

KÖRNYEZETMENEDZSMENT

*„I don't want to protect the environment,
I want to create a world where the
environment doesn't need protecting.”*

2023/2024

I. félév

Előadó:

Dr. Szamosi Zoltán



I. Energiafogyasztás és a kapcsolódó problémák



A jól ismert tények

- **Az egy főre jutó energiafogyasztás folyamatosan nő**
- **Növekszik a Föld népessége**
- **A nyersanyag készletek végesek**
- **Az életszínvonal folyamatos növekedése**
- **A globális felmelegedés hatása megkérdőjelezhetetlen**



A legkézenfekvőbb megoldások

- Helyettesítsünk mindent, amit lehet megújuló energiaforrással
- Kössük meg a CO₂-t, ha mindenképp ki kell bocsátani
- Bioüzemanyagok használatát helyezzük előtérbe
- Párbeszéd
- Használjunk hőszigetelést
- Növeljük az atomenergia arányát az energiamixben



Egy kicsit árnyaltabb megoldások

- **Használjunk kisebb autókat**
- **Hasznosítsuk a geotermikus energiát nagyobb mértékben**
- **Palaolaj lelőhelyek felkutatása és kitermelése**
- **Építsünk kisebb házakat**
- **Elektromos autók használata, hibridek előnyben részesítése**
- **Hidrogén használata**
- **ENERGIAHATÉKONYSÁG NÖVELÉSE!!!!**



Értékelés

- **Biztosan minden problémát megneveztünk?**
- **Hogyan értékelték az alternatívákat? Egyáltalán volt-e értékelés? Költség-haszon? CO₂ kibocsátás? Hogyan?**
- **Kap-e megfelelő támogatást a K+F, amelyek ezen problémák megoldására irányulnak?**
- **A média jó munkát végez-e mikor az embereket informálja?**

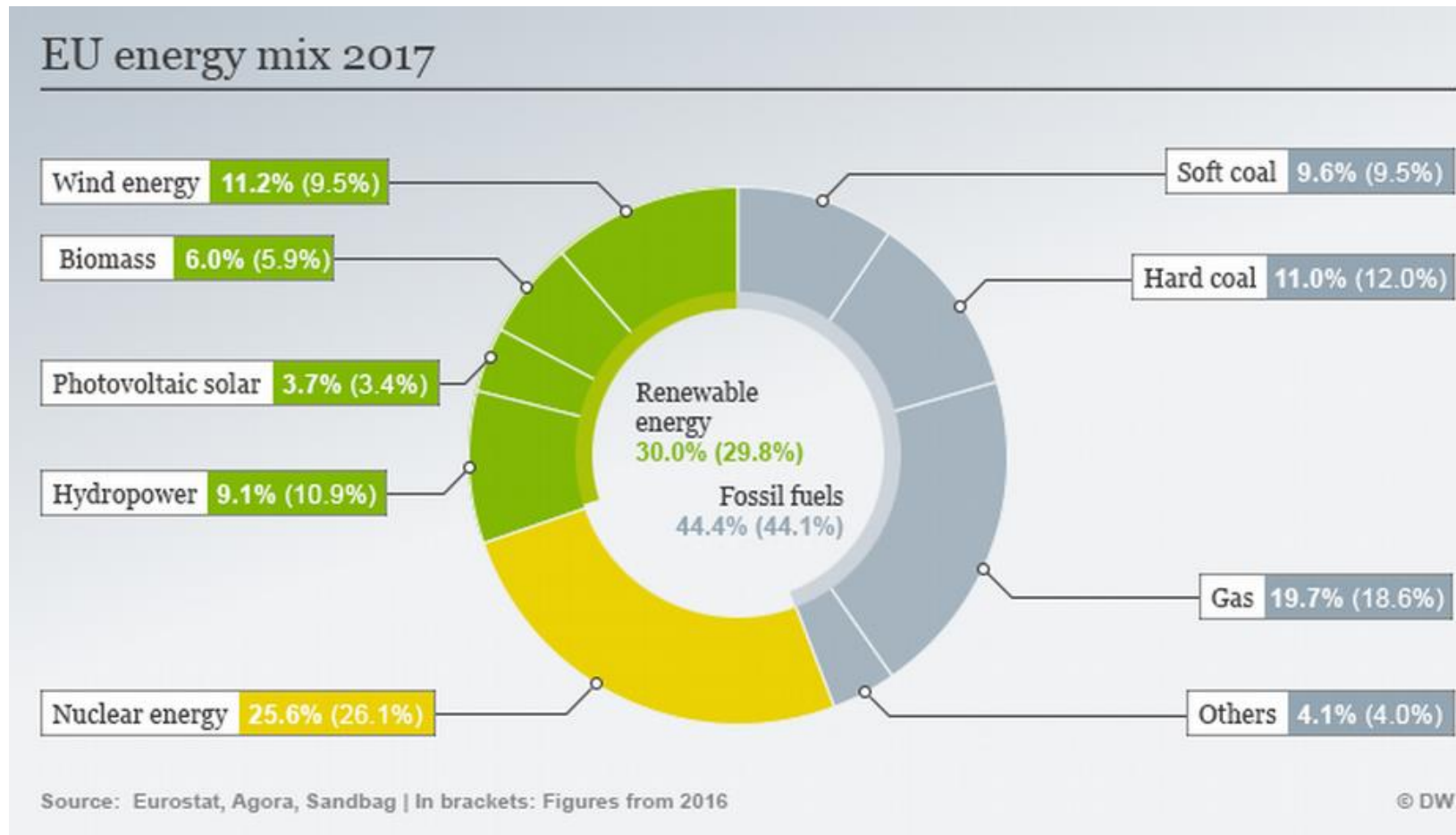
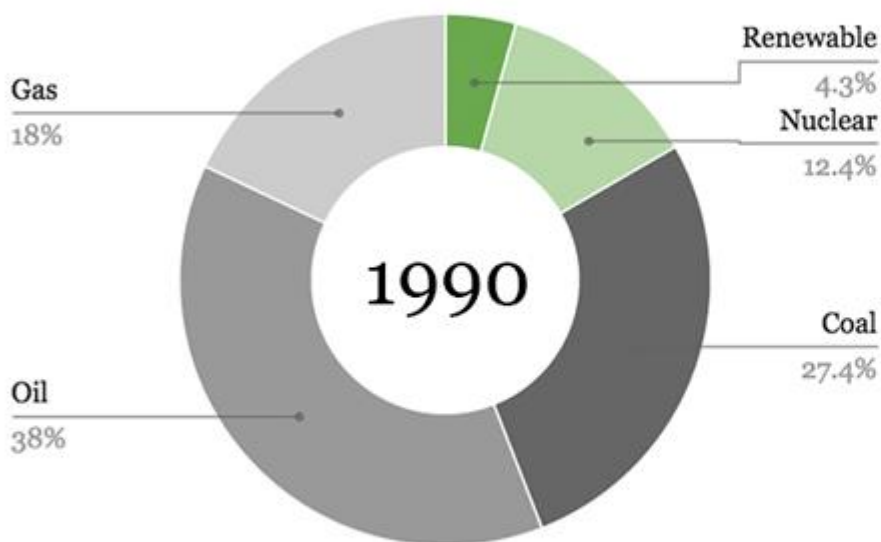


Energiaforrások és használatuk

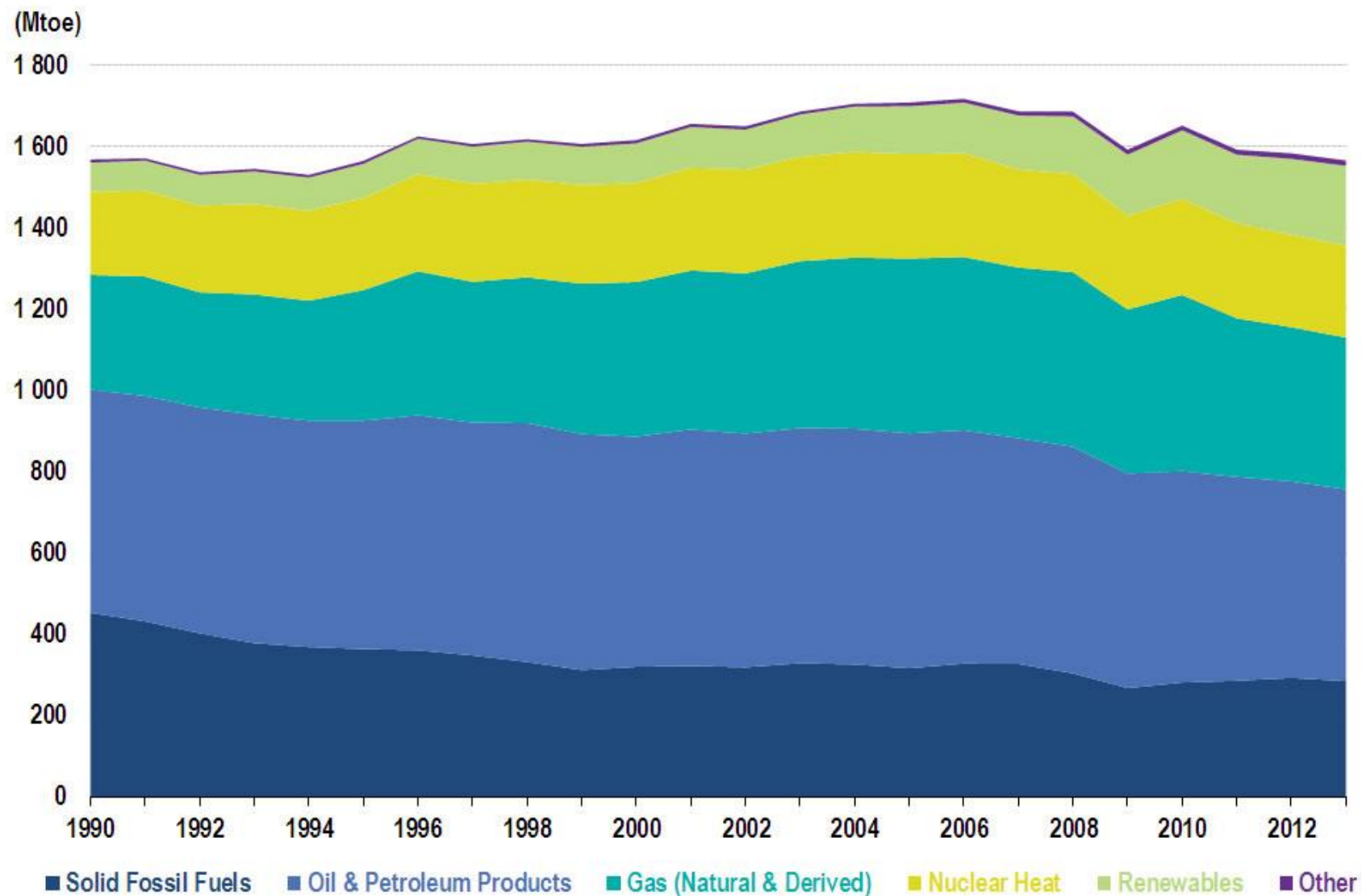
- **Hogyan csoportosíthatjuk a különböző energiaformákat?**
 - **Hőenergia**
 - **Villamos energia**
 - **Mechanikai energia**
- **Mire lehet használni ezeket?**



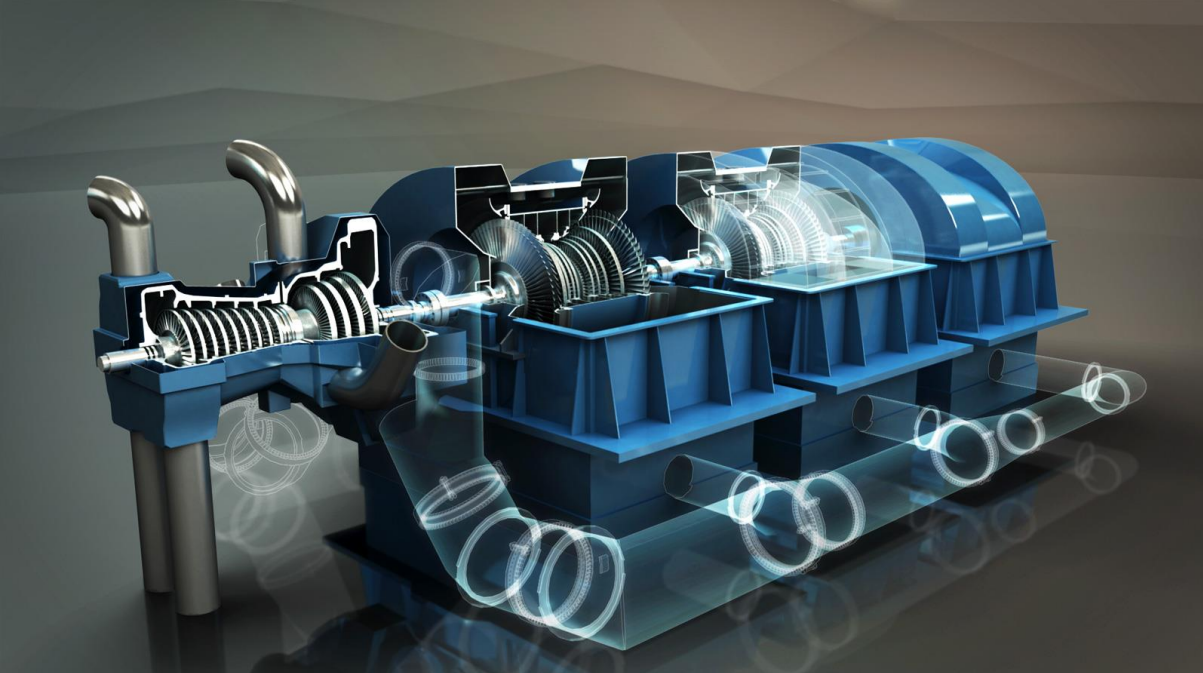
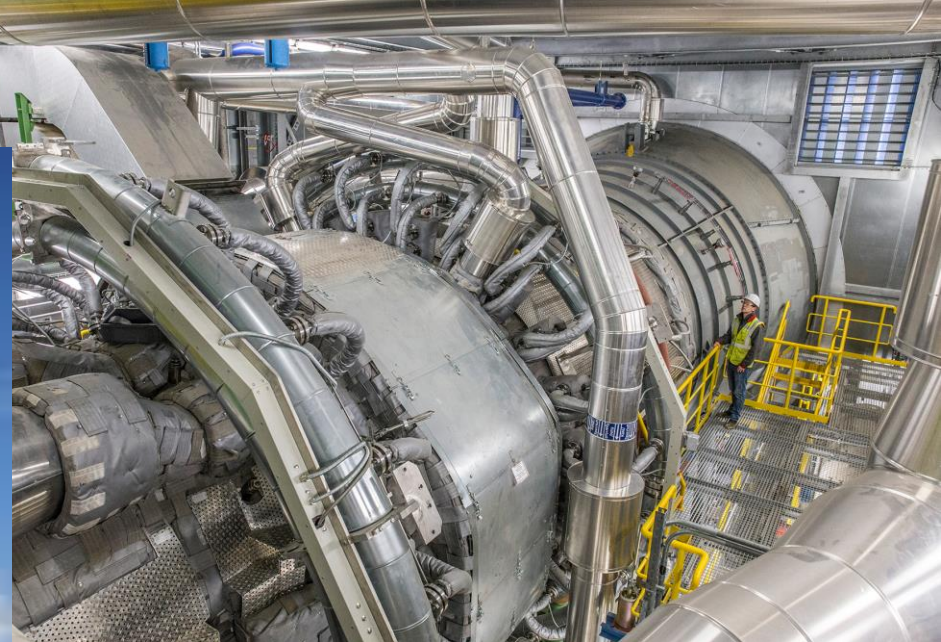
Energiaforrások és használatuk (EU)



Energiaforrások és használatuk (EU)

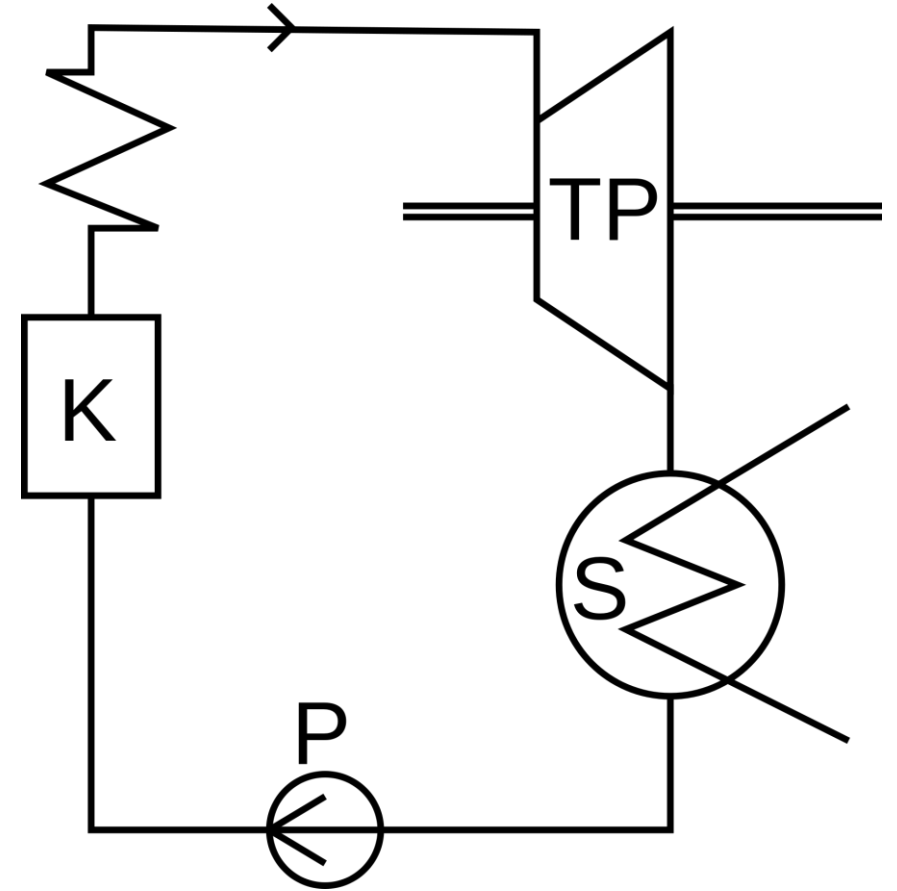
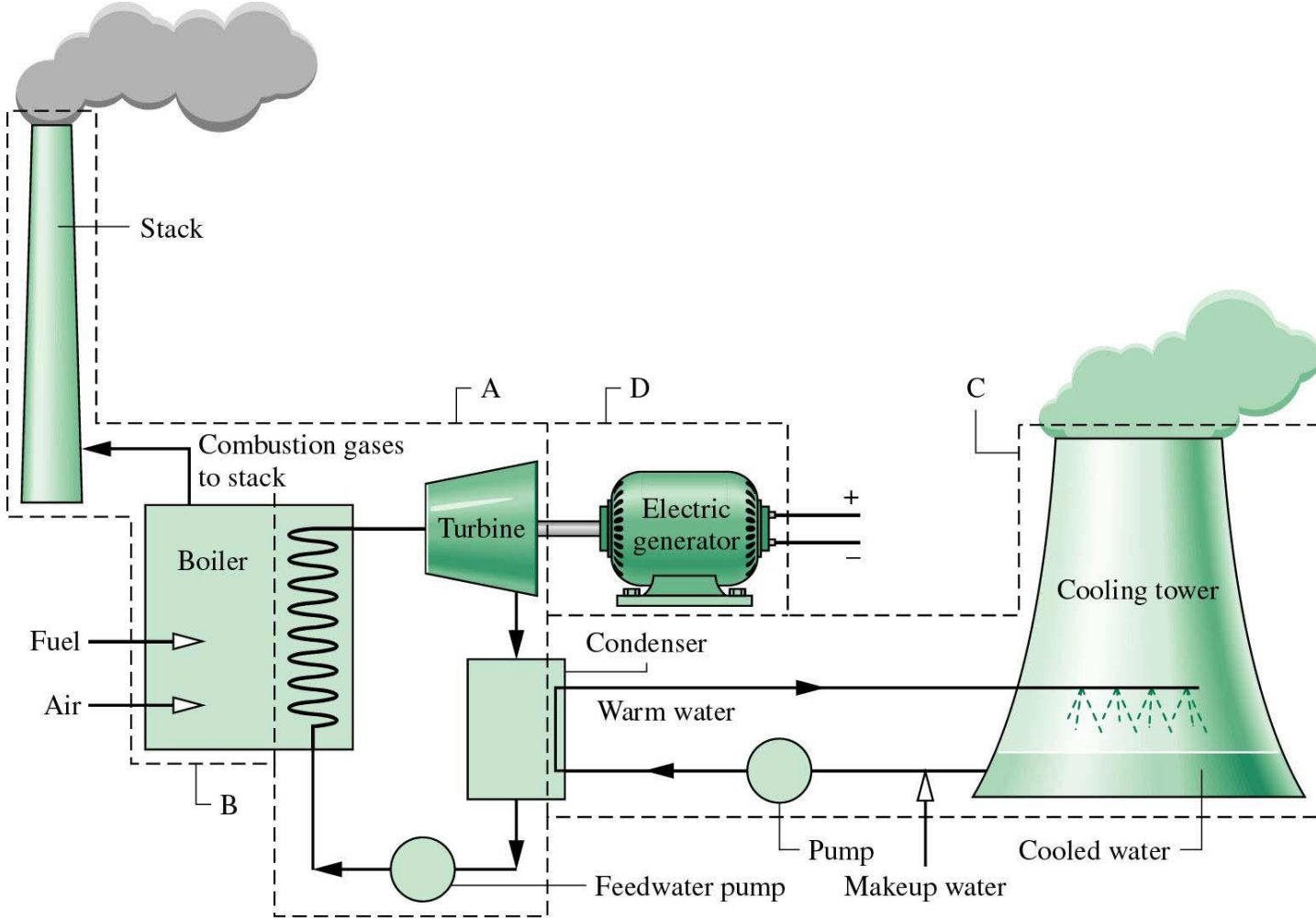


Hogyan állítjuk elő a villamos energiát?

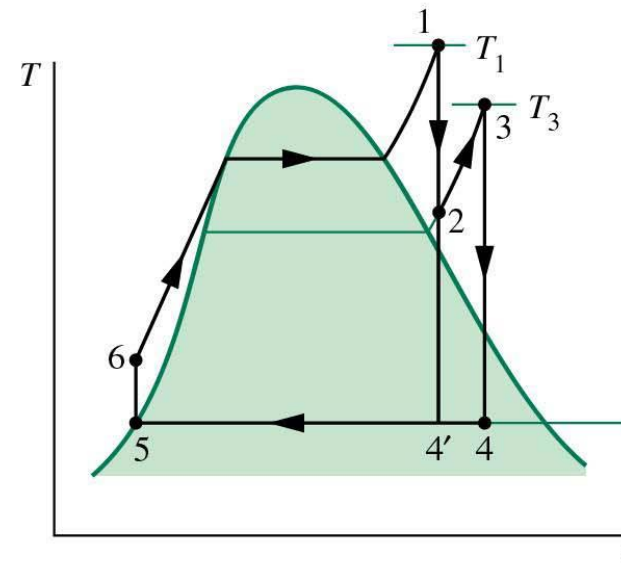
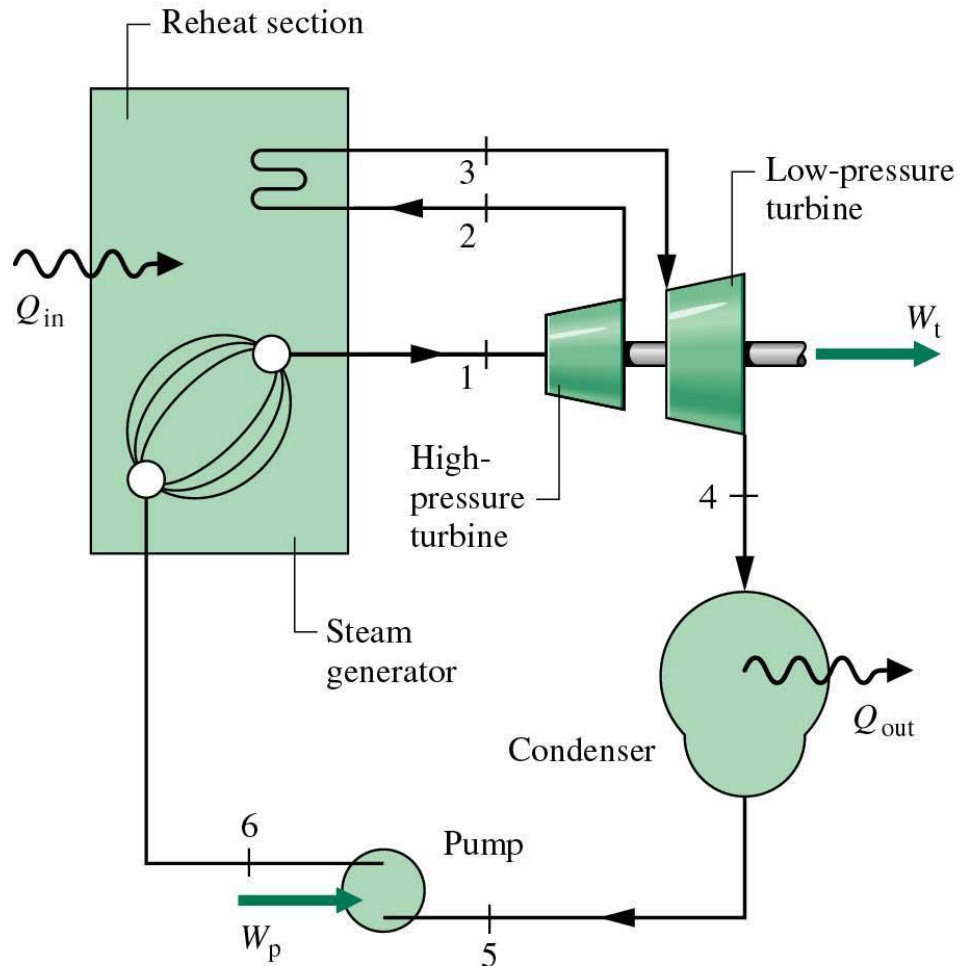


Élektrotechnikai és Vegyipari Gépészet
Élektrotechnikai és Vegyipari Gépészetmenedzser

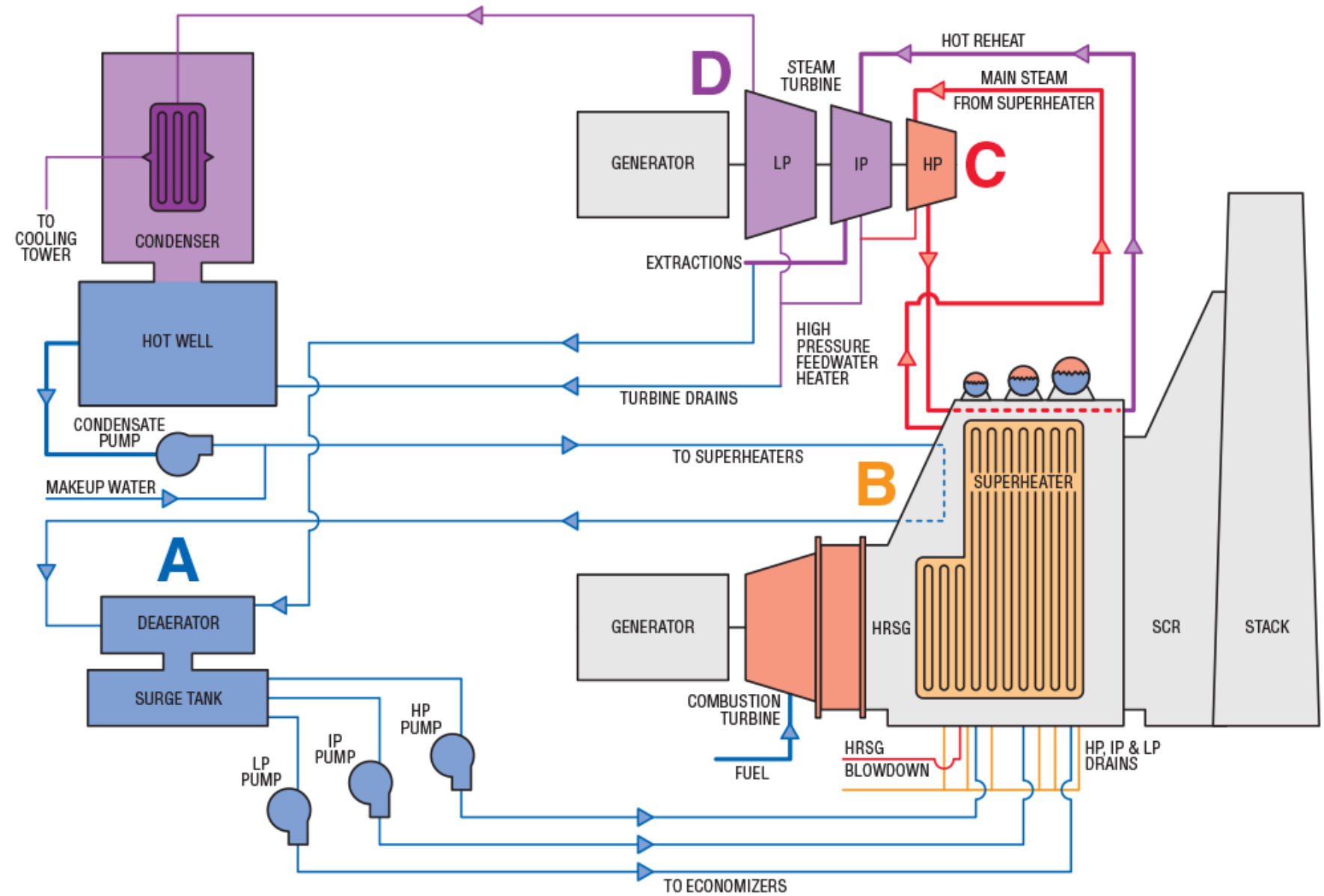
Hogyan állítjuk elő a villamos energiát?



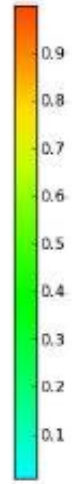
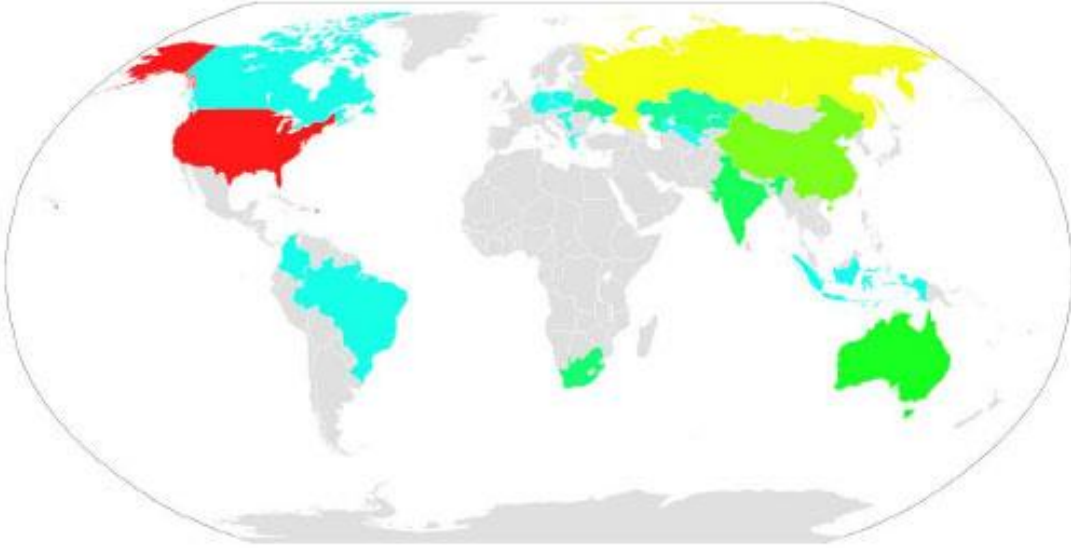
Hogyan állítjuk elő a villamos energiát?



Hogyan állítjuk elő a villamos energiát?



Szén lelőhelyek a Földön



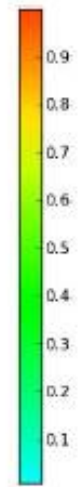
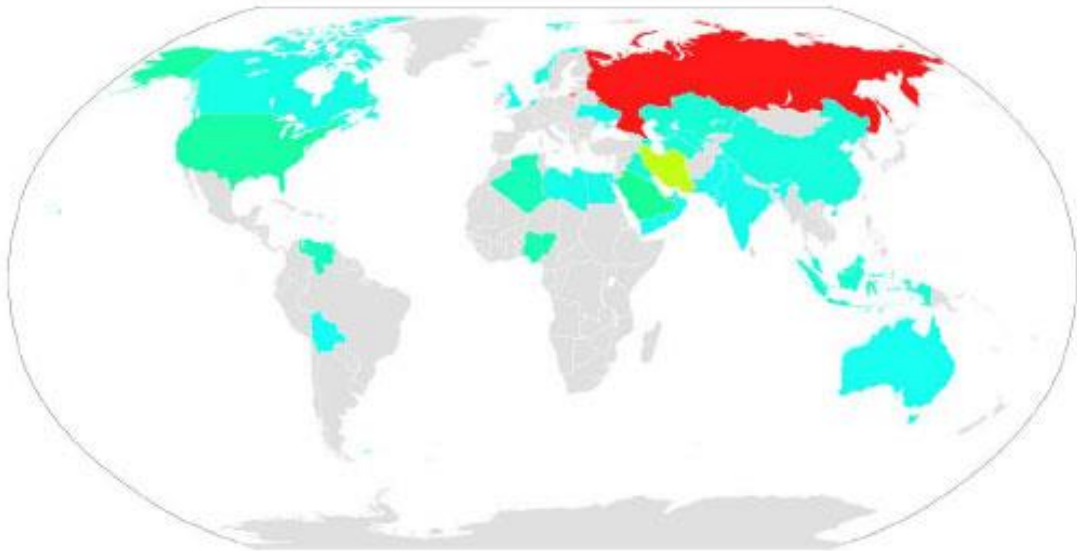
[data from doe.eia.gov]



USA, Oroszország, Kína, India, Ausztrália, Dél-Afrika



Földgáz lelőhelyek a Földön

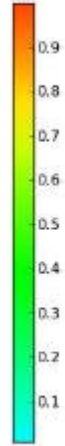
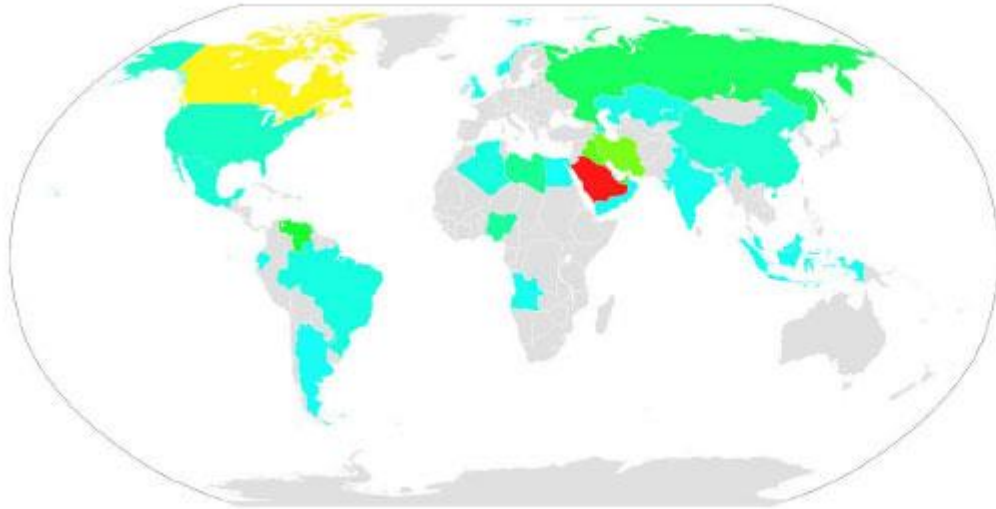


[data from doe.eia.gov]

Oroszország nagyhatalom!



Olaj lelőhelyek a Földön



Szaud-Arábia, Kanada, Közel-Kelet

[data from doe.eia.gov]



Mennyi időre van elegendő készlet?

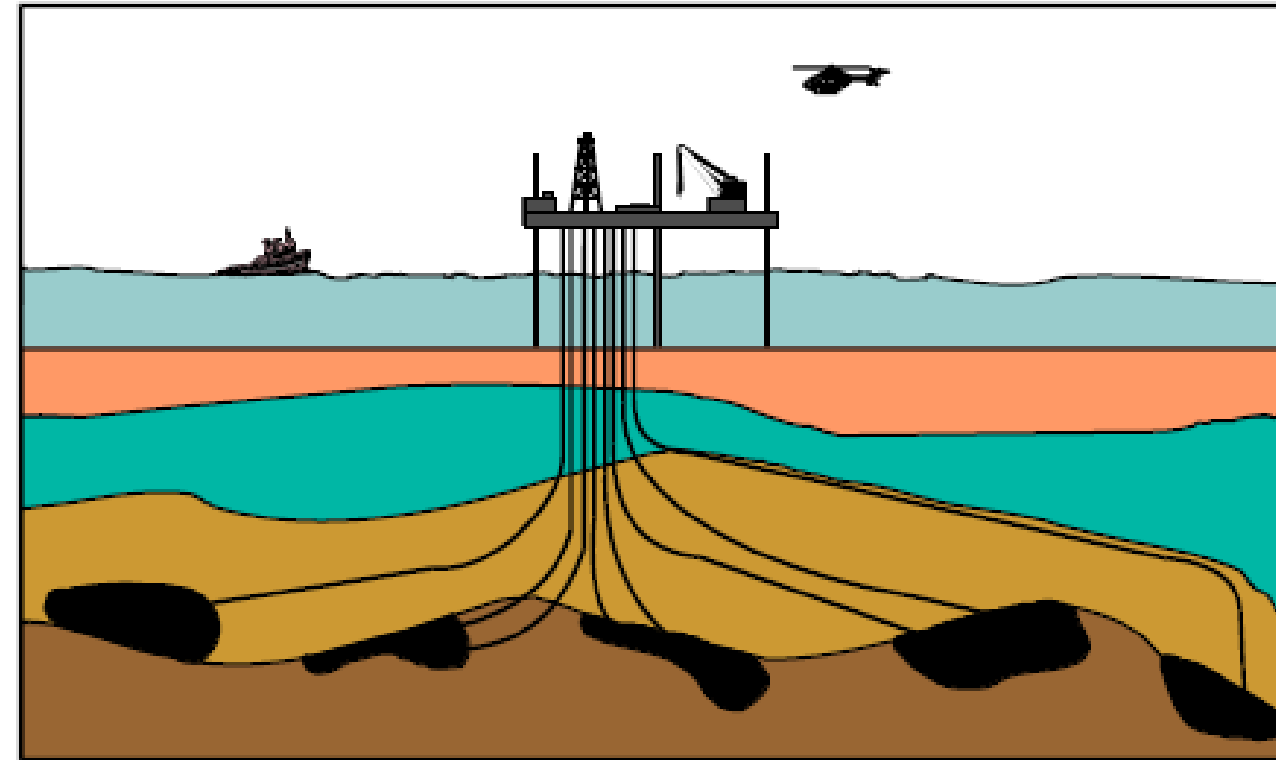
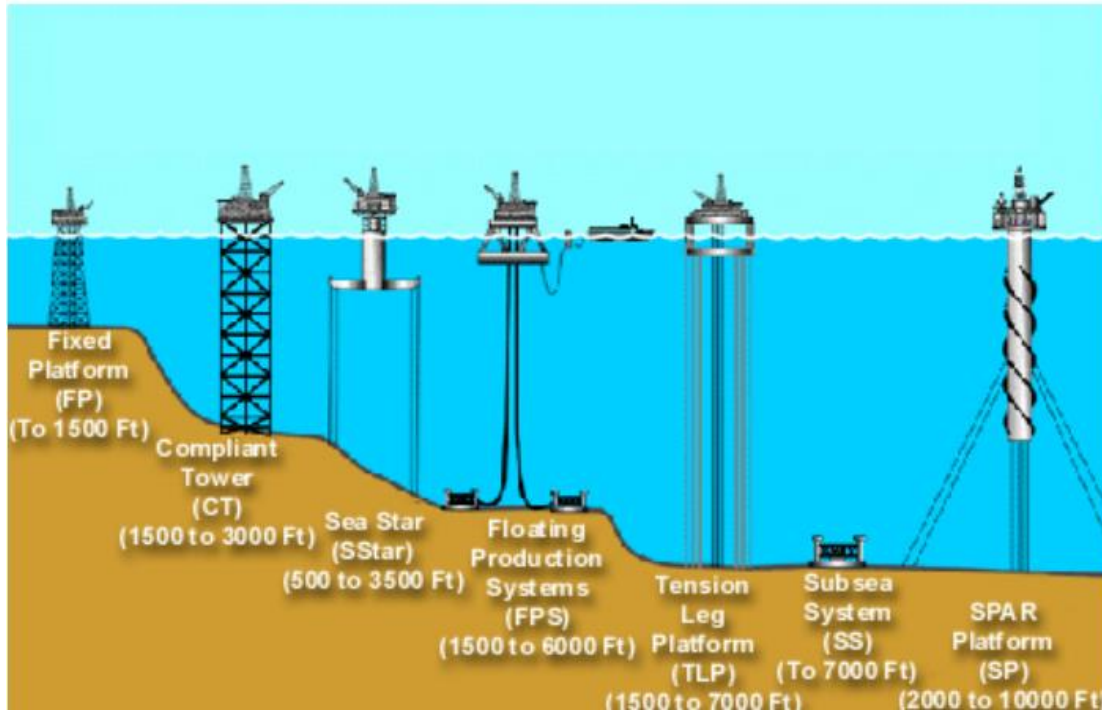
- **Olaj és földgáz: 50 év?**
- **Szén: 300 év**
- **Palaolaj: 350 év**
- **Nukleáris maghasadáshoz:**
 - **A mai technológiákhoz: kb. 100 év**
 - **A jövő reaktoraihoz: (plutónium nem uránium) kb. 10 000 év**
- **Nukleáris fúzióhoz:**
 - **Deutérium, trícium: 10 000 év**
 - **Deutérium, deutérium: végtelen**
- **Megújulók: végtelen**



Mennyi időre van elegendő készlet?

- Olaj és gáz kérdése

1 Ft = 1 foot = 30,48 cm



Mi a helyzet a hidrogénnel, mint energiaforrással?

- A természetben nem fordul elő
- Nincsenek hidrogén lelőhelyek, mindig kémiai reakció által állítjuk elő
- Gyártani kell: energia igényes a gyártás
- Komoly problémákkal találkozunk a használat során
 - Nehéz és drága szállítani
 - Nehéz és drága tárolni
 - Hidrogén korrózió

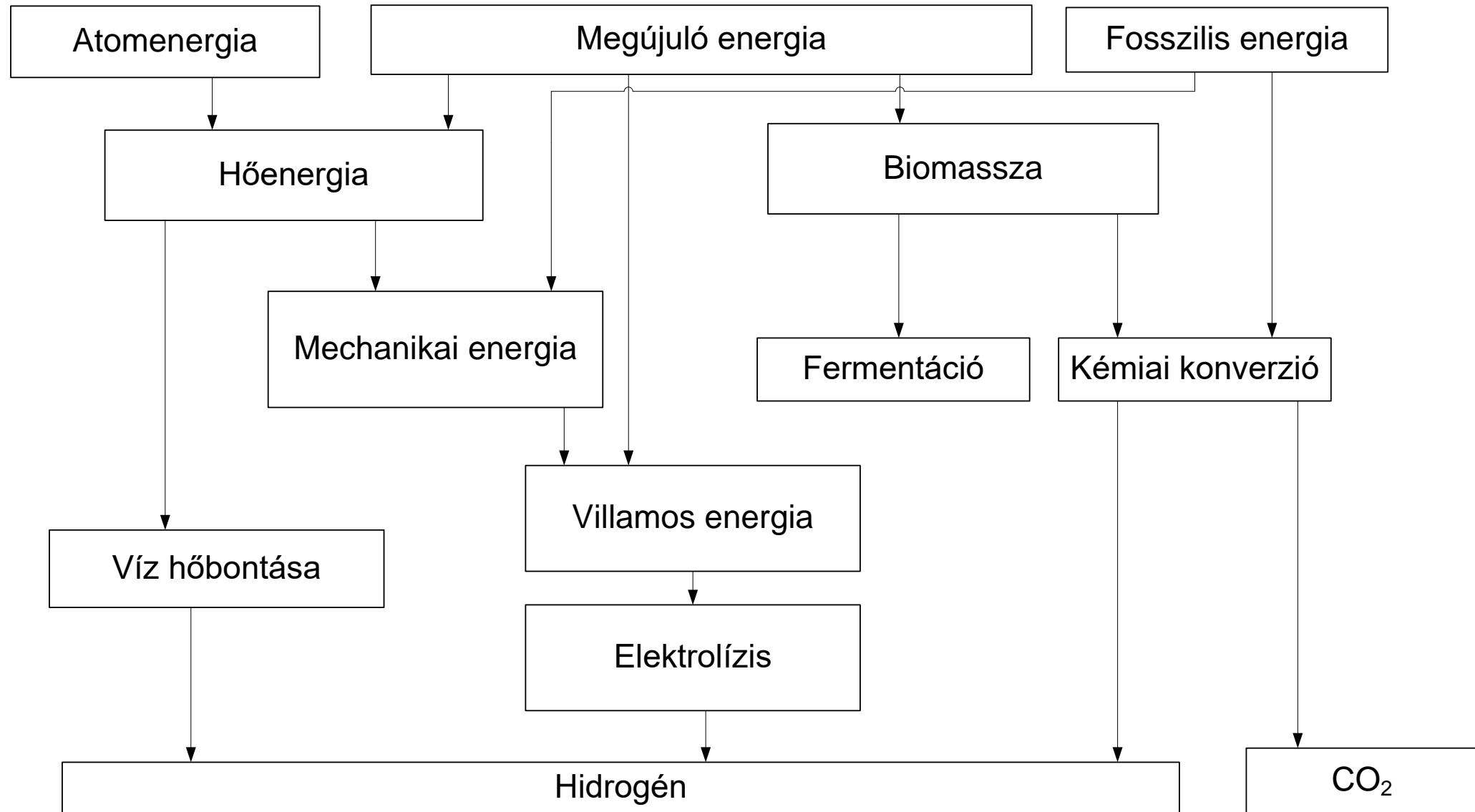


Hidrogén

- **Szürke hidrogén: földgázból állítják elő**
- **Kék hidrogén: földgázból állítják elő, de a CO₂-vel kezdenek valamit**
- **Zöld hidrogén: karbonmentes, vízbontással megújuló energiaforrással**
- **Sárga hidrogén: Dekarbonizált, atomenergia alapú**



Mi a helyzet a hidrogénnel, mint energiaforrással?

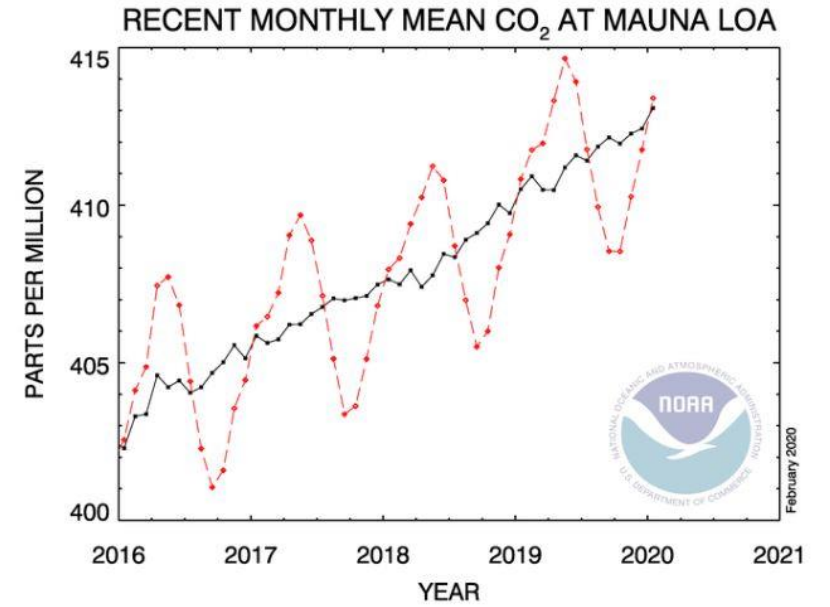
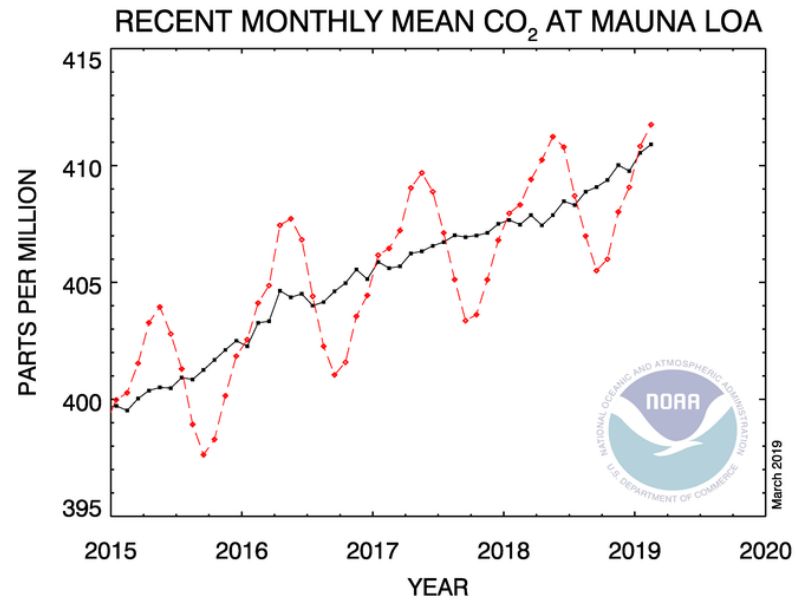
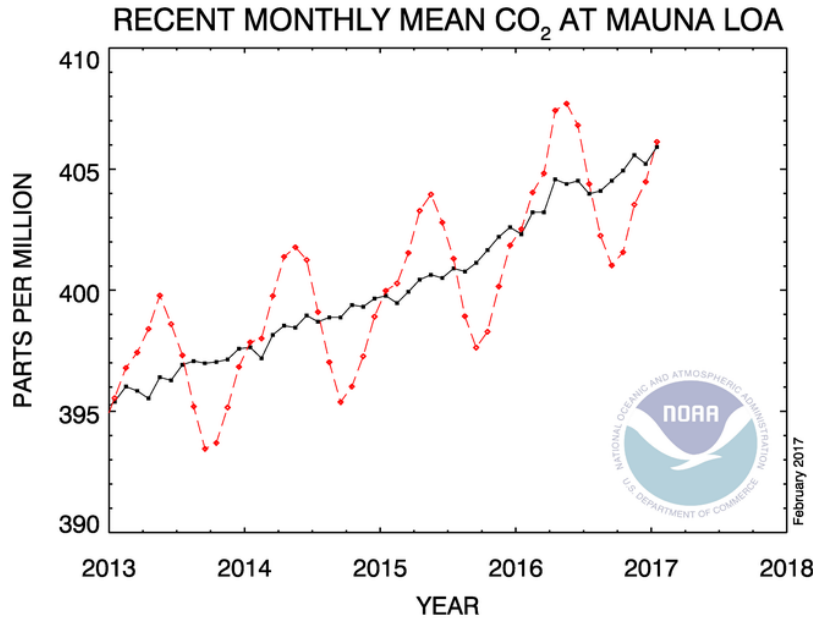


Fosszilis energiahordozók

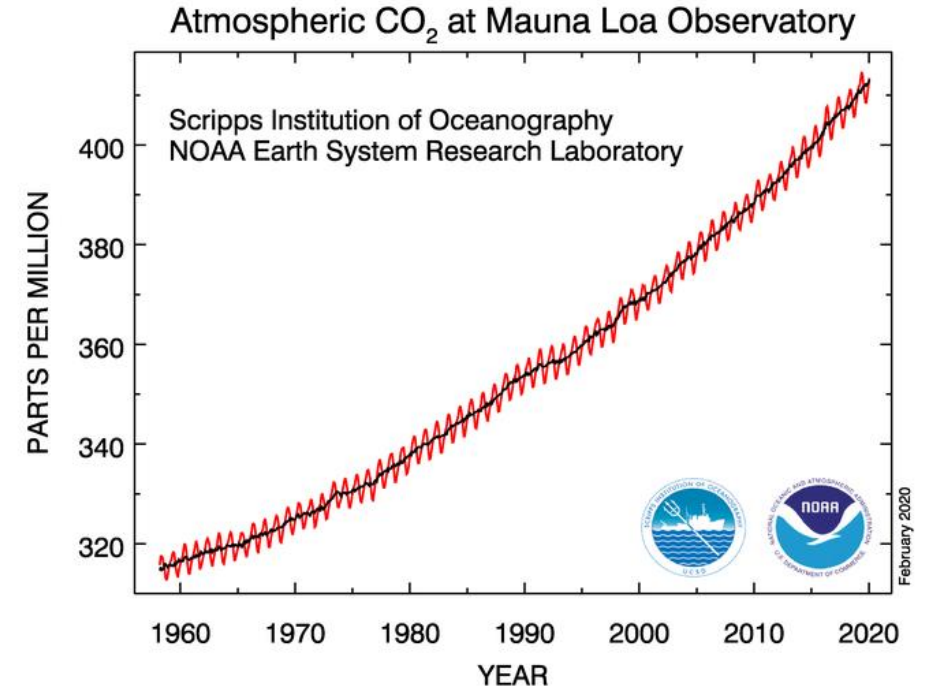
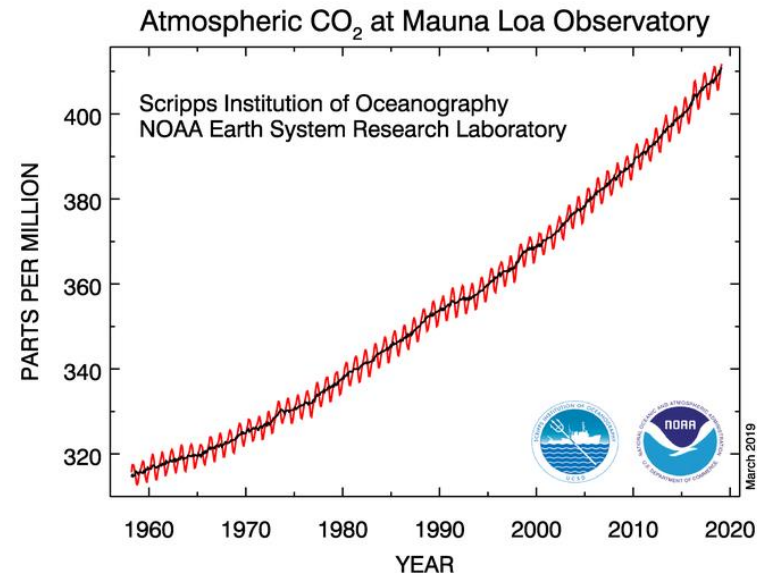
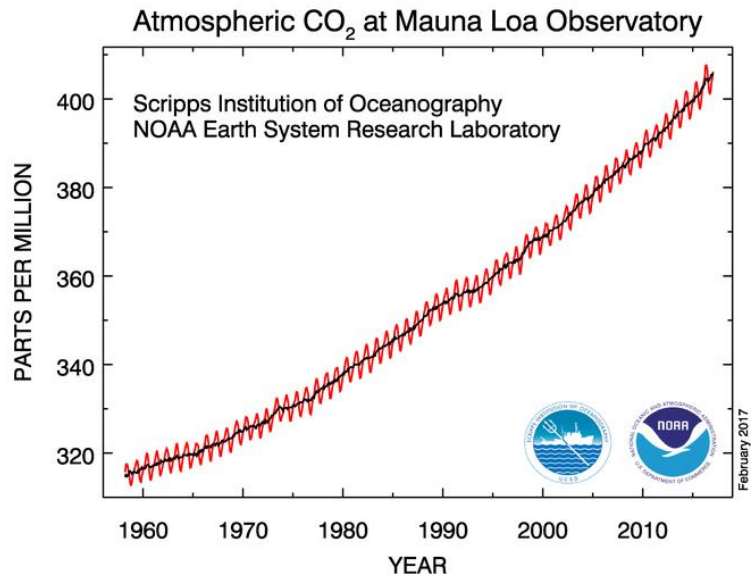
- **Az olajtermelési csúcs (USA) az 1970-es években volt**
- **Az olajlelőhelyek jó része a világ kevésbé stabil részein található**
- **CO₂ üvegházhatású gáz**
- **Hogy is működik az üvegház?**
- **Miért probléma, hogy egyre több CO₂ kerül a légkörbe?**
- **Egyáltalán méri valaki?**



Fosszilis energiahordozók



Fosszilis energiahordozók



Fosszilis energiahordozók

- A napsugárzás eléri a földfelszínt
- Ebből valamennyi visszaverődik, de többnyire elnyelődik
- A hőenergia, amennyiben nem tud eltávozni a légkörből, melegíteni fogja azt
- A nagy CO₂ tartalmú gáz nem engedi át a napsugarakat (Gondoljunk bele, repülés közben 10000 m magasan hány fok van? Miért?)



II. Fosszilis energiahordozók kiváltásának alternatívái

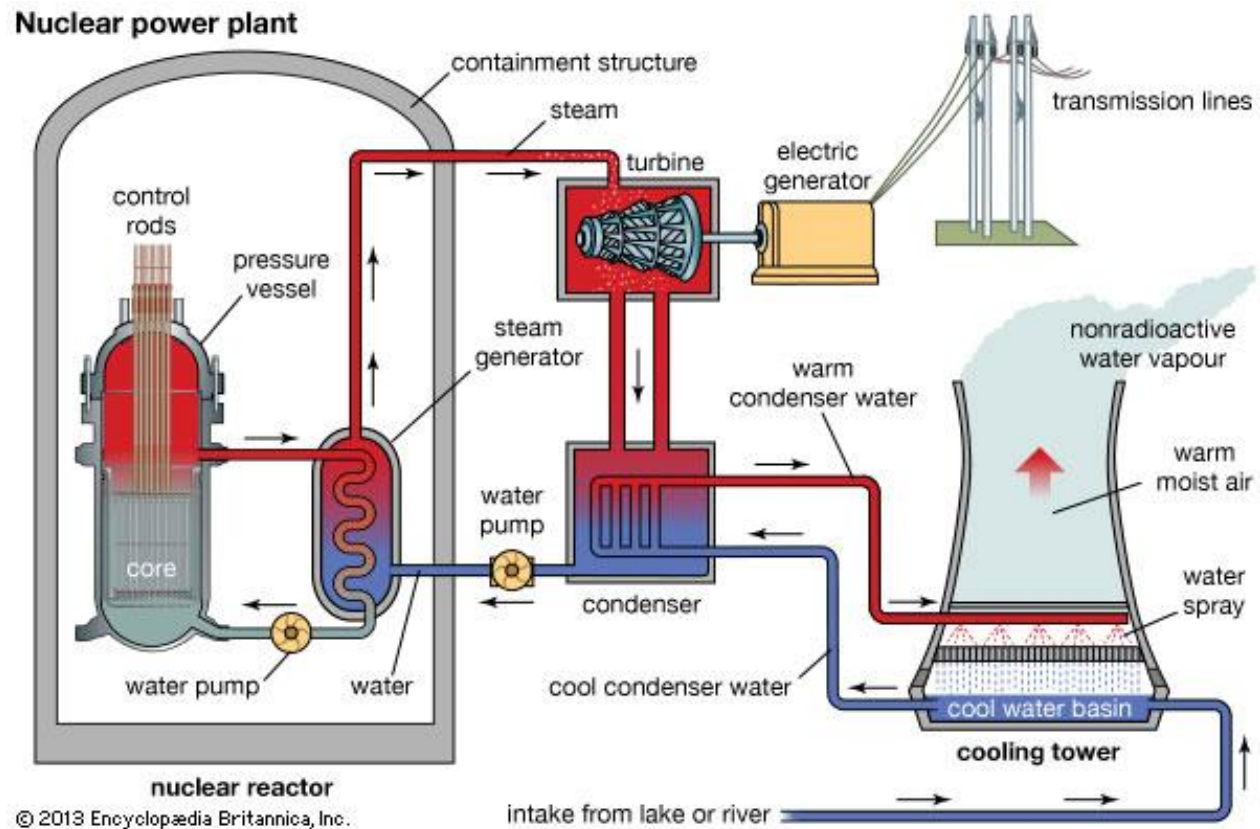


Nukleáris energia

- Sokkal bonyolultabb, mint a fosszilis energiahordozókból energiát nyerni
- A természetes uránium 99,3% U^{238} + 0,7% U^{235}
- Csak az U^{235} -ből lehet energiát előállítani maghasadással
- Ahhoz, hogy energiafejlesztésre képes legyen a 4% U^{235} kell
- Dúsítani kell



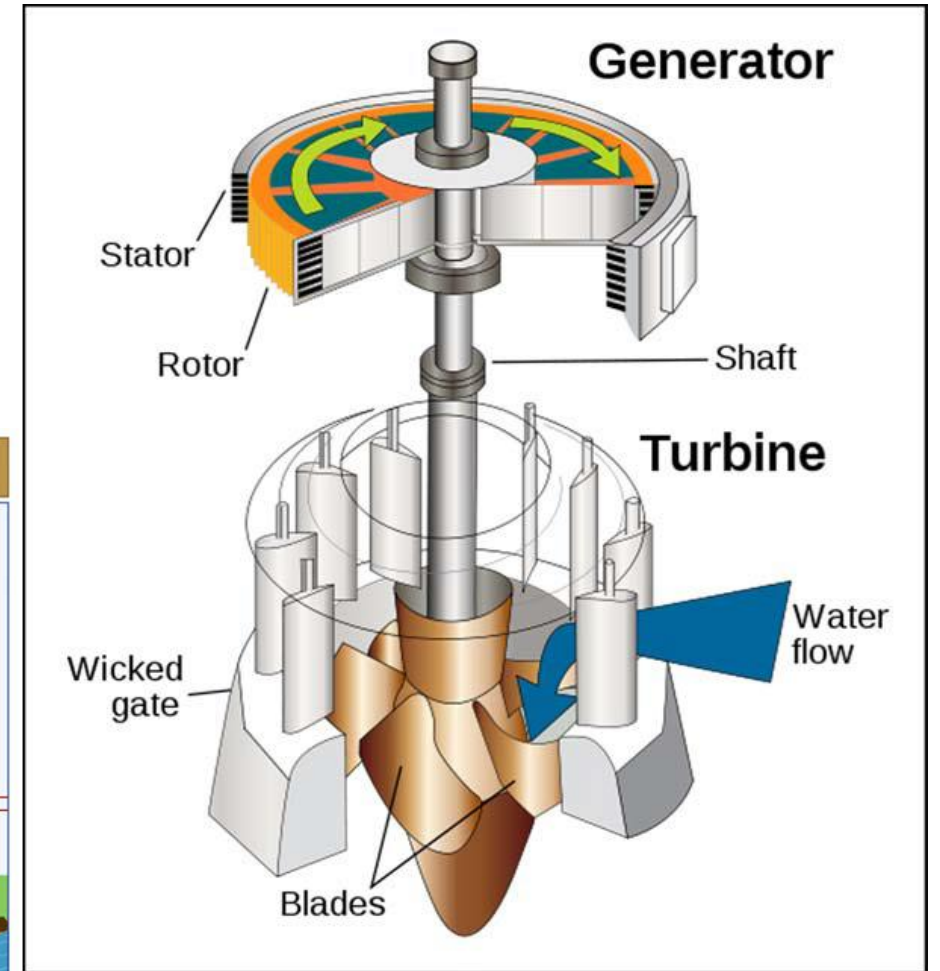
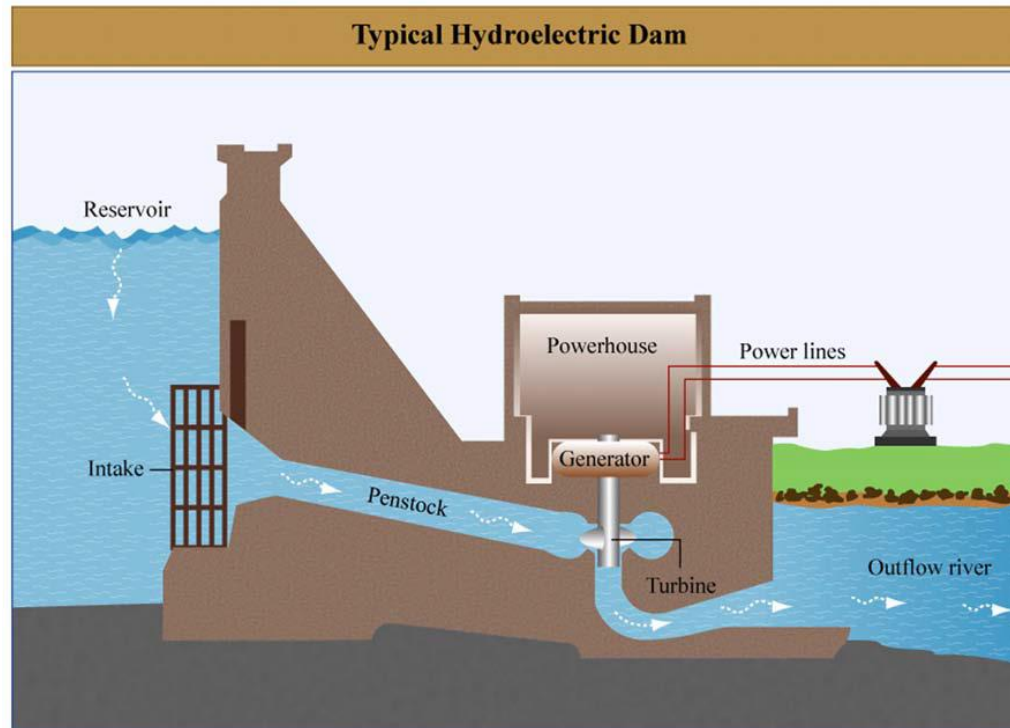
Nukleáris energia



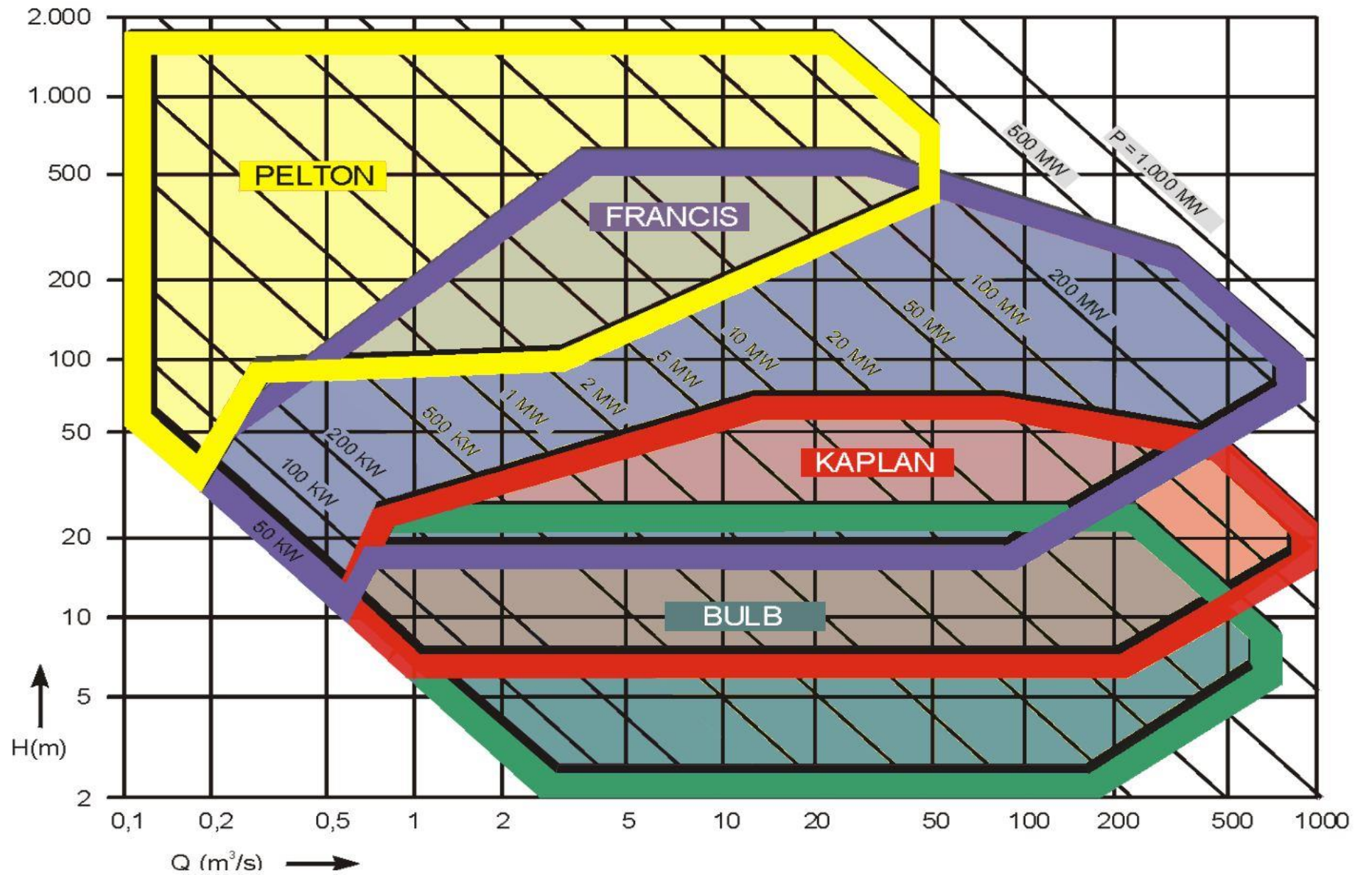


Vízenergia

- Bernoulli-egyenlet alapján számolunk
- Helyzeti energiát tudunk hasznosítani
- $P = dE/dt$

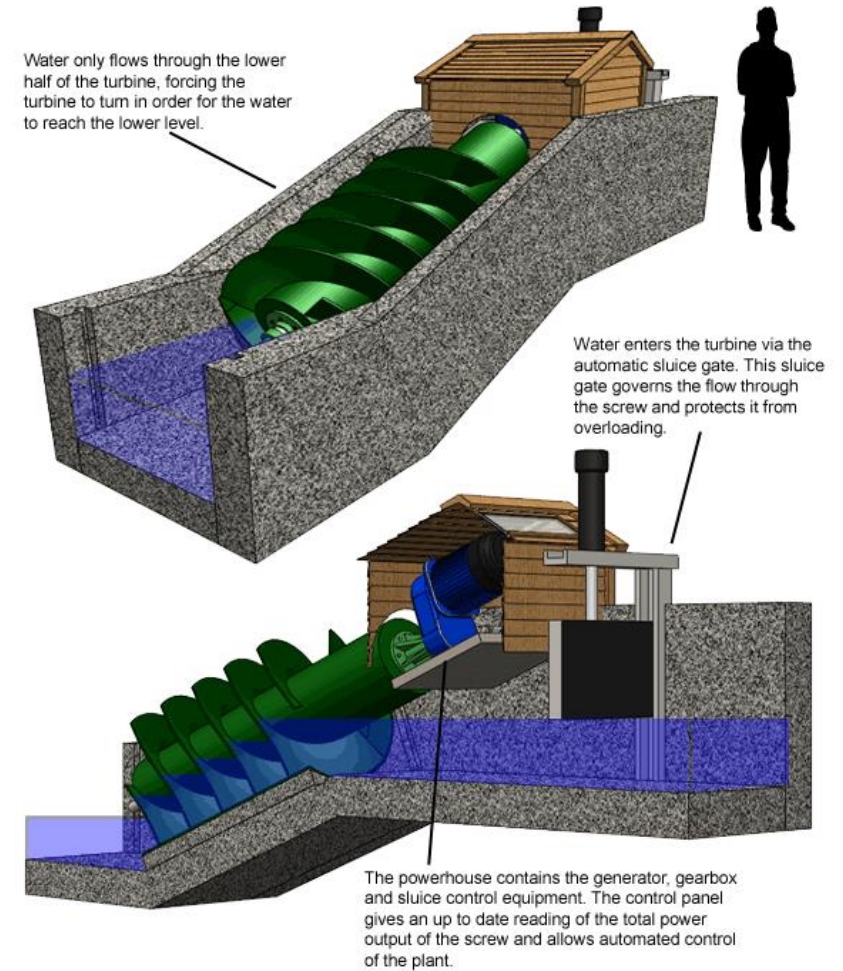
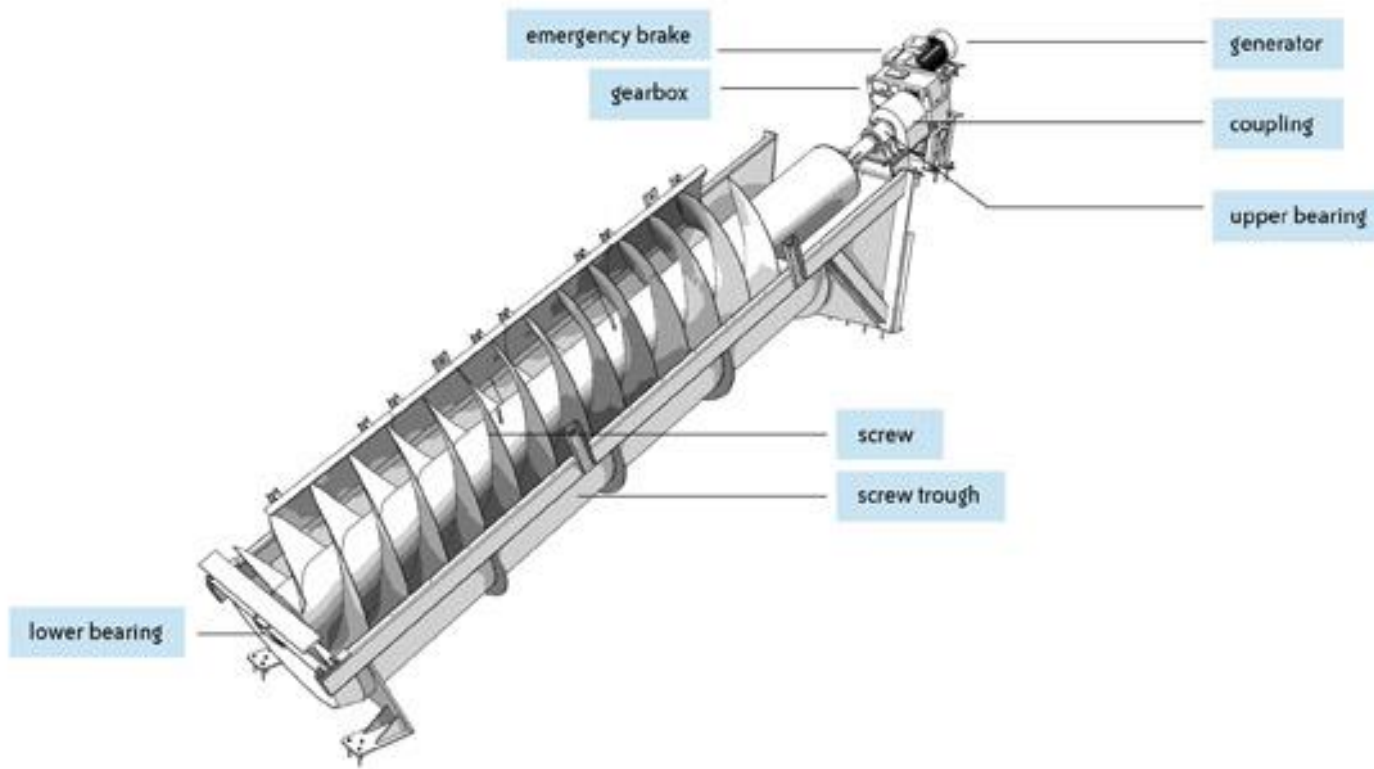


Vízenergia



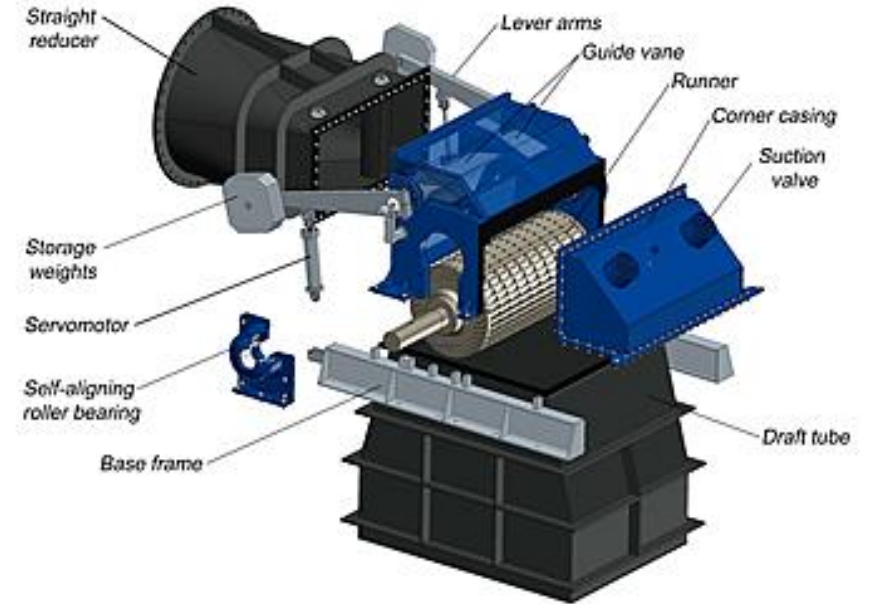
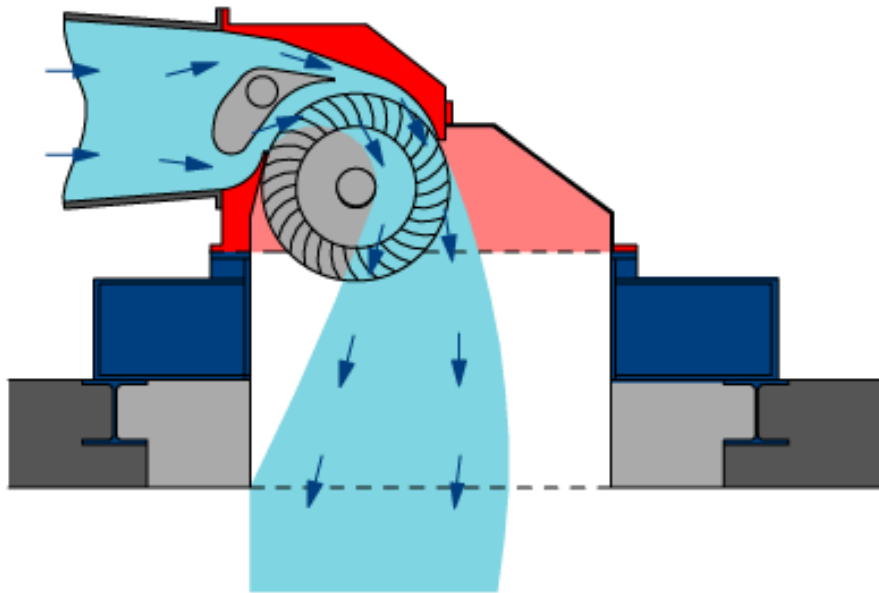
Vízenergia

- Törpe vízerőművek



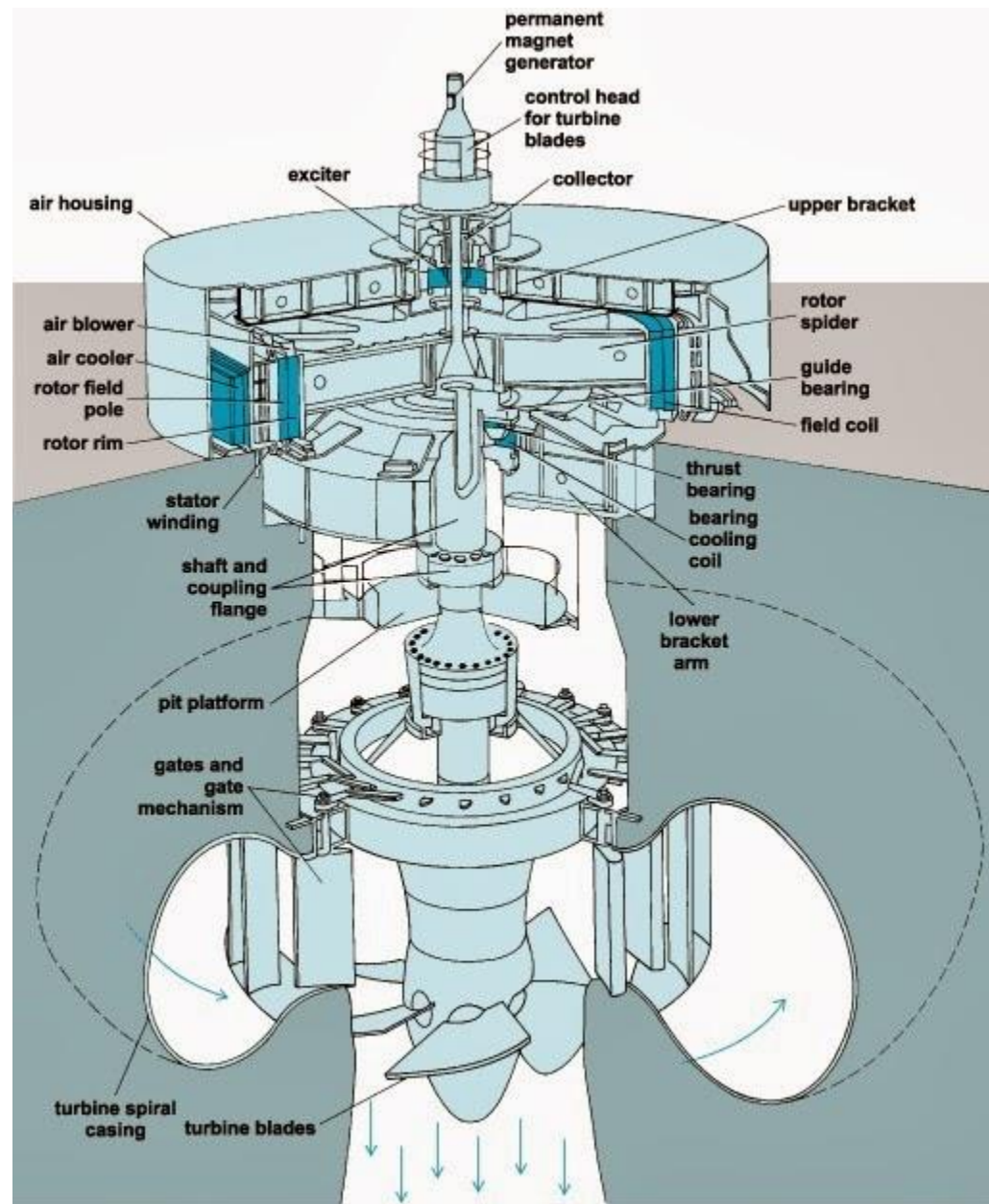
Vízenergia

- Törpe vízerőművek



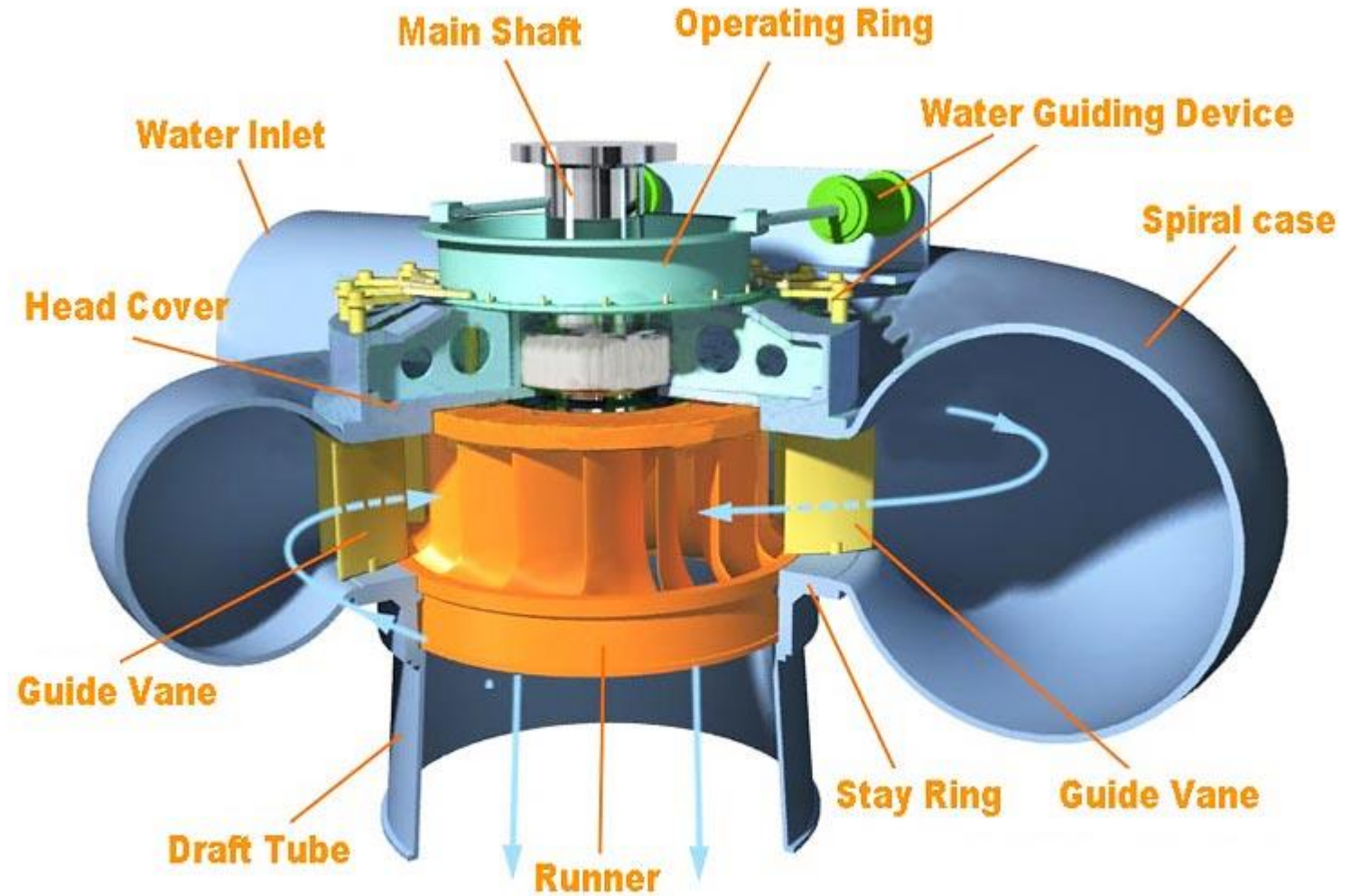
Vízenergia

- Kisesésű vízerőművek
- $H_g < 50 \text{ m}$



Vízenergia

- Közepes esésű vízerőművek
- $50 \text{ m} < H_g < 500 \text{ m}$



Francis Turbine

Vízenergia

- Közepes esésű vízerőművek



Vízenergia

- Közepes esésű vízerőművek



April 17, 1987



November 7, 2006



Vízenergia

- **Nagy esésű vízerőművek $500 \text{ m} < H_g < 2000 \text{ m}$**
 - 1880-ban szabadalmaztatta Lester Pelton
 - californiai Pelton turbina gyorsfolyású hegyi folyókra tervezte
 - nagy esésű, kis vízhozamú vízerőművekben alkalmazzák
 - nyomócsövön érkező víz a szabályozótúvel ellátott sugárcsőből nagynyomáson lép ki a járókerék kettős kanalaiba
 - fordulatszám egy sugárcsővel 4-30 [1/min], több sugárcsővel 30-70 [1/min] is lehet
 - a vízhozamot a szabályozótú ellőre vagy hátra mozgatásával ill. a sugárlevágóval lehet szabályozni
 - a kettős szabályozással elkerülhetők a hosszú nyomóvezetékben kialakult nyomáslengések



High Head Hydropower With Pelton Units

Hooped Pelton Runner

Patented by GE, it minimizes fatigue stress, vibration and replacement costs as well as increasing maintenance intervals.

Advanced Ventilation

Minimizes losses and maximizes efficiency.

Optimized Manifold

For improved jet quality and runner efficiency.

Micadur*

(Duritenax* in North America) insulation technologies.

Pole Claws

Highly reliable pole claws thanks to advanced testing and calculation.

Water Cooled Stator

Uses stainless steel strands to increase reliability. No leakage, no oxidation, no blockages.

Stator Core Pressing System

Maintenance-free system that prevents loosening of core components, thus increasing reliability.



Impulse Turbine

- Most powerful high speed generator at 500 MVA and 429 rpm for Bieudron, Switzerland
- Highest output per pole for hydro generator 36 MVA per pole for Bieudron, Switzerland
- Over 3-meter diameter for the hooped pelton runner in Castaic, United States

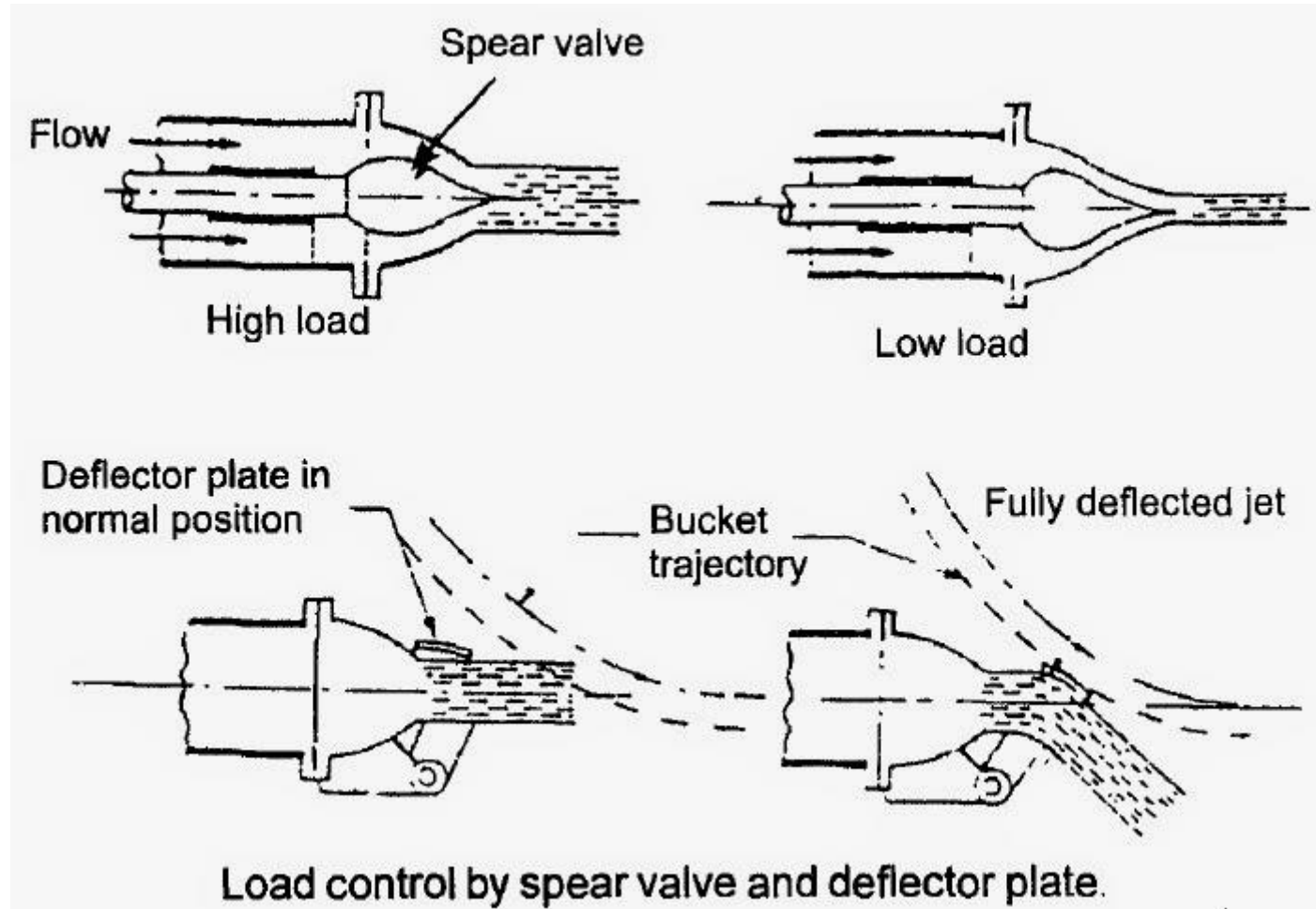
*Trademark of General Electric Company

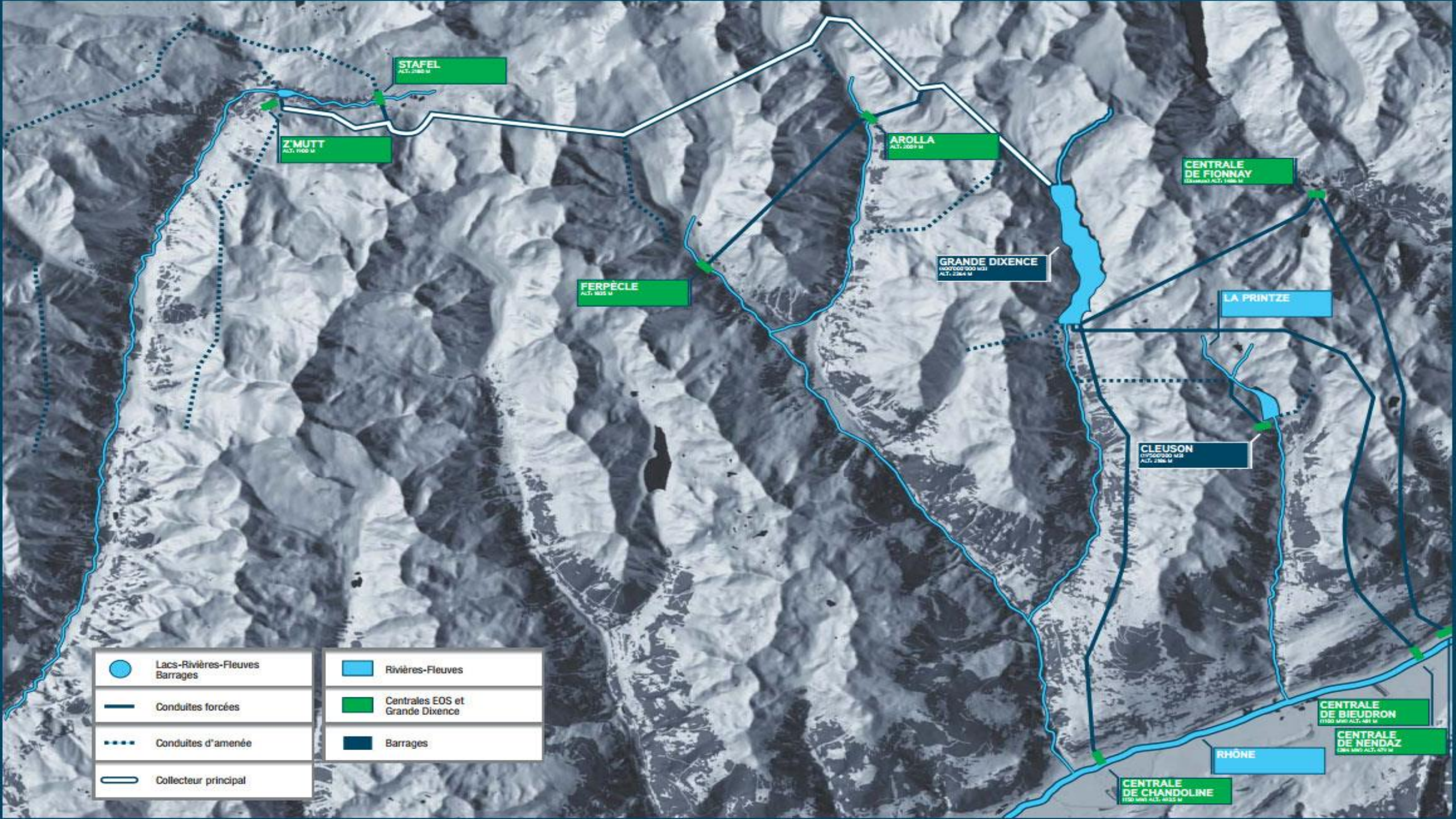


Vízenergia

- Nagy esésű vízerőművek

<https://www.edf.fr/en/the-edf-group/industrial-provider/renewable-energies/hydropower>





- | | | | |
|---|--------------------------------|---|---------------------------------|
|  | Lacs-Rivières-Fleuves Barrages |  | Rivières-Fleuves |
|  | Conduites forcées |  | Centrales EOS et Grande Dixence |
|  | Conduites d'amenée |  | Barrages |
|  | Collecteur principal | | |

STAFEL
ALT. 2385 M

Z'MUTT
ALT. 1900 M

FERPÈCLE
ALT. 1635 M

AROLLA
ALT. 2007 M

GRANDE DIXENCE
1007000 900 M3
ALT. 2264 M

CENTRALE DE FIONNAY
1000000 M3
ALT. 1700 M

LA PRINTZE

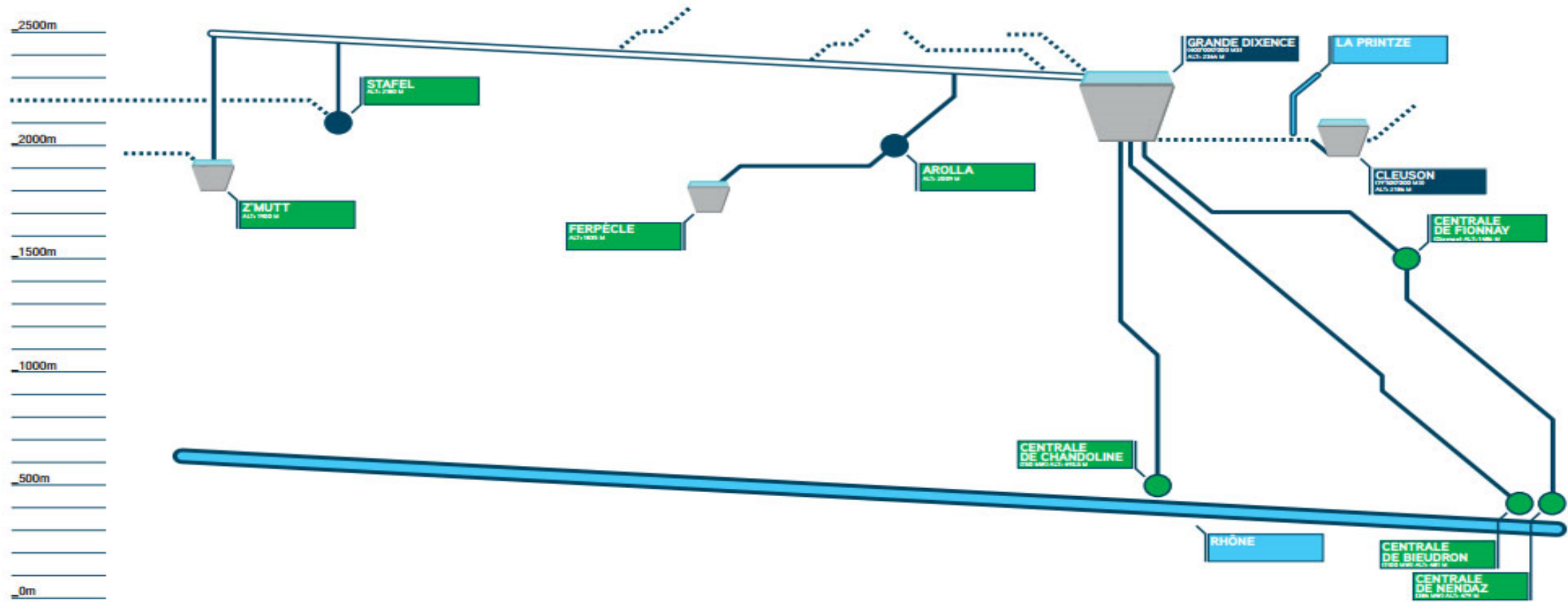
CLEUSON
1000000 M3
ALT. 2306 M

CENTRALE DE BIEUDRON
1150 M3 ALT. 181 M

CENTRALE DE NENDAZ
1200 M3 ALT. 170 M

CENTRALE DE CHANDOLINE
1100 M3 ALT. 1632 M

RHÔNE



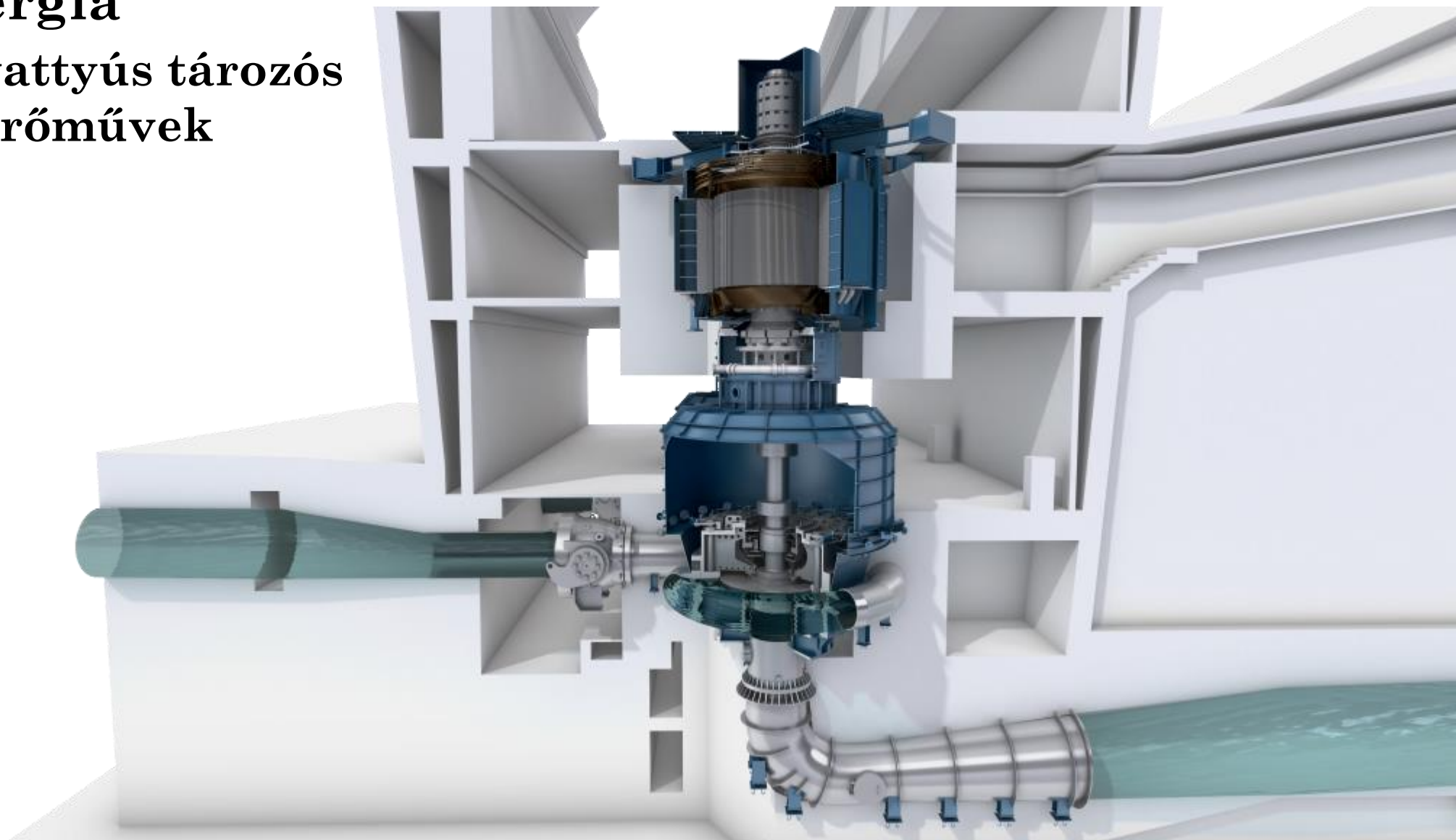
Vízenergia

- **Nagy esésű vízerőművek**
 - **Cleuson-Dixence svájci, francia komplexum**
 - **3 db Pelton turbina összes beépített kapacitás 1269 MW**
 - **Hg = 1883 m**
 - **15,8 km a gyűjtővezeték**
 - **Nyomáslengés kiegyenlítő tartály Dent-de-Nendaz hegyen**



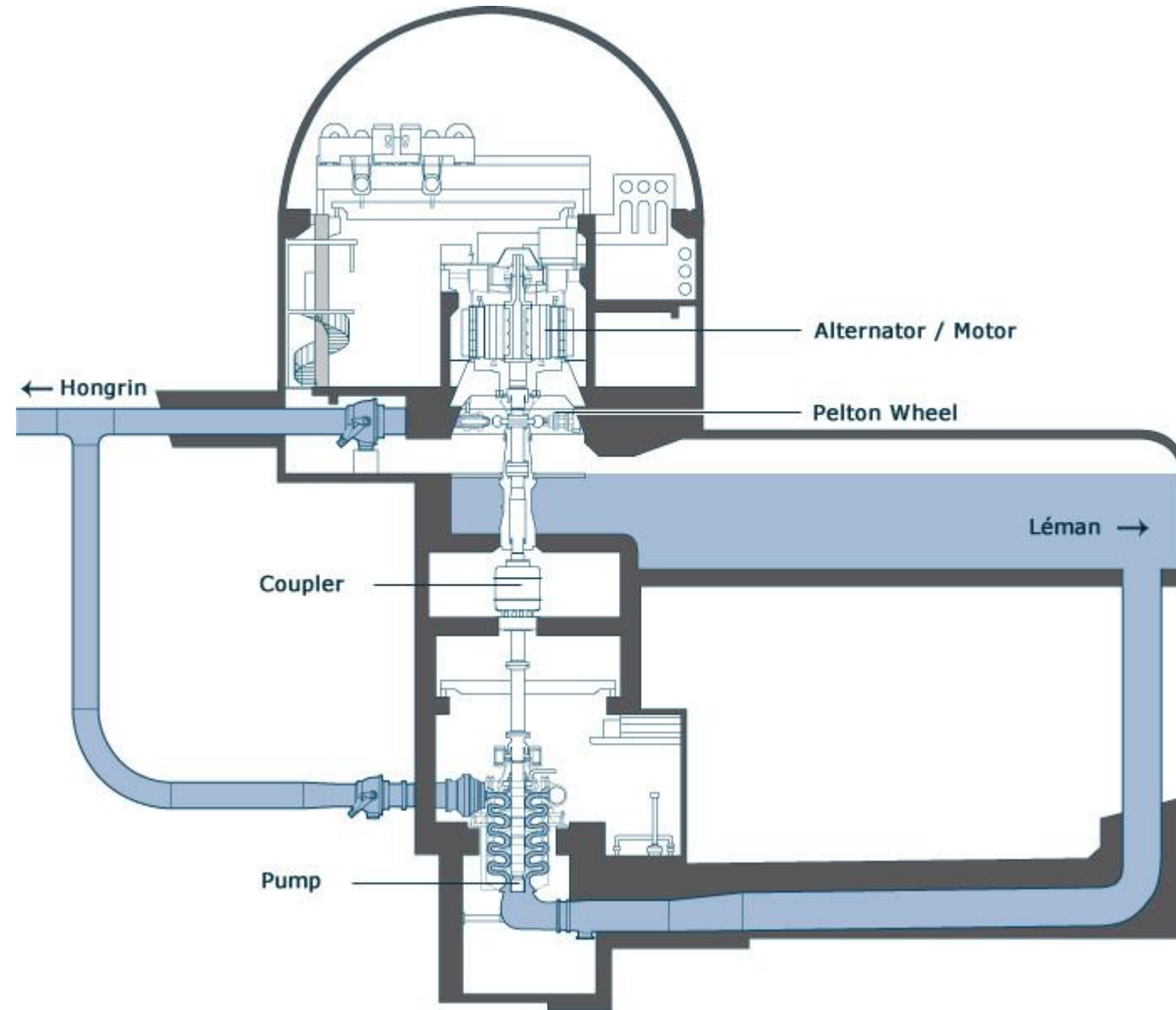
Vízenergia

- Szivattyús tározós vízerőművek

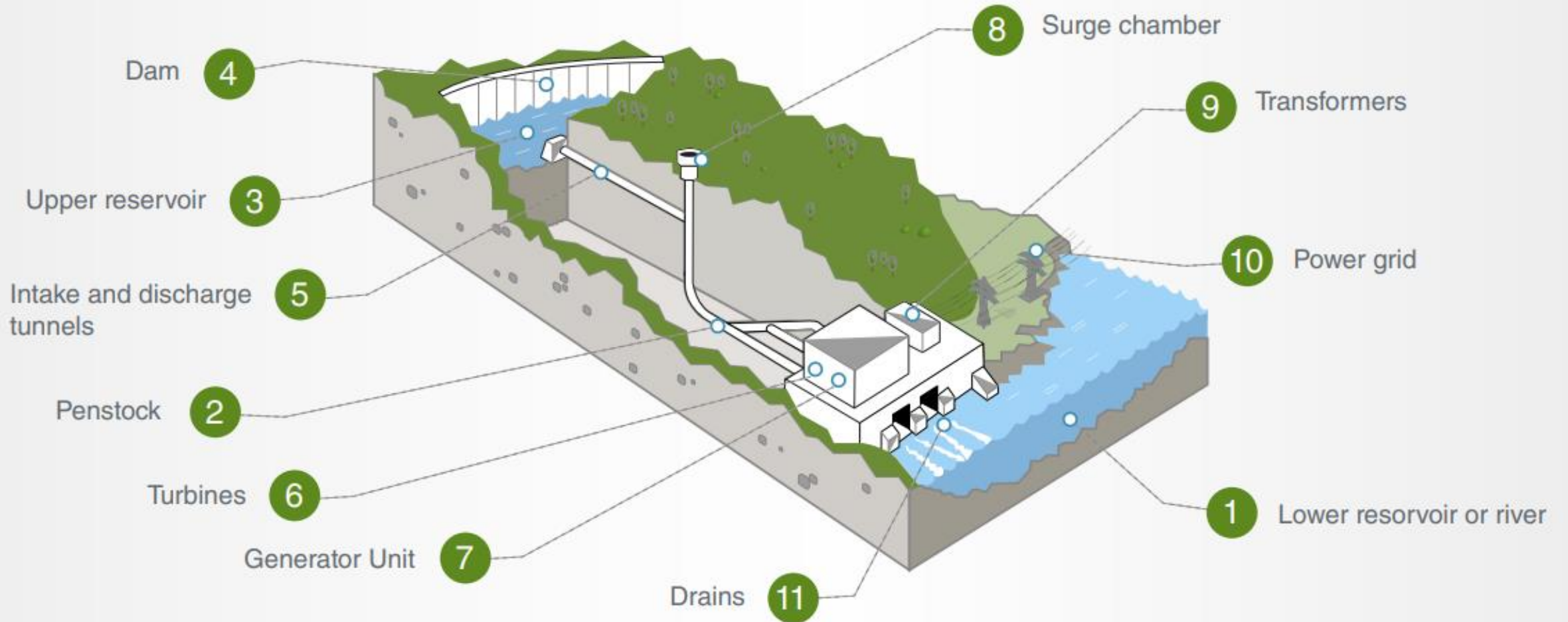


Vízenergia

- Szivattyús tározós vízerőmű



OPERATION OF A PUMPED-STORAGE HYDROPOWER STATION



Vízenergia

- Szivattyús tározós vízerőmű

- A víz, mint tárolható energiaforrás
- Alacsonyabb helyen lévő tározóból egy magasabban lévő helyre szivattyúzzuk a vizet
- Csúcsidőszakban pedig egy turbinán keresztül leengedjük, áramot termelünk

Reverzibilis turbina/szivattyú – generátor/motor kapcsolattal



Vízenergia

- Szivattyús tározós vízerőmű
- Magas hatásfokú gépek (~80% körül)
- A hasznot a csúcsidőszaki áram ára és a völgyidőszaki áram árának különbsége adja
- Feladata alapvetően az energia-kiegyenlítés (atom, hő), a stabilitás biztosítása és a frekvencia lengések kiküszöbölése a hálózaton
- Ezt mind néhány másodperc alatt tudják ezek a létesítmények
- Tipikusan 6 és 20 óra közötti hidraulikus tároló kapacitással méretezik



Vízenergia

- Szivattyús tározós vízerőmű
- Black start képesség, szinte minden egységnél van
- Amikor sem a motor sem a szivattyú nem üzemel szinkron kondenzátorként is üzemeltethető
- Ilyenkor egy feszültség szabályozó vezérli és generál vagy elnyel reaktív áramot, hogy a hálózat feszültségét szabályozza



Vízenergia

- Szivattyús tározós vízerőmű

North America			22 GW
Canada	0.2	United States	22.2
Central & South America			1
Argentina			1
Europe			44 GW
Austria	4.4	Luxembourg	1.1
Belgium	1.3	Norway	1.4
Bulgaria	0.9	Poland	1.4
Croatia	0.3	Portugal	1.0
Czech Republic	1.1	Serbia	0.6
France	4.3	Slovakia	0.9
Germany	6.7	Spain	5.3
Greece	0.6	Sweden	0.1
Ireland	0.3	Switzerland	1.8
Italy	7.5	United Kingdom	2.7
Eurasia			2 GW
Lithuania	0.8	Russia	1.2
Africa			2 GW
Morocco	0.5	South Africa	1
Asia & Oceania			33 GW
Australia	1	Korea, South	4
Japan	25	Taiwan	3
World			104 GW

Source: US Energy Information Administration 2012



Vízenergia

- Szivattyús tározós vízerőmű Magyarországon
- Dobsina 1910-ben épült 500 kW teljesítménnyel (GANZ)
- Országos Vízgazdálkodási Keretterv 1952-1960 (Hegyestető, Prédikálószerk, Balaton vízpótlás)
- Balaton vízpótlás 31 MW
- 1985-1987 Prédikálószerk, bányahasznosítási lehetőségek, 600 MW



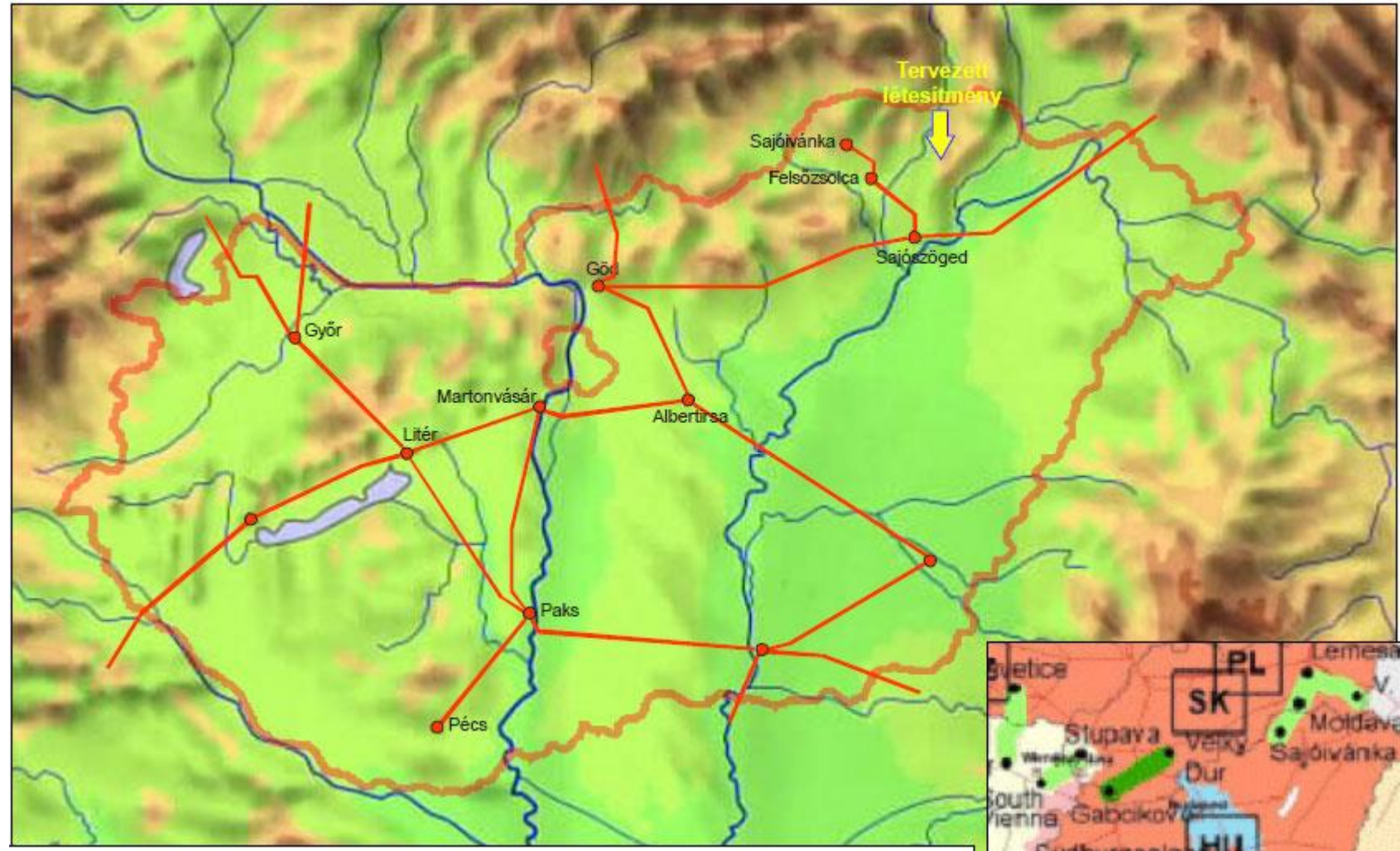
Vízenergia

- **Aranyosi-völgy, Abaújkér (Zemplén)**
- **70 méter magas völgyzáró gát**
- **Akár 600 MW beépíthető teljesítmény is elképzelhető**
- **Natura 2000-es területről van szó, per lett belőle, nincs erőmű**

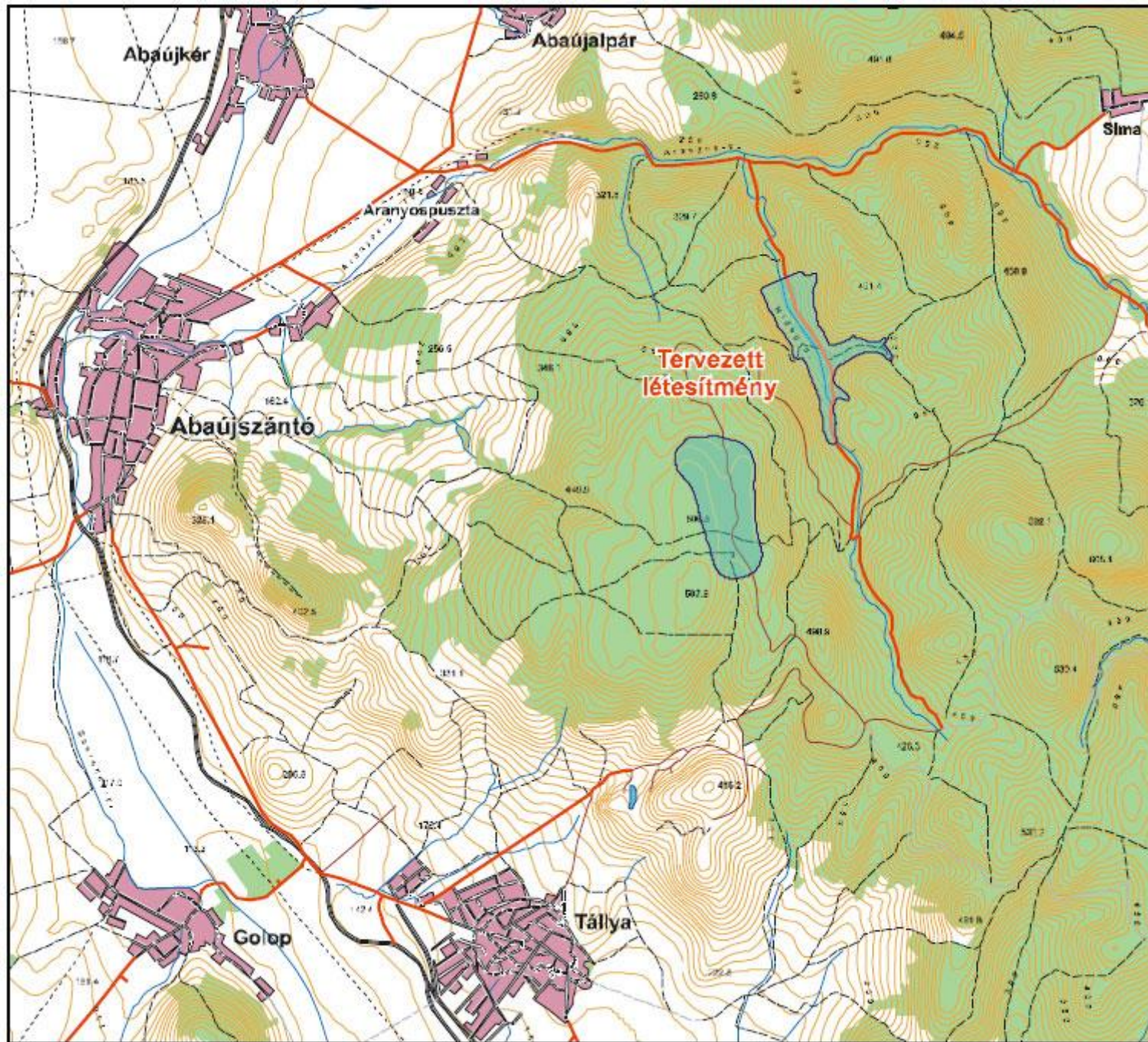


Vízenergia

A 400 kV-os vezeték rész lenne Sajószöged, Felsőzsolca, Sajóivánka, Moldva, Munkács, Sajószöged hurok Bezárásának, EU fejlesztési terv, rendszer Biztonság növelése, Az EU előírja a határkeresztező vezeték megépítését Moldváig



Vízenergia



Vízenergia



Biomassza



Biomassza

- A legnagyobb és legismertebb történelmi energiaforrás
- A jelenlegi legnagyobb mennyiségben fellelhető energiaforrás megújulók közül
- Van történelmi példa a források kimerülésére
 - Bálnából kinyert olaj
 - Húsvét-szigetek erdőirtás
 - Őserdők irtása
 - Száhel-övezet elsivatagosodása
- Lehetséges alternatívák a források kiterjesztésére
 - Mezőgazdasági és erdészeti hulladékok, melléktermékek
 - Energia ültetvények

Elsődleges célja az élet fenntartása!



Mi is a Biomassza?

- Alapvetően szilárd, de minden a természetben képződő éghető anyagot biomasszának nevezzük (elsődleges biomassza)
- Biomasszából előállított finomított terméket másodlagos biomasszának nevezünk
- Harmadlagos biomassza: biológiai anyagokat felhasználó iparágak hulladékai és melléktermékei és a hulladékok
- Elsődleges így: fa, fahulladék, mezőgazdasági termékek és hulladékaik, tőzeg, állati trágya, de ide sorolható akár a madártoll! is
- Másodlagos: pörkölt biomassza (torrefied), elgázosított, pirolizált, bioetanol, biobenzin, biojet üzemanyag, de a biomasszából előállított műanyag is



Biomassza termikus hasznosítása

- **Közvetlen égetés**
- **Miért égetjük? Mit akarunk előállítani?**
- **Jó-e, hogy közvetlenül elégetjük?**
- **Emlékeztető: szilárd tüzelőanyag fűtőértékét, hogy határozzuk meg?**
- **Milyen előnyei vannak a biomassza közvetlen égetésének?**
- **Milyen hátrányai vannak a biomassza közvetlen égetésének?**



Biomassza termikus hasznosítása

- Magyarországi helyzet biomassza felhasználásra

Biomassza típus	Volumen (millió t/év)	Becsült fűtőérték (PJ)
Tűzifa*	2,7-3,7	36,5-50,0
Becsült vágástéri apríték	0,3-0,4	4,1-5,4
Becsült faipari hulladék	0,2	2,7
Összesen**	3,2-4,3	43,3 – 57,1

* A fenntartható erdőgazdálkodás fakibocsátása az elmúlt évek átlagában: 2,9 millió tonna tűzifa.

** Feltételezve a 2020-ra kitűzött 13 %-os megújuló energia részarányt, a teljes megújuló potenciálon belül a fenti mennyiség 32 - 42 %-a az erdőgazdálkodásból rendelkezésre áll.



Megnevezés	PJ/év
Gabonaszalma	67
Kukoricaszár	78
Napraforgószar	17
Napraforgóhéj	1,9
Venyige	2,7
Növénytermesztési melléktermékek	166,6
Tüzifa	39
Erdőgazdálkodási melléktermékek	7
Erdőgazdálkodás összesen	46
Fűrészpor, forgács	4
Fafeldolgozás	4
Összesen	216,6



Biomassza termikus hasznosítása

- Tüzeléstechnikai paraméterek

Biomassza	Kémiai összetevők, m/m%					Fűtőérték	Illótartalom	Hamu
	C	H	O	N	S	MJ/kg	%	%
Búzaszalma	45	6,0	43	0,6	0,12	15,1	74,0	6,0
Fa	47	6,3	46	0,16	0,02	18,5	85,0	0,5
Kéreg	47	5,4	40	0,40	0,06	16,2	76,0	9,0
Fa, kéreggel	47	6,0	44	0,30	0,50	18,1	82,0	0,8
Repce	43	6	38	0,01	0,75	15,1	76	5,5
Venyige	44	5,7	36,2	0,31	0,00	16,3	76,5	5,74

Biomassza termikus hasznosítása

- Az „O” tartalom az égési levegőigény és a füstgáz mennyiség kevesebb, mint szén esetén
- A víztartalom negatívan befolyásolja a fűtőértéket, növeli a füstgáz mennyiségét és kondenzáció esetén károsíthatja a hőtermelő berendezést
- Magas illótartalom jó, mert könnyebb begyújtani, hátránya, hogy nagyobb tűzteret kell építeni
- Tökéletlen égés során CO keletkezik, mely éghető, így kevesebb hő szabadul fel és nagy mennyiségű port is tartalmaz a füstgáz

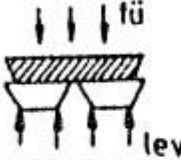

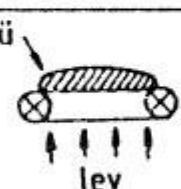




Tüzelőberendezések

- Rostélytüzelés
- Álló rostély
 - max. 2,0 m x 2,5 m méretű
- Mozgó rostély
 - 30-40 perc alatt tökéletesen kiégjen a tüzelőanyag réteg
 - 0,15 – 0,5 m/min sebességgel halad a tüzelőanyag

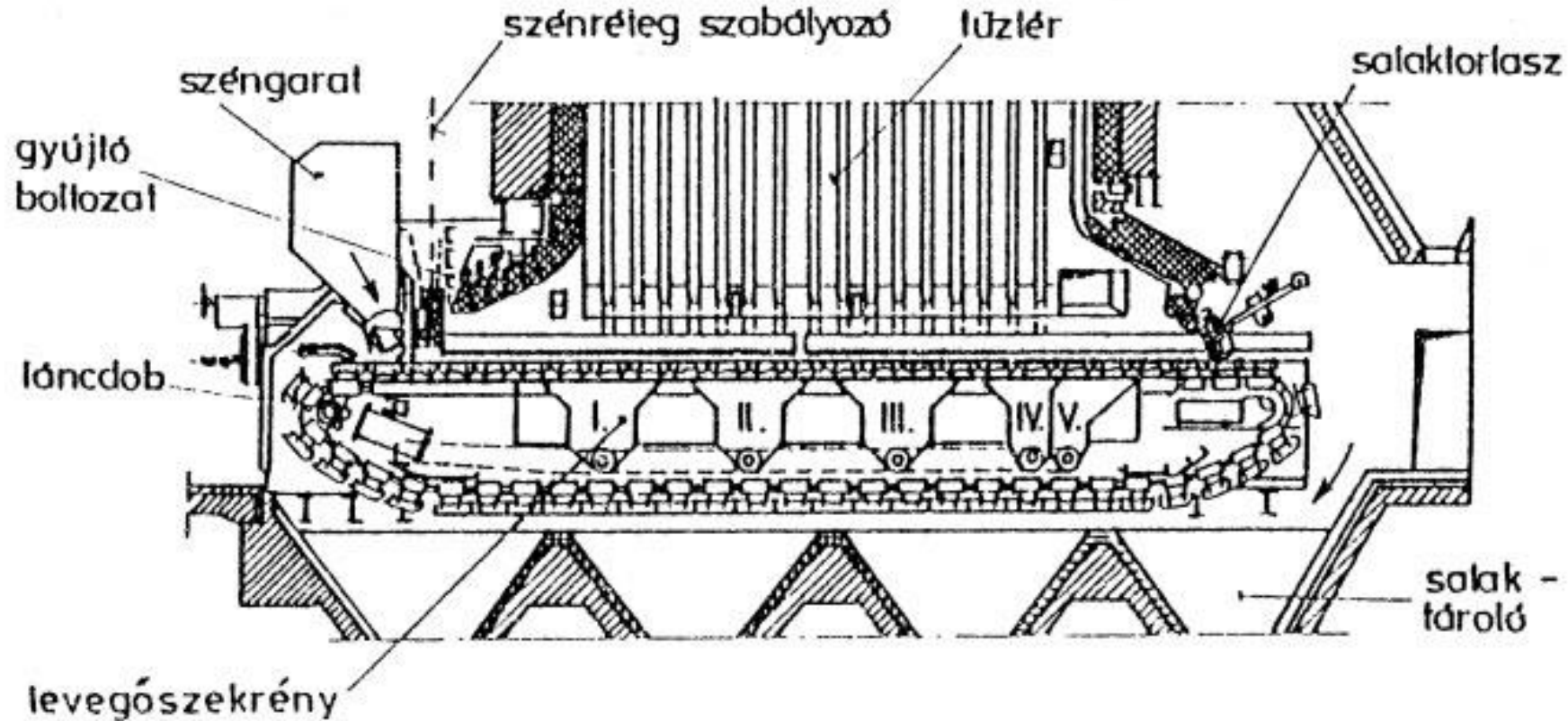


Tüzelőberendezések

Megnevezés	Jelölések a rajz- vázlaton tü - tüzelőanyag lev - égési levegő	Tüzelőanyag adagolás	Tüzelőanyag mozgás	Szilárd tüzelőanyag minősége	Tüzelőanyag felhasználása $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ h}}$	Levegőtényező n
síkrostély (álló)		kézzel vagy szóróberen- dezéssel	nincs nincs	bármilyen bármilyen	150 - ig 200 - ig	1,8 - 2,0 1,4 - 1,7
lépcsős rostély		gépi adagolóval	lépcsős	barnaszén	150 - ig	1,5 - 1,8
vándor - rostély		gépi adagolóval	szállító - láncos rostélyon	50 mm darabnagy- ságig	100-200-ig	1,3 - 1,5
bolygató rostély		gépi adagolóval	előre - hátra mozgás	bármilyen	150 - ig	1,3 - 1,5
alátoló rostély - tüzelés		csigával alulról	adagoló - csigával alulról felfelé	előnyben a gázban dús fekete kö- szenek	150 - 200 - ig	1,3 - 1,5

Tüzelőberendezések

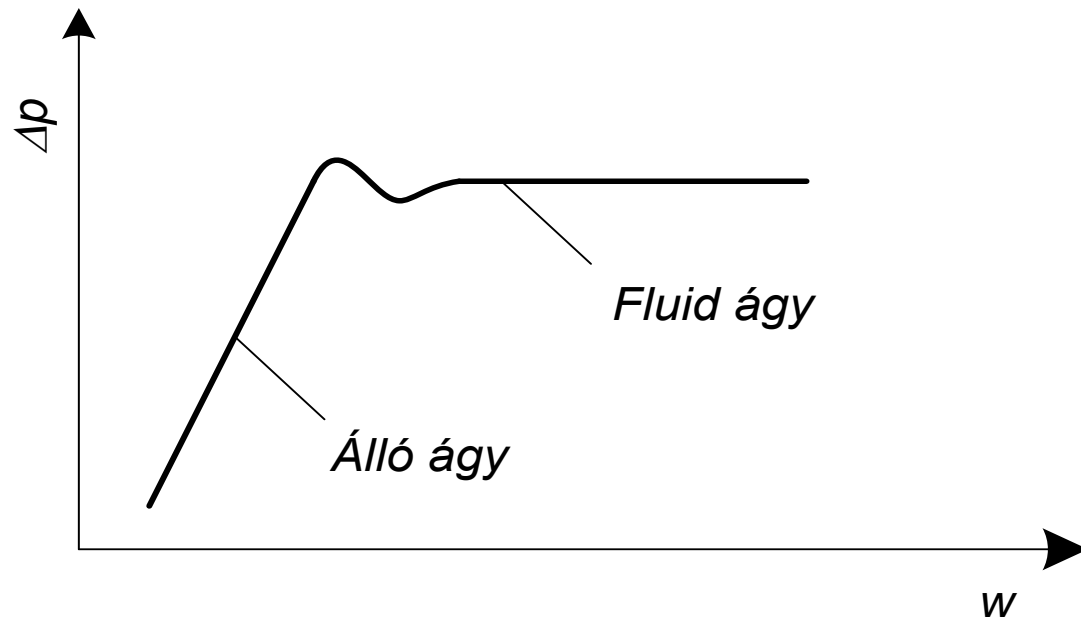
- Vándorrostély (3 MW felett)



Tüzelőberendezések

- Fluidágyas tüzelés
- Mi a fluidizáció jelensége?

<https://www.youtube.com/watch?v=IFhrpSJZck>



Álló ágynál a szemcsék megmaradnak a helyükön és a nyomásesés egyenesen arányos a gázsebességgel. A töréspontnál megkezdődik az ágy fellazulása. Ekkor a szemcsék még nem mozognak szabadon.

A gázsebességet tovább növelve elérjük a minimális fluidizációs sebességet. (w_{mf}) ekkor a porozitás ε_{mf} -re változik. Ez a fluidizáció elméleti kezdete.

Tüzelőberendezések

Fluidizáció előnyös tulajdonságai:

- folytonos üzem
- réteg belsejében egyenletes hőmérséklet-eloszlás
- nagyobb anyag-és hőátadási felületek
- erőteljes keveredés

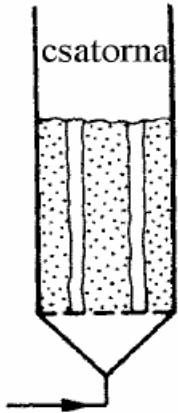
Fluidizáció hátrányos tulajdonságai:

- nehéz ellenáramot megvalósítani (kedvezőtlen hajtóerő)
- porlódik a szemcsés anyag
- erózió
- a kihordás miatt porleválasztó alkalmazása szükséges lehet
- rétegződés



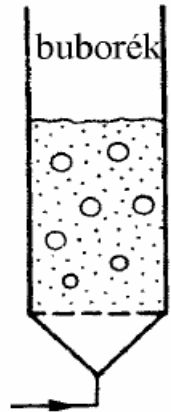
Tüzelőberendezések

Fluidizációs rendellenességek:



Ha összetapadásra hajlamos szemcséken keresztül gázt áramoltatunk, a rétegben csatornák képződhetnek és a gáz csak ezen keresztül áramlik. A sebességet növelve sem alakul ki a fluid állapot. Amennyiben a rétegmagasság alacsony, a csatornaképződés a rétegmagasság növelésével megakadályozható. Nedves anyag esetén száraz anyag hozzákeverésével csökkenthető a csatornaképződés.

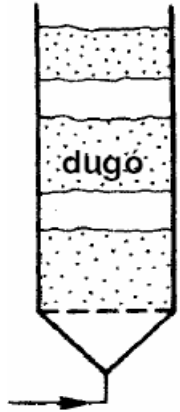
Kis méretű szemcsék esetén (60 mm alatt) mindig van csatornaképződés.



Gázzal történő fluidizáció esetén a leggyakoribb eset, hogy a gáz buborékok formájában halad át a rétegen. Amikor a buborékok a felszínre érnek szétpattannak. A felszín hasonlít a folyadékok forrásához. Különösen nagy gázsebességek és nagy szemcseméret esetén fordul elő. Szabályos gázelosztással, illetve a gázsebesség csökkentésével kiküszöbölhető.

Tüzelőberendezések

Fluidizációs rendellenességek:



Amennyiben a réteg túl magas, akkor a buborékok annyira megnőnek, hogy az egész keresztmetszetet kitöltik. A gáz a szemcsés réteget, mint egy dugattyút tolja maga előtt. A dugattyúréteg a a szemcsék és a fal közötti súrlódás hatására szétesik. Ilyen lökészerű pulzálás vékony csövekben tapasztalható, így a készülékátmérő növelésével csökkenthető a dugattyús áramlás.

Tüzelőberendezések

Fluidizációs kazánok:

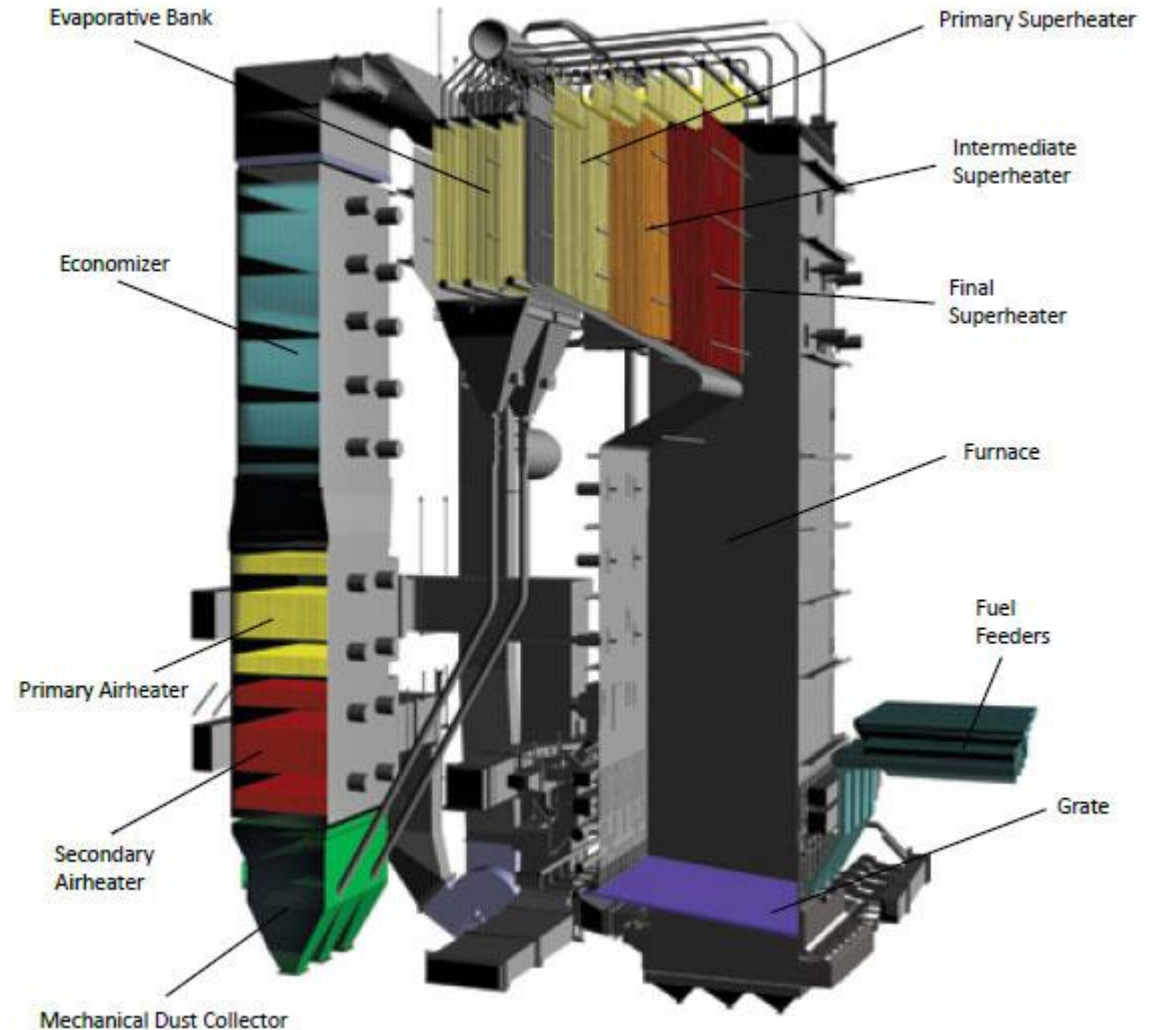
- A tüztérben található fluidágy – mely többnyire homokból készül – olyan közeget képez, mely magas égési hőmérsékletet biztosít a lehetséges szennyeződések, alacsony energiatartalom vagy magas nedvességtartalmú alapanyag ellenére.
- Az elsődleges légbefúvó mozgásban tartja a fluidágy alapanyagát (olyan lesz a részecskék mozgása, mint a forrásban levő folyadéknak)
- Az ágy hőmérséklete 750–950 °C, mely meggátolja az NO_x keletkezését és biztosítja az alacsony hamuképzésű alapanyagok elégetését.
- A fluidágy alapanyagát mészkővel vagy dolomittal kiegészítve a SO₂ szennyezés is csökkenthető.
- Kis befektetés szükséges ahhoz, hogy biomassza üzemre alakítsanak át egy már létező erőművet.
- Két fő típusa létezik, a cirkulációs és az buborékoló fluidágy a legelterjedtebbek.



Tüzelőberendezések

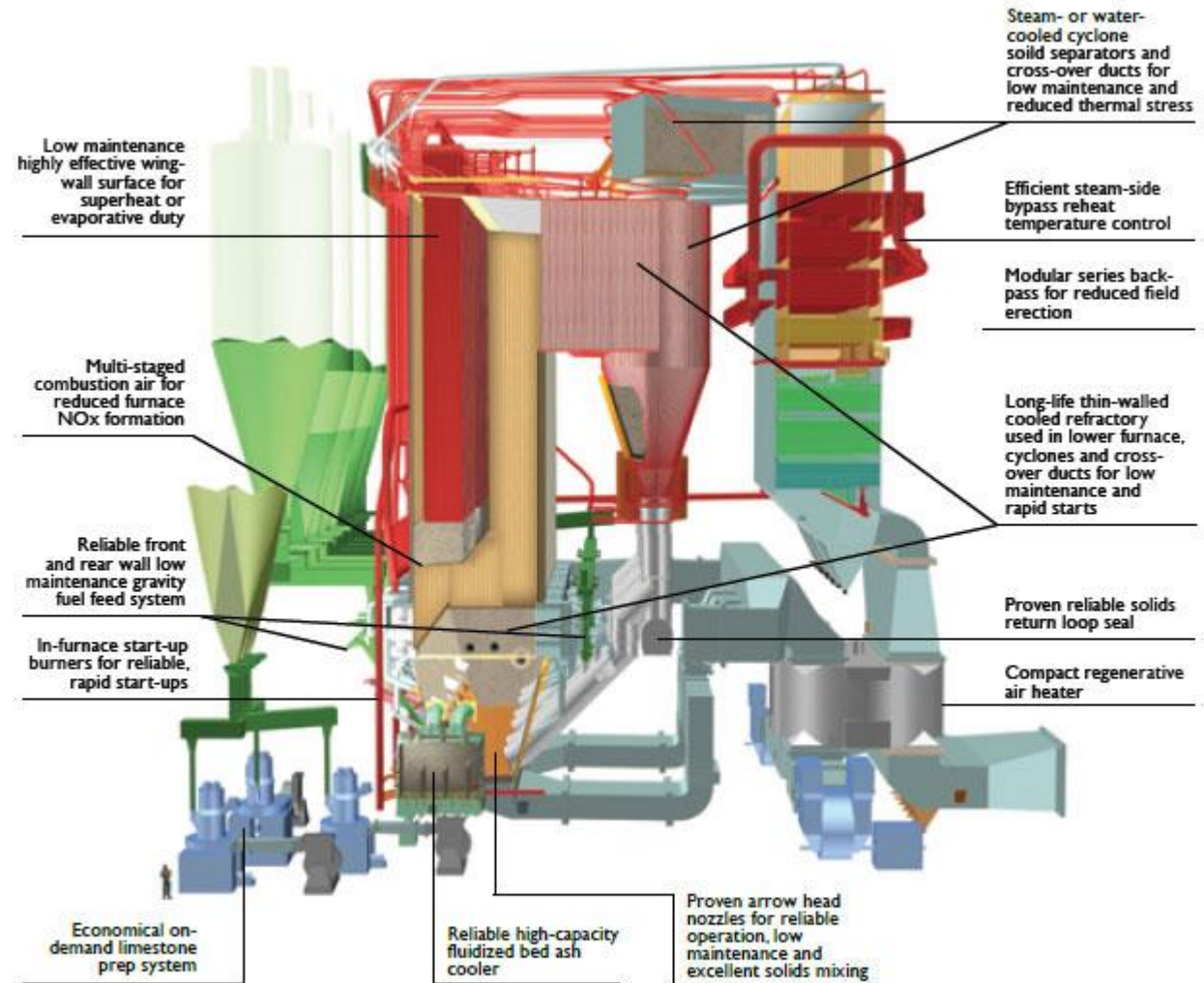
Buborékoló

- Chicken and turkey litter
- Agricultural waste
- Wood and wood waste
- Wood residue
- Bark
- Peat
- Bagasse
- Sunflower seed hulls
- Coffee grounds
- Municipal solid waste
- Hogged fuel
- Veneer
- Sawdust
- Tires
- Hogged Plywood



Tüzelőberendezések

CFB kazánok:



OUR MEDIUM-SCALE CYCLONE CFB DESIGN OFFERED AT A NOMINAL 300 MW_e UNIT SIZE

Tüzelőberendezések

	Álló fluidágy	Cirkulációs fluidágy
Alapanyag	Jó bioüzemanyagokhoz (nedvesség<63%)	Nedves alapanyagokkal limitált (nedvesség<58%)
	Alacsony szénarány (max. 30%)	Akár 100% szén kapacitás
Folyamat	Teljes kapacitás olaj és gáz használattal	Olaj és gáz felhasználás max. 40%
	Durva szemcséjű ágy alapanyag, ha van	Finom szemcséjű ágy alapanyag
Működés	Alacsony fluidizáló sebesség	Magas fluidizáló sebesség
	Alacsony áramfogyasztás (önfogyasztás)	Magasabb áramfogyasztás (önfogyasztás)
	Kis kopás	Kopás lehetséges
Teljesítmény	Alacsony fenntartási költség	Magas fenntartási költség
	Jó hatásfok	Jó hatásfok
	Alacsony NO _x kibocsátás	Nagyon alacsony NO _x kibocsátás
	Alacsony N ₂ O kibocsátás	Magasabb N ₂ O kibocsátás
	SO ₂ szűrés korlátozott mészkővel	Hatékony SO ₂ szűrés mészkővel



Tüzelőberendezések

Mátrai erőmű rekonstrukciója (2007)

2db régi szénpor-tüzelésű kazán helyett egy fluidágyas

a blokk alkalmas 30 % hő-részarányú biomassza eltüzelésére, és ezzel a CO₂ emisszió csökkentésére új fluidágyas rendszerű kazán egység létesítésével jelentősen csökken a blokk környezeti terhelése is, elsősorban a levegőterhelés, károsanyagkibocsátás vonatkozásában.

A kazán főbb műszaki adatai:

Teljesítmény : 660 t/h
Frissgőz nyomás : 136,8 bar
Frissgőz hőmérséklet : 538 °C

Kazán hőteljesítmény : 523 MW_{th}

Pécsi Hőerőmű széntüzelésű technológiájának átalakítása biomassza technológiára (2004)

200 t/h mennyiségű 100 bar nyomású, 540°C hőmérsékletű gőz segítségével a rendszer 49 MW_e villamos teljesítmény termelésére illetve hőszolgáltatásra képes



Energiasűrűség-növelés lehetőségei

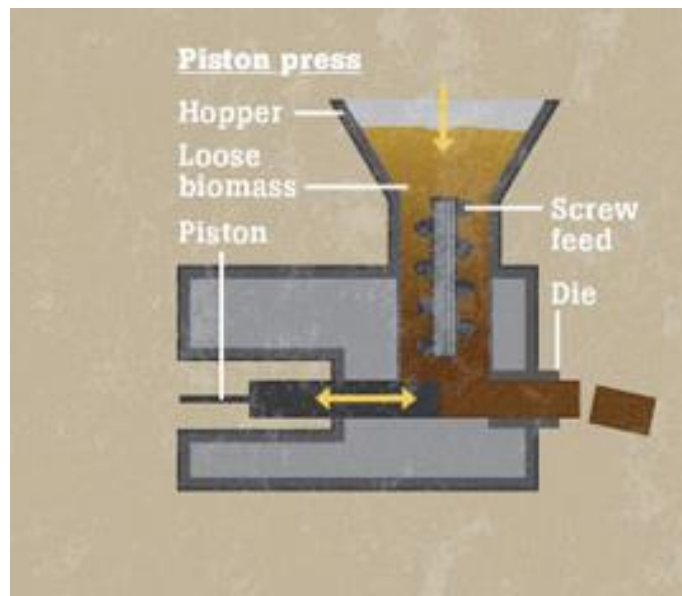


Mechanikai eljárások

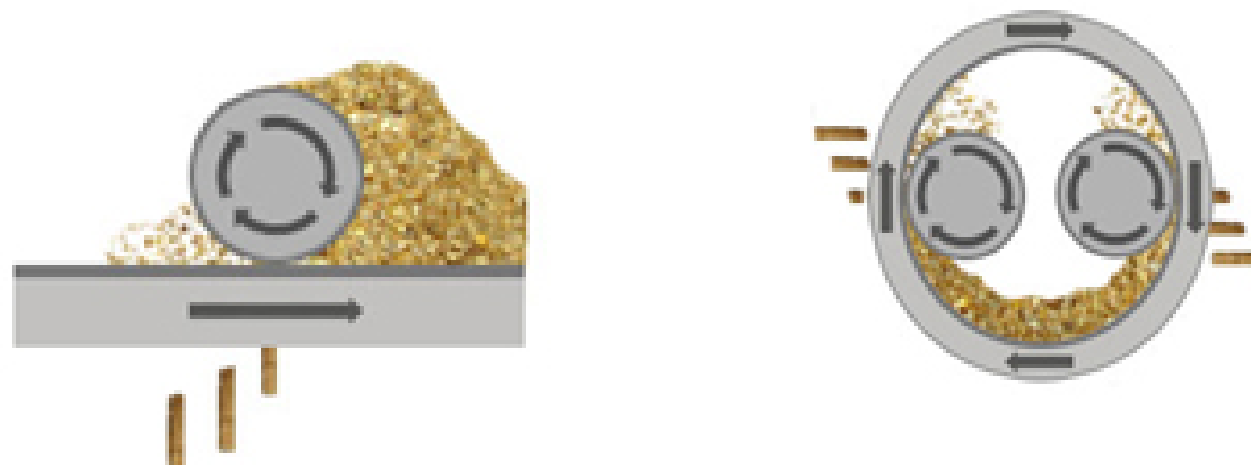


- Egy adott tüzelőanyag energiasűrűsége alatt az egységnyi térfogatból felszabadítható energia mennyiségét értjük.
- Így a legegyszerűbb eljárások a mechanikus eljárások, melyek tulajdonképpen térfogatalakítási technológiák.
- Aprítani kell minden anyagot az eljárás előtt.
- Minden esetben az alapanyag hőmérséklete megemelkedik, a biomasszát alkotó lignin, hemi-cellulóz és cellulóz közül a lignin „megolvad” és természetes ragasztóként működik. Ezzel az aprított szemcsék összetapadnak szabályos geometria alakra.

- A brikettáló gép vagy egy dugattyús mechanizmussal vagy csigás mechanizmussal tömörít. A végtermék, általában hengeres, melynek mérete 80 mm átmérőjű 200 mm hosszú test. A geometriai alak ettől eltérő is lehet, de a befoglaló méretek nagyjából azonosak.



- Pelletprés, mely lehet ún. síkmatricás vagy hengermatricás. A síkmatricás gépeket általában kis teljesítményre illetve kis kapacitásokra gyártják. A hengermatricás berendezéseket nagy kapacitású üzemekben alkalmazzák.



<https://www.youtube.com/watch?v=SAhR7TYED1o>

- A pellet, mindig hengeres alakú tömörítvény, melynek mérete 6 mm átmérőjű és 20-30 mm hosszú. A tüzelőanyag méretének csökkentése az adagolás miatt vált szükségessé.
- Ezzel a mérettel tudták megvalósítani az adagolás olyan módszerét, ami a pelletkazánok teljes automatizálhatóságát biztosította.

<https://www.youtube.com/watch?v=YD7cxl9kVPE>

Termikus eljárások



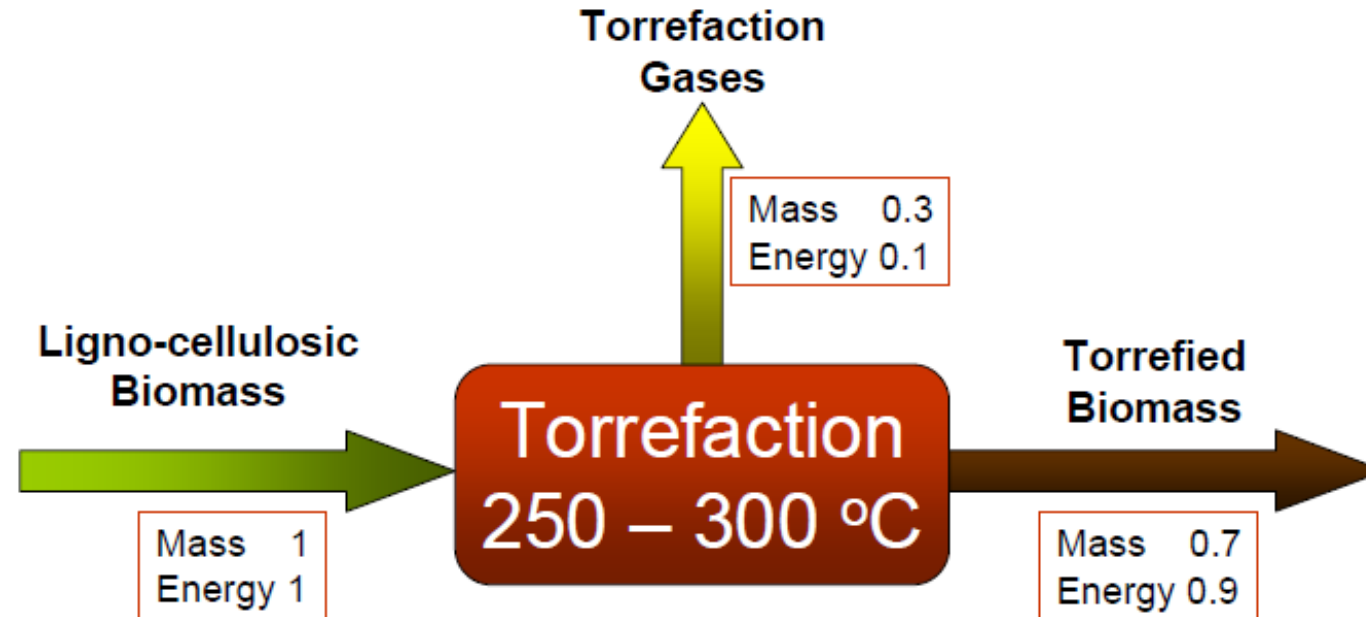
Torrefaction (pörkölés)

- Kávépörköléshez hasonló eljárás
- Nyomás alatti edényben (reaktor)
 - légköritől kissé eltérő nyomáson
 - 300 °C alatti hőmérsékleten
 - szilárd halmazállapotú a végtermék



Torrefaction (pörkölés)

- Energy Centre of Netherlands vezető a témában



Torrefaction (pörkölés)

- Mi történik?
- 200 °C alatt:
 - 100 °C-ig a nem kötött víz eltávozik,
 - 200 °C-ig a fizikailag kötött víz is,
 - Elkezdődik a lignin „puhulása”,
 - Megkezdődik a volatilizáció és a karbonizáció.



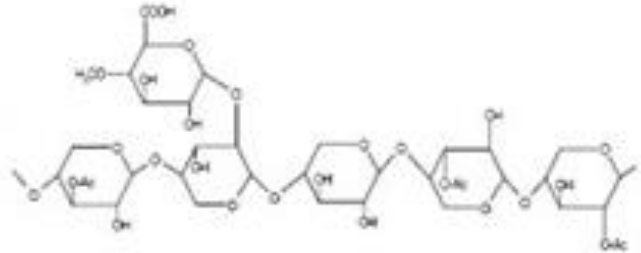
Torrefaction (pörkölés)

- 200 °C felett:
 - A hemi-cellulóz bomlása megindul, illók és kátrány keletkezik,
 - Kis részben a cellulóz és a lignin is lebomlik, főleg, ha közelítjük a 300 °C-ot.



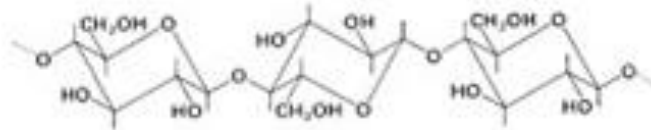
Torrefaction (pörkölés)

Hemi-cellulóz



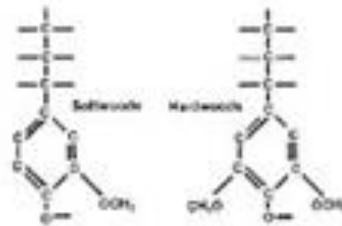
Erősen reakcióképes

Cellulóz



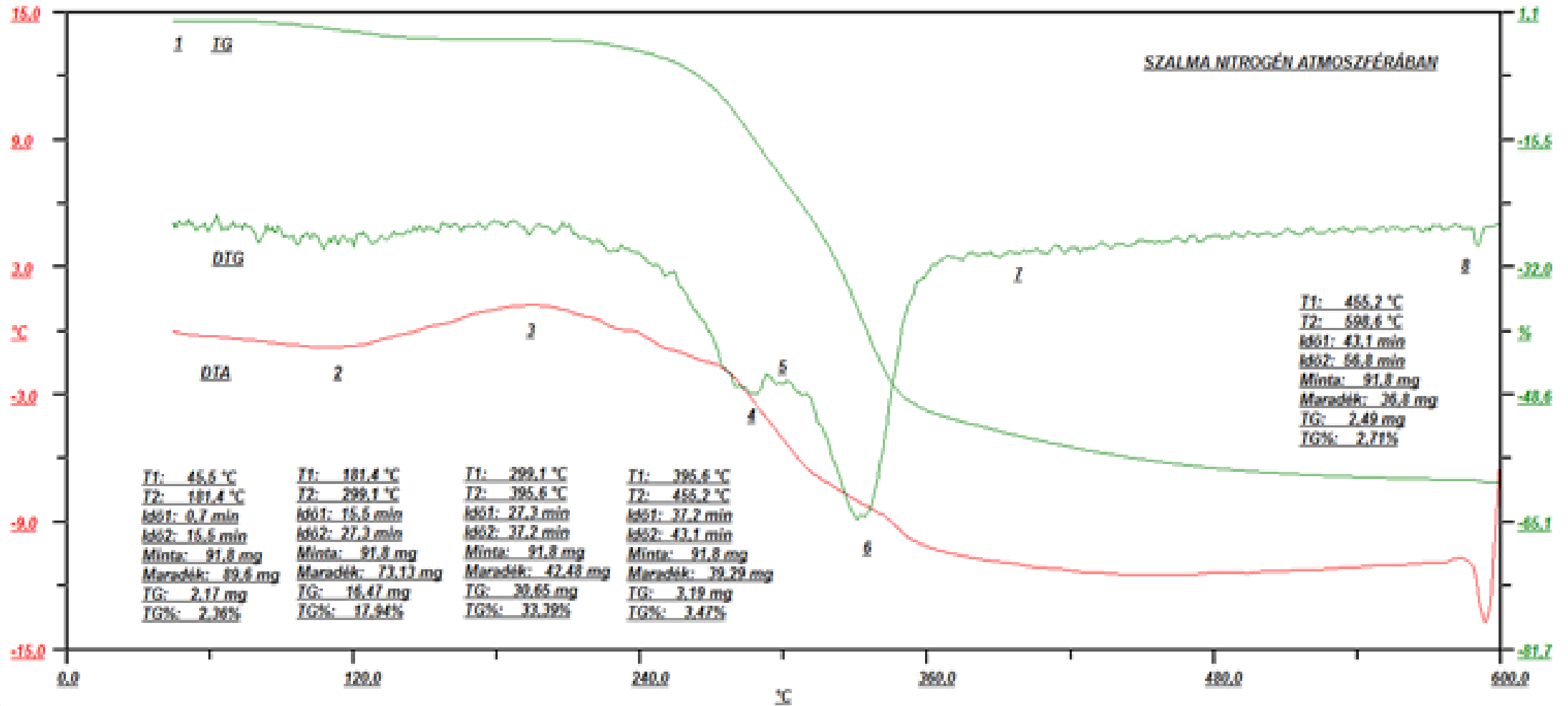
Gyengén reakcióképes

Lignin



Csak az oldalláncok
reagálnak

Torrefaction (pörkölés)



A pörkölés legfontosabb mutatói

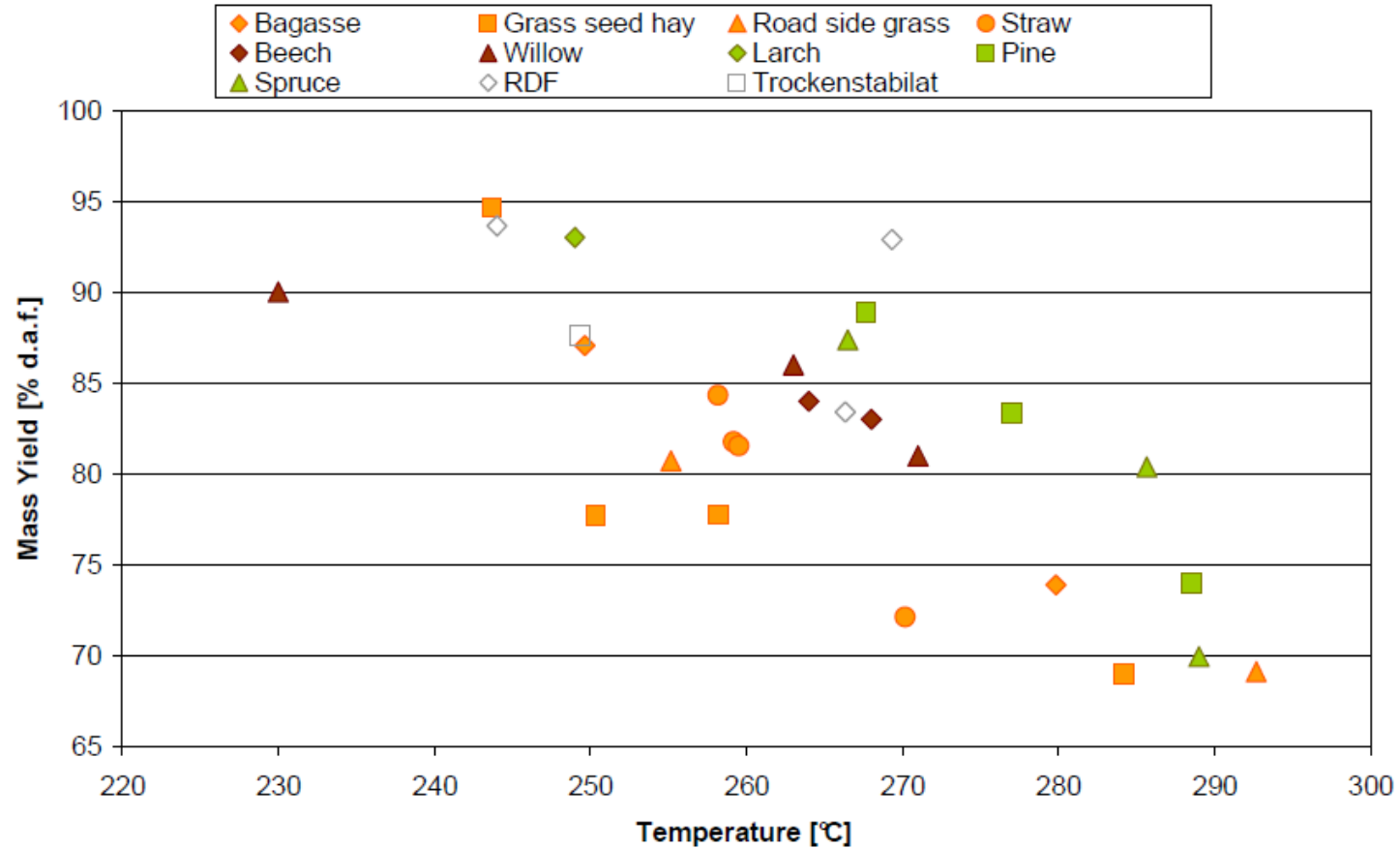
Energia arány

$$E_{arány} = \frac{m_{pörkölt} \cdot H_{pörkölt}}{m_{nyers} \cdot H_{nyers}}$$

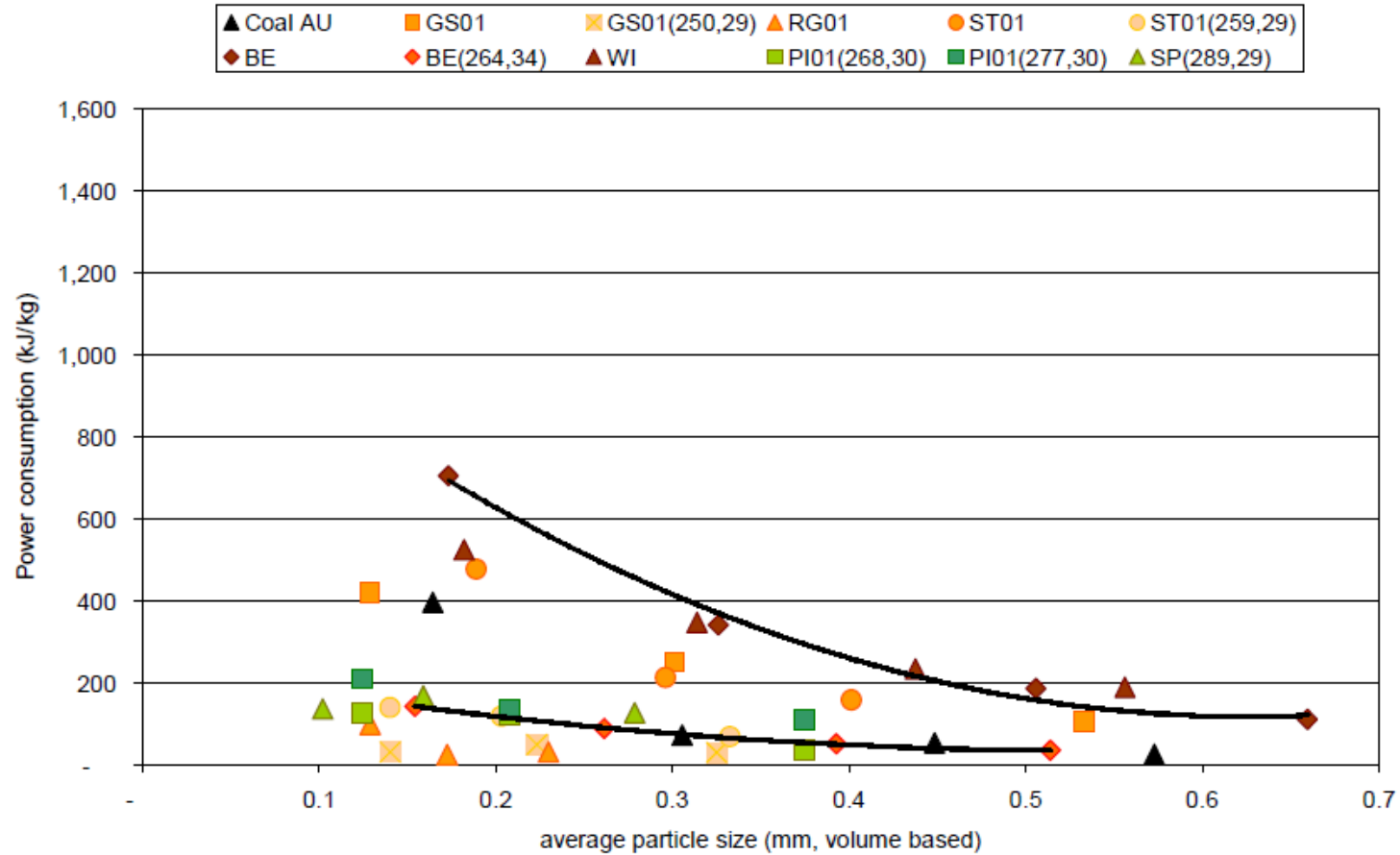
Energia arány, kicsit pontosabban

$$E_{arány} = \frac{m_{pörkölt} \cdot H_{pörkölt} + m_{pirogáz} \cdot H_{pirogáz}}{m_{nyers} \cdot H_{nyers}}$$

A pörkölés legfontosabb mutatói



A pörkölés hatása az adott biomasszára

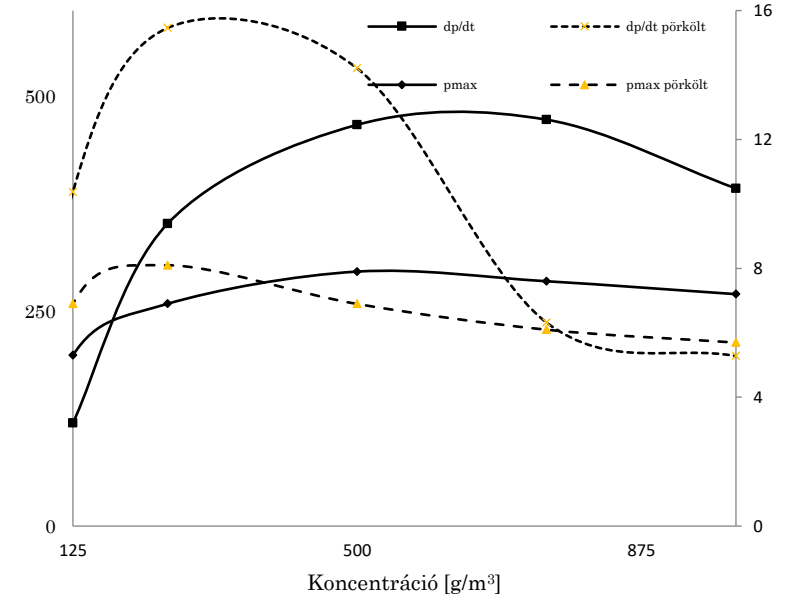
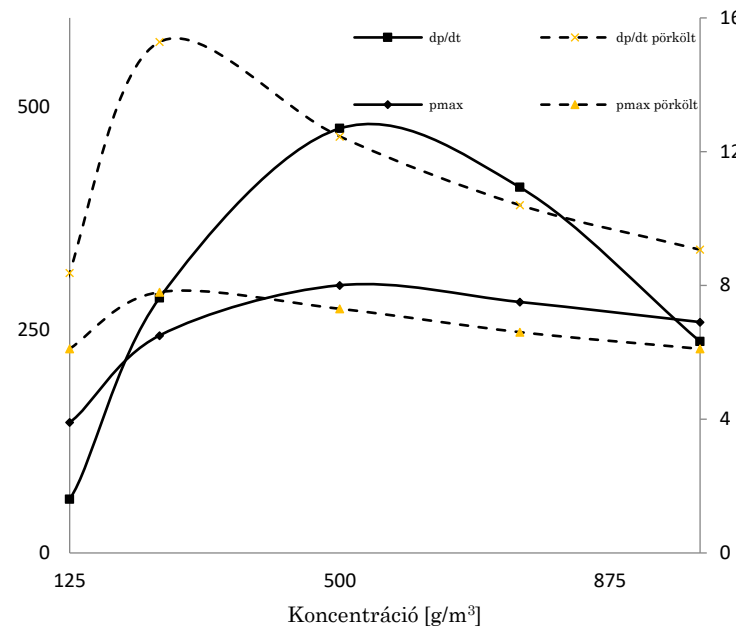
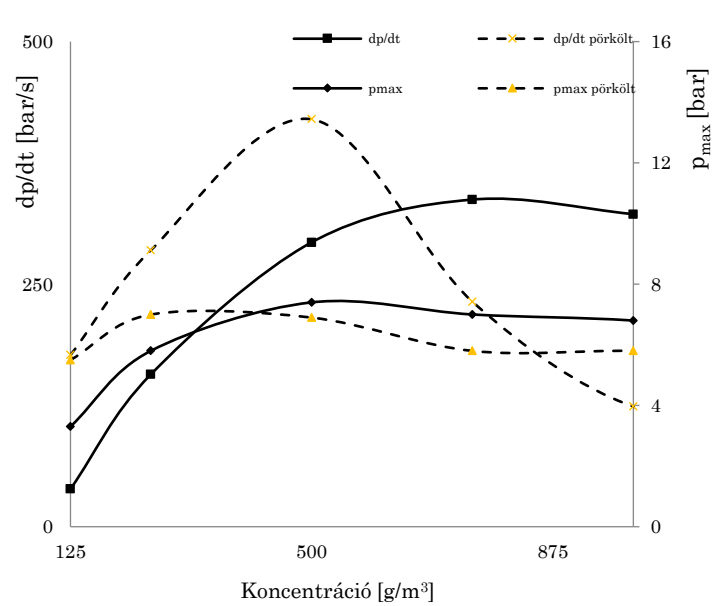


A pörkölés hatása az adott biomasszára

	24 óra múlva		30 nap múlva	
	Búza- szalma	Pörkölt búza- szalma	Búza- szalma	Pörkölt búza- szalma
Kezdeti nedvesség [%]	8,72%	4,39%	7,87%	4,18%
Vég nedvesség [%]	17,07%	9,68%	29,69%	26,63%
Kezdeti nedvesség tömege [g]	1,308	0,6585	1,181	0,627
Vég nedvesség tömege [g]	2,34	1,39	4,45	3,99
Különbség [g]	1,03	0,73	3,27	3,37
Növekmény	7,52%	5,09%	23,68%	23,43%

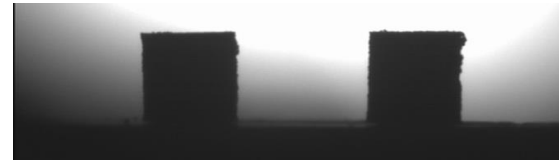


A pörkölés hatása az adott biomasszára

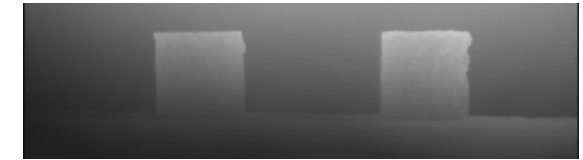


A pörkölés hatása az adott biomasszára

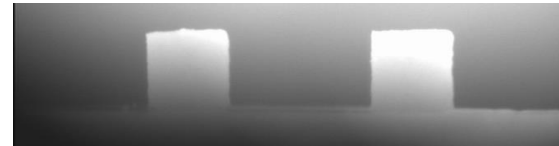
Búzaszalma



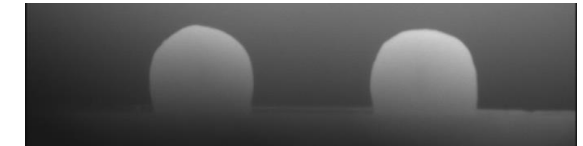
Kiindulási állapot (400 °C)



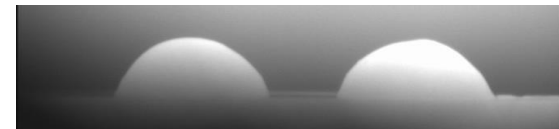
Szintereződési állapot (946 °C)



Deformációs hőmérséklete (1068 °C)



Gömb hőmérséklete (1191 °C)



Félgömb hőmérséklete (1256 °C)



Megfolyási hőmérséklete (1277 °C)

Pörkölt búzaszalma



Kiindulási állapot (400°C)



Szintereződési hőmérséklet (890°C)



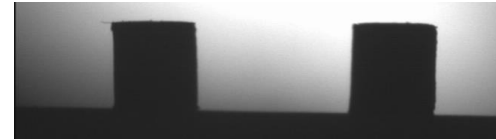
Deformációs hőmérséklet (1009°C)



Gömb hőmérséklet (1103°C)

A pörkölés hatása az adott biomasszára

Repceszalma



Kiindulási állapot (400 °C)



Szinterezési hőmérséklet (989 °C)



Defomációs hőmérséklet (1427 °C)



Gömb hőmérséklet (1492 °C)



Félgömb hőmérséklet (1502 °C)



Megfolyási hőmérséklet (1507 °C)

Pörkölt repceszalma



Kiindulási állapot (400 °C)



Szinterezési hőmérséklet (991 °C)



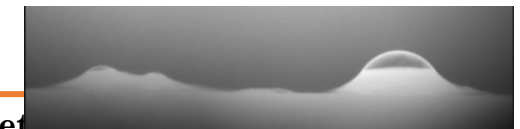
Deformációs hőmérséklet (1347 °C)



Gömb hőmérséklet (1378 °C)



Félgömb hőmérséklet (1383 °C)



Megfolyási hőmérséklet (1396 °C)

A pörkölés hatása az adott biomasszára

Szőlővenyige



Kiindulási hőmérséklet (400°C)



Szinterezési hőmérséklet (1387°C)



Deformációs hőmérséklet (1512°C)

Pörkölt szőlővenyige



Kiindulási hőmérséklet (400°C)



Szinterezési hőmérséklet (1383°C)



Deformációs hőmérséklet (1471°C)

A pörkölés hatása az adott biomasszára

	Búzaszalma [°C]	Pörkölt búzaszalma [°C]	Különbség [°C]	Repceszalma [°C]	Pörkölt repceszalma [°C]	Különbség [°C]	Venyige [°C]	Pörkölt venyige [°C]	Hőmérséklet- különbség [°C]
	400	400	0	400	400	0	400	400	0
IT	946	890	-56	989	991	2	1385	1383	-2
DT	1068	1009	-59	1427	1347	-80	1512	1471	-41
ST	1191	1103	-88	1492	1378	-114	-	-	-
HT	1256	-	-	1502	1383	-119	-	-	-
FT	1277	-	-	1507	1396	-111	-	-	-

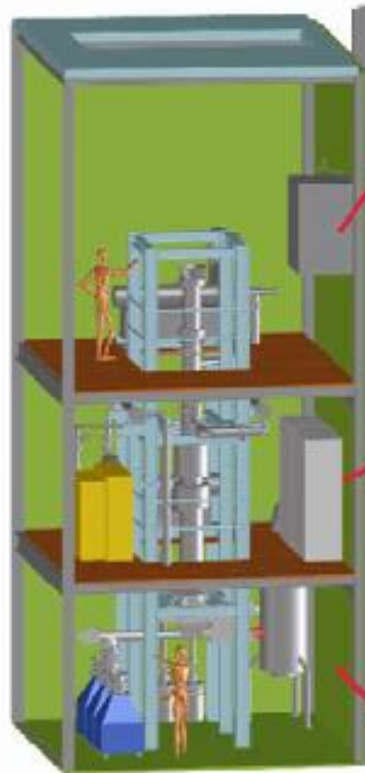
Patrig az ECN-ben

Table 6.7 Results CO₂ emission calculations in g CO₂-eq/MJ electric power at consumer

Process step/Case	Inter continental	Inter continental	Inter continental	Inter continental	Intra-Europe	Intra-Europe	Regional	Regional
Product	Wood pellets	TW pellets	Wood pellets	TW pellets	Woodpellets	TW pellets	Wood pellets	TW pellets
Country	South Africa	South Africa	South Africa	South Africa	Baltic States	Baltic States	Germany	Germany
Transport to harbour	train	train	truck	truck	truck	truck	truck	truck
Production wood logs	0.0084	0.0087	0.0084	0.0087	0.0084	0.0087	0.0084	0.0087
Transport wood logs	0.0022	0.0023	0.0022	0.0023	0.0022	0.0023	0.0022	0.0023
Transport wood logs, return trip	0.0022	0.0023	0.0022	0.0023	0.0022	0.0023	0.0022	0.0023
Pellet production	0.0228	0.0214	0.0228	0.0214	0.0089	0.0084	0.0105	0.0099
Truck transport pellets to harbour	-	-	0.0059	0.0053	0.0023	0.0021	0.0012	0.0011
Truck transport pellets to harbour, return trip	-	-	0.0029	0.0026	0.0012	0.0011	0.0006	0.0005
Rail transport to harbour	0.0005	0.0004	-	-	-	-	-	-
Rail transport to harbour, return trip	0.0002	0.0002	-	-	-	-	-	-
Sea transport (oceanic)	0.0203	0.0182	0.0203	0.0182	-	-	-	-
Sea transport (oceanic), return trip	0.0021	0.0019	0.0021	0.0019	-	-	-	-
Sea transport (regional)	-	-	-	-	0.0051	0.0045	-	-
Sea transport (regional), return trip	-	-	-	-	0.0005	0.0005	-	-
Barge transport (inland)	0.0007	0.0006	0.0007	0.0006	0.0007	0.0006	0.0033	0.0029
Barge transport (inland), return trip	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0003
Total	0.060	0.056	0.068	0.063	0.032	0.031	0.029	0.028
Savings [%]	82%	83%	80%	81%	90%	91%	91%	92%



Patrig az ECN-ben



Patrig az ECN-ben



Biomass on feeding system



Fresh biomass



Fresh biomass



Torrefied biomass in full product collection vessel



Biomass sample



Torrefied biomass sample

TorrGAS

