

Energiatermelés?

Energia-átalakítás!

Nap	– hő
	– elektromos
	– kémiai
Kémiai	– hő
Hő	– elektromos
	Stb.

Az energia forrása:

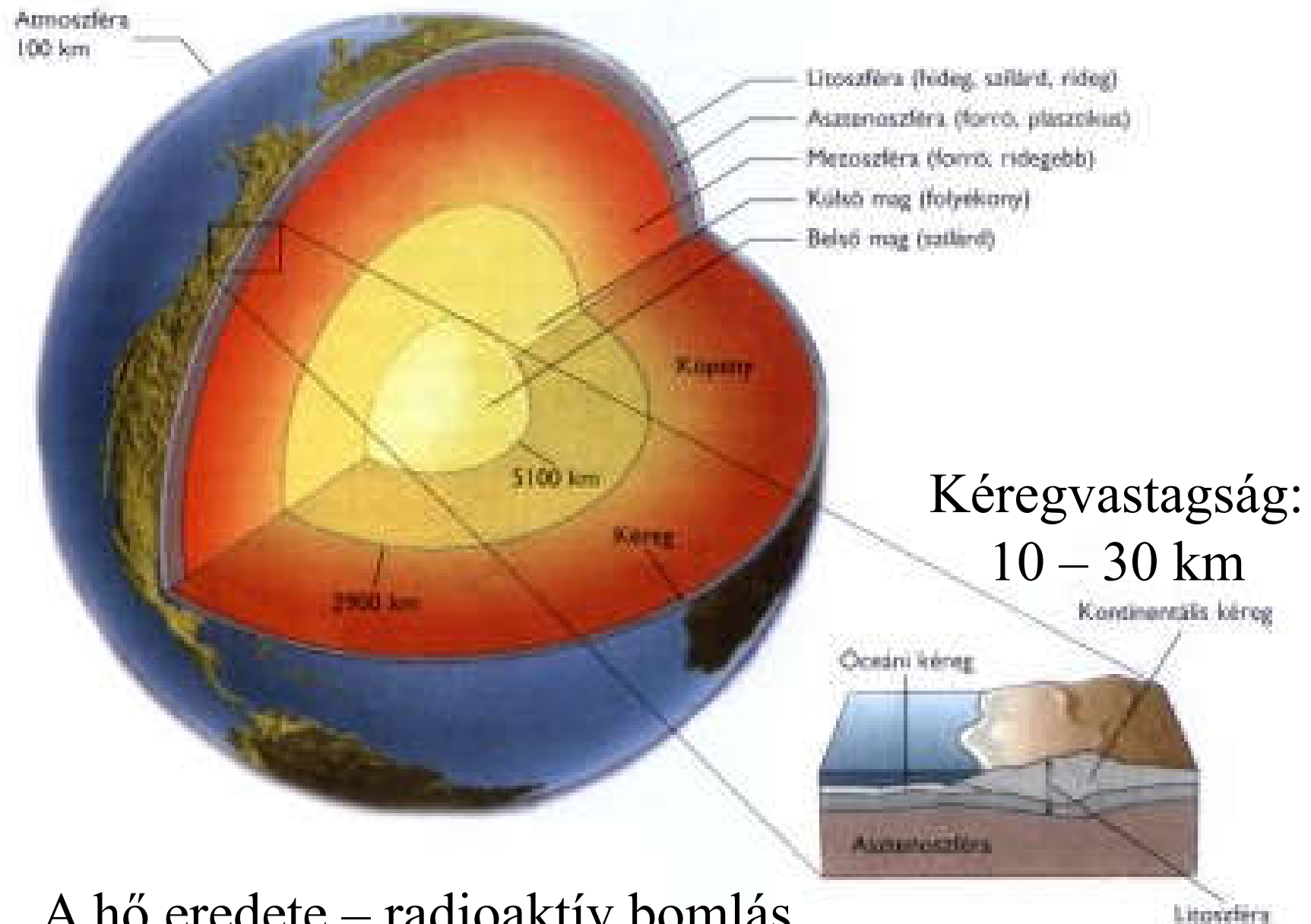
Nap

- Közvetlen
 - Fény
 - Hő (földhő)
- Közvetett
 - Víz
 - Szél
 - Fotoszintézis
 - Bioenergia
 - Fosszilis energiaforrások

Föld

- Atomenergia
- Geotermikus energia
- Kémiai energia
- Árapály
(Föld-Hold rendszer)

Geotermikus energia

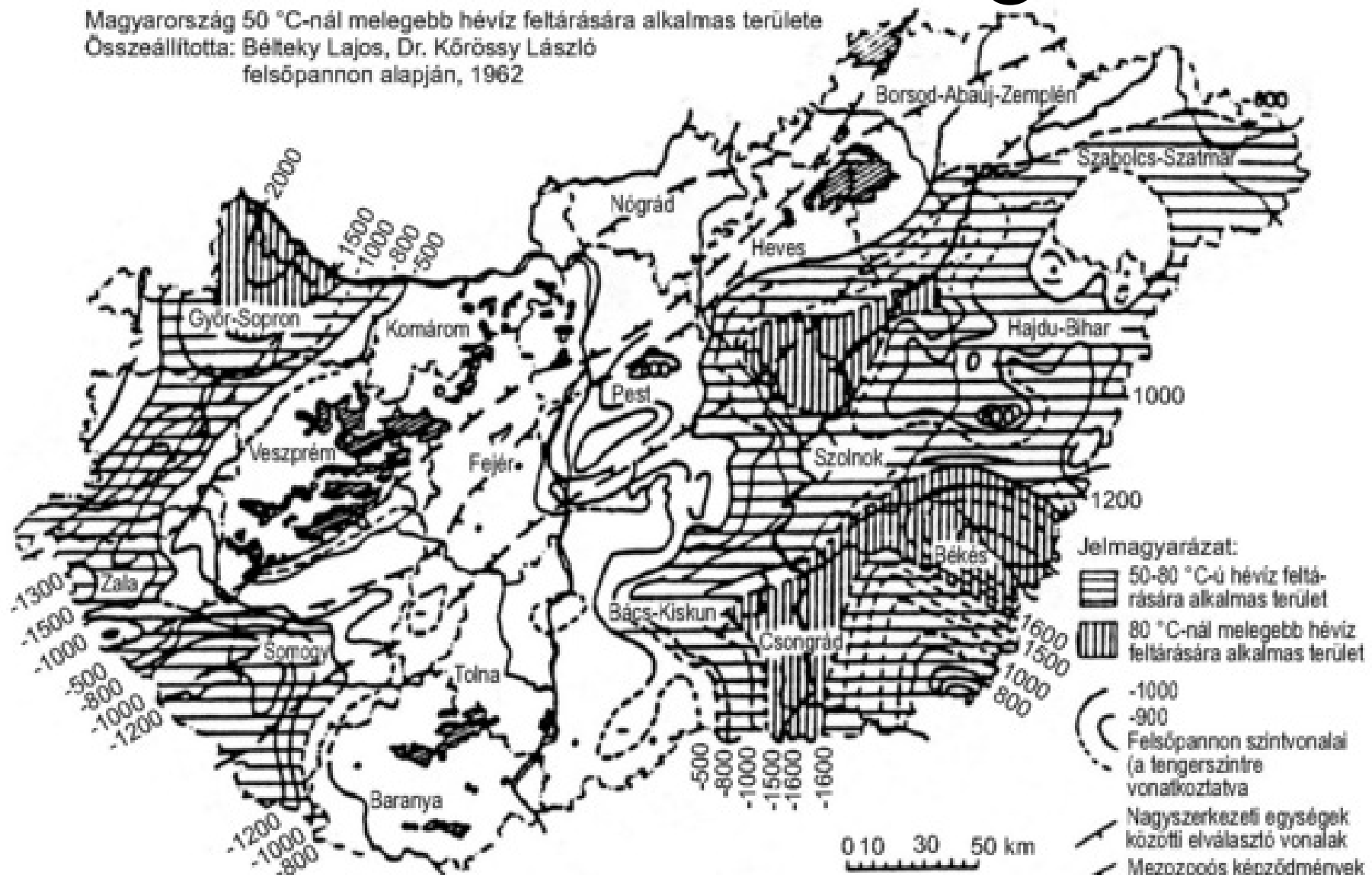


A hő eredete – radioaktív bomlás

Geotermikus energia

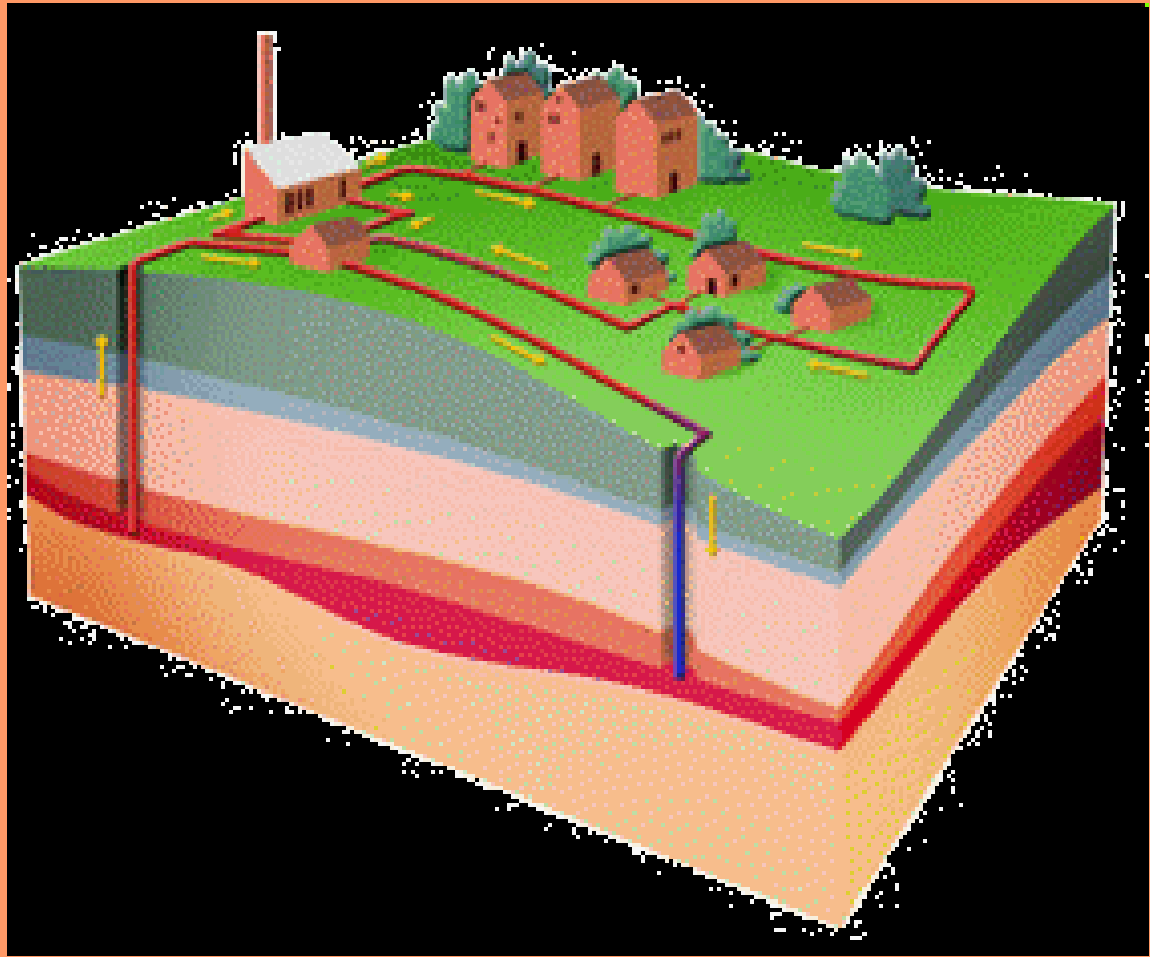
Magyarország 50 °C-nál melegebb hévíz feltárására alkalmas területe

Összeállította: Bélteki Lajos, Dr. Körössy László
felsőpannon alapján, 1962



A magyarországi átlagos geotermikus rádiens 5-7 Celsius-fok 100 méterenként. Ez a világ átlagos értékének 1,5-2-szerese.

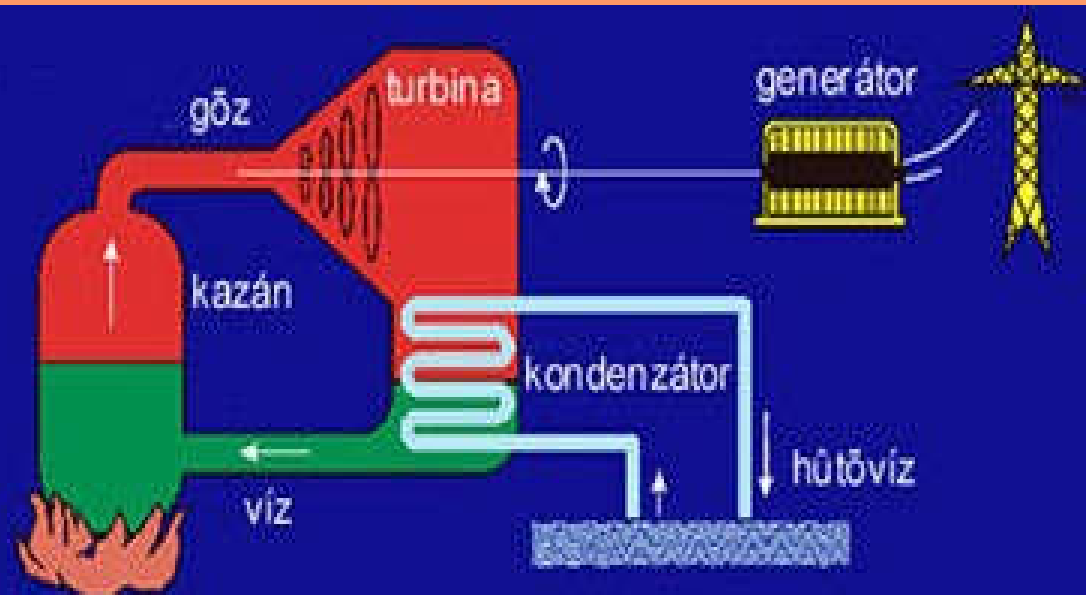
Geotermikus energia



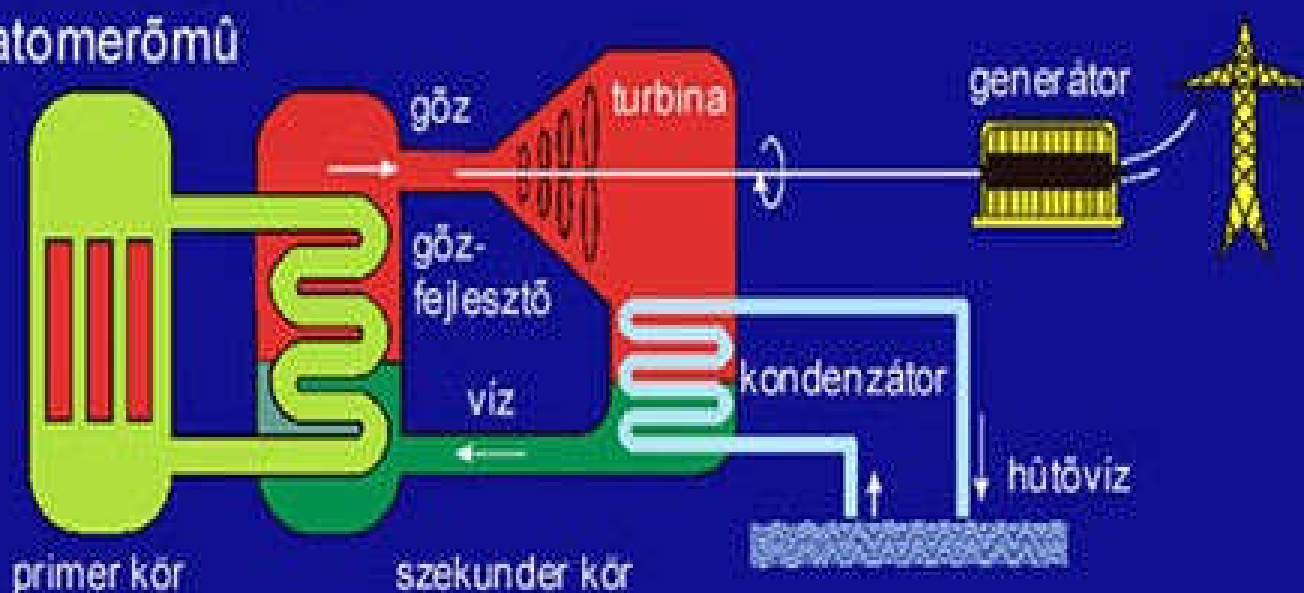
A radioaktív bomlásból származó hőenergia korlátlan, de a víz mint hordozó közeg nem – visszasajtolandó (probléma!)

Atomerőmű - hőerőmű

fosszilis
erőmű



atomerőmű

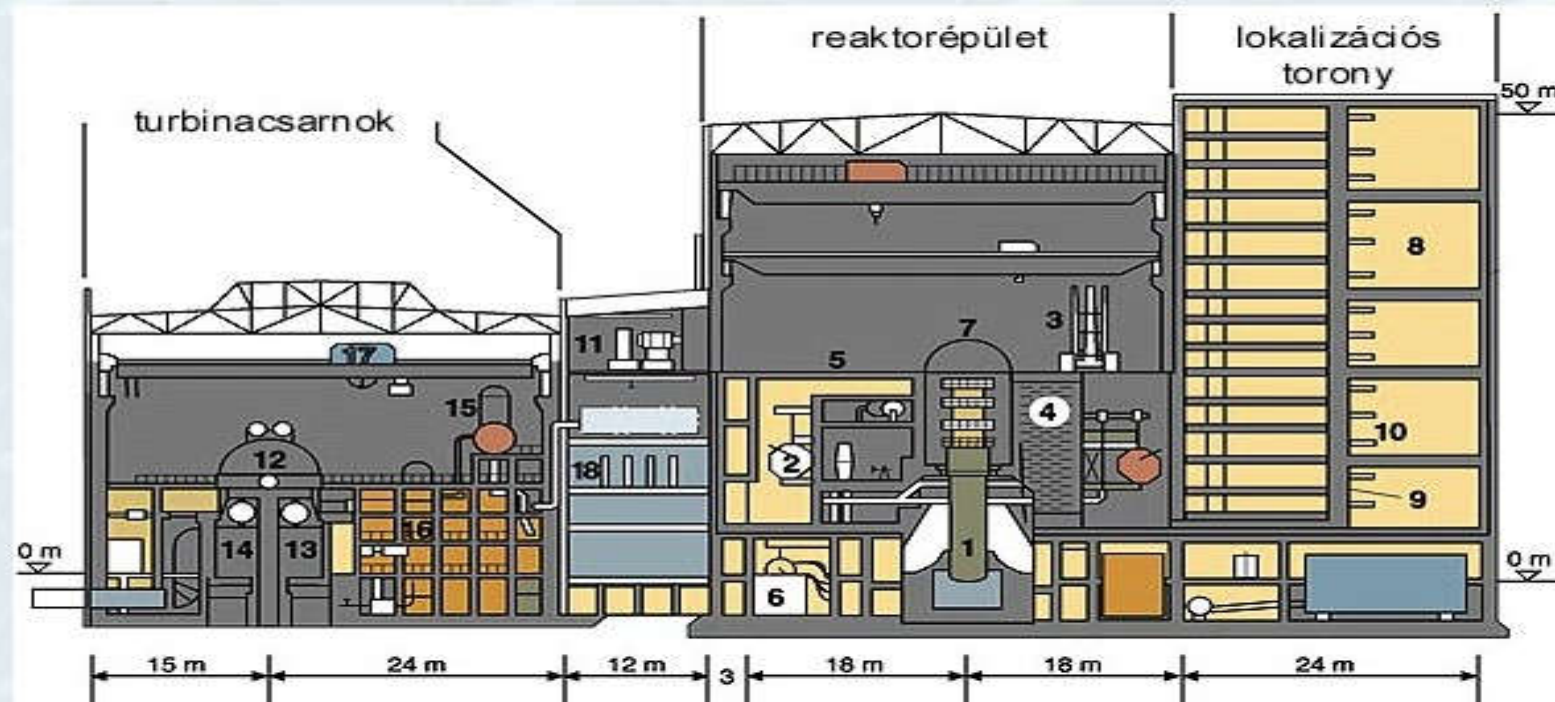


A nagy különbség a hagyományos hőerőmű és az atomerőmű között abban rejlik, hogy hogyan szabadítjuk fel a szükséges hőt. Fosszilis erőműben a kazánban szenet, olajat vagy gázt égetünk el, és a tüzelőanyag kémiai energiája alakul hővé. Atomerőműben viszont a maghasadásokból felszabaduló energiát hasznosítjuk.

A Paksi Atomerőmű

A paksi atomerőműben 4 darab VVER-440/213 típusú reaktor működik. Ezek a reaktorok a nyomottvizes reaktorok (PWR) csoportjába tartoznak. A név a "víz-vizes energetikai reaktor" orosz megfelelőjének rövidítéséből adódik, a "440" szám pedig arra utal, hogy egy ilyen atomerőművi blokk eredeti névleges villamos teljesítménye 440 MW volt. Ma ez a szám a különböző fejlesztéseknek köszönhetően az összes blokken 460 MW-ra és a 4. blokken 1999 óta 470 MW-ra nőtt. A paksi atomerőmű elektromos összteljesítménye így 1850 MW.

A reaktorok hőteljesítménye egyenként 1375 MW, ebből kiszámolható a hatásfok: kb. 34%.

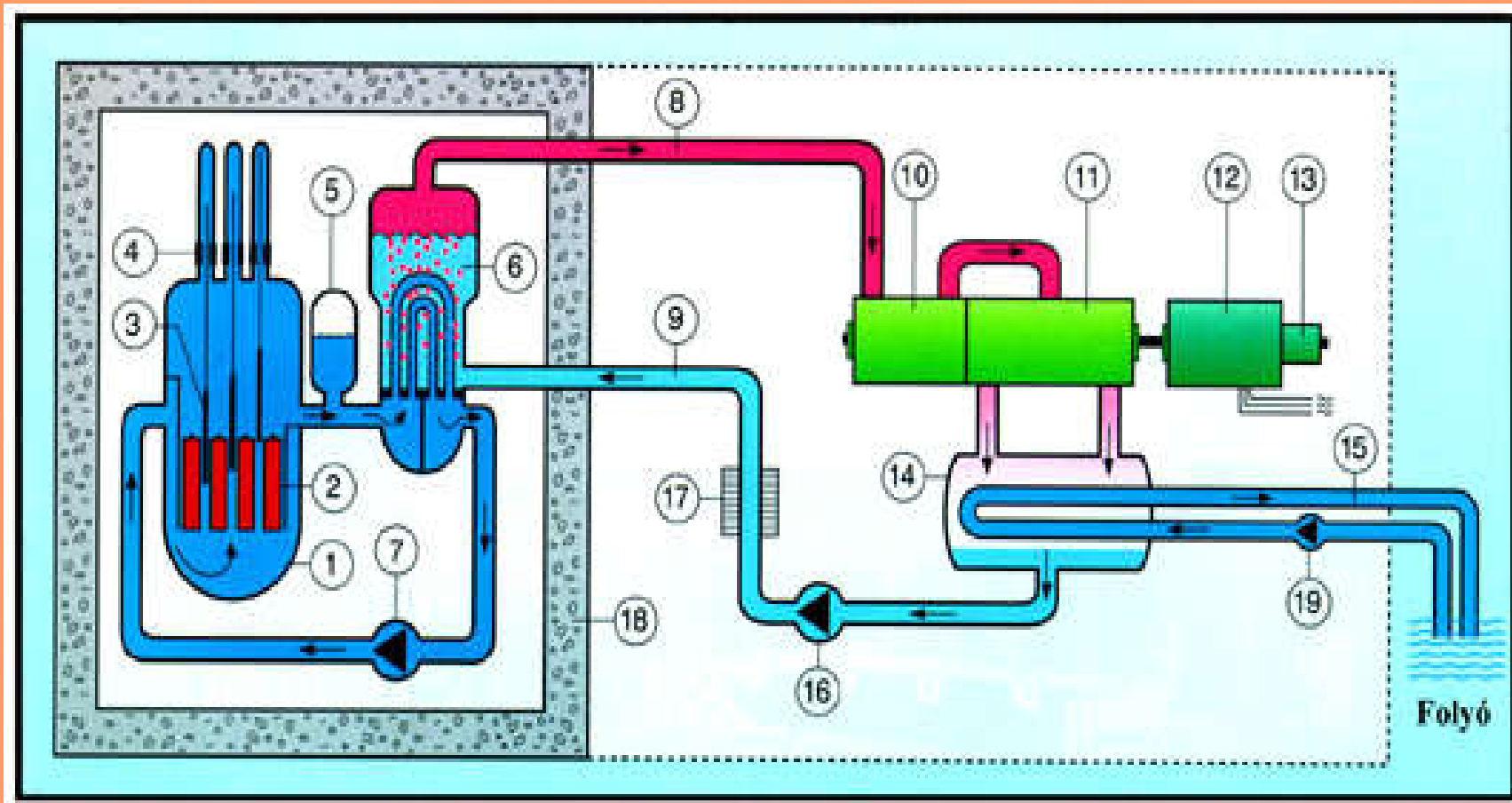


- | | | |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 Reaktortartály | 2 Gőzfejlesztő | 3 Átrakógép |
| 4 Pihentető medence | 5 Biológiai védelem | 6 Kiegészítő tápvízrendszer |
| 7 Reaktor | 8 Lokalizációs torony | 9 Buborékoltató tálcák |
| 10 Légcsapda | 11 Szellőző | 12 Turbina |
| 13 Kondenzátor | 14 Turbinaház | 15 Gáztalanítás tápvíztartály |
| 16 Előmelegítő | 17 Turbinacsarnok daruja | 18 Szabályzó és műszer helyiségek |

A Paksi Atomerőmű



- **A NYOMOTTVIZES REAKTOROK ELVI FELÉPÍTÉSE**

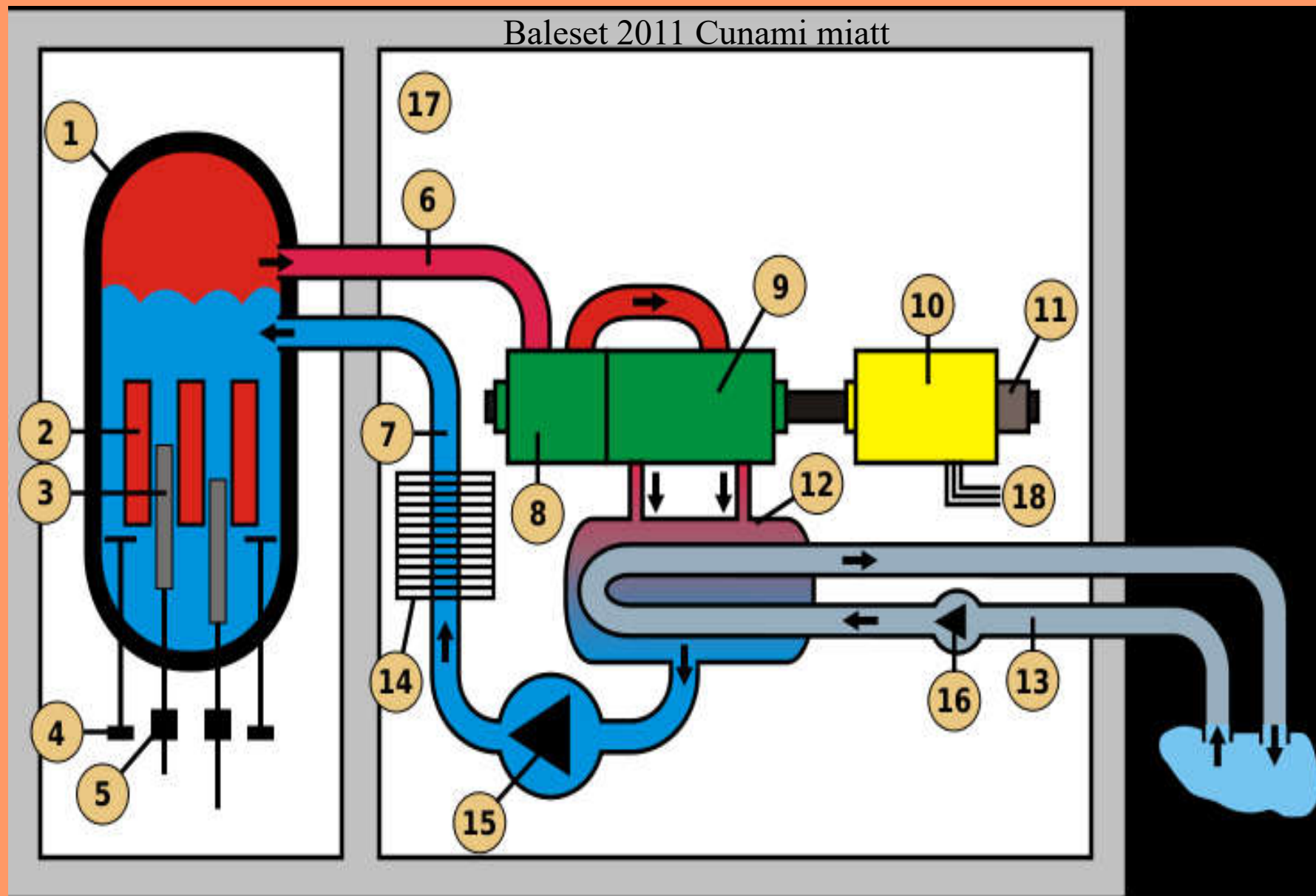


1 Reaktortartály
2 Fűtőelemek
3 Szabályozó rudak

8 Frissgőz
9 Tápvíz
10 Nagynyomású turbina

14 Kondenzátor
15 Hűtővíz
16 Tápvíz szivattyú

Fukushima - forralóvizes reaktor



Pihentetőtartály (2003 Paks) hűtéskimaradás – fűtőelem sérülés

Urándúsítás

A természetes urán túlnyomórészt ^{238}U -ból áll, és csak 0.71%-a a termikus neutronokkal "hasítható" ^{235}U . Ezzel az izotópösszetétellel csak nehézvíz- vagy grafitmoderátor alkalmazásával valósítható meg az önfenntartó láncreakció: a könnyűvízben lévő hidrogén túl sok neutronot nyel el. A megoldás az izotópdúsítás: meg kell növelni a 235-ös uránatomok részarányát a 238-as "rovására". A legelterjedtebb, könnyűvíz moderátoros atomerőművek üzemanyaga enyhén dúsított (2-4 % ^{235}U) uránt tartalmaz.

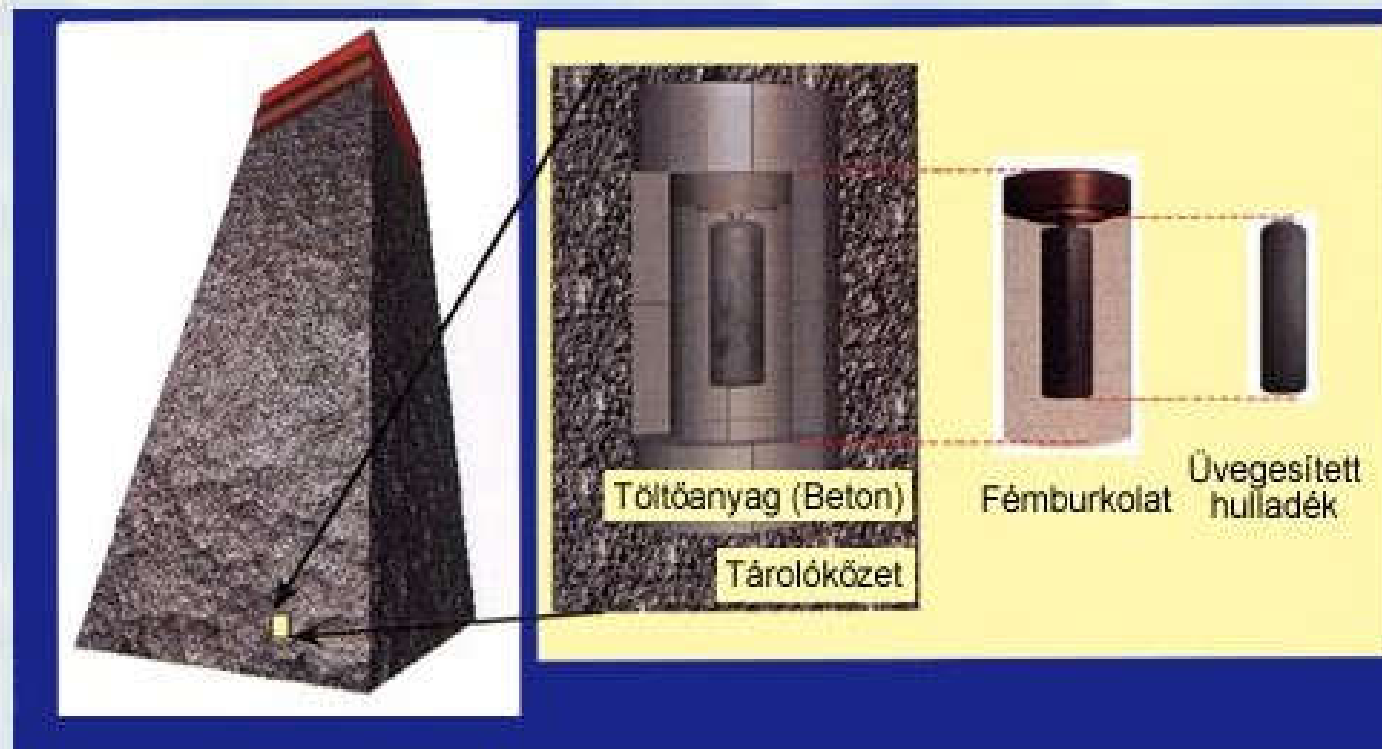
Az izotópdúsításra több módszert is kifejlesztettek, a két legelterjedtebb a gázdifúziós és a gázcentrifugás eljárás. Közös jellemzőjük, hogy uránium-hexafluoridot használnak fel, és az uránizotópok közötti tömegkülönbséget használják ki. Mivel ezekkel a módszerekkel kis hatékonysággal választhatóak szét az izotópok (a relative kicsi, 0.86%-os tömegkülönbség miatt), ezért kaszkád rendszerben több egységet kapcsolnak egymás után.



Dúsítómű madártávlatból

Hulladékelhelyezés

A feldolgozott hulladékot úgy kell elhelyezni, hogy hosszú ideig megbízhatóan el legyen zárva minden élőlénytől, környezeti hatástól és talajvíztől. Erre a célra olyan talajvízmentes geológiai képződményeket kell találni, amik földtörténeti korokon keresztül változatlanok maradtak. Egyik lehetőség ilyen célra egy sóbánya: ha van só, biztos hogy nincs víz a közelben, és ha a sóréteg összefüggő, biztos, hogy földrengés sem veszélyezteti a környéket.

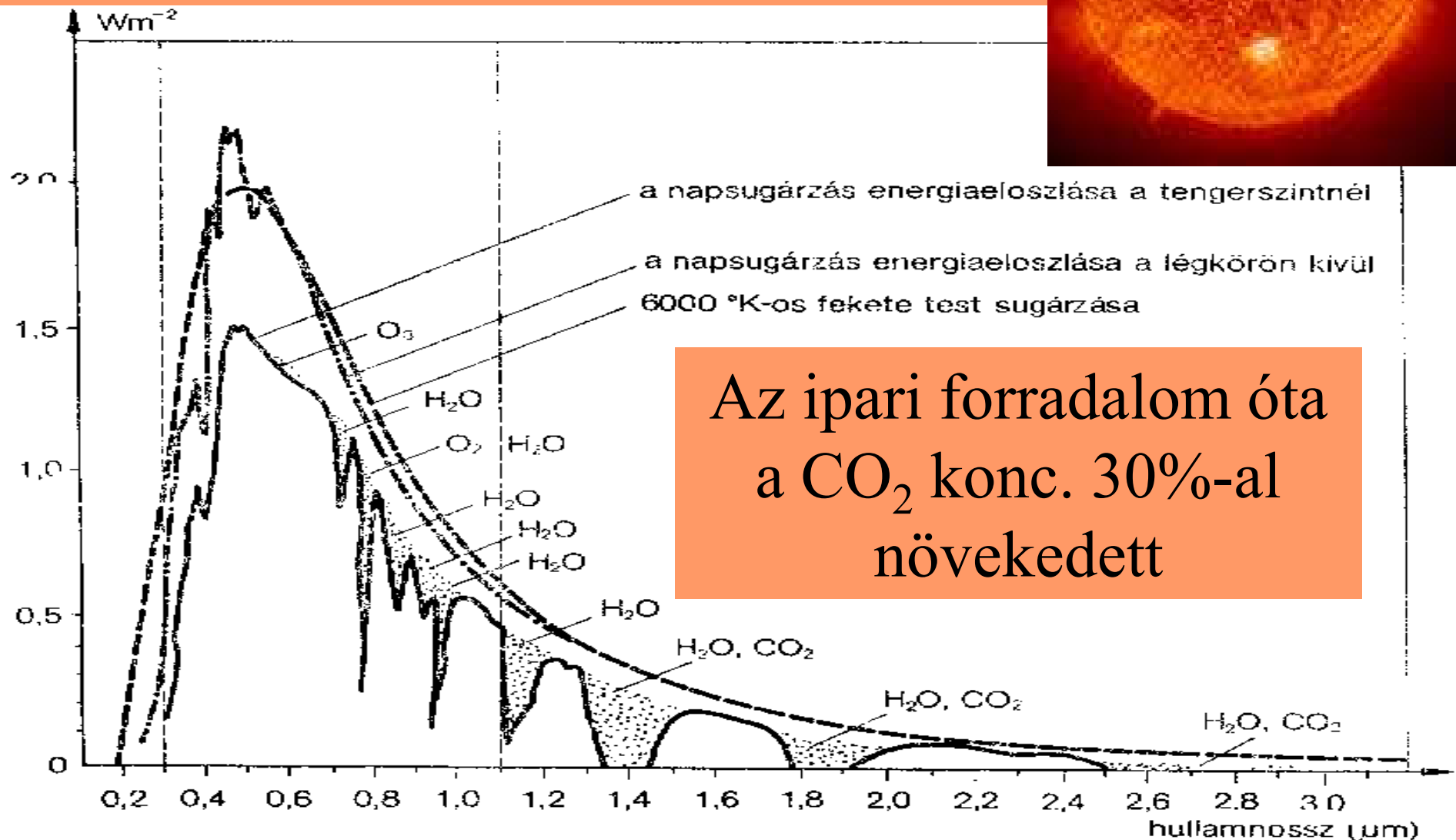
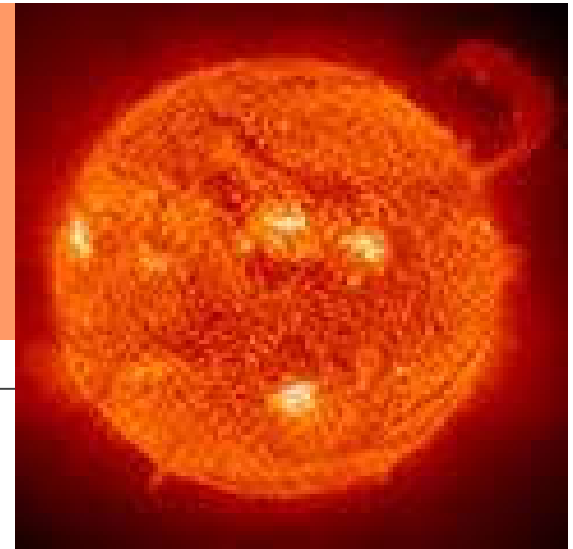


A végső elhelyezésnél is érvényesül a reaktoroknál megismert "mélységi védelem" elve. A hulladékot többszörös túlbiztosítással (matrjoska-baba szerűen) helyezik el a földkéregben. A radioaktív anyagok így visszakerülnek oda, ahonnan az uránércet a folyamat elején kinyertük.

Napenergia

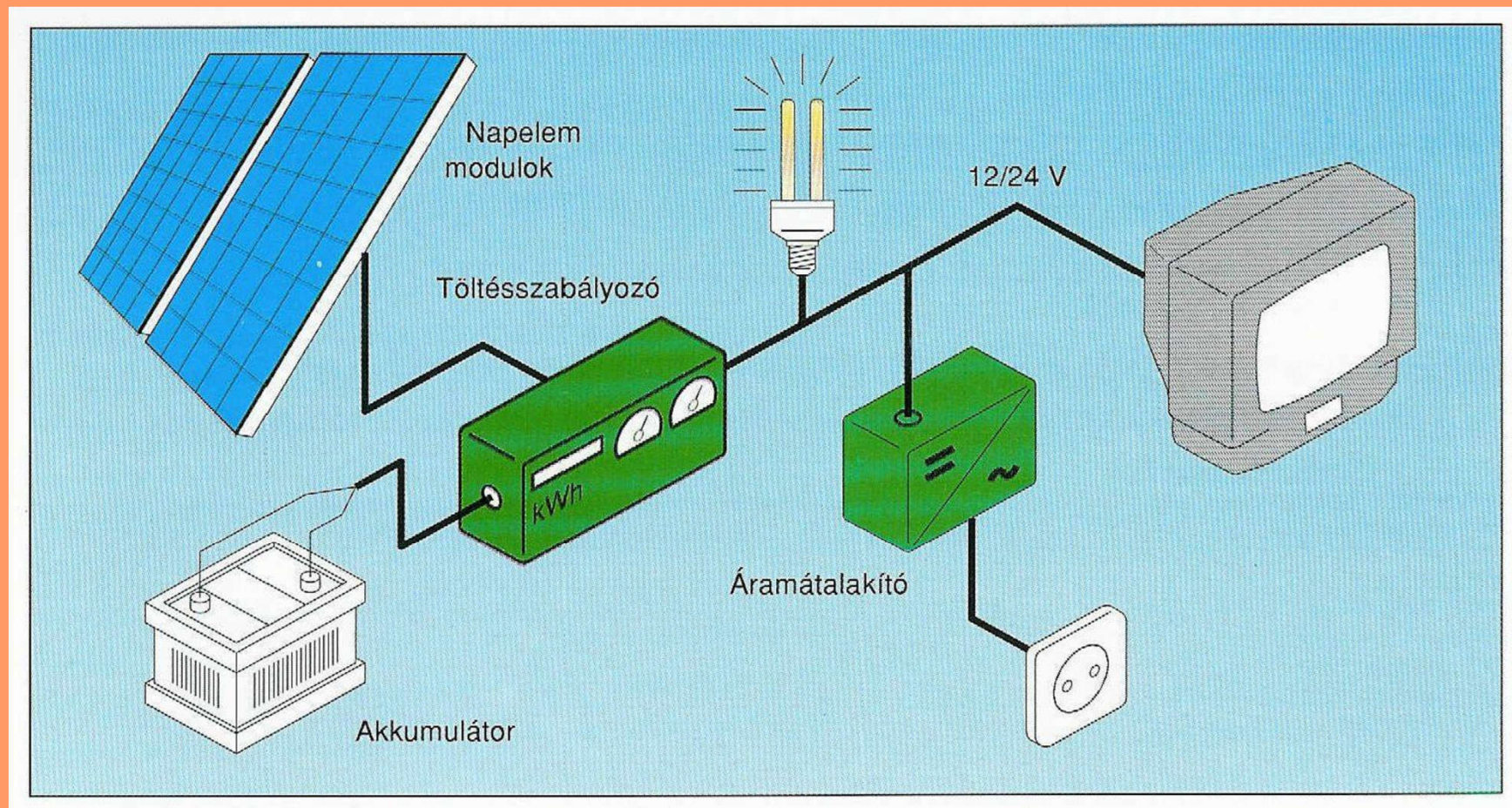
Magfúzió - Fotoszféra $\sim 6000\text{ K}^\circ$

Földre jutó energia – $1,4\text{ kW/m}^2$



Az ipari forradalom óta
a CO₂ konc. 30%-al
növekedett

Fotovillamos rendszer



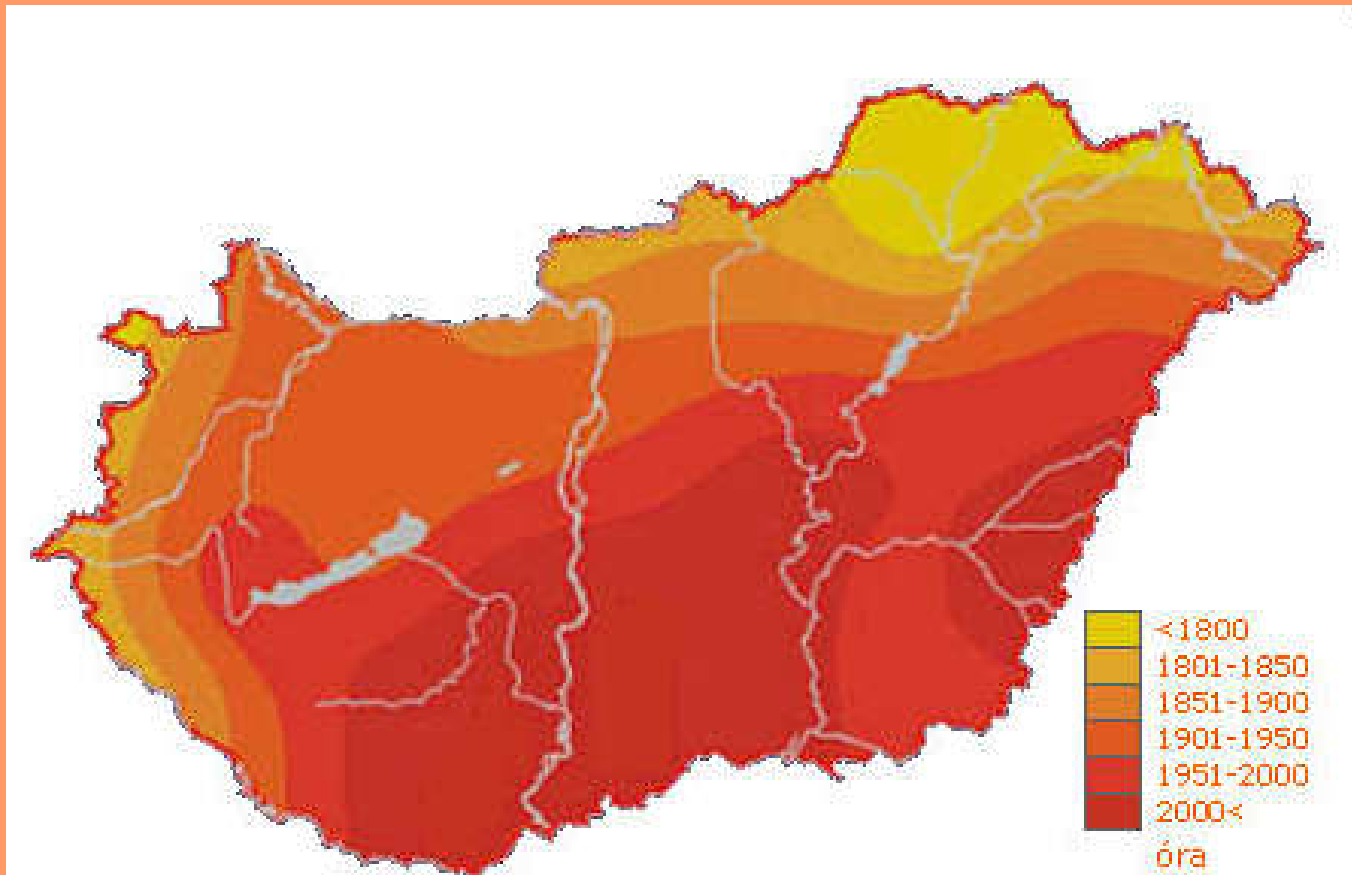
Gödöllői fotovillamos erőmű 10 kW - Fizika Tanszék
Félvezető napelemek a C kollégium tetején 2005

Napelem - előnyök/hátrányok

- A napenergia szabadon, bárki által hozzáférhető!
- Csökkenti az energiafüggőséget.
- A cellák gyártása munkahelyet teremthet.
- Az energiatermelés nem jár veszélyes anyagok szállításával.
- Nincs zaj és légszennyezés.
- Karbantartási igény minimális, karbantartási időszak hosszú.
- Szigetüzemben és hálózatra kapcsoltnak is üzemeltethető.
- Az elektromos energia termelési és felhasználási csúcsai eltérnek: Kiegészítő jól szabályozható erőmű szükséges (gáz), vagy megoldandó az energiátárolás
- A félvezető cellák előállítása meglehetősen drága.
- A gyártás energiaigényes.
- Gyártás és leszerelés: veszélyes hulladékok keletkeznek.

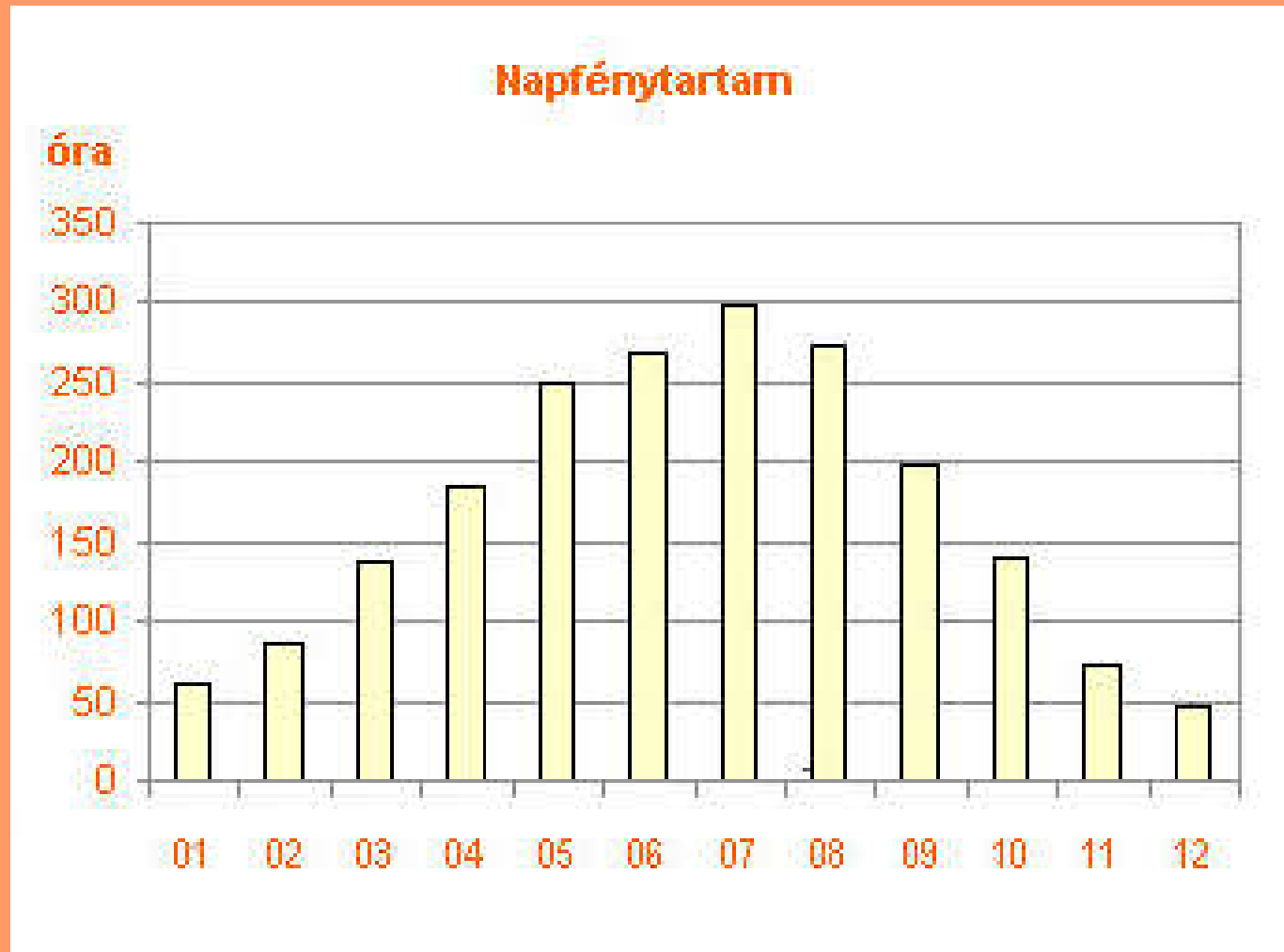
Napenergia

- Egy év napsugárzás = 30 * Föld készénkészlete
- A jelenlegi energiaigény a napenergia 0,003 %-a
- **Magyarország** területén a **napfénytartam** éves összege átlagosan 1750-2050 óra között



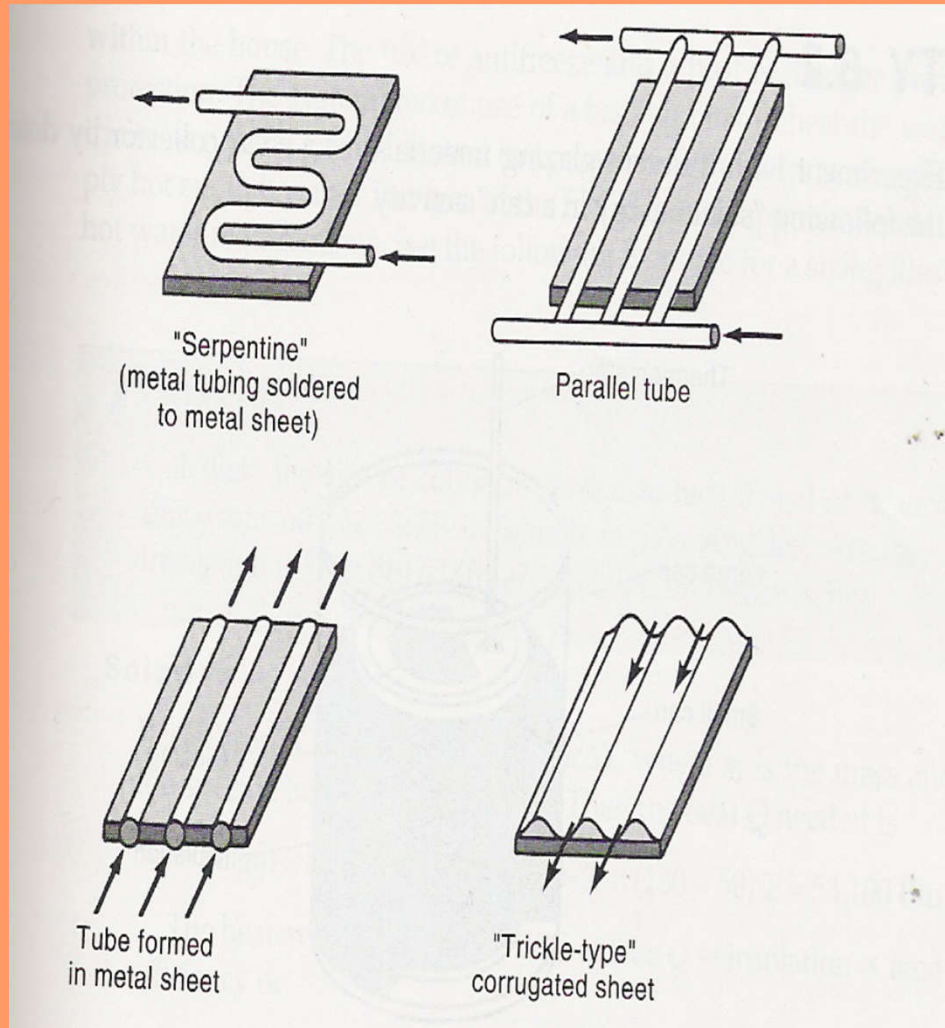
Napenergia

- **Magyarországon** 1000-1350 W/m²-es energia-intenzitás.
Pl. Budapest déli részén ez 1200-1250 W/m²



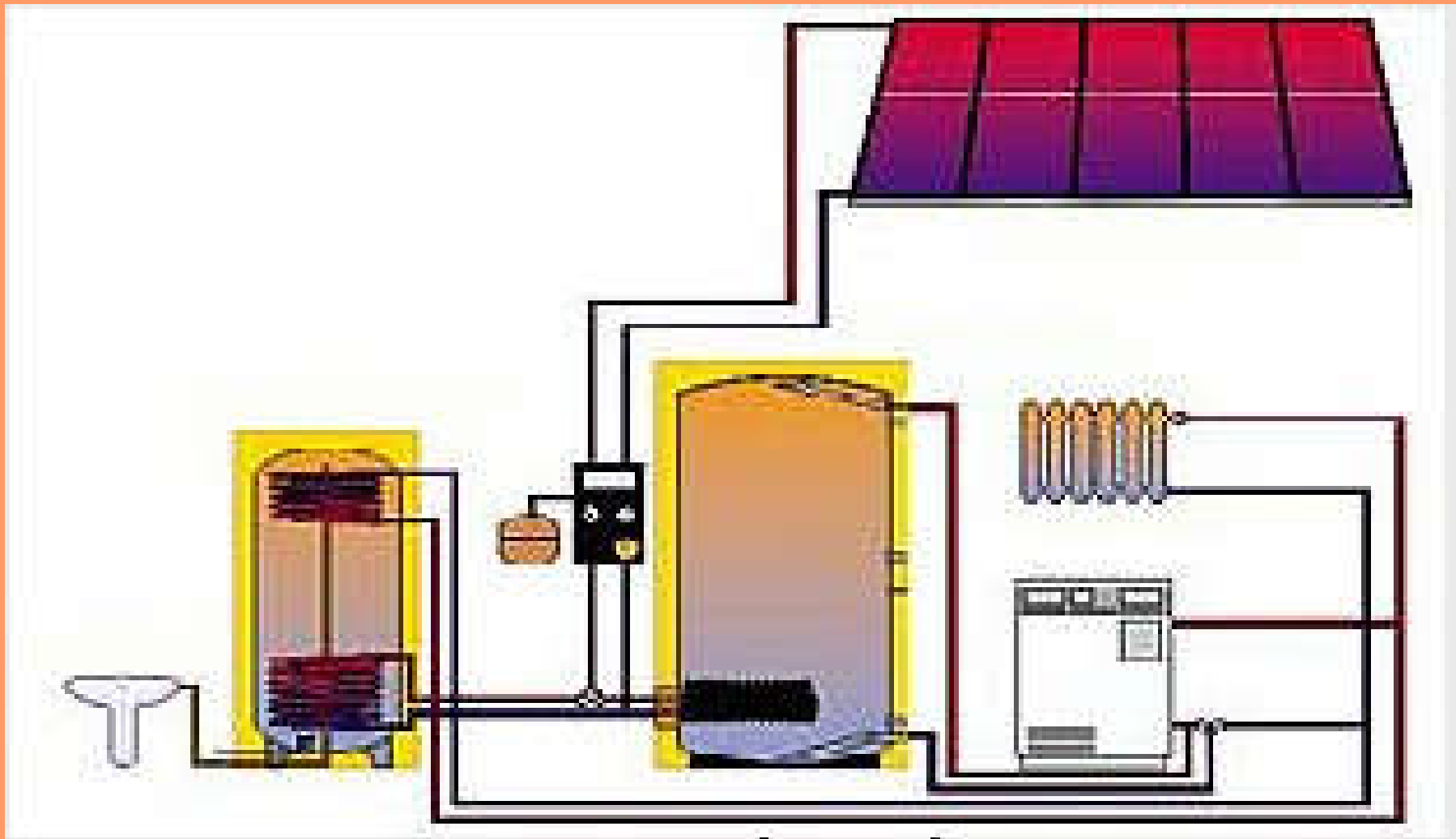
A napsütéses órák átlagos havi értékei Magyarországon

Napkollektorok



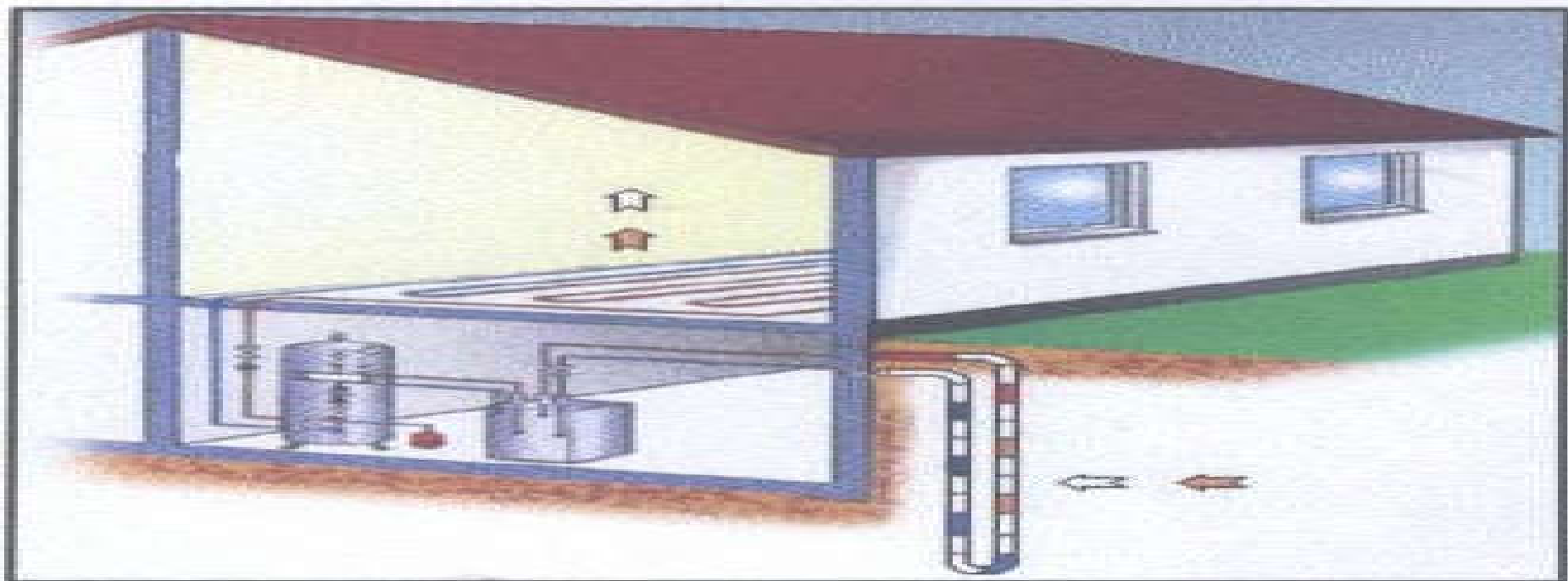
- Abszorber: vékony fekete fémlemez.
- A csövekben folyadék kering, mely elszállítja a hőt.
- Vákuumcsöves télen is használható. Kettősfalú cső. (A koncentrikus csövek közti térben a hőszigetelő a vákuum)

Napenergia – napkollektor rendszer



Napenergia - Földhő (pince-”meleg”)

éves átlaghőmérséklet 11-13 C-fok - hőszivattyú



rást jelent. Nekünk csupán annyit kell tennünk, hogy felhasználjuk ezt az energiát.

A hőszivattyú a hűtőgéphez hasonló elven működő berendezés, amely a környezet energiájának elvonásával képes fűteni, hűteni, melegvizet előállítani. A szükséges fűtési energia 50-80%-át ingyen a talajból, levegőből, talajvízből vagy más hőtároló közegből lehet megszerezni. (A maradék rész elektromos áramként a kompresszor meghajtásához szükséges.)

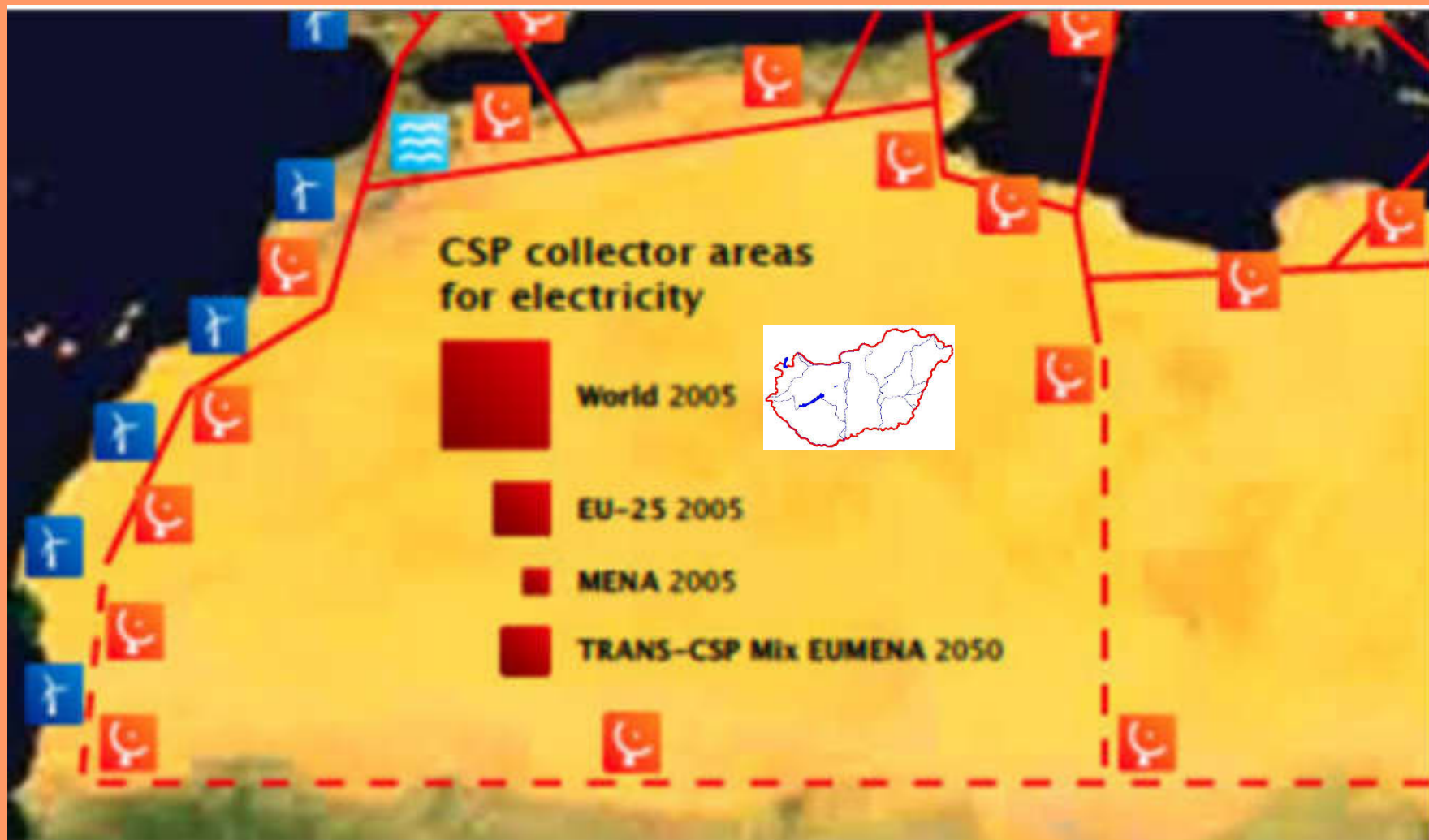


**Teafőzés
Nepálban
a Mount
Everest
tövében**

A világ legnagyobb naperőműve Kalifornia
392 MW, 1600 ha 300 000 2x3 m-es számítógépvezérelt tükör



Napenergia tervek



Energiaigény fedezésére szükséges területek a Szaharában

MENA: Közel-Kelet+Eszak-Afrika

Tervezett 100 GW Naperőmű (TRANS-CSP Mix EUMENA 2050)

Napenergia tervek



100 gigawattos erőmű legalább 400 milliárd Euró

Desertec Foundation, Siemens, Deutsche Bank, RWE, Eon
Nagyfeszültségű távvezetékek Európába. Éjszakára hőtárolás.

Helyi mezőgazdasági fejlesztés

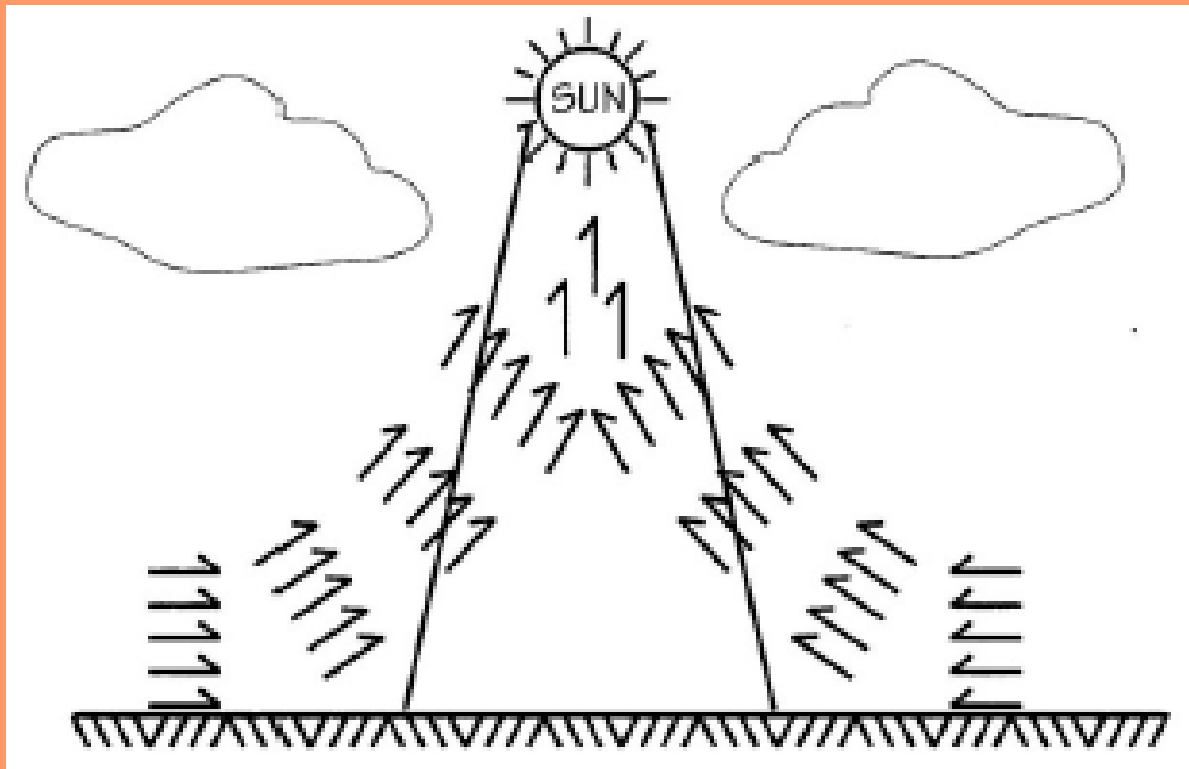
Probléma – politikailag instabil államok

Napsugárzás – „kicsi” ($1,4 \text{ kW/m}^2$) energia sűrűség
Egy érdekes megoldás: Napkémény (hőtároló a talaj)

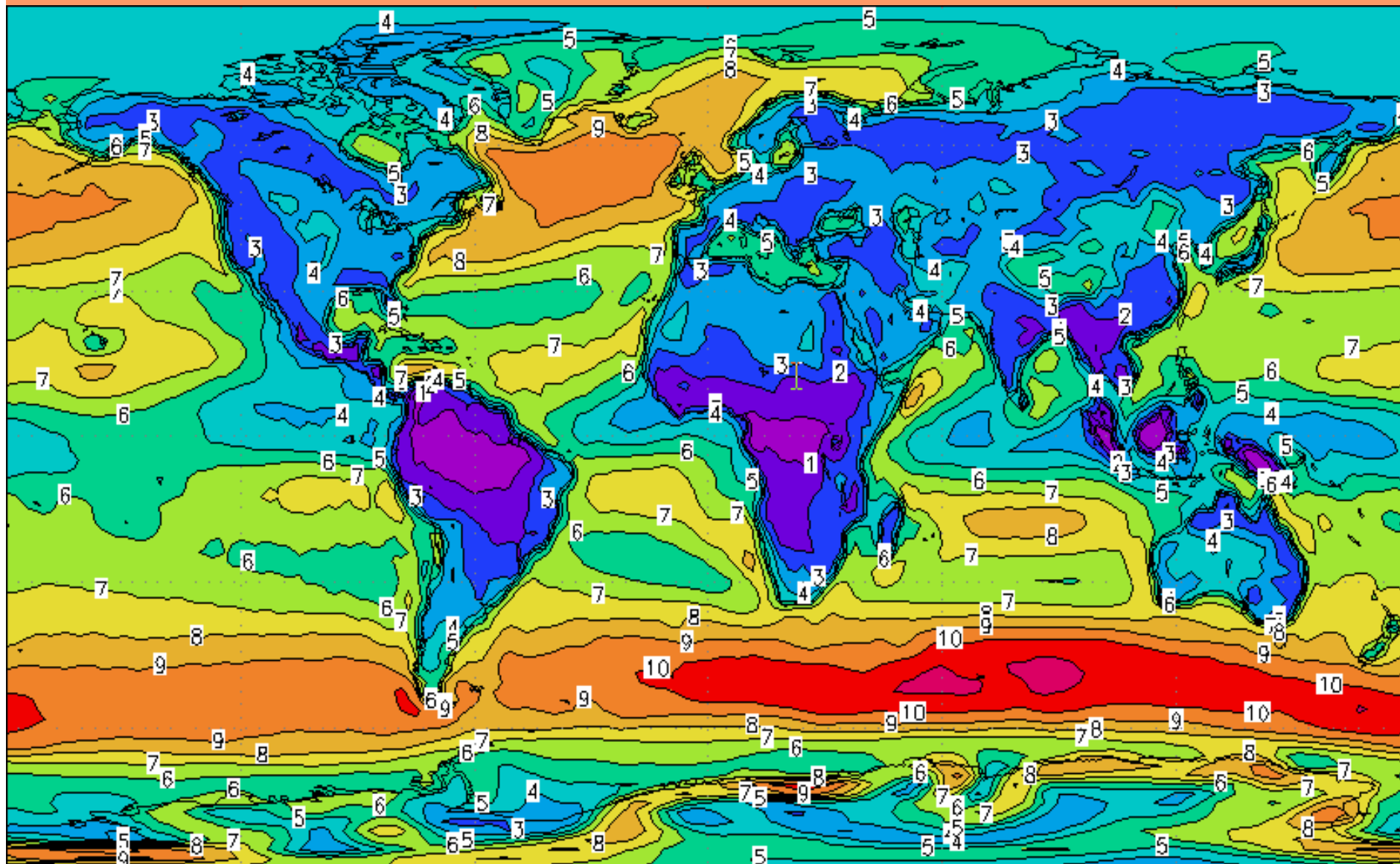


Szél mint energiaforrás

- **Mi a szél?**
- A levegő megközelítőleg horizontális mozgása a szél, amit a föld felszínén létrejövő hőmérsékletkülönbségek okoznak.



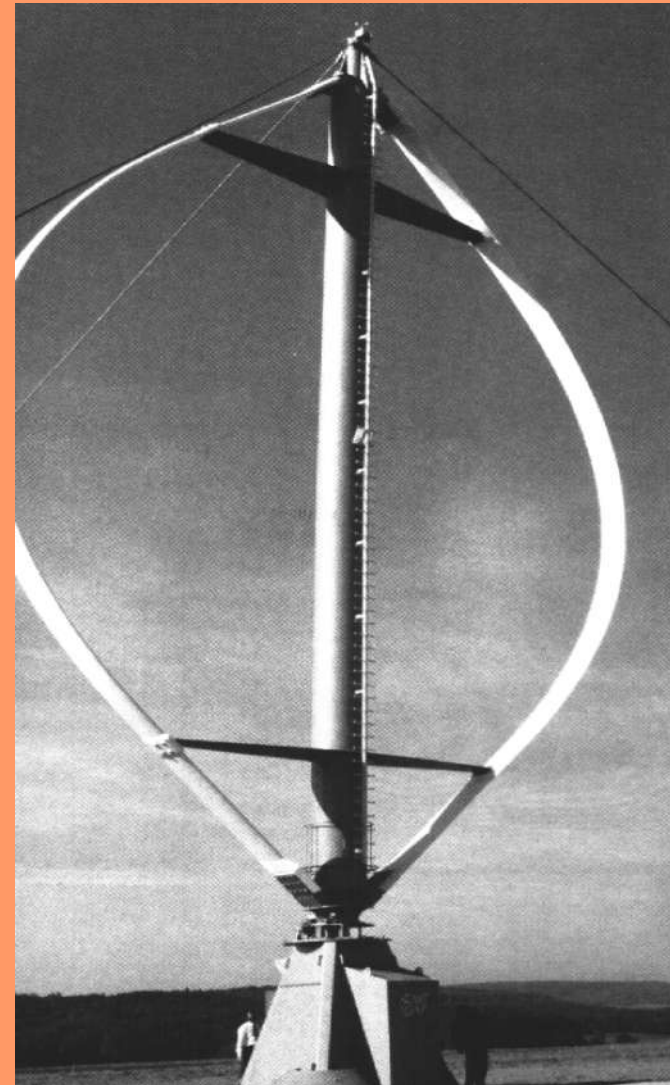
Szélesség eloszlása a világon

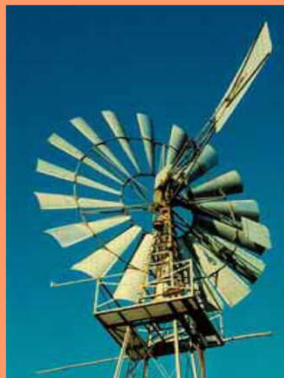
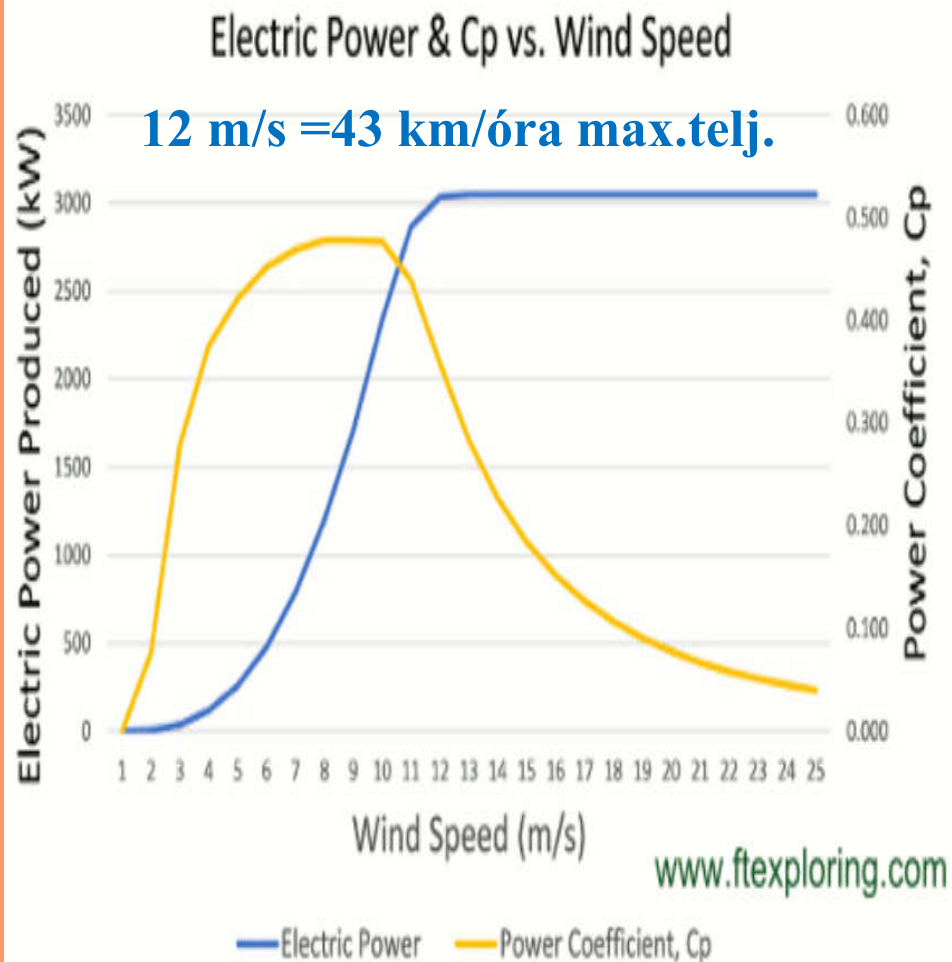
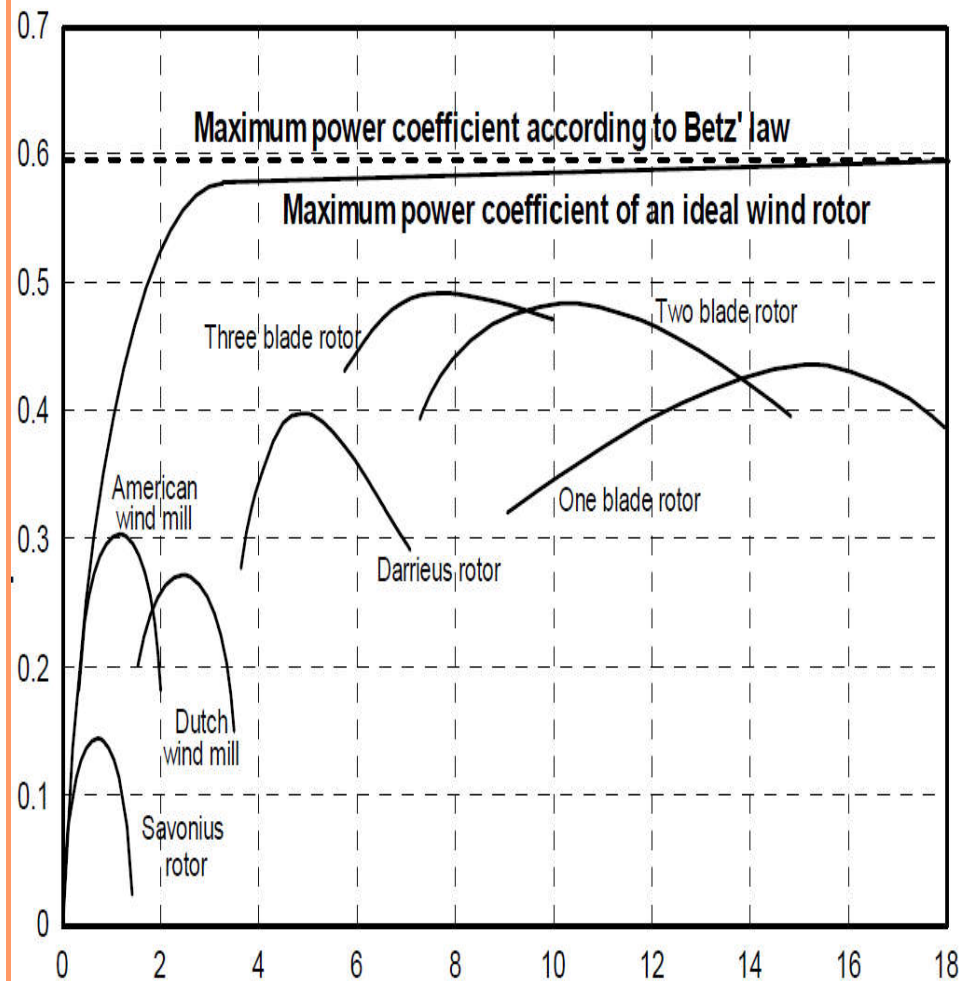


átlagos szélesség m/s, 10 m magasságban, 1976-1995

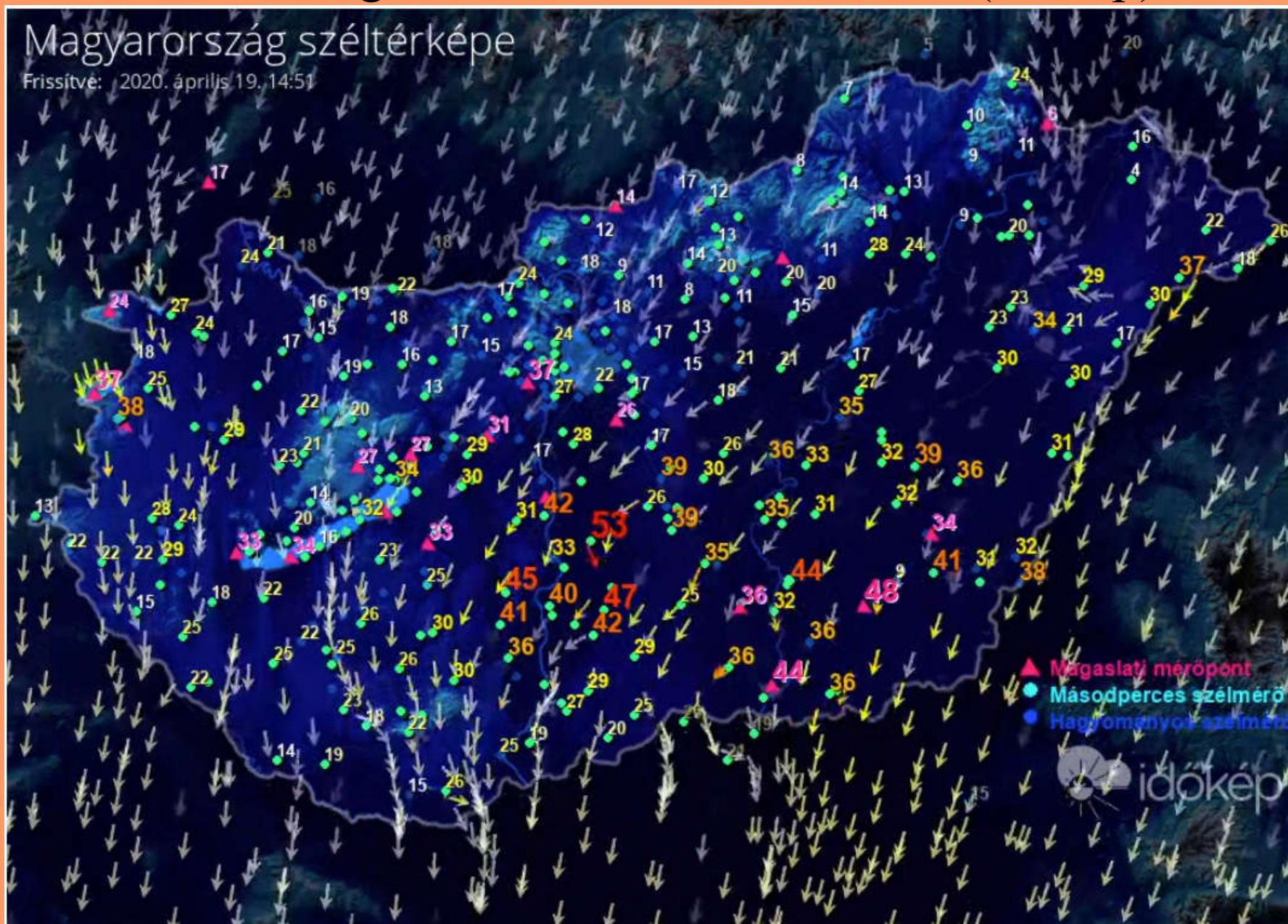
Szélenergia-átalakítók

vízszintes tengelyű gépek függőleges tengelyű gépek





Szélesebesség km/óra 2020.04.19. 14:51 (időkép)



A piros színű számokkal jellemzett területeken maximális elektromos kapacitás lehetséges

Napenergia - Szél



Szélerőművek Magyarországon



Tervezett szélerőművek

Napenergia - Szél

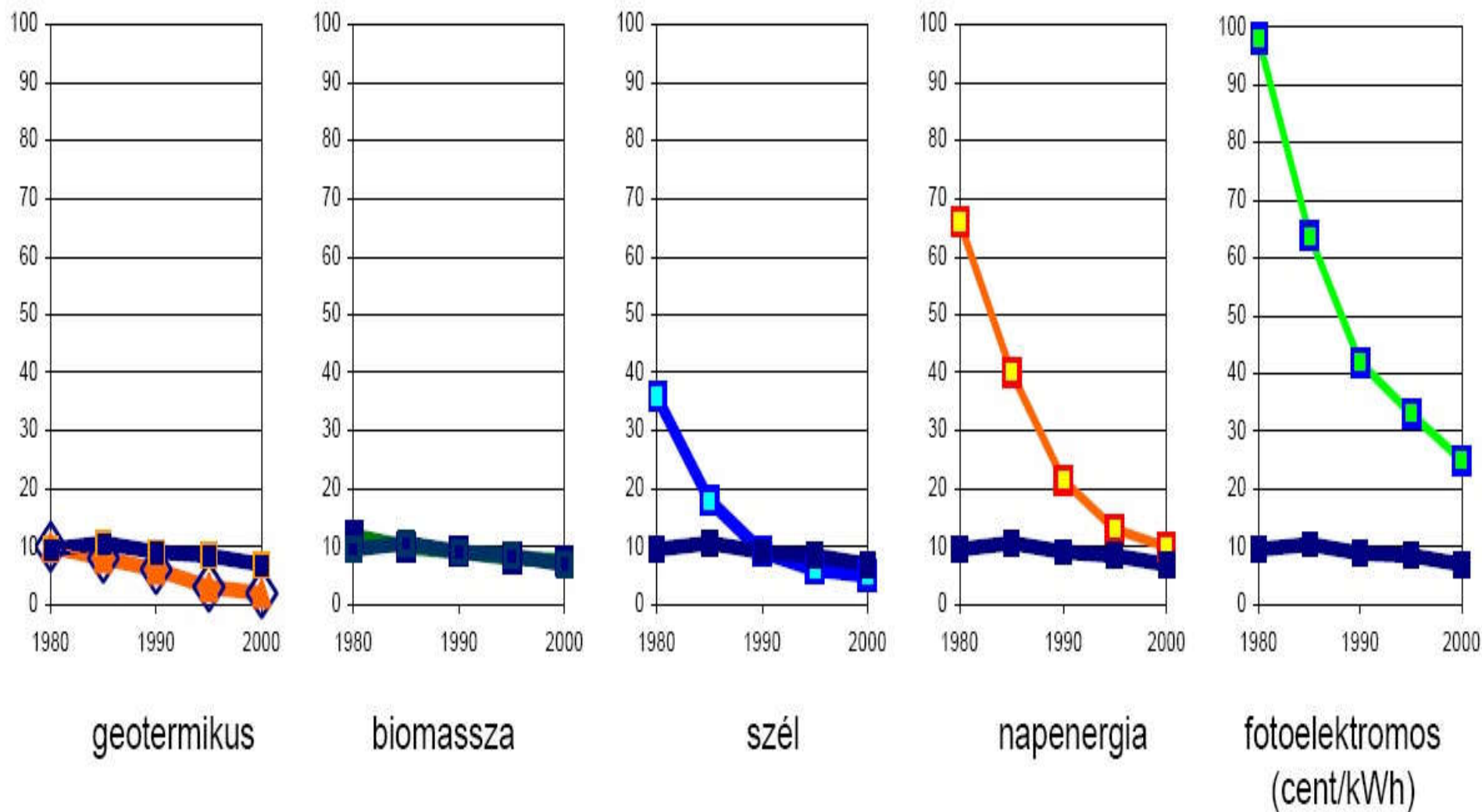


800 KW
Erk
Heves m.
250 mFt



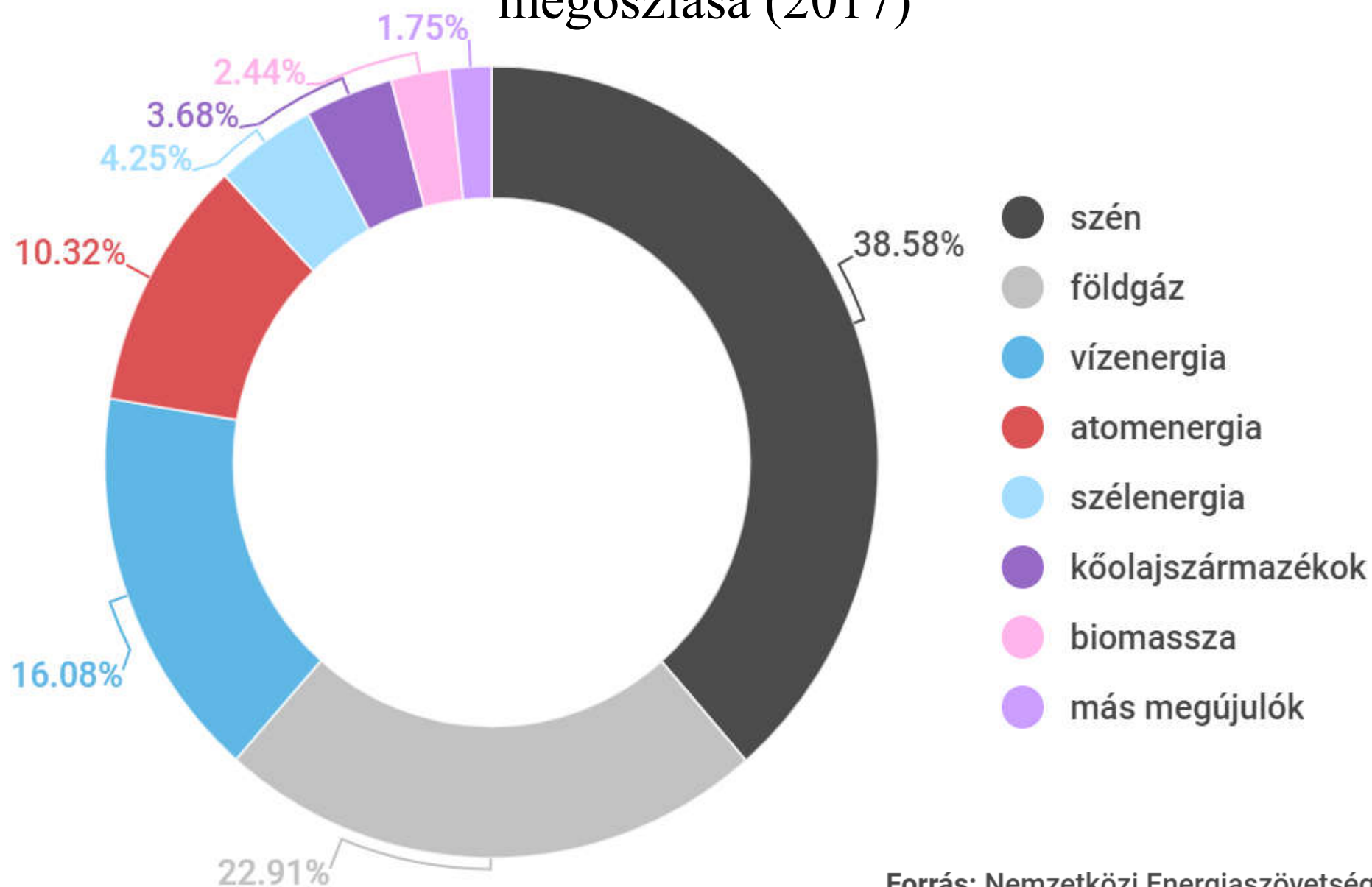
Alternatív energiák ára összehasonlítva foszilis eredetű energiáéval

- Az energiaárak alakulása 1980 óta



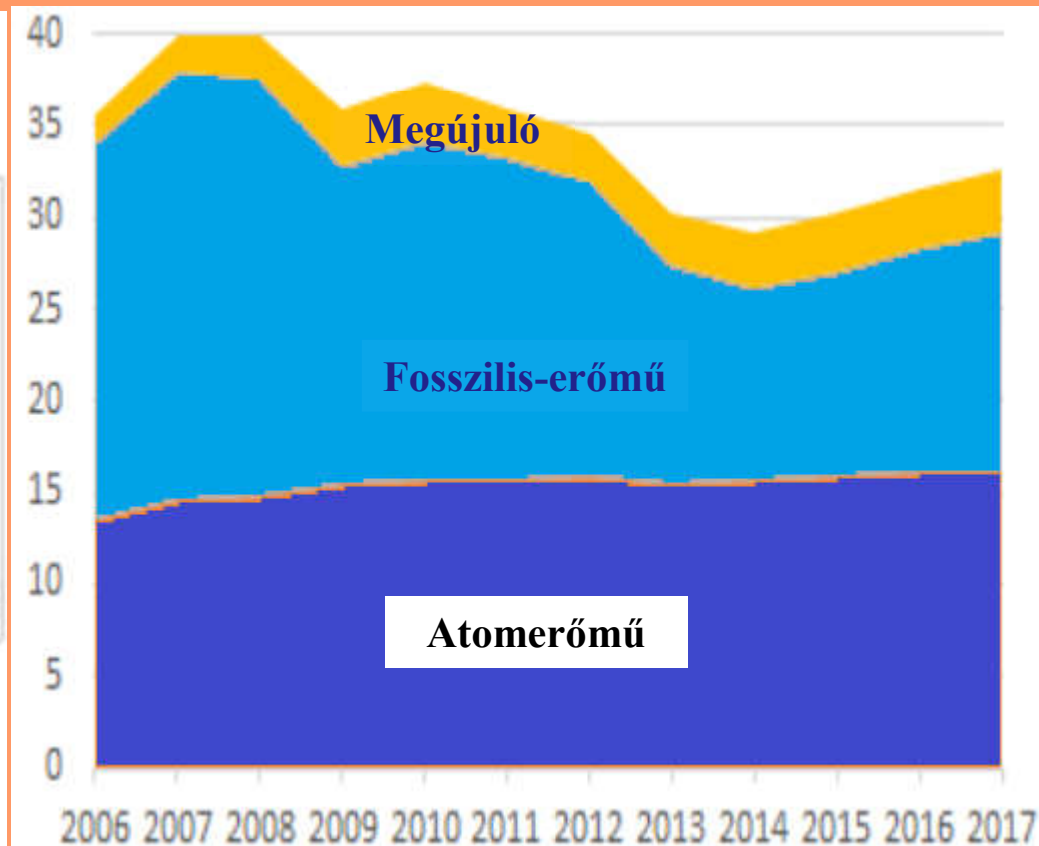
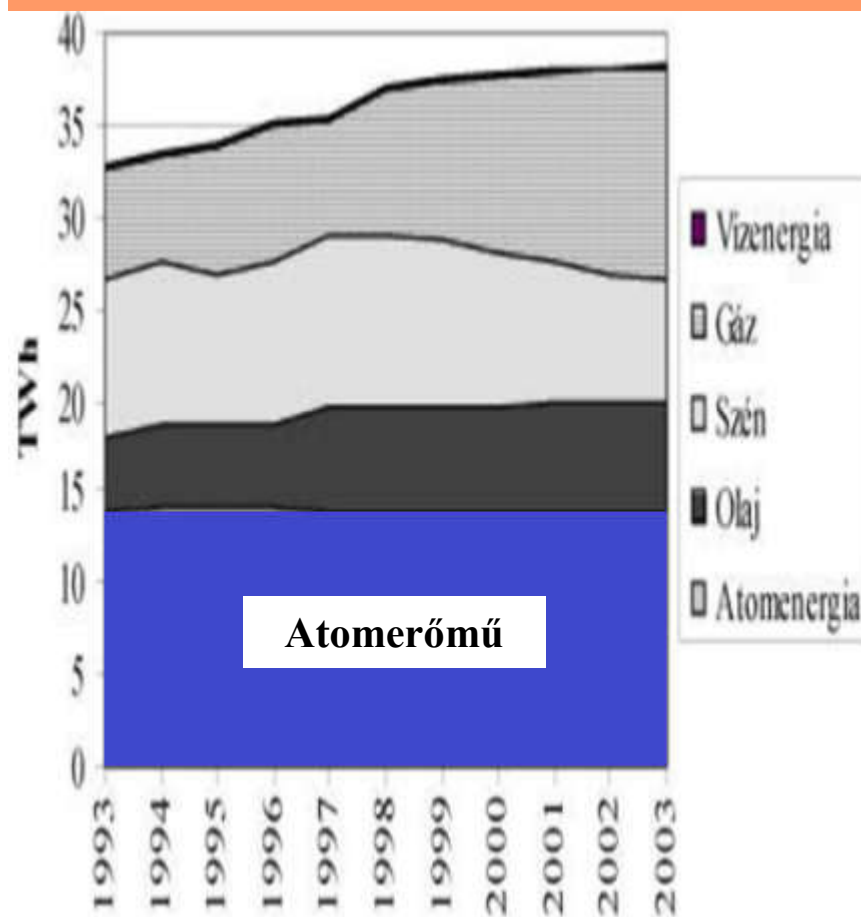
— : Foszilis energiahordozók

A globális villamosenergia-termelés energiaforrásainak megoszlása (2017)



Forrás: Nemzetközi Energiaszövetség

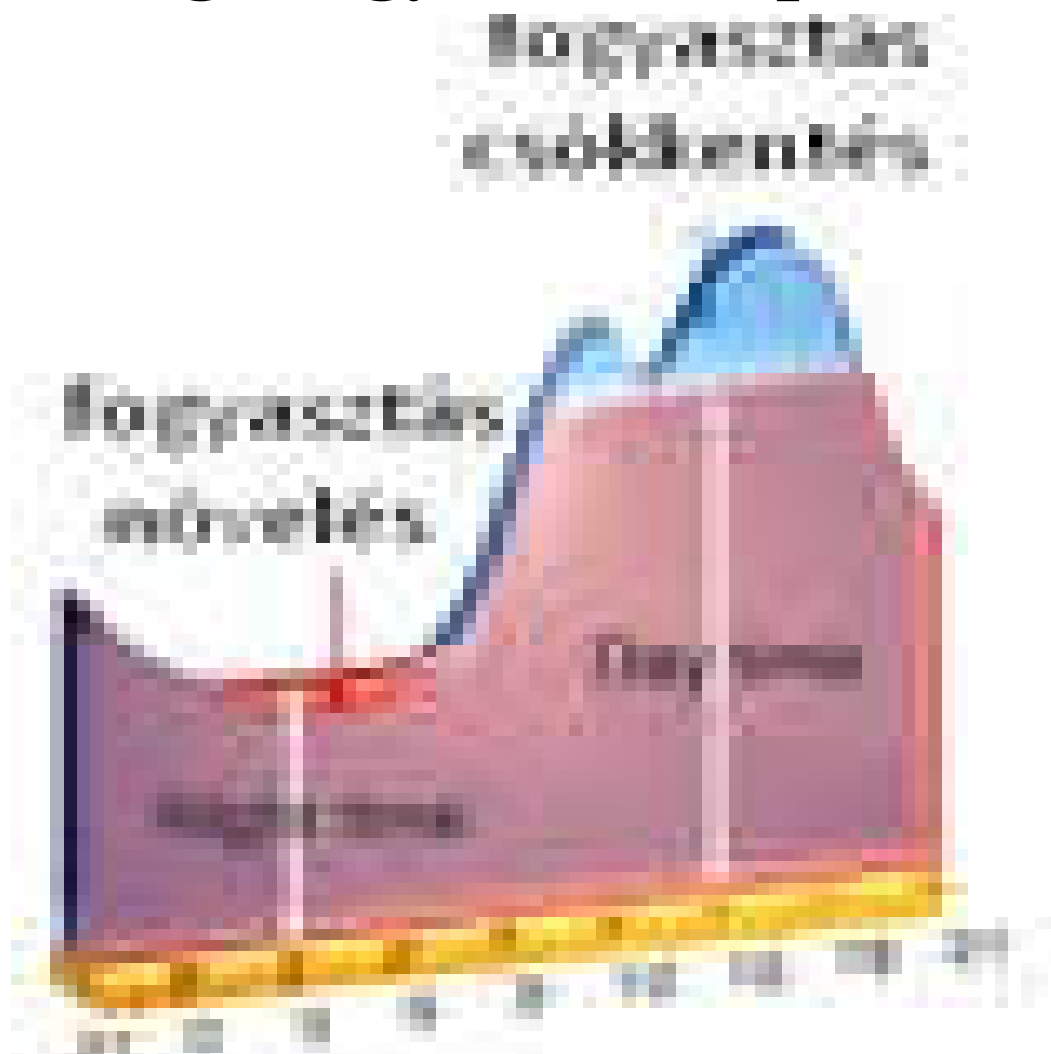
Villamosenergia-termelés energiaforrásainak megoszlása Magyarországon



Az 1993-2003 időszakban nő, a fekete s szürke színnel jelzett, foszilis energia felhasználás. Ezen belül az olaj és gázfelhasználás növekedett. 2006-tól a csökken a foszilis és növekszik a megújuló, energiaforrás.

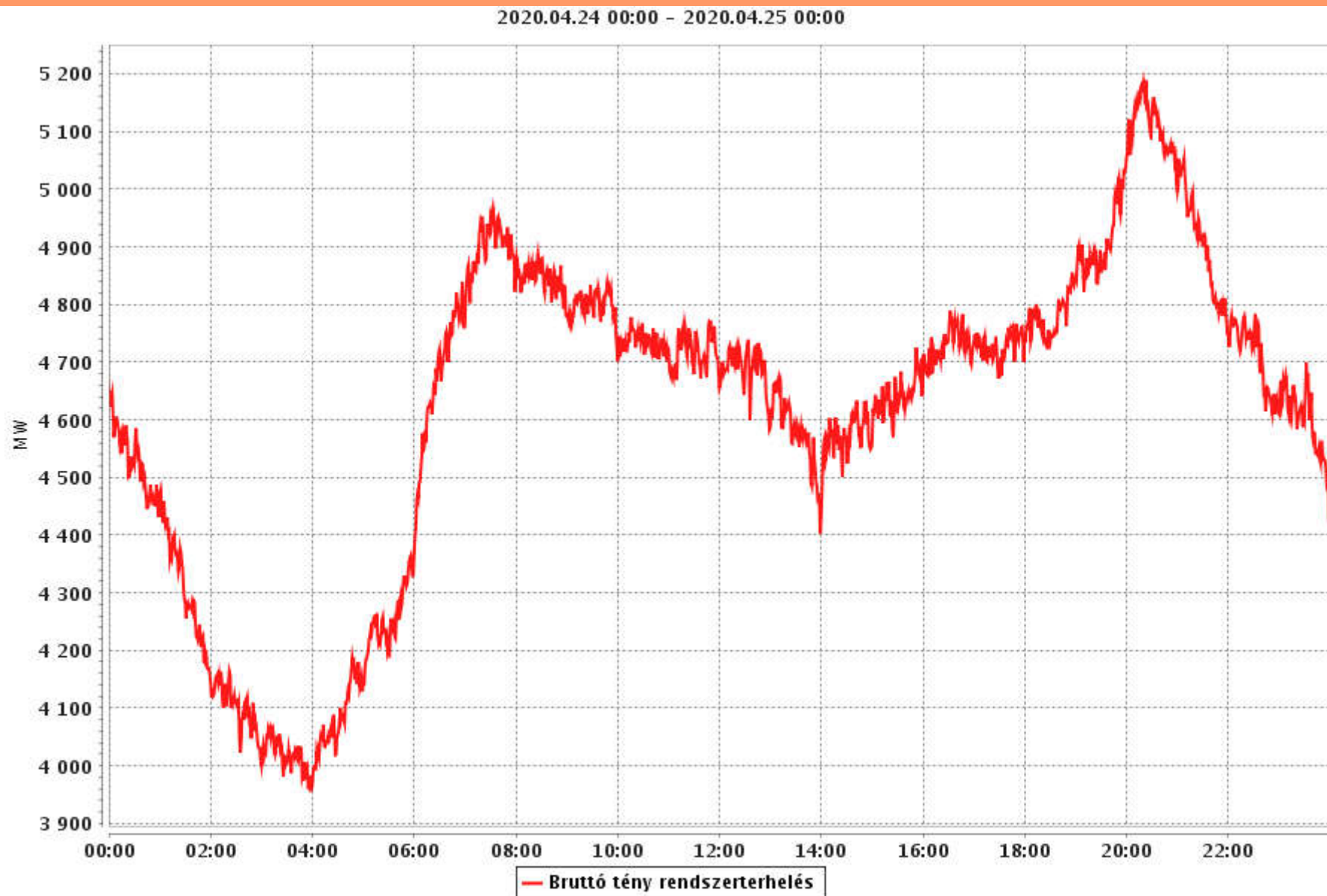
Elektromos energiafogyasztás napi menete

A meglévő hangfrekvenciás vagy rádiófrekvenciás körvezérlés és az okos mérés kombinációjával a napjainkban használt vezérlésnél intelligensebb, valós idejű vezérlés válik lehetővé.

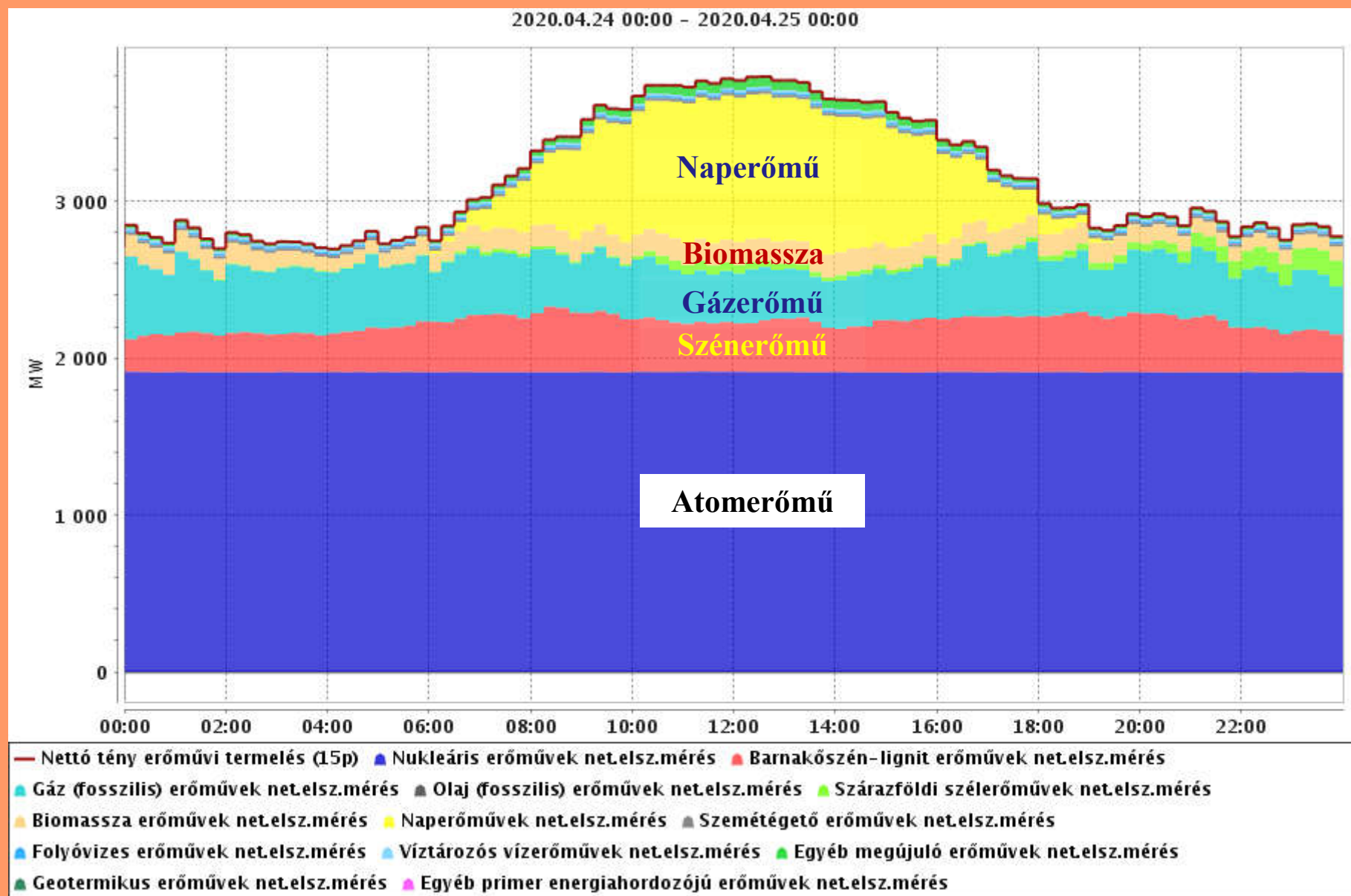


A legnagyobb lehetőség az elektromos fűtés, elektromos hőtárolós vízmelegítők, központi klímaberendezések, medence fűtés és a jövőben a villamos járművek töltésének vezérlésével érhető el. www.mvmpartner.hu

Elektromos energiafogyasztás napi menete 2020.04.24.

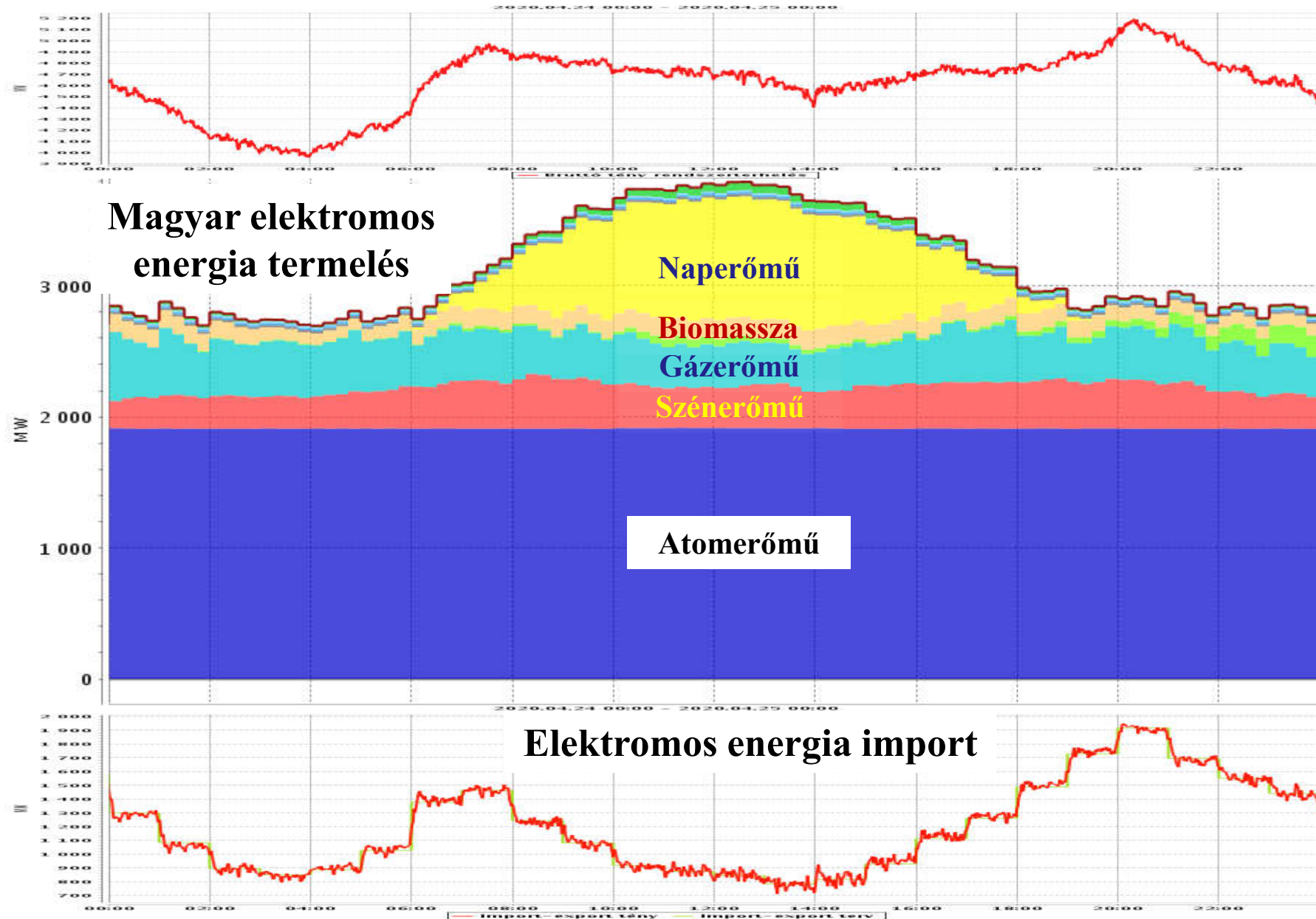


Erőművi termelés tüzelőanyag szerinti bontásban - Nettó üzemirányítási mérés alapján

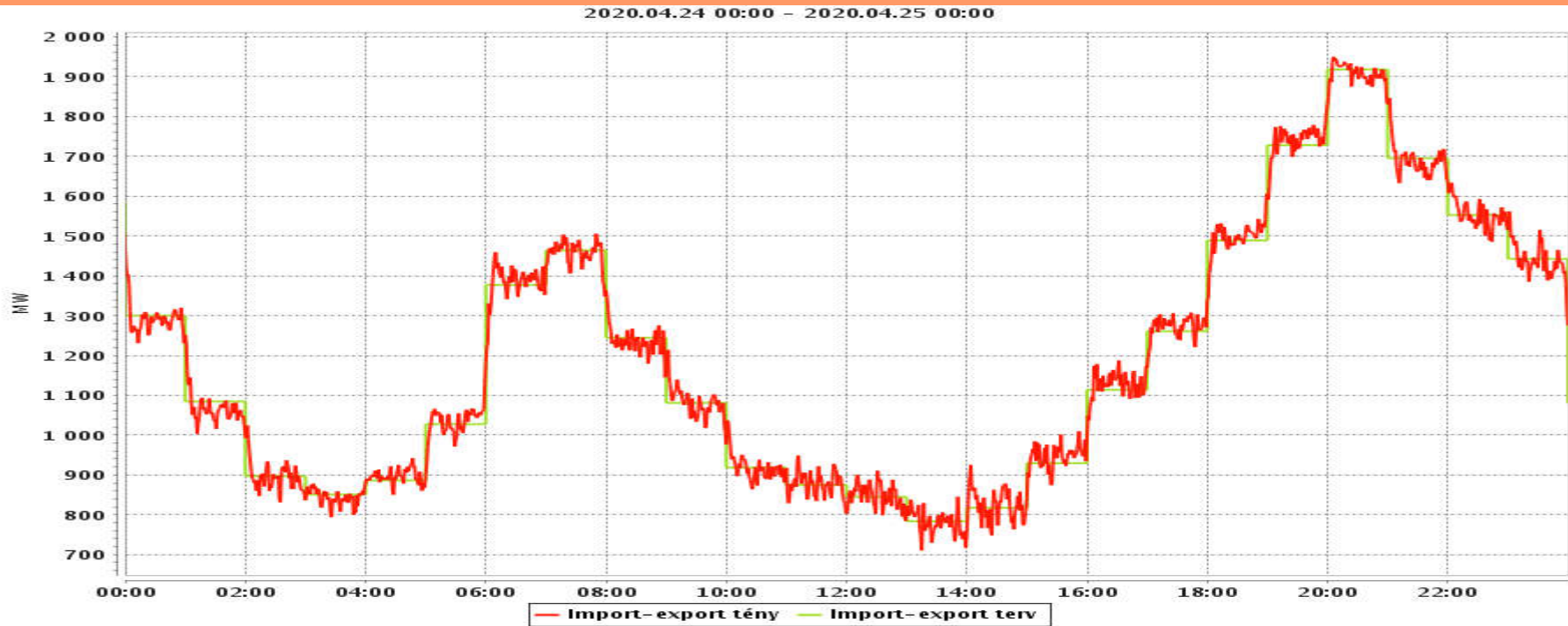


Elektromos energiafogyasztás napi menete

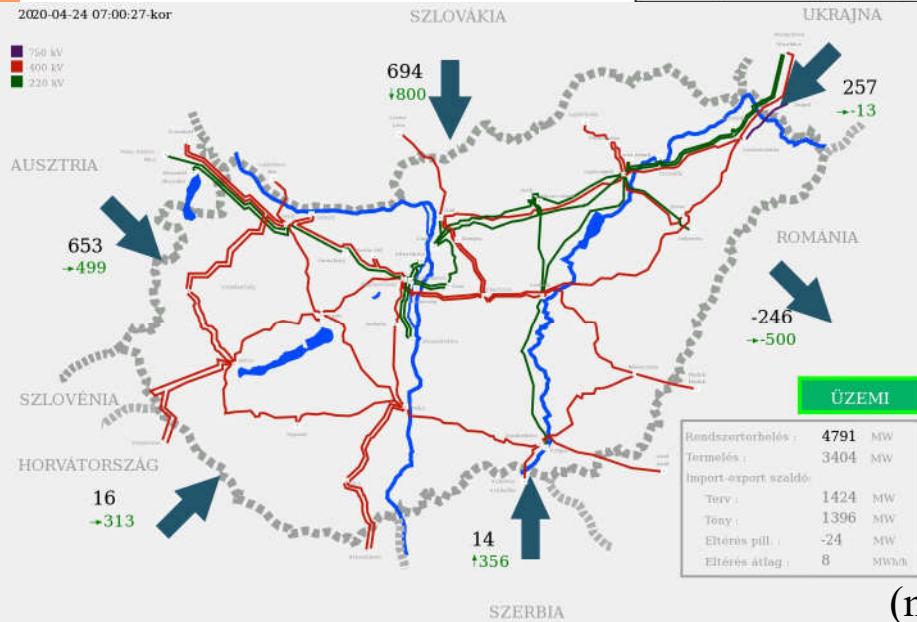
2020.04.24 00:00 – 2020.04.24. 24:00



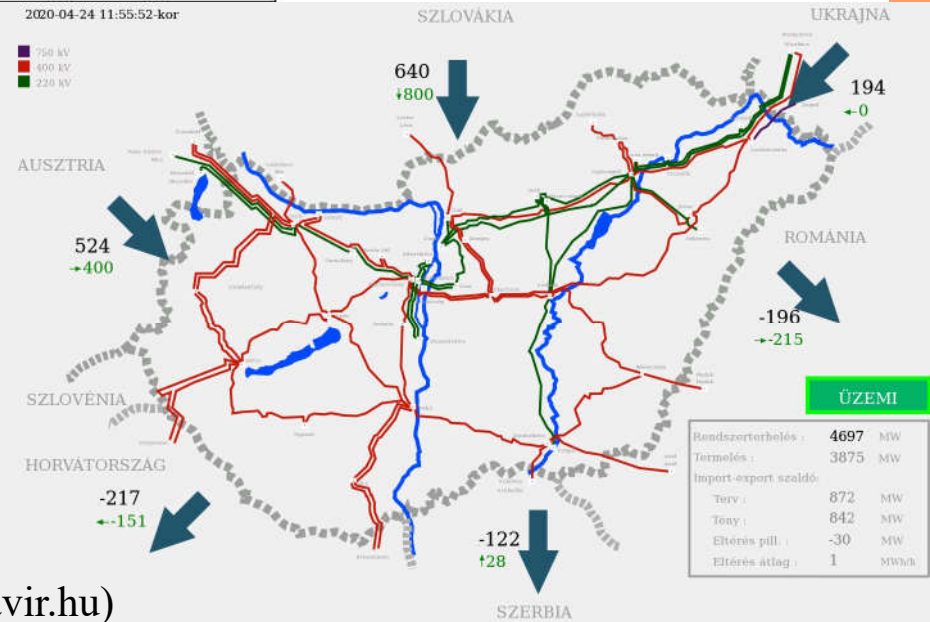
Magyar erőművi termelés és fogyasztás különbsége - regionális együttműködés



2020-04-24 07:00:27-kor



2020-04-24 11:55:52-kor



(mavir.hu)

- 2017 óta a háztartási méretet (4000 kWh felett) meghaladó kiserőművek (például napelemek és szélturbinák) után elosztói teljesítménydíjat, vagyis hálózati használati díjat kell fizetni.

<http://www.origo.hu/gazdasag/20170306-napelem-ado-haztartasok.html>

Az időszakosan termelő kiserőművek a hálózat kiegyenlítő szerepét hasznosítják. Kiegyenlítésére könnyen vezérelhető, drága energiatermelőket kénytelen a szolgáltató bekapcsolni.

Megoldás nem az általános adó, hanem a hálózati igénynek megfelelő változó áramfelvételi és eladási ár alkalmazása.

Ez a szabályozható kiserőműveket (pl. biogáz) a hálózati ingadozás kiegyenlítésére ösztönözné.

A termelők és a fogyasztók egyaránt eldönthetnék, hogy milyen hatátár elérésekor kapcsolódnak a hálózatra.

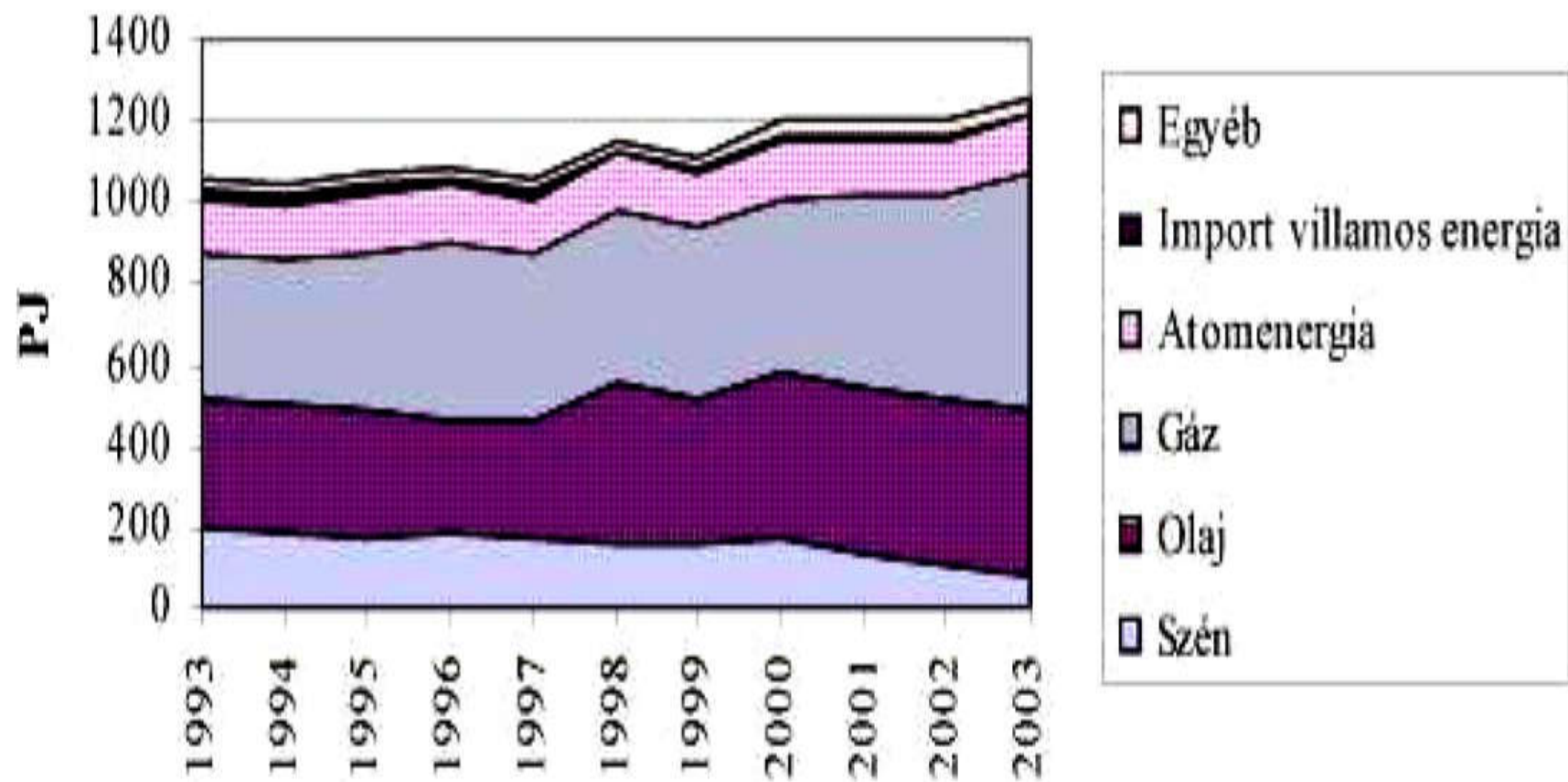
Ez volna a piaci mechanizmus kiegyenlítő hatása.

A paksi atomerőmű bővítés néhány problémája

- 6-10 évig a nem szabályozható alaperőmű kapacitás megduplázódik. Ez értékesítési problémákat okozhat.
- A kettős hő terhelés fokozottan terheli a Dunát.
- 6-10 évvel elhalasztott beruházás-kezdés esetén az új műszaki ismeretek fényében jobb döntés hozható
- A nagy aktivitású hulladék elhelyezését Magyarország területén kell megoldani.
- A beruházás szükségességének igazolására jogszabályokkal, kormányintézkedésekkel korlátozzák az alternatív megoldásokat. (napelemek adóterhelése, kiserőművek hálózatra termelésének adóterhelése)
- Az energia-megtakarítás és a hálózati ingadozásokat csökkentő megoldások támogatása biztosabban megtérülő beruházás.

Magyarország

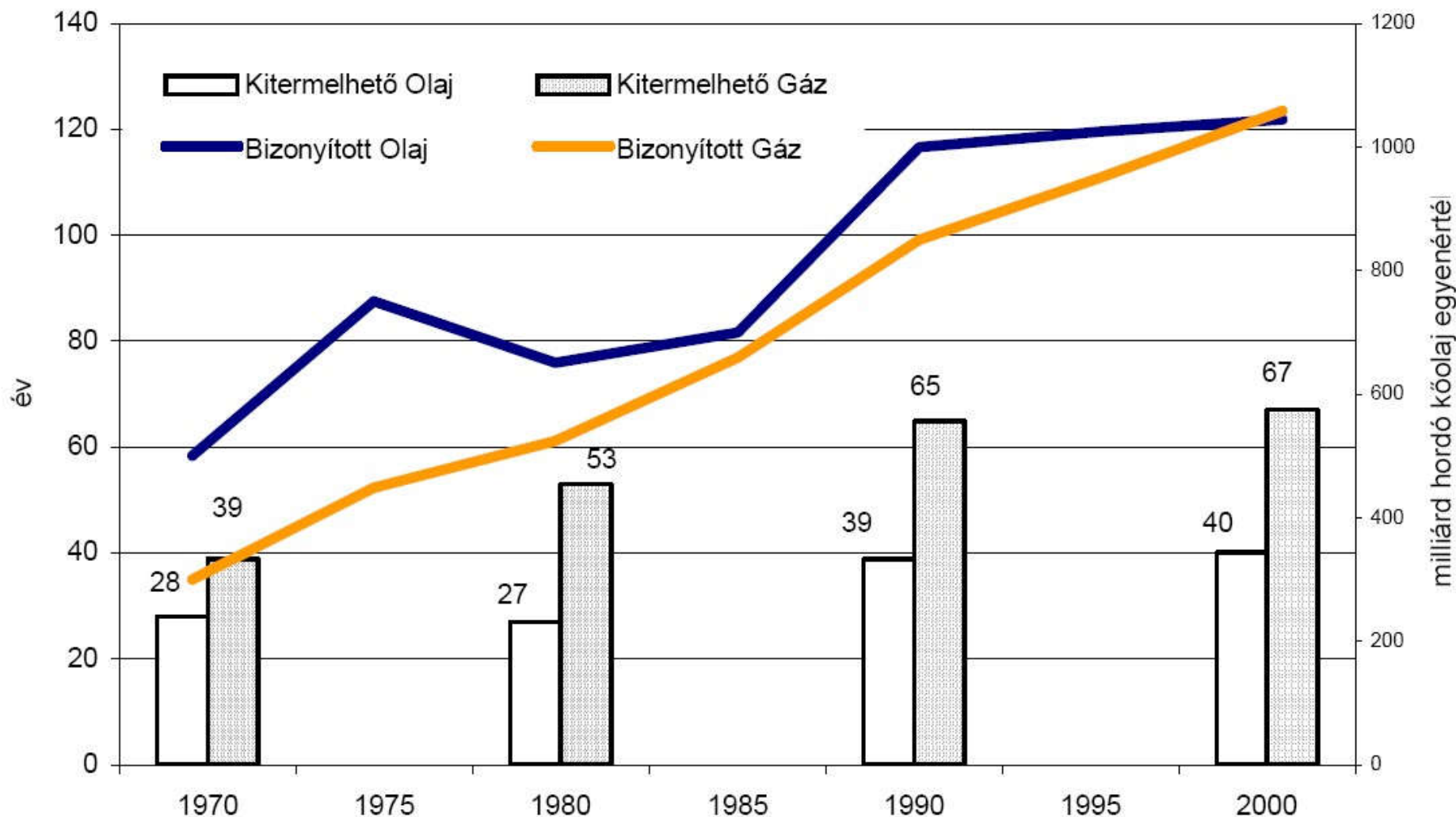
- Magyarország energiafelhasználásának primer energiahordozó megoszlása (PJ= Petajoule= 10^{15} Joule):



[Forrás: www.gm.hu]

Foszilis energiaforrások **Napenergia!**

- A világ becsült kőolaj és földgázkészletei (1998 végén 1052.9 milliárd hordó)



Forrás: Magyar Kémikusok Lapja, 2003, 3, 94

Kőolaj és földgáz keletkezése és előfordulása

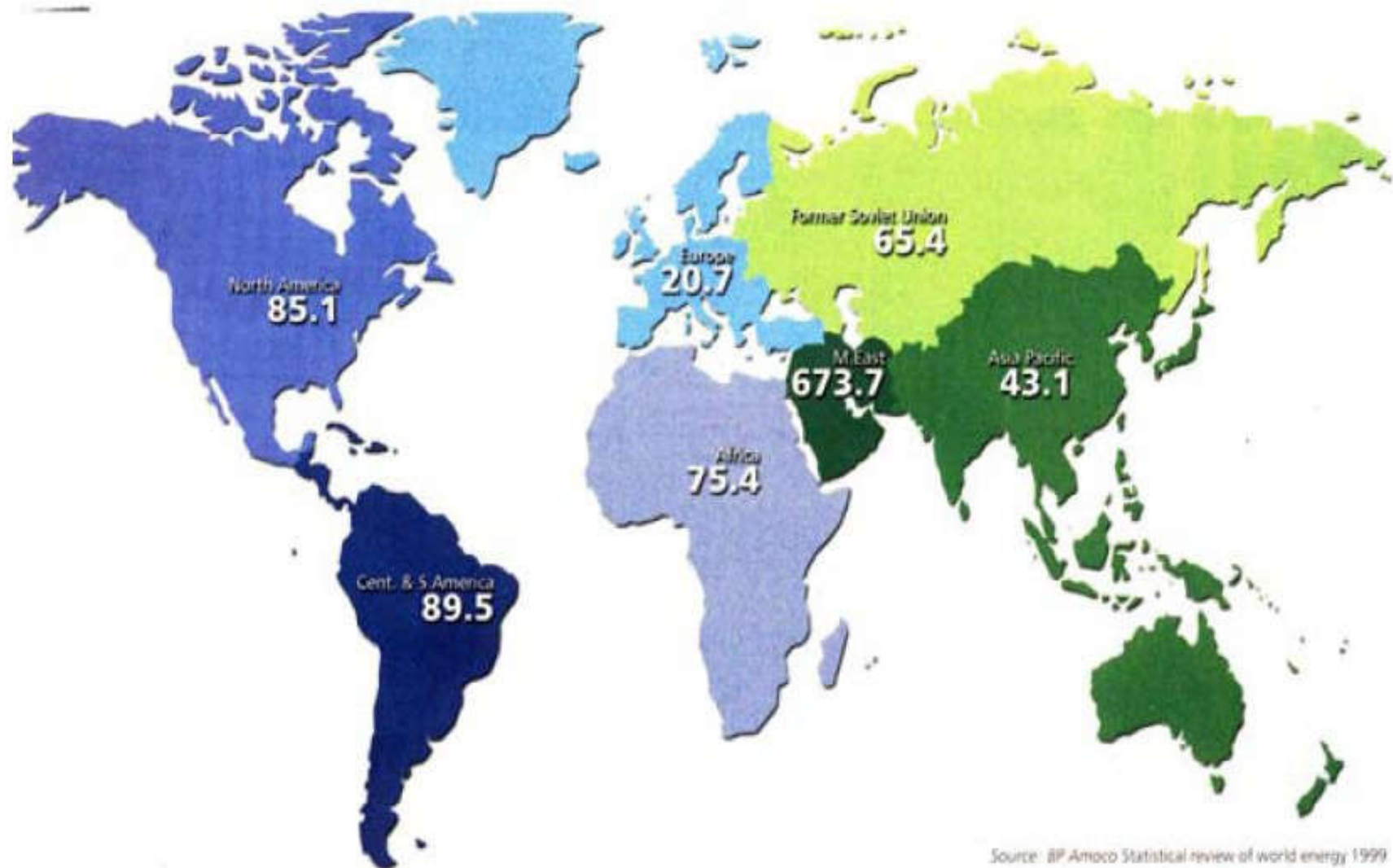
- Tengerben élt egysejtűek elhalása nyomán keletkezett iszap (szapropél) anaerob(légmentes) bomlása révén.
- A kőolaj és a földgáz gyakran együtt fordulnak elő. Tengeri eredetű üledékes kőzetekben találhatók.
- Jellegzetes telepek: gázenergiával és vízügyi energiával kerülnek felszínre.

Kőolaj és földgáz előfordulások

- Európa: Északi Tenger (UK, Norv.) Románia
- Amerika: Texas, Alaszka, Mexico, Venezuela
- Ázsia: Oroszo., 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)

Fosszilis energiaforrások

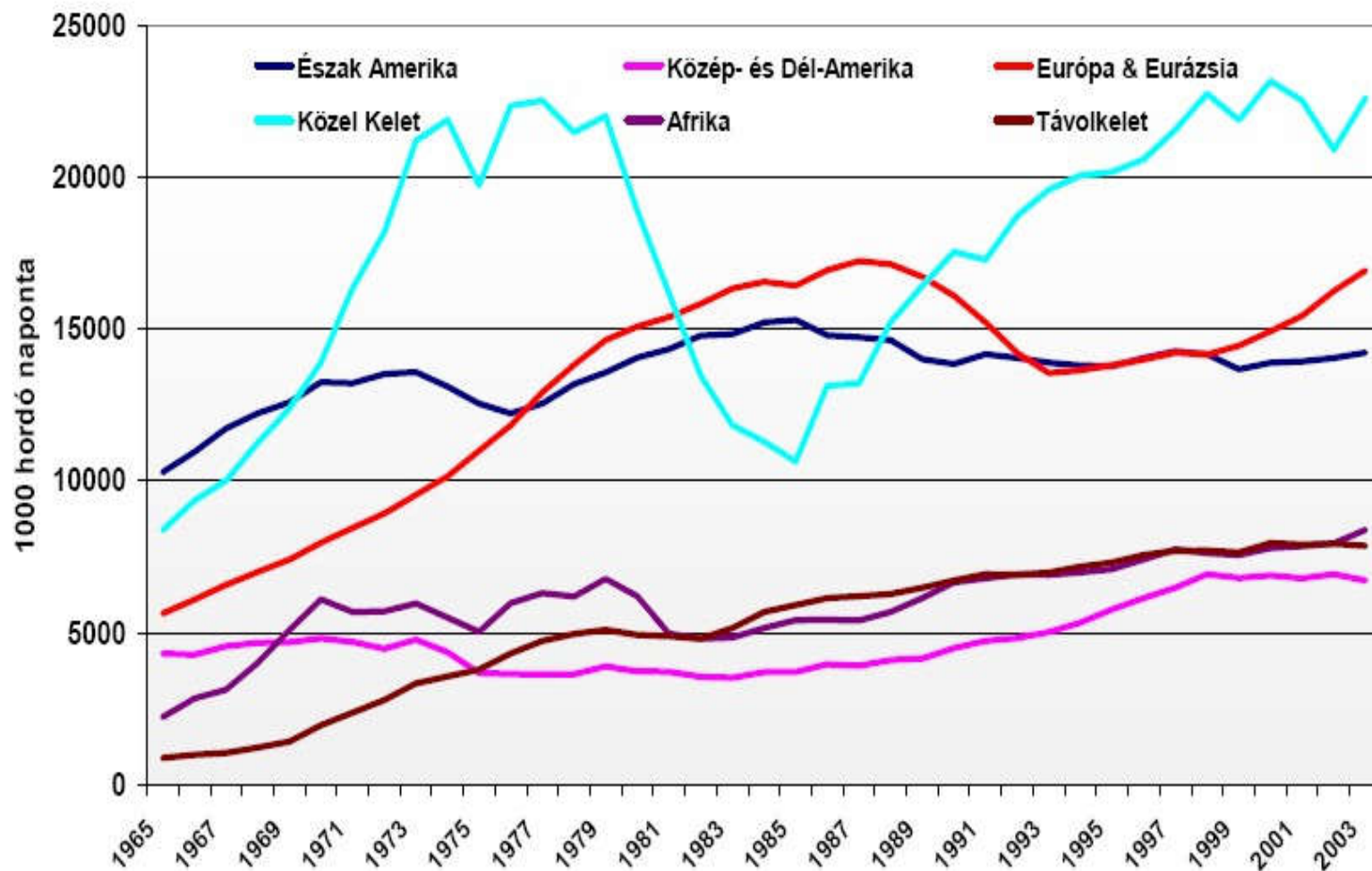
Ezek eloszlása földrajzi régiók szerint



Forrás: www.bp.com

Fosszilis energiaforrások

- A világ napi kőolaj és földgáztermelése:



Forrás: www.bp.com

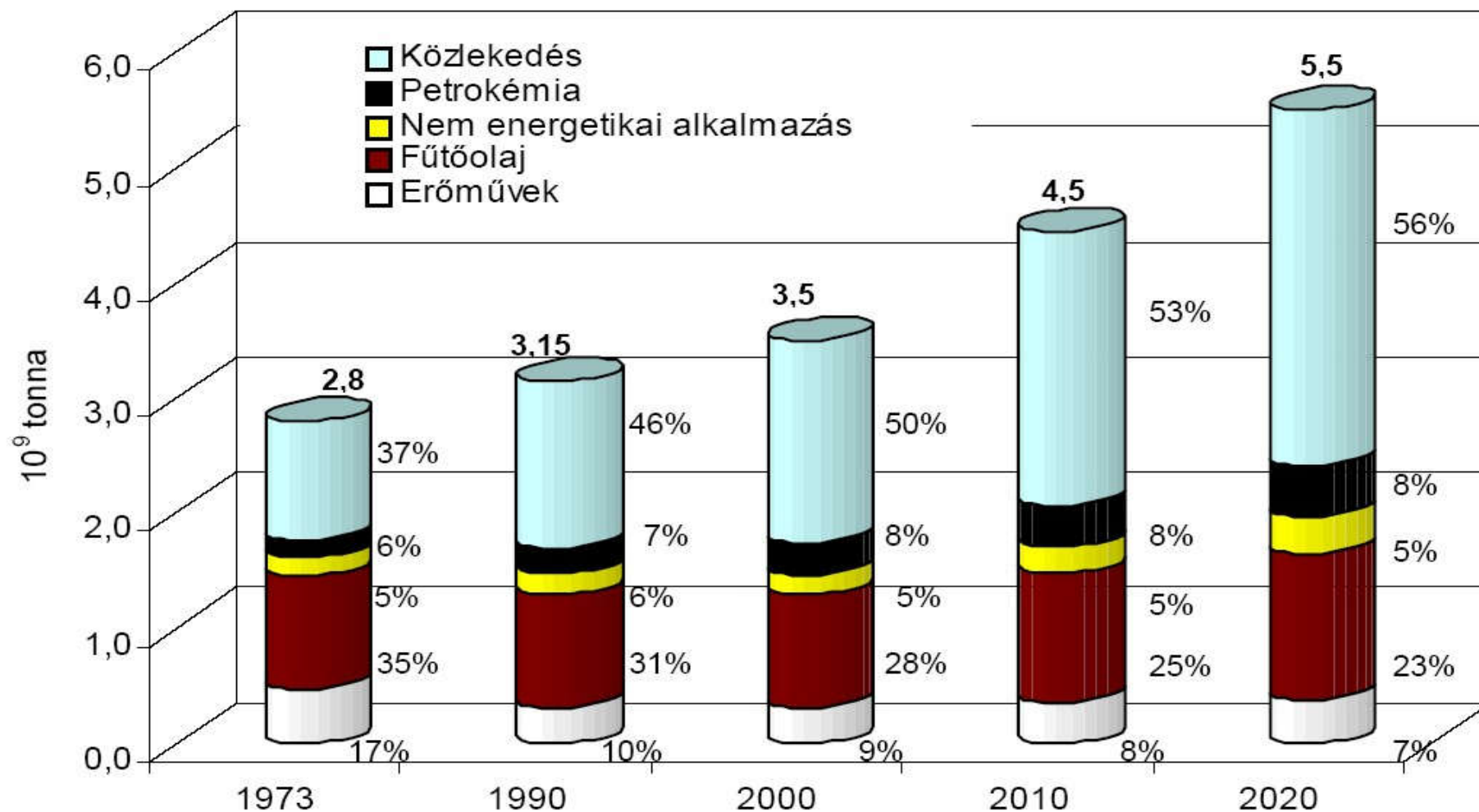
Olajárak a közelmúltban USD/hordó



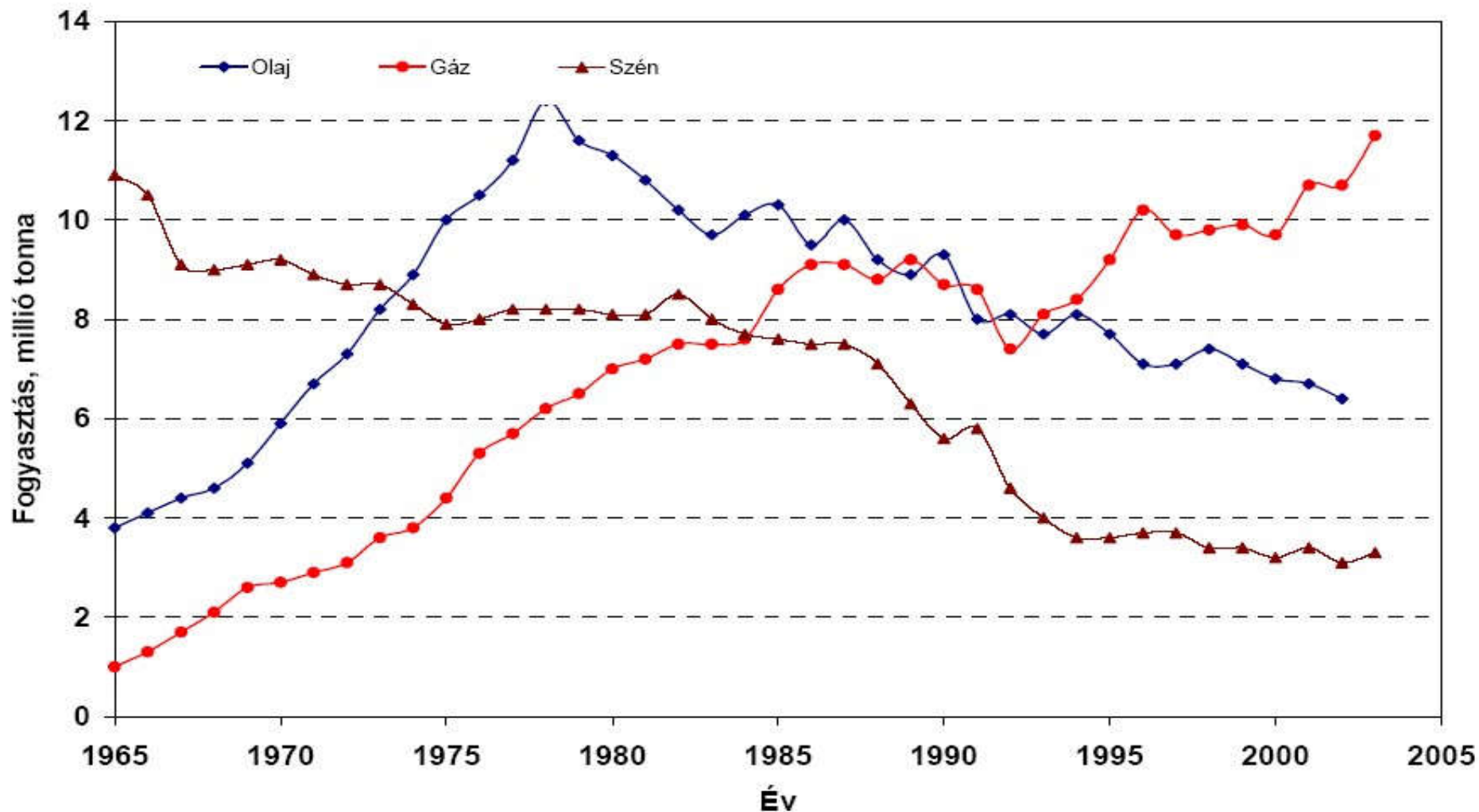
Az utóbbi években 50 USD/hordó körül stabilizálódó olajárak 2020-ban a koronavírus járvány miatti gazdasági visszaesés hatására 20 USD/hordó értékre estek.

Fosszilis energiaforrások

- A kőolaj-felhasználás területenkénti változása és várható alakulása:



Magyarországi lakossági fűtés

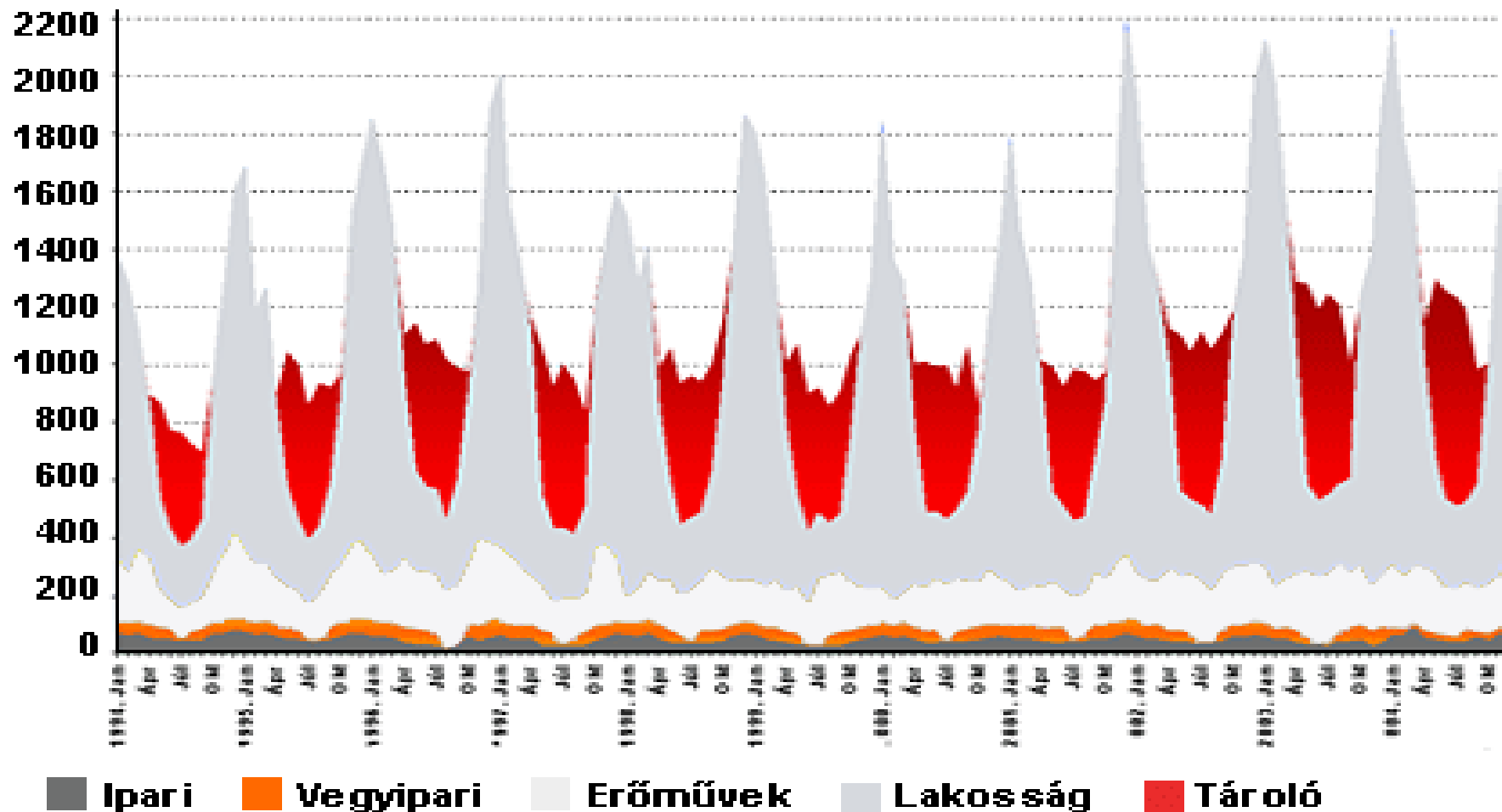


[Forrás: <http://www.gm.hu>]

A gázfűtés általánossá válásával a szénfűtés aránya minimális értékűre csökkent. Ennek hatására településeink levegőtisztasága javult.

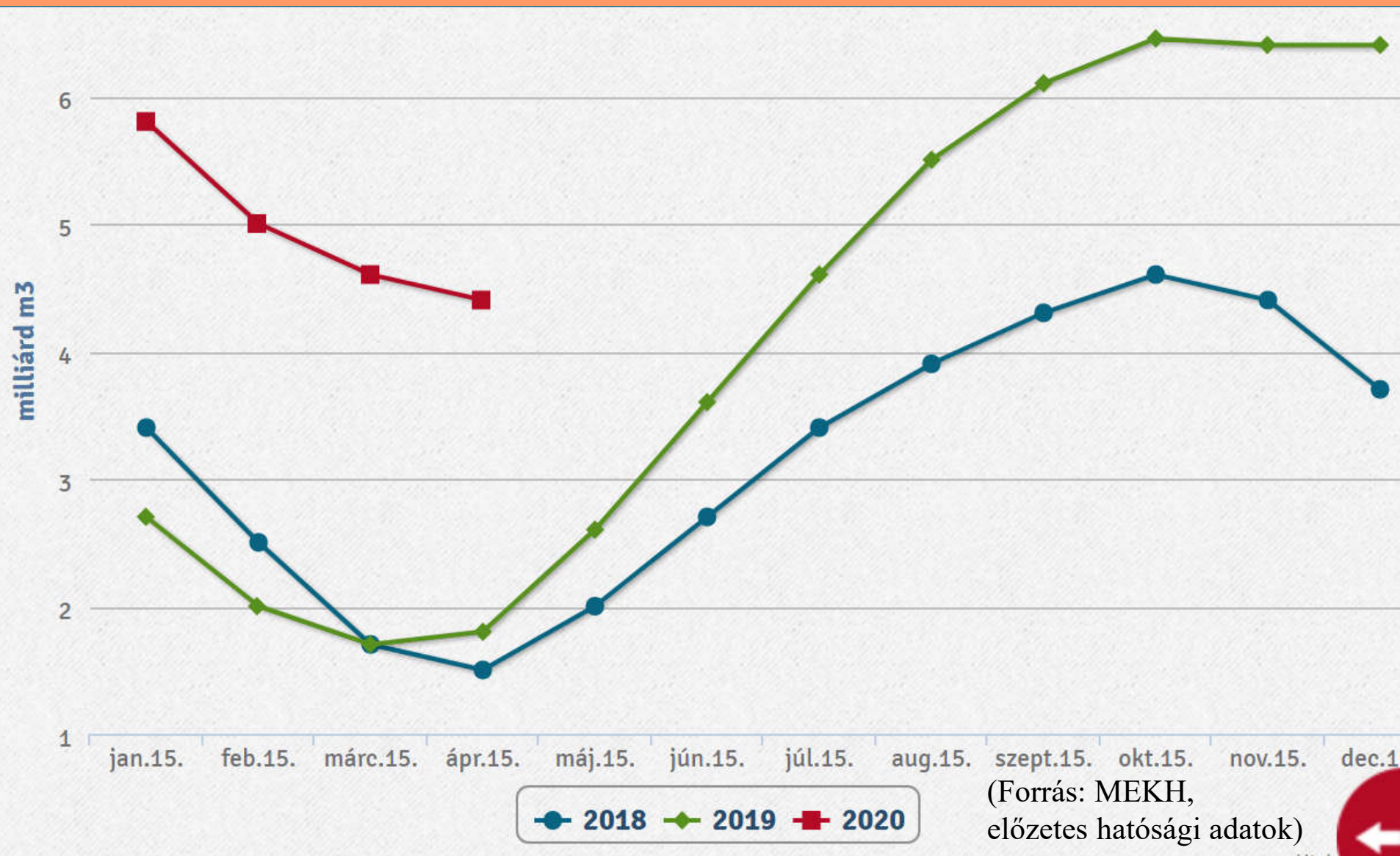
A földgázfogyasztás szezonalitása - tárolás

A hazai földgázfogyasztás 1999-2004 között

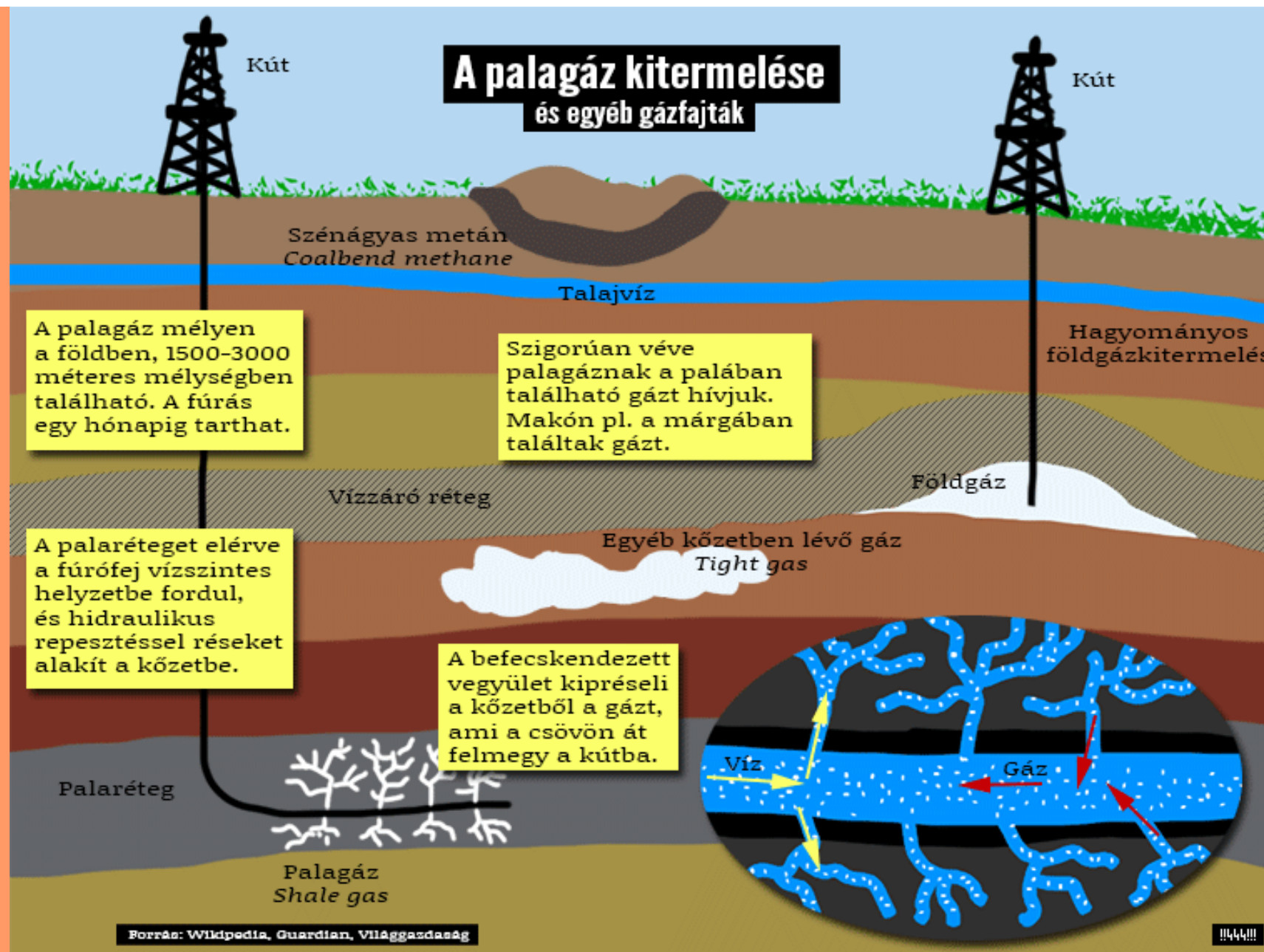


A nyáron minimálisra eső fogyasztás mellett töltik az Algyő környéki kimerült gázmezőben kialakított gáztárolókat. A tárolt gázt a téli csúcsfogyasztás során használják

A gáztárolóban tárolt földgáz mennyiségének szezonálisitása



A nyáron minimálisra eső fogyasztás mellett töltik az Algyő környéki kimerült gázmezőben kialakított gáztárolókat. A tárolt gázt a téli csúcsfogyasztás során használják



19 millió liter víz (+homok) fúrásonként - vízszennyezés

Az energiaárak alakulása 2005-2012



Forrás: EIA, European Commission, 2012

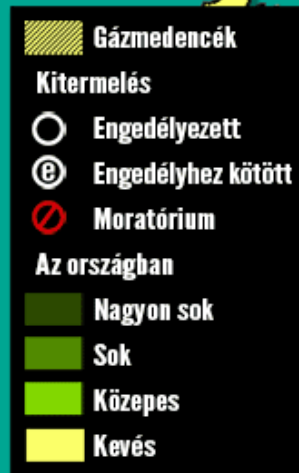
!!!!

2005 óta ipari gáz ára: EU $\uparrow$ 35%, USA $\downarrow$ 66%
USA: a gáz ára negyede, áram ára fele, mint EU-ban

USA: palagáz prioritás
(EU: megújuló prioritás)

2-4 év alatt a könnyen kinyerhető kimerülhetnek
Realitás – vagy Lufi? Makó – mélység, hőmérséklet

Palagázlelőhelyek Európában



Forrás: KPMG Shale Gas, a Global Restrospective, 2011; Economist

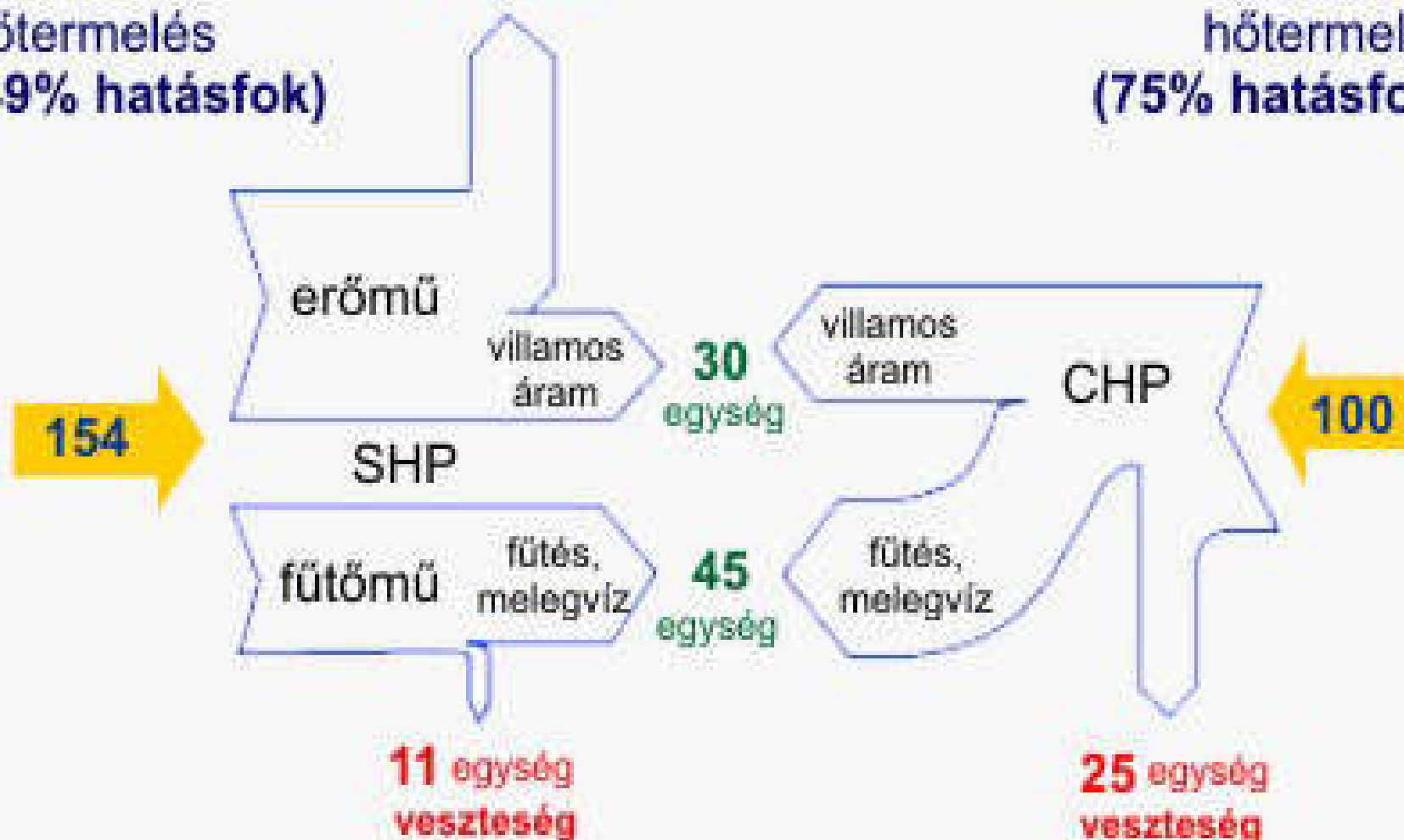
!!!!!!

Kombinált erőmű fűtőmű

elkülönített
villamos áram és
hőtermelés
(49% hatásfok)

68 egység
vesztesség

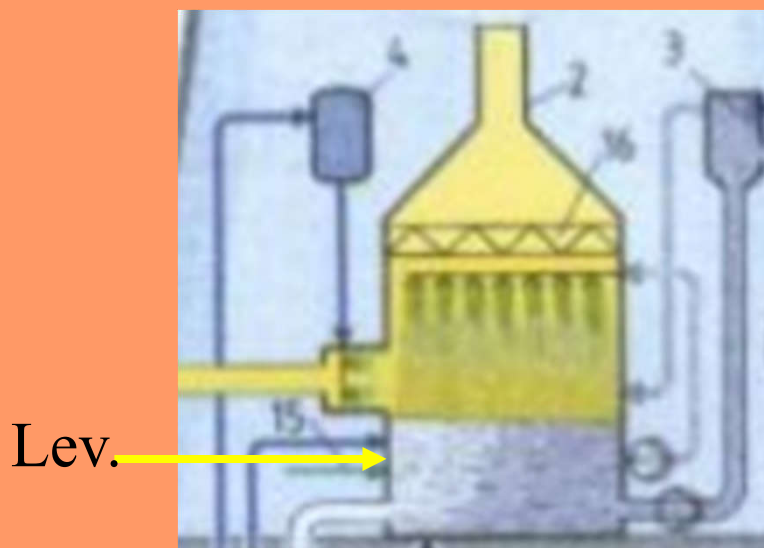
kombinált
villamos áram és
hőtermelés
(75% hatásfok)



forrás: Tina Kaarsberg and Joseph Roop

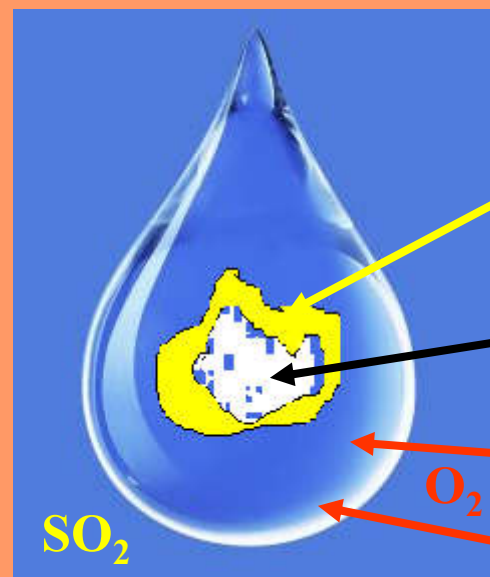
www.keenergia.hu

Mátra Erőmű - nagy kéntartalom (lignit) - füstgáztisztítás



CaCO_3

CaSO_4



CaSO_4

CaCO_3

H_2SO_3

O_2

H_2SO_4

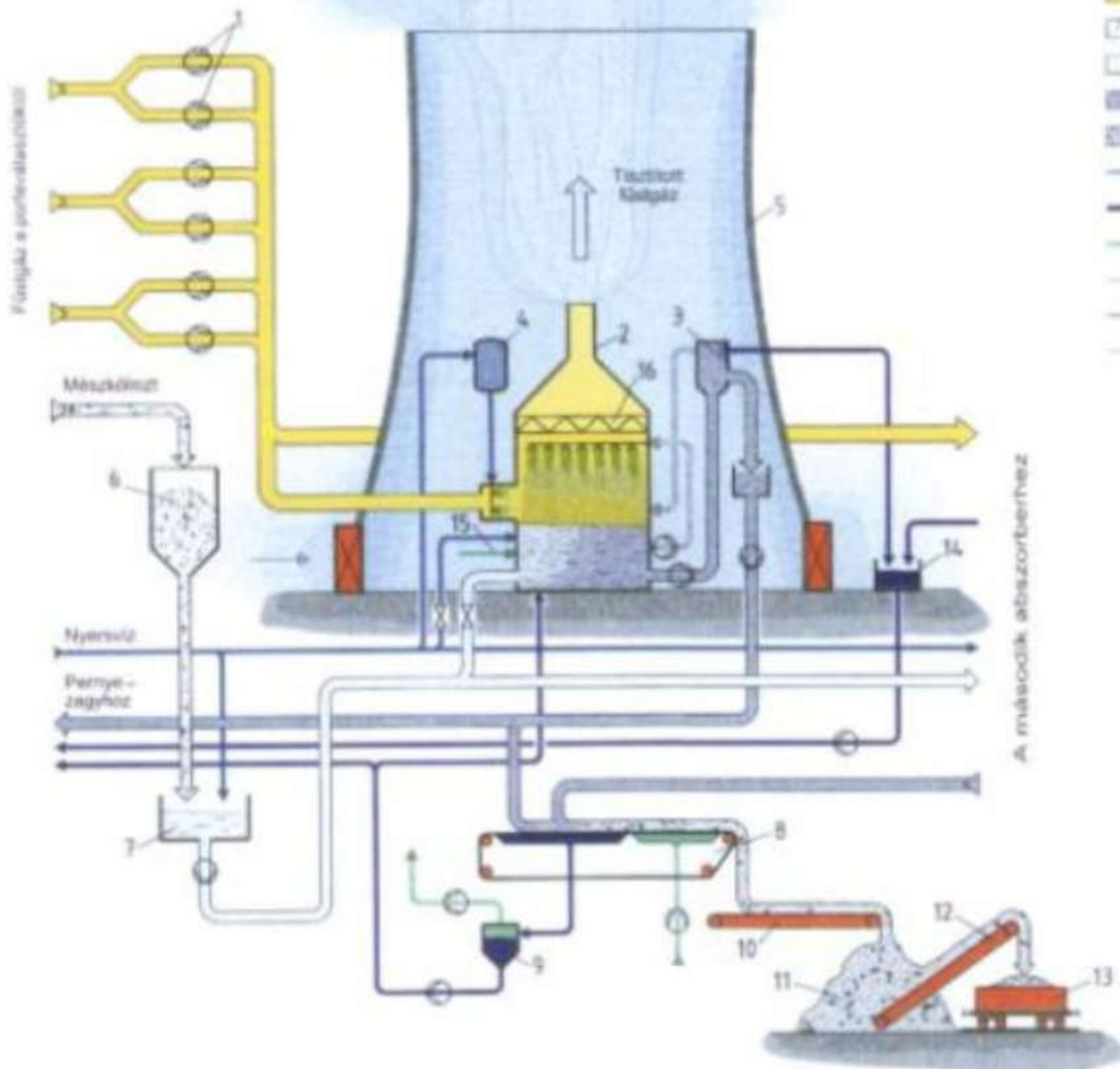
SO_2



CaCO_3 adagolás – pH 5,2



Füstgáz-kéntelenítés a Mátrai Erőműben



Jelmagyarázat:

- Füstgáz
- Mészoldat
- Mészoldat-szuszpenzió
- Gipszszuszpenzió
- Szárazgipsz
- Nyersvíz
- Szennyvíz
- Levegő
- Szivattyú
- Kompresszor, légszivattyú
- Mennyiség szabályozó

- 1 Füstgáz ventilátorok
- 2 Abszorber
- 3 Hidrociklon
- 4 Víz tartály
- 5 Száraz hűtőtorony
- 6 Mészoldat homok
- 7 Mészoldat-szuszpenzió-tartály
- 8 Szalagszűrő
- 9 Légtelenítő edény
- 10 Kihordó szalag
- 11 Szárazgipsz tárolása
- 12 Rakodó szalag
- 13 Szállító kocsi
- 14 Szennyvíz-tartály
- 15 Oxidációs levegő
- 16 Csepletválasztó

Mit lehet itt tenni?

- A legtisztább energia, amit nem „termelünk” meg.
- Klímaváltozás?
 - A beérkező napenergia ?=? kisugárzott energia
 - Napenergia hasznosítás – (hűt)
 - Foszilis energia hasznosítás – fűt
 - Atomenergia – (fűt)
 - Geotermikus energia – (hűt)
 - Szélenergia – (kontinentális jelleg növekedés?)
- Passzív és aktív napenergia hasznosítás
- Bioenergia
 - Energia ültetvények (élelmiszertermeléstől elvon területet)
 - hulladékhasznosítás

Vizsgakérdések

- **A napenergia közvetlen és közvetett formái (felsorolás)**
- **Nem napból származó, földi eredetű energiák (felsorolás)**
- A napsugárzás összetétele és kölcsönhatása a légkörrel
- Az üvegházhatás
- A magyarországi villamos-energia termelés forrásai, százalékos megoszlásuk
- Értékelje a kombinált erőmű fűtőmű hatékonyságát, környezeti hatását az alternatív megoldásokkal szemben
- **Az atomerőmű működési vázlata**
- Miért és hogyan dúsítják az uránt
- Hasonlítsa össze a különböző energiaforrások használatának környezeti hatásait!