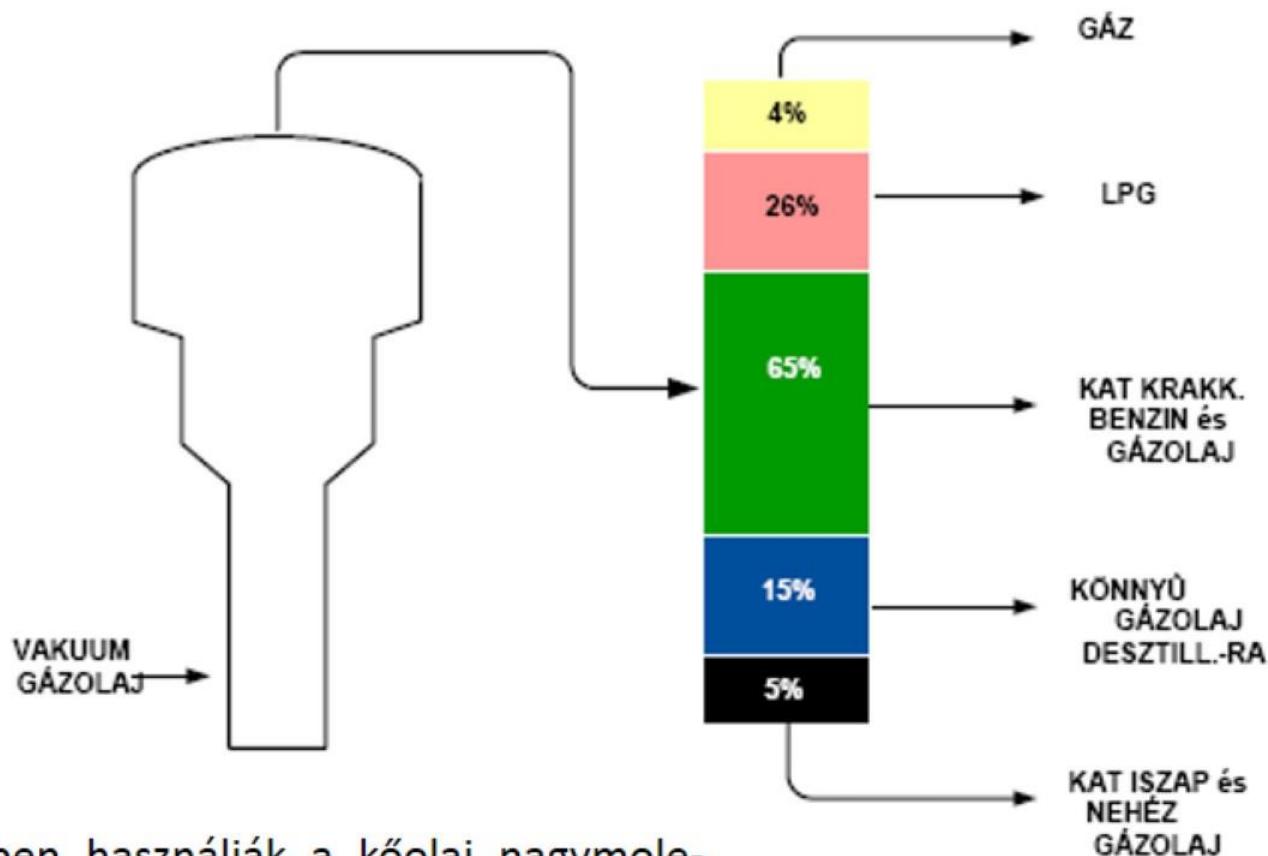
Katalitikus krakkolás

Feladat: molekulatömeg és forrponot csökkentés

Katalizátor: savas zeolit



Fluid katalitikus krakkolás – FCC

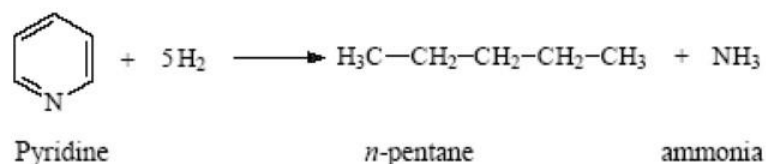


Széles körben használják a kőolaj nagymolekulasúlyú frakcióinak feldolgozására; értékesebb, könnyű termékek előállítására.

Hidrokrakkolás

- Célja a nehezebb párlatok és az aszfaltmentesített olajok átalakítása kerozinná és gázolajjá.
- Két lépésben végzik:
 - az első lépésben csökkentik a kiindulási anyagok nitrogén-, kén- és oxigén-tartalmú vegyületeinek mennyiségét a második lépés katalizátorának védelmére.
 - a második lépésben végzik a krakkolást, hidrogénezést és izomerizációt.
- Az összes lépés exoterm és az izomerizáció kivételével hidrogént fogyaszt.
- A képződött hőfelesleget hideg kvencselő hidrogéngázzal vezetik el a katalizátorágyról.

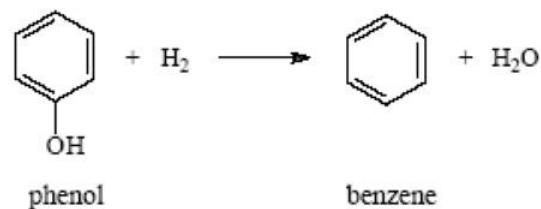
Nitrogén mentesítés



Kén mentesítés



Oxigén mentesítés

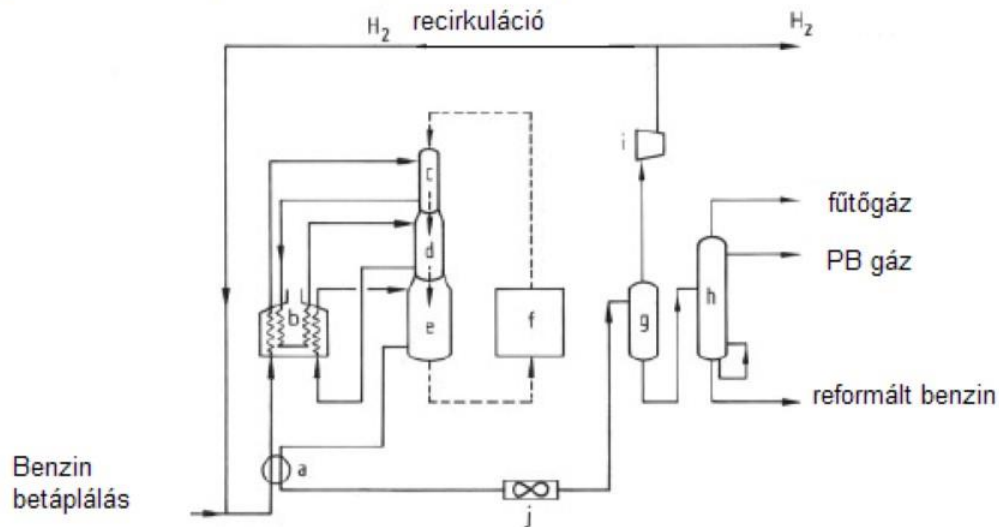


Katalitikus reformálás (platforming)

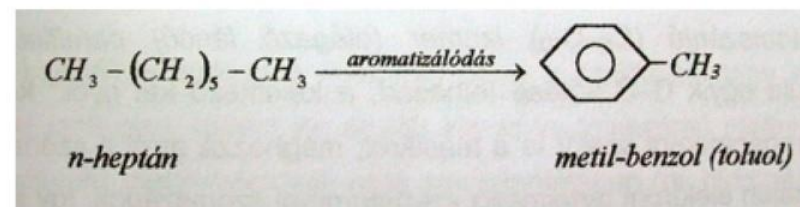
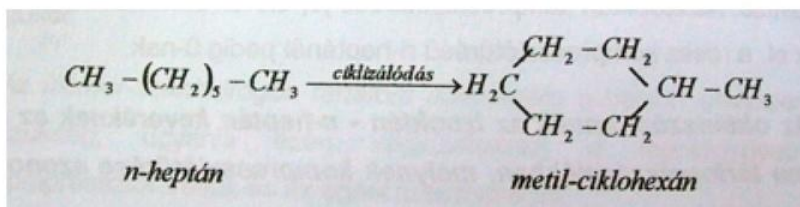
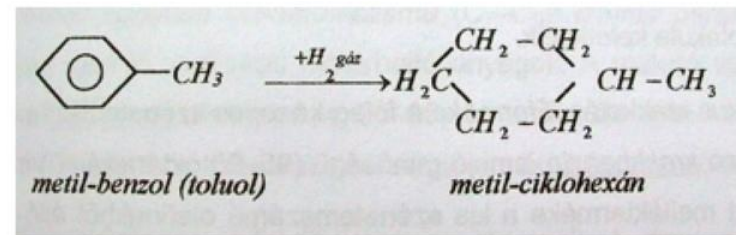
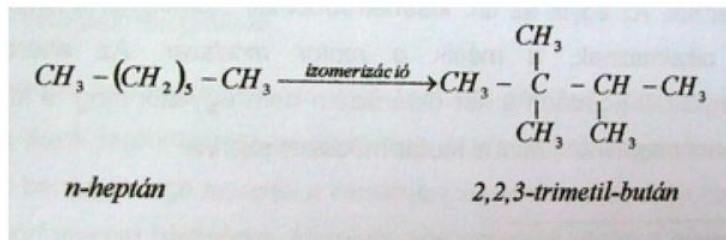
Feladat: oktán szám növelés, aromás termelés

Katalizátor: Pt alumíniumoxidon (ónnal ötvözve)

(endoterm, 500 °C, 25 atm)



- a) hőcserélő
- b) kemence
- c), d), e) reformáló reaktorok
- f) katalizátor regeneráló
- g) szeparátor
- h) stabilizáló oszlop
- i) gáz recirkuláltató kompresszor
- j) termék hűtő.



- Az endoterm reakciók miatt több kemencét kapcsolnak sorba
- A magas hőmérséklet kedvez az aromás képződésnek és a gyors reakciónak, de elősegíti a krakkolódást és a kokszképződést is.
- A krakkolódás miatt a katalizátor felületén kokszt képződik, ezt nagy nyomású hidrogéngáz bevezetésével és recirkulációjával csökkentik. A hidrogén bevezetése kismértékben csökkenti az aromások képződését.
- A katalizátor felületéről a kokszt időnként levegő és nitrogén gázok elegyével leégetik.
- Tipikus nyersanyag 65% paraffinokat, 20% nafténokat és 15% aromásokat tartalmaz ~50-es oktánszámmal. A reformálás után az összetétel: 45% paraffinok, 0% naftének és 55% aromások 100-as oktánszámmal.

Benzin keverőkomponens gyártás

MTBE (metil-tercier-butil-eter): oktánszám javító és égésfokozó; magas metanol es olefinek reakciójával előállított oktánszámú oxigenát típusú benzin komponens.

Alkilát benzin jó oktánszámú műbenzin finomítói C4 frakcióból

Mindkét eljárásban savas katalízis!

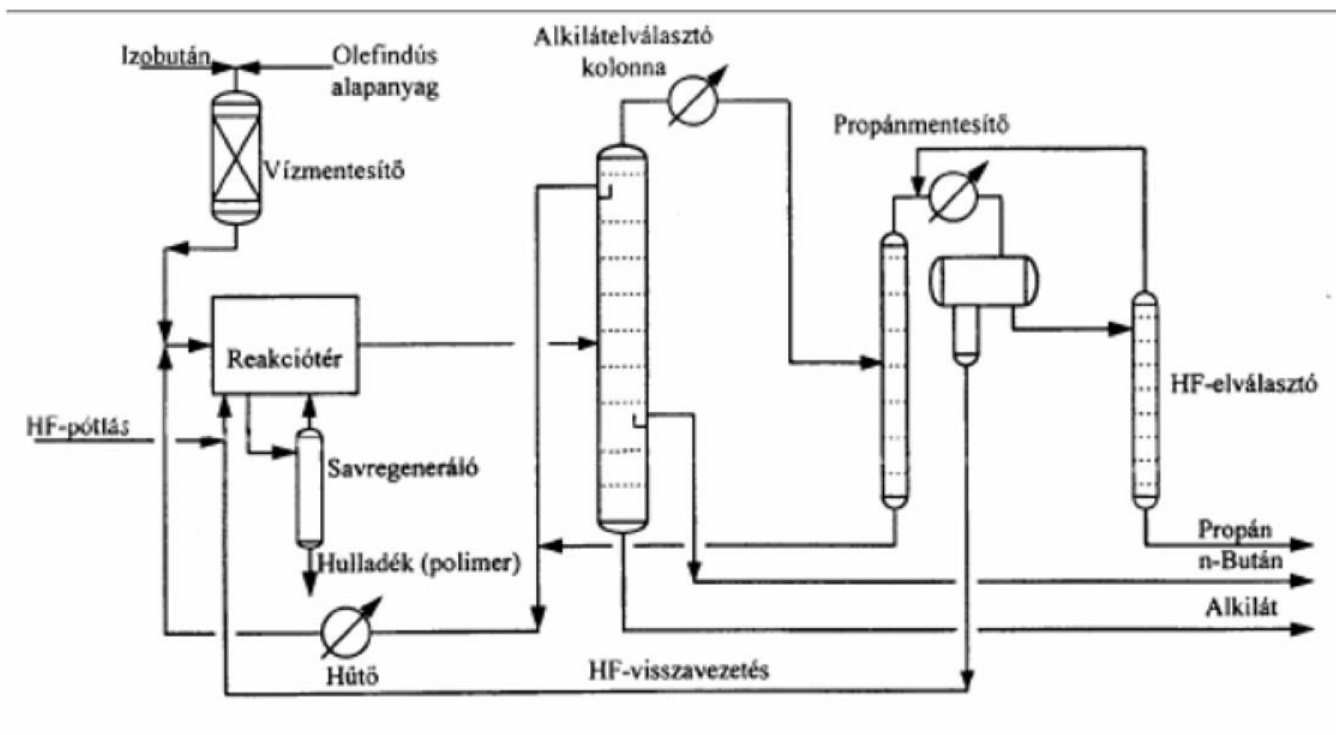
Polimerbenzin (oligomer) előállítása

Kis szénatomszámú szénhidrogéneket (propilén, butének) di- és trimerizálják, szilárd hordozóra vitt foszforsav (Ipatjev katalizátor) jelenlétében 150-200 °C-on, 35-70 bar nyomáson.

Alkilezés (alkilátbenzin)

Cél: 7-9 szénatomszámú izoparaffinok előállítása.

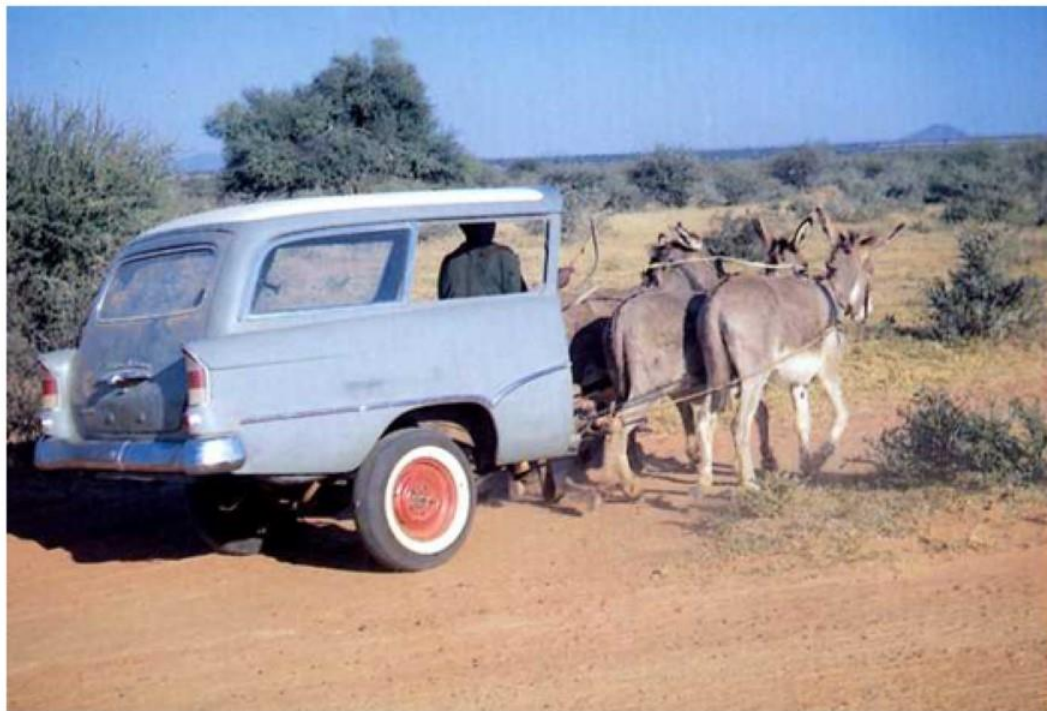
Izobutánt olfinekkel (propilén, butén, pentén) alkilezik erősen savas katalizátor (HF, cc. H_2SO_4) jelenlétében. Az eljárás végterméke magas oktánszámú es kis szenzibilitású motorbenzin-komponens.



A HF katalizált alkilezés egyszerűsített folyamatábrája

MOTORHAJTÓANYAGOK

Termék	Forrpon t [°C]	C atomszám
Fűtőgáz	- 100	1 – 2
PB(lepárlási) gáz	-100 – 0	3 – 4
Benzin	0 – 200	5 – 10
Kerozin	160 – 270	9 – 15
Petróleum	180 – 270	10 – 15
Gázolaj	193 – 343	15 – 45
Fűtőolaj	> 343	> 40



•Motorbenzin:

- optimális illékonyság a karburáláshoz,
- ne legyen korrózióagresszív,
- ne képződjön gyanta,
- jó kompressziótűrés.

•Gázolaj:

- megfelelő viszkozitás (szivattyúzás), alacsony dermedéspont,
- ne legyen hajlamos a kokszképződésre,
- jó legyen a gyulladási hajlama.

•Kerozin:

- a nagy magasságra jellemző hidegben is folyékony maradjon,
- nyomokban se tartalmazzon vizet, ami megfagyhat,
- magas hőmérsékleten ne oxidálódjon,
- ne legyen hajlamos a kokszképződésre (fúvóka eltömődés).

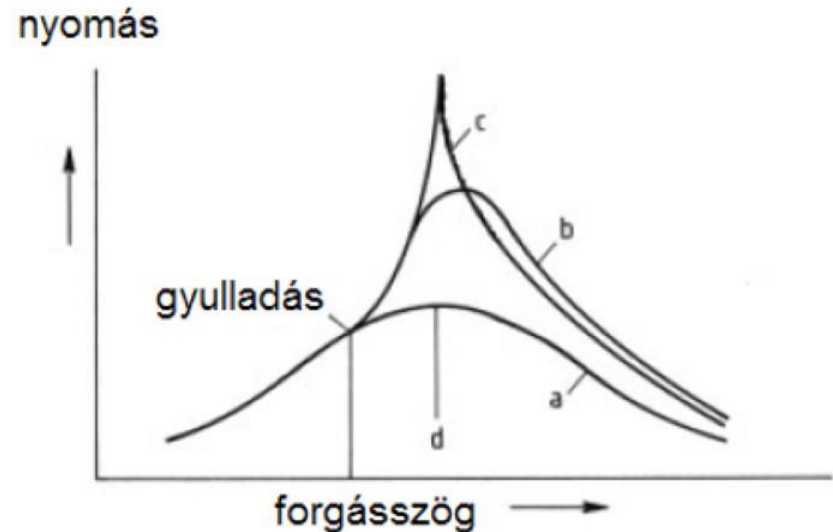
Szigorú termékszabványok, egyezményes mérőszámok, s újabban számos környezetvédelmi követelmény.

Modern üzemanyagok: benzin

- Otto motorhoz
- Négyütemű
- Beszívja az üzemanyag-levegő keveréket
- Komprimálja és adott időben gyújt
- Égés és kiterjedés (munkavégző ütem)
- Kipufogás

Oktánszám mérése:

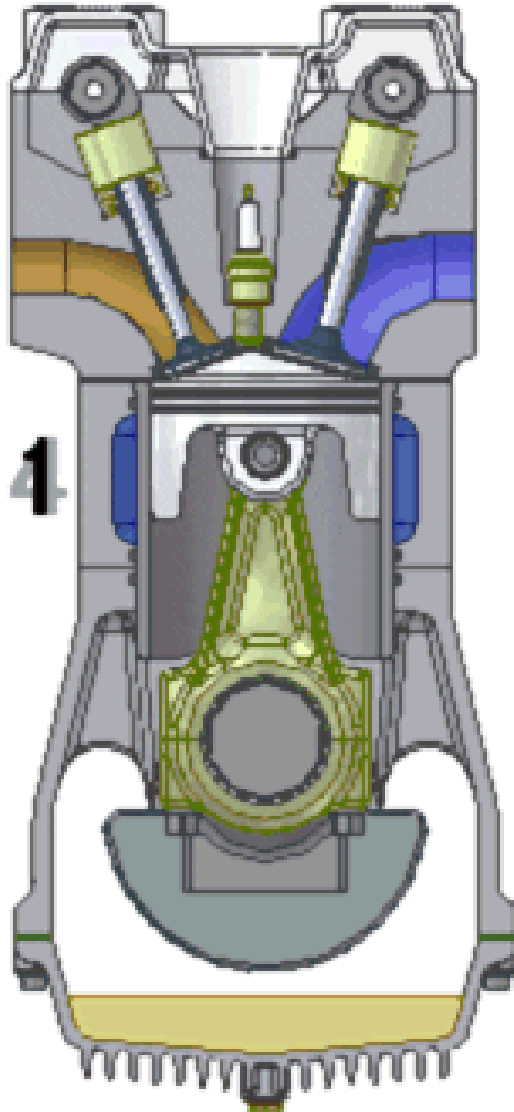
A mérendő benzint izooktánból (izooktán- C_8H_{18}) és n-heptánból (C_7H_{16}) komponált keverékkel hasonlítják össze. A mérendő benzinnel kompressziótűrés szempontjából azonos tulajdonságokkal rendelkező keverék térfogatszázalékban megadott izooktán tartalmát nevezzük a benzin oktánszámának. Tehát például a 95-ös benzin kompresszió-tűrése azonos a 95 V/V% i-oktánt és 5 V/V% n-heptánt tartalmazó keverékével.



- a) gyulladás nélkül
- b) normál égés
- c) kopogó égés
- d) felső holtpont

Otto motor működése

Üzemanyag: **benzin**



Az első ütem: a szívás

A második ütem: a sűrtés

A harmadik ütem: terjeszkedés (expanzió)

A negyedik ütem: a kipufogás

Important properties of various gasoline components (approximate values)

Component	ρ_{15} , g/mL	MON	RON	E 70, ^a vol%	E 100, ^b vol%
Straight-run gasoline	0.680	62	64	70	100
Butane	0.595	87–94 ^c	92–99	100	100
Pyrolysis gasoline ^d	0.800	82	97	35	40
Light coker gasoline	0.670	69	81	70	100
Light catalytically cracked gasoline	0.685	80	92	60	90
Heavy catalytically cracked gasoline	0.800	77	86	0	5
Light hydrocracked gasoline	0.670	84	90	70	100
FR reformat (94) ^e	0.780	84	94	10	40
FR reformat (99) ^f	0.800	88	99	8	35
FR reformat (101) ^g	0.820	89	101	6	20
Isomerizate (isopentane)	0.625	87	92	100	100
Alkylate	0.700	90	92	15	45
Polymer gasoline	0.740	80	100	5	10
Methyl <i>tert</i> -butyl ether	0.745	98	114	100	100
Methanol- <i>tert</i> -butanol (1:1)	0.790	95	115	50	100

^a E 70 = amount of fuel components with *bp* < 70 °C. ^b E 100 = amount of fuel components with *bp* < 100 °C.

^c Depending on the isobutane content. ^d BTX aromatics extracted. ^e Full range platformate with RON = 94. ^f Full range platformate with RON = 99. ^g Full range platformate with RON = 101.

Benzin minősége

- oktánszám: kompressziótűrés jellemzője
- sűrűség
- illékonyság
- kezdő és végforrpont
- aromástartalom
- kéntartalom

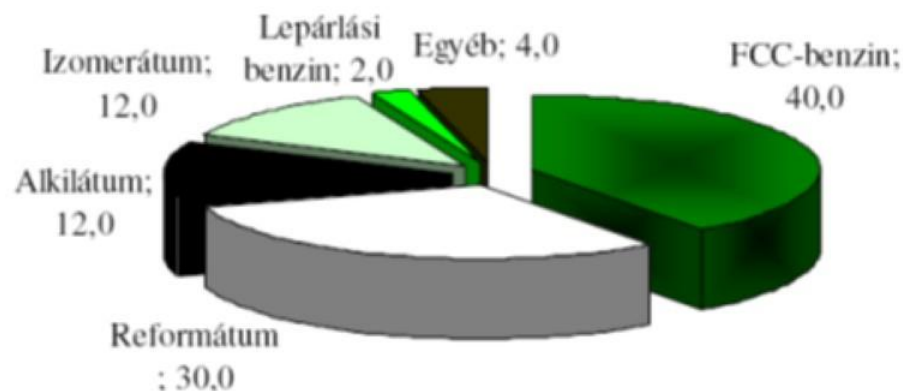
Keverőkomponensek:

Straight-run benzin, bután, pirolízis benzin, krakk benzin, koksoló benzin, reformátum, izomerizátum, alkilát benzin, polimer benzin, MTBE (metil *tert*-butil éter)

Benzin komponensek

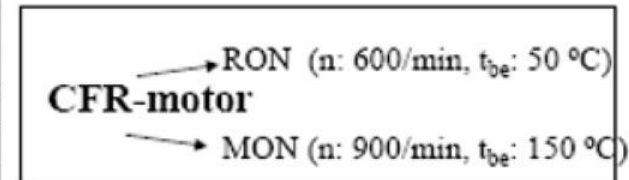
- Straight-run benzin
- Krakkbenzin: termikus és katalitikus
- Reformátum
- Izomerizátum
- Alkilátbenzin
- Polimer benzin
- Oxigenátok (MTBE, ETBE)

Szénhidrogén	Oktánszám
Heptán	0
2-Metilheptán	23
Hexán	25
2-Metilhexán	44
1-Heptén	60
Pentán	62
1-Pentén	84
Bután	91
Ciklohexán	97
2,2,4-Trimetilpentán (izo-oktán)	100
Benzol	101
Toluol	112



Motorbenzinek

Komponens	Oktánszám	
	RON	MON
Normál paraffinok		
Propán	98,5	93,2
Bután	94,0	89,1
Pentán	61,7	61,9
Hexán	24,8	26,0
Heptán	0	0
Oktán	- 19,0	- 15,0
Nonán	- 17,0	- 20,0
Izoparaffinok		
Izobután	101,5	97,6
2-Metilbután (izopentán)	92,3	90,3
2-Metilhexán (izoheptán)	42,4	46,4
2,2-Dimetilbután	91,8	93,4
2,3-Dimetilbután	103	94,3
2-Metilheptán	21,7	23,8
2,2,4-Trimetilpentán (izooktán)	100	100
2,2,3-Trimetilbután	115,5	101
Olefinok		
1-Pentén	90,9	77,1
Düizobutén (DIIB)	105	88,6
Aromások		
Benzol	125	114,8
Toluol	120,1	103,5
p-Xilol	117	108



Komponens	Oktánszám	
	RON	MON
Metanol	122	93
Etanol	121	97
t-Butanol	106	94
Metil-t-butiléter (MTBE)	115	97
Metil-t-amiléter (TAME)	108	96
Etil-t-butiléter (ETBE)	114	98

„straight run” benzin: 68
 izomerizátum: 85
 FCC benzin (krakkbenzin): 95
 alkilátbenzin: 95
 reformátum: 99

Magyarország:

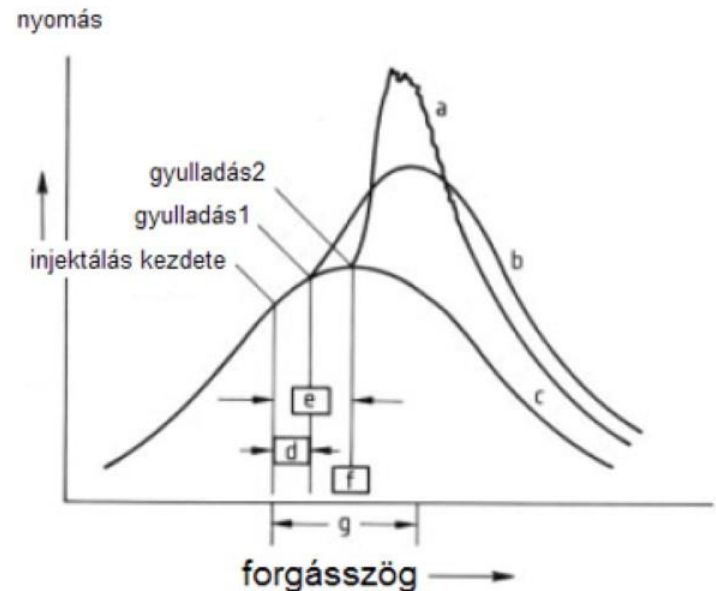
92 - 95 - 98

RON: kísérleti oktánszám

MON: motor oktánszám

Modern üzemanyagok: gázolaj

- Diesel motor
- Az üzemanyag-levegő keverék heterogén, a gyújtás termikus
- Az üzemanyagot a felhevült levegőbe fecskendezi be a kompressziós ütem végén, ahol magától begyullad.
- A gázolaj cetánszáma megegyezik annak a cetán-alfa-metil naftalin elegynek a cetán tartalmával térfogat %-ban, melynek gyulladási hajlama megegyezik a vizsgált gázolajével. Kívánatos érték: 50-60
- A cetánszámot az oktánszámhoz hasonlóan szabványosított motor vizsgálati módszerrel állapítják meg. A vizsgálandó gázolajat összehasonlítják a *n-cetán* és *alfa-metil naftalin* keverékkel. A cetán $C_{16}H_{34}$ jó gyulladási hajlamát 100-nak veszik, míg a rossz gyulladási hajlamú alfa-metil naftalinét 0-nak.

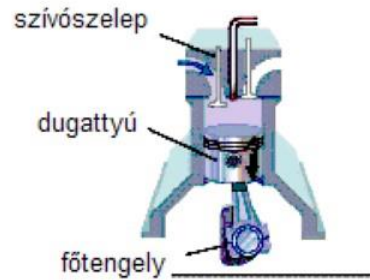


- a) zajos égés
- b) normál égés
- c) égés nélkül
- d) késleltetett gyulladás1
- e) késleltetett gyulladás2
- f) felső holtpont,
- g) injektálási periódus

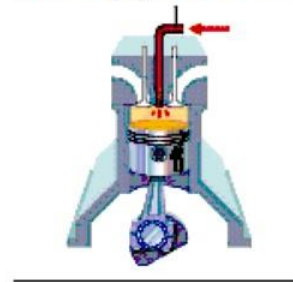
Diesel motor működése

Üzemanyag: **gázolaj**

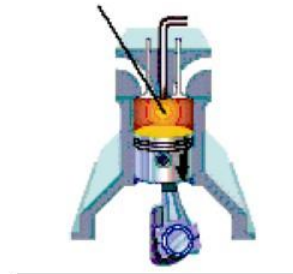
Szívás majd kompresszió



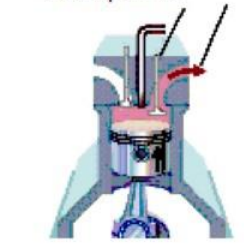
Üzemanyag befecskendezés



Égés és kiterjedés



Az égéstermékek
eltávolítása a kipufogó
szelepen át



<http://www.k-wz.de/uebersicht.html>

<http://library.thinkquest.org/C006011/english/sites/diesel.php3?v=2>

Diesel üzemanyag komponensek

- Straight-run középfrakció, közepes mennyiségű aromás, kevés olefin, sok paraffin
- Termikus és katókrakk gázolaj, hidrogénezés után kevés aromás és olefin, sok paraffin
- Krakk gázolaj, sok aromás
- Hidrokrakk gázolaj, kevés aromás és olefin, sok paraffin
- Szintetikus gázolaj: SMDS (Shell Middle Distillate Synthesis), Fischer-Tropsch,
- csak paraffin
- Kerozin, paraffinban gazdag

Kenőanyagok

Feladata: súrlódási ellenállás csökkentése, tömítés, súrlódási hő elvezetése, védelem a kémiai behatásokkal szemben.

- Motorolajok (<0,5%-a az üzemanyagnak)
- Előállítás: intermedierbázisú kőolajból, vákuumdesztillációval, majd finomítással.
- Fontos jellemző a *viszkozitás* és a *viszkozitási index*.
- Adalékok: javítják az olaj tulajdonságait (kenőképesség, szennyezésfelvétel, stabilitás), viszkozitási index növelő, dermedéspont csökkentő, inhibítorok, detergenssek.
- Szintetikus kenőanyagok: különleges tulajdonságúak, könnyebben lebomlanak a környezetben.
- Hűtő-kenő folyadékok, fémmegmunkáláshoz.

Kenőolajadalékok

1) Dermédéspont-csökkentők

Paraflow: alkil-naftalinok (C_{24} - C_{30} n-alkil-naftalinok)

MSA poliészterek

2) VI-javító anyagok

izobutén oligomerek (éles molekulatömeg eloszlás)

3) Antioxidánsok, korroziógátló szerek

alkil-fenolok

AZNU-11: $[R-Ar(OH)-CH_2-NH-CO-NH-CH_2-Ar(OH)-R']$

S-P-Zn tartalmú adalékok (*cink-tiofoszfát-származékok*)

JELLEMZŐ	Alapanyag	Paraffin	Paraffin-mentes olaj
n-paraffin tart, %	21,3	99,0	4,0
aromás tart, %	21,0	0,01	25,0
olefin tart, %	2,0	1,0	1,3
kéntartalom, %	0,01	0,004	0,013
Dermédéspont, °C	- 22	+ 8	- 60

4) Diszpergálószer (detergensek)

olajoldható szulfonátok: $R-Ar-SO_2-Ona$

olajoldható szappanok: Ca -difenil-sztearát

5) Kopáscsökkentő szerek

xantogenátok

foszforsavészterek

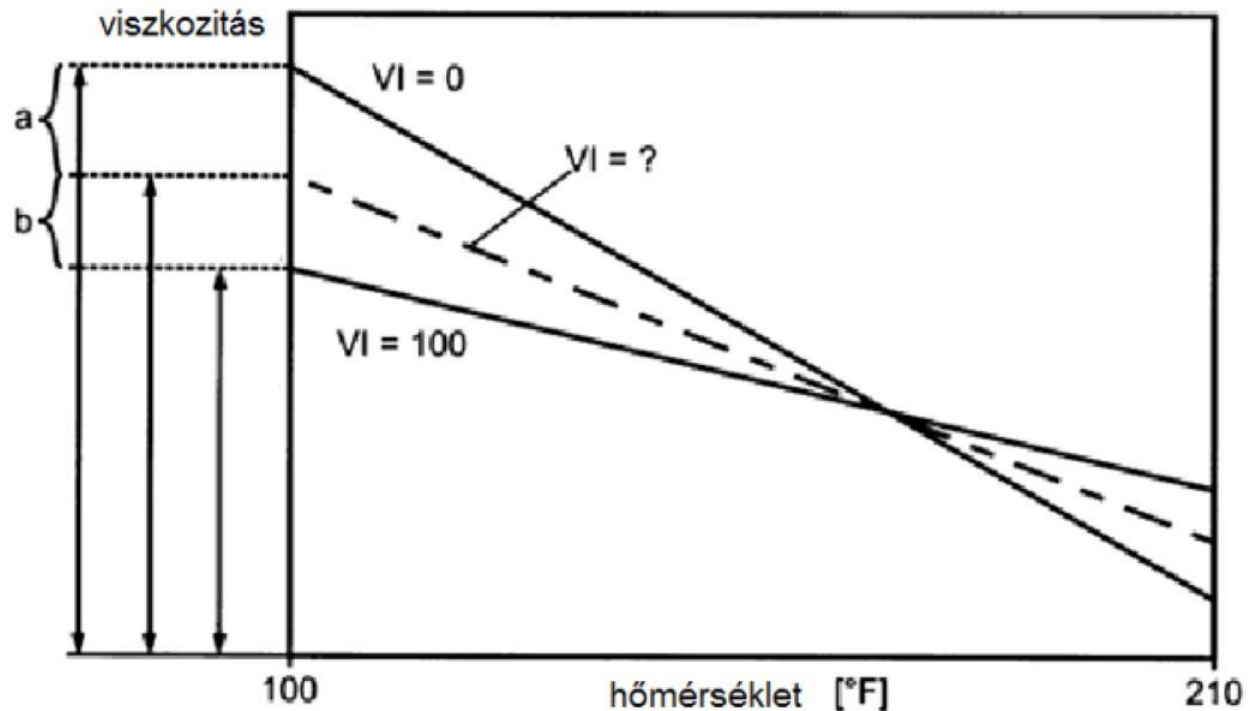
6) Habzásgátlók

ortoszilikátészterek, sziloxánok, szilikonolajok

Viszkozitási index ábrázolása

Viszkozitás:

- más elnevezéssel a belső súrlódás
- egy gáz vagy folyadék belső ellenállásának mértéke a csúsztatófeszültséggel szemben
- a folyadék folyással szembeni ellenállása, ami a hőmérséklet függvényében változik



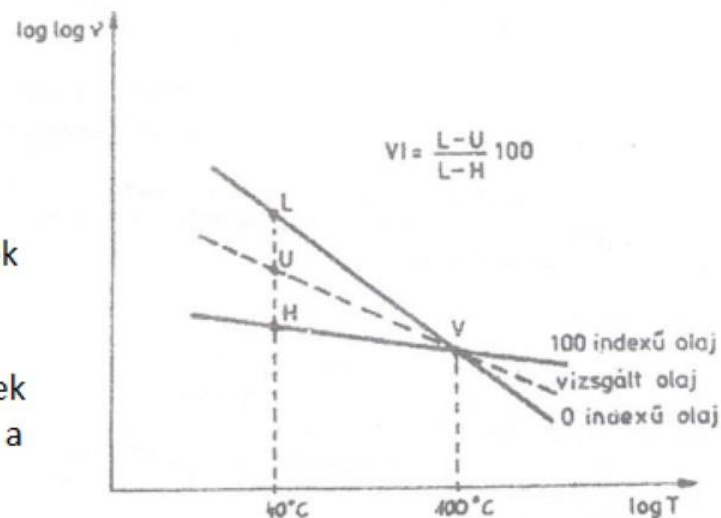
$$VI = \frac{a}{a+b} \cdot 100$$

VI – a viszkozitási index

U - a vizsgált olajminta kinematikai viszkozitása 40 °C-on (mm²/s)

L - annak az alapolajnak a viszkozitása 40 °C-on (mm²/s), amelynek viszkozitási indexe 0, és viszkozitása 100 °C-on megegyezik a vizsgált olajminta viszkozitásával

H - annak az alapolajnak a viszkozitása 40 °C-on (mm²/s), amelynek viszkozitási indexe 100, és viszkozitása 100 °C-on megegyezik a vizsgált olajminta viszkozitásával. $D=L-H$



A viszkozitási index meghatározásának elve.

A *viszkozitási index* az olaj viszkozitásának változására utal, a hőmérséklet változásának függvényében. Minél magasabb az index, annál stabilabb az olaj viszkozitása, azaz annál kevésbé befolyásolja a hőmérséklet változása. Azt az olajat tekintjük értékesebbnek, melynek kevésbé változik a viszkozitása a hőmérséklet-változás hatására. Ha a viszkozitás kétszeres logaritmusát (tehát a viszkozitás logaritmusának a logaritmusát) ábrázoljuk az abszolút hőmérséklet logaritmusának a függvényében, közelítően egyenest kapunk. Ebből adódóan két hőmérsékleten mért viszkozitás meghatározásával más hőmérsékletekre is tudunk interpolálni ill. extrapolálni, ha a kérdéses hőmérséklet abba a tartományba esik, ahol még fennáll a linearitás. A relatív minősítésre a viszkozitási index (VI). A relatív minősítés lényege, hogy az olaj viszkozitás-hőmérsékleti viselkedését két, önkényesen kiválasztott alapolaj sorozat viselkedéséhez hasonlítjuk.

A fokot (viszkozitási index) az üzemeltetés színhelyeül szolgáló ország éghajlati zónájának megfelelően kell kiválasztani. A viszkozitási index és a hőmérséklet összefüggését az alábbi ábra mutatja.

