

# Atomenergia a 21. században

**Sükösd Csaba**

**BME Nukleáris Technikai Intézet**

**Atomenergiáról – mindenkinek  
OAH – TIT Stúdió Ismeretterjesztő konferencia**

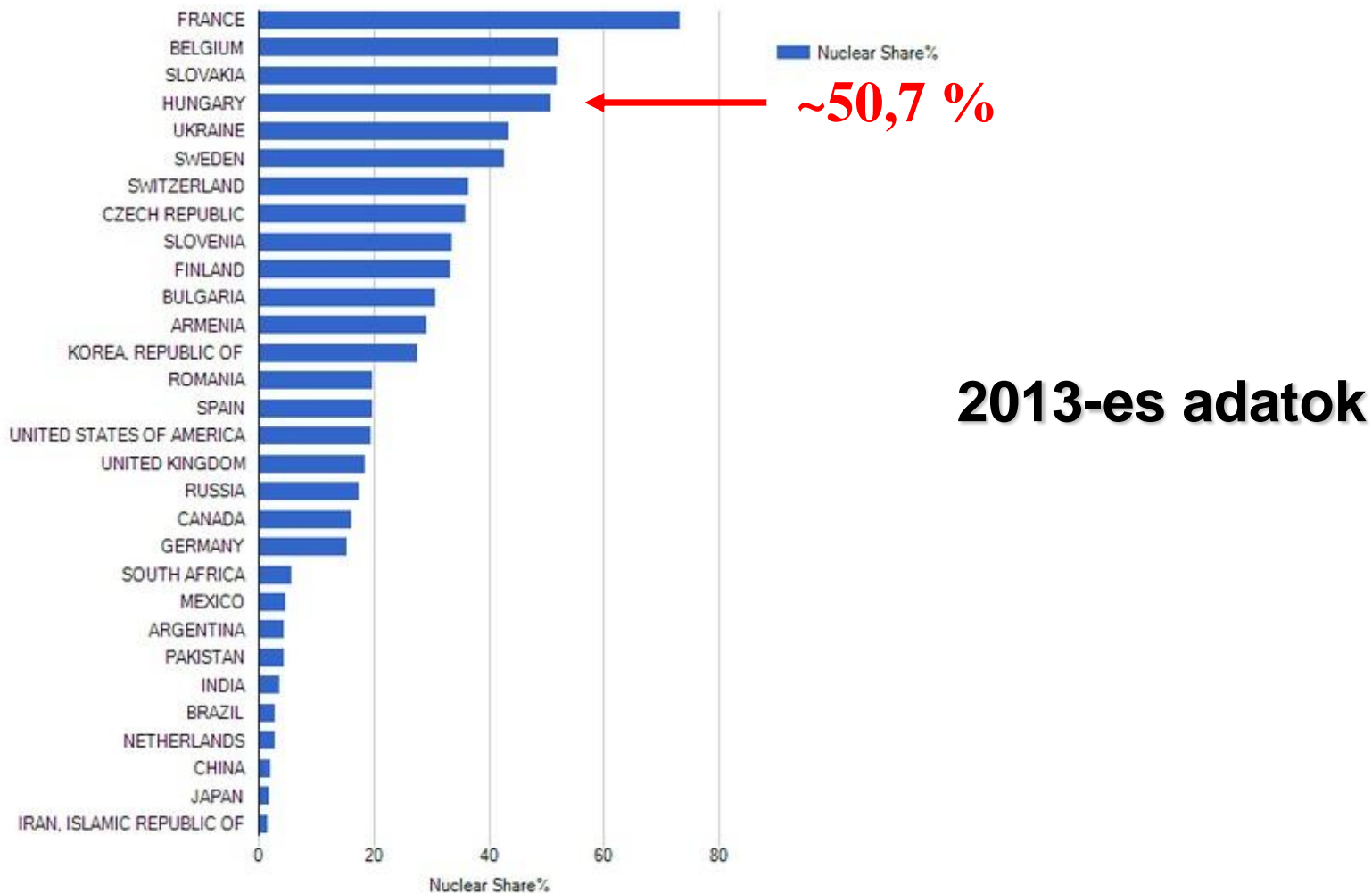
# Tartalom

- **Atomerőművek helyzete 2014-ben**
- **„A fejlett világ lemond az atomenergiáról” (?)  
(Új építések Európában és a világon)**
- **„Nagyon drága atomerőművet építeni !”  
(Mennyire drága atom-, nap- és szélenergia telepítése?)**

# Az atomenergia részese a villamosenergia-termelésből

NUCLEAR SHARE OF ELECTRICITY GENERATION

Összes energiából részese  $\neq$  villamos energiából részese



2013-es adatok

Forrás: <http://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/NuclearShareofElectricityGeneration.aspx>

# Atomerőművi helyzet 2014-ben

2014. március 11-én:

- **435** atomerőművi blokk **üzemel** 31 országban  
(Paks: **4** blokk)
  - Teljes beépített teljesítmény **371 730** MWe  
(Paks: **2 000** MWe)
- **72** atomerőművi blokk áll **építés** alatt.
- **60** blokk áll **leállítás** alatt (németeket is beleértve)
- **173** blokk áll **konkrét tervezés** alatt (pl. Paks 5-6)
- **309** van **távlatilag** tervbe véve

Forrás: <http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/n/nuclear-power-plant-world-wide.htm>



# Atomerőművi helyzet 2014-ben

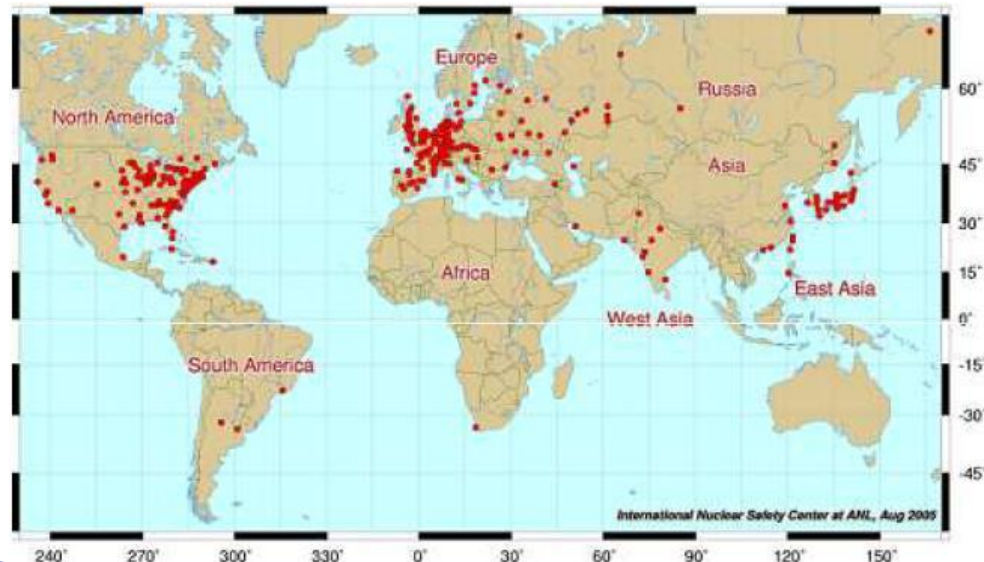
**Működő reaktor: 435**  
**Többségük az északi féltekén!**

**72 új reaktorblokk épül**

Fukushima után:

a) **Streszeszt** szinte mindenütt

b) **További tervek**



Építési terveket tovább folytatók

- Kína, India,
- Oroszország,
- USA
- Egyes EU országok (Finnország, Franciaország, Szlovákia, Anglia + ...)
- **30+** új belépő ország (!!)

Atomenergiát „kivezetők”

Németország (importőr lett)  
Svájc (2034, 20,7Mrd CHF)  
Japán (néhány blokk újraindult)  
Spanyolország (távlatilag)

**„A világ lemond az atomenergiáról”(?)**

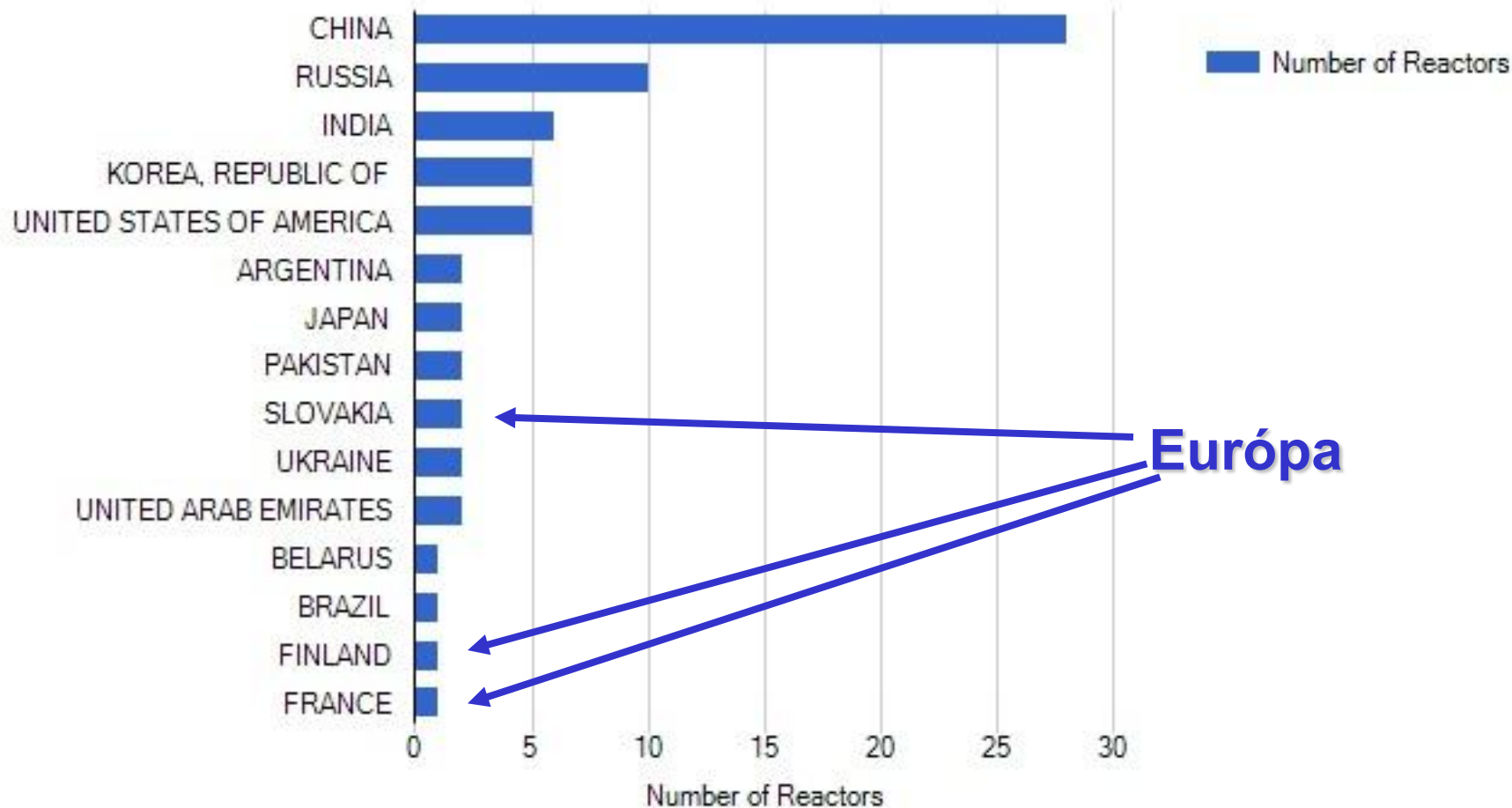
# Épülő atomerőművek 2014-ben

A világon: **72** új blokk

Európában: **4** új blokk

„A világ lemond az atomenergiáról”(?)

Total Number of Reactors: 72



Forrás: <http://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/UnderConstructionReactorsByCountry.aspx>

# Atomerőmű fejlesztések

2020	2030	2050
60 GW	200 GW	400 GW

- **Kína: szédületes tempó**
  - **28 blokk** építés alatt, rövidesen még több indul,
  - tervek: **5-6x** növelni a nukleáris kapacitást
- **Oroszország sem áll meg:**
  - Belföldön **21 új blokk(!)**, 9 hazai telephelyen 2030-ig
  - Külföldön sok futó projekt (**kínai, indiai, török, vietnami, fehérorosz, jordániai, szlovák, magyar, finn...**)
- **USA 30 év után újra belekezdett**
  - Belföldön jelenleg **5 új blokk** épül, rövidesen még több
  - Külföldön (**Kína, India, Anglia...**)
- **Európa is épít...**
  - Finnország (Olkiluoto 3-4, Pyhäjoki) **2+1 új blokk**
  - Franciaország (Flamanville) **1 új blokk**
  - Nagy-Britannia (Hinkley Point, Sizewell, Wylfa, Oldbury, Sellafield) **9 új blokk** (elhatározva)
  - Szlovákia (Mohovce 3-4) **2 új blokk**

**A fejlett világ tényleg lemond az atomenergiáról?**

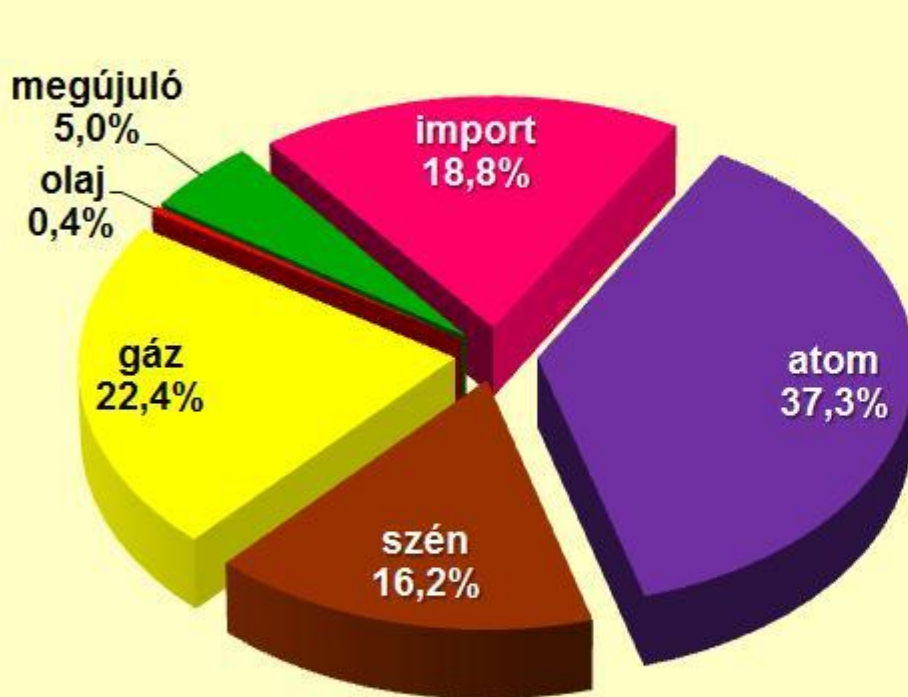


# Magyarországi helyzet

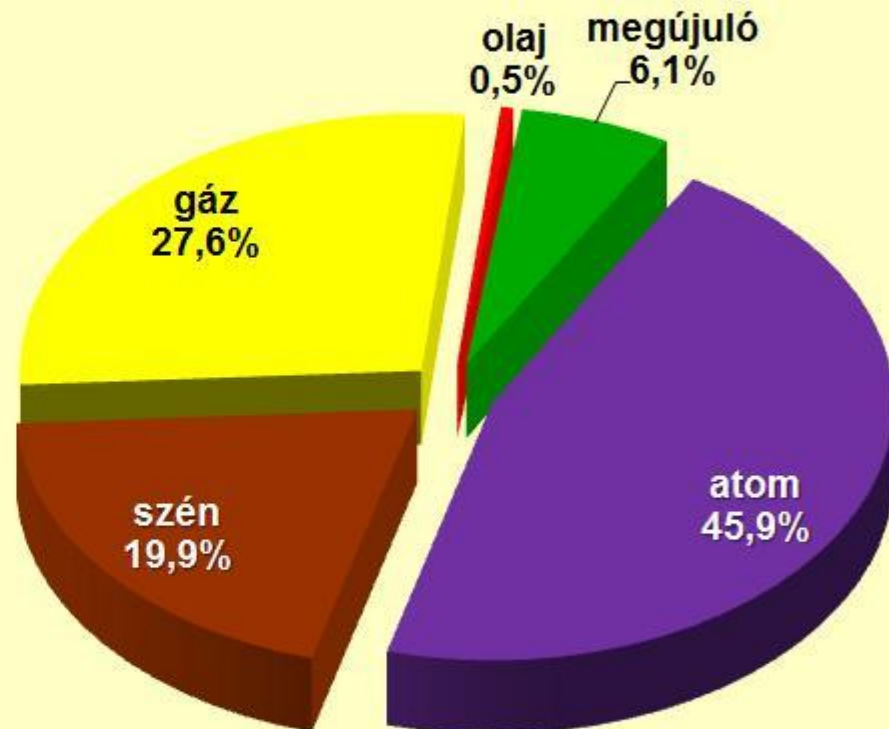




## Importszaldóval együtt

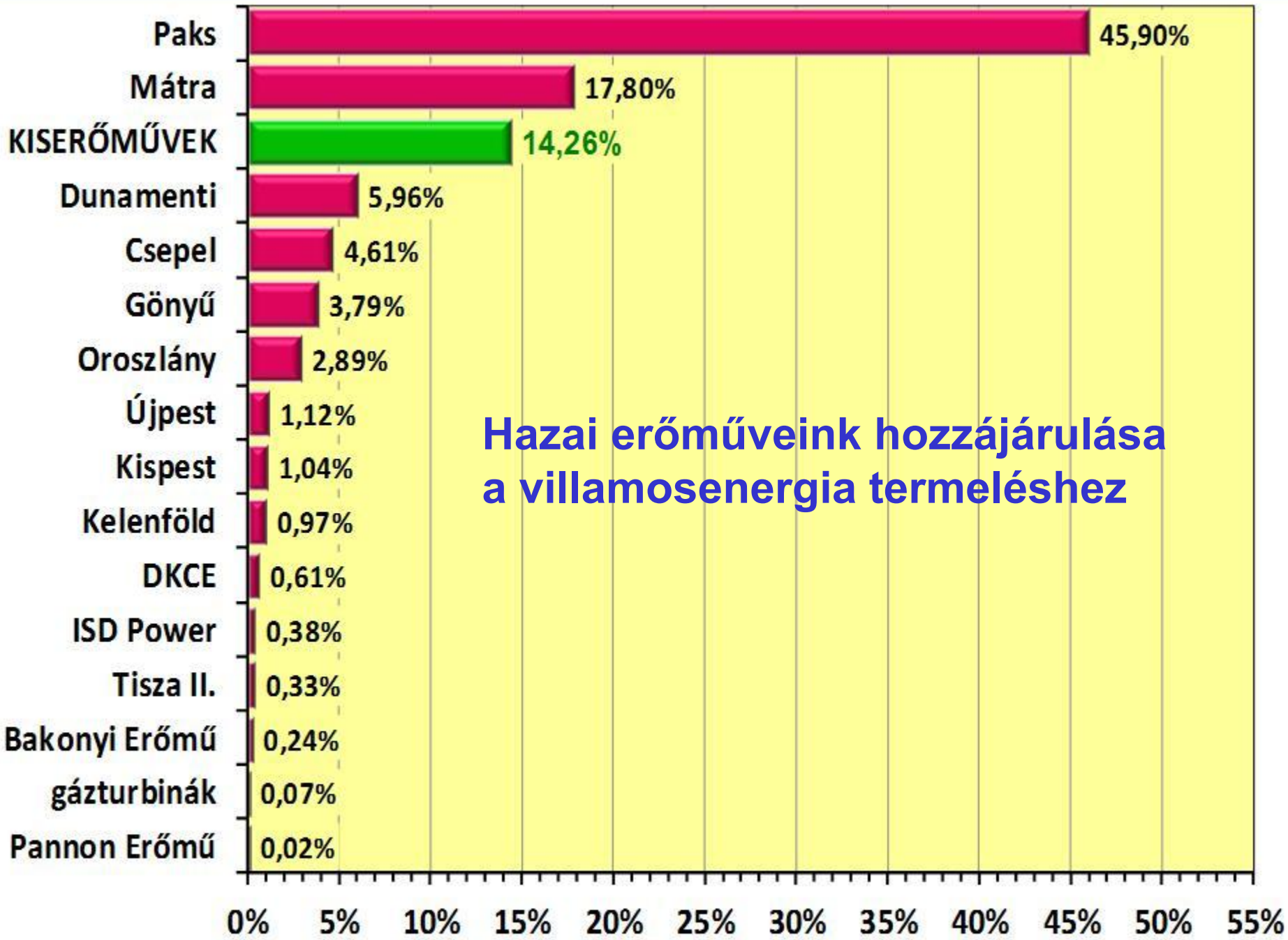


## Importszaldó nélkül – csak a hazai termelés



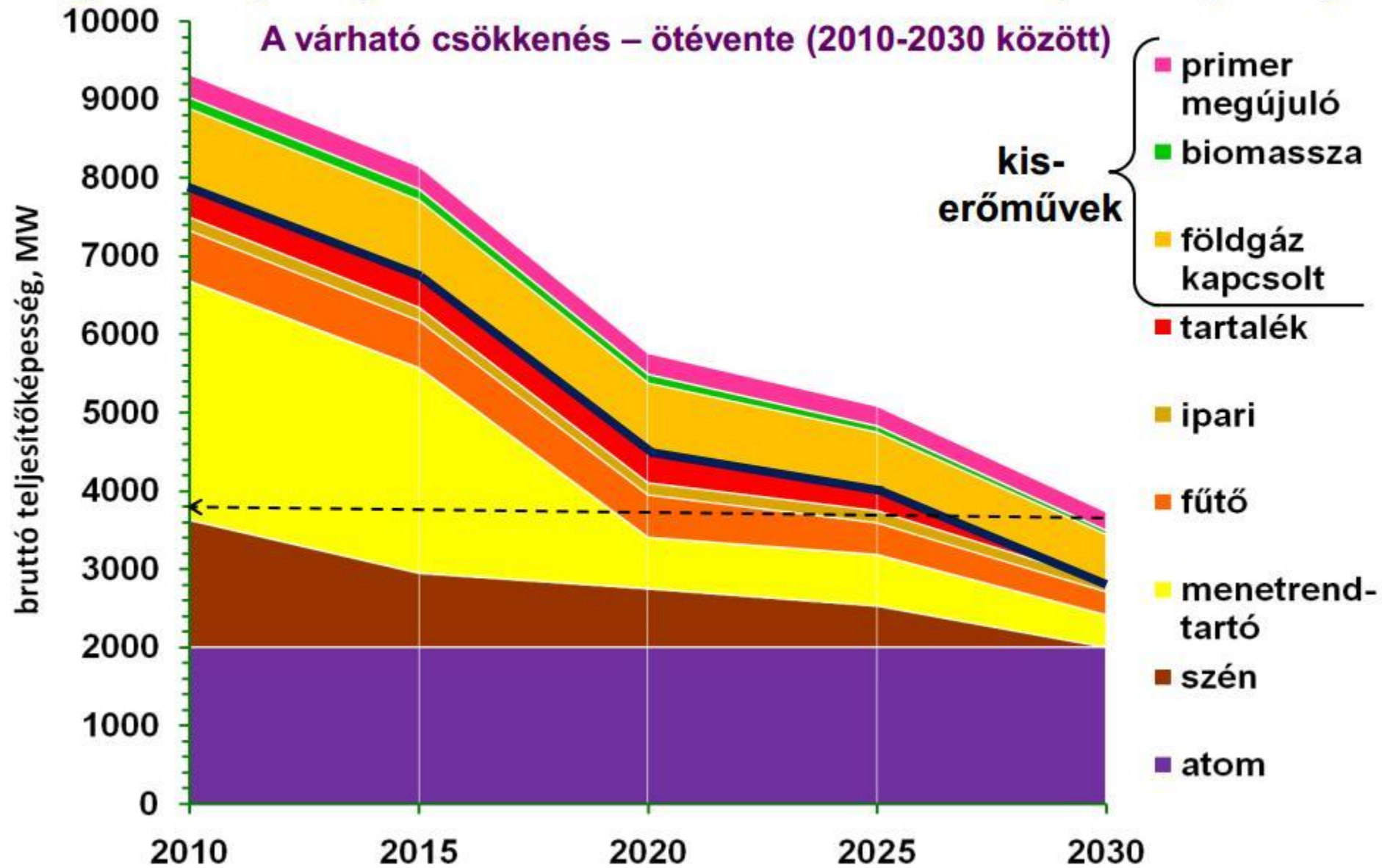
## Hazai villamosenergia összetétele 2012

[http://www.e-met.hu/files/cikk3101\\_MET\\_Eromu\\_Forum\\_2012\\_Strobl.pdf](http://www.e-met.hu/files/cikk3101_MET_Eromu_Forum_2012_Strobl.pdf)



**Hazai erőműveink hozzájárulása a villamosenergia termeléshez**

# Magyarországi megmaradó erőművek bruttó villamos teljesítőképessége



[http://www.e-met.hu/files/cikk3101\\_MET\\_Eromu\\_Forum\\_2012\\_Strobl.pdf](http://www.e-met.hu/files/cikk3101_MET_Eromu_Forum_2012_Strobl.pdf)

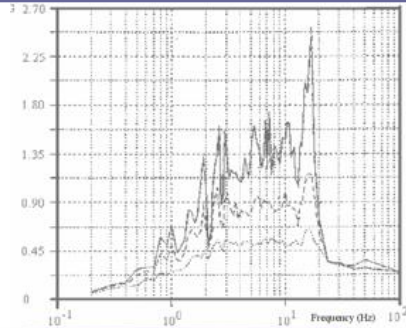


# Rosatom – AES-2600 (MIR-1200)

## Kettős konténment

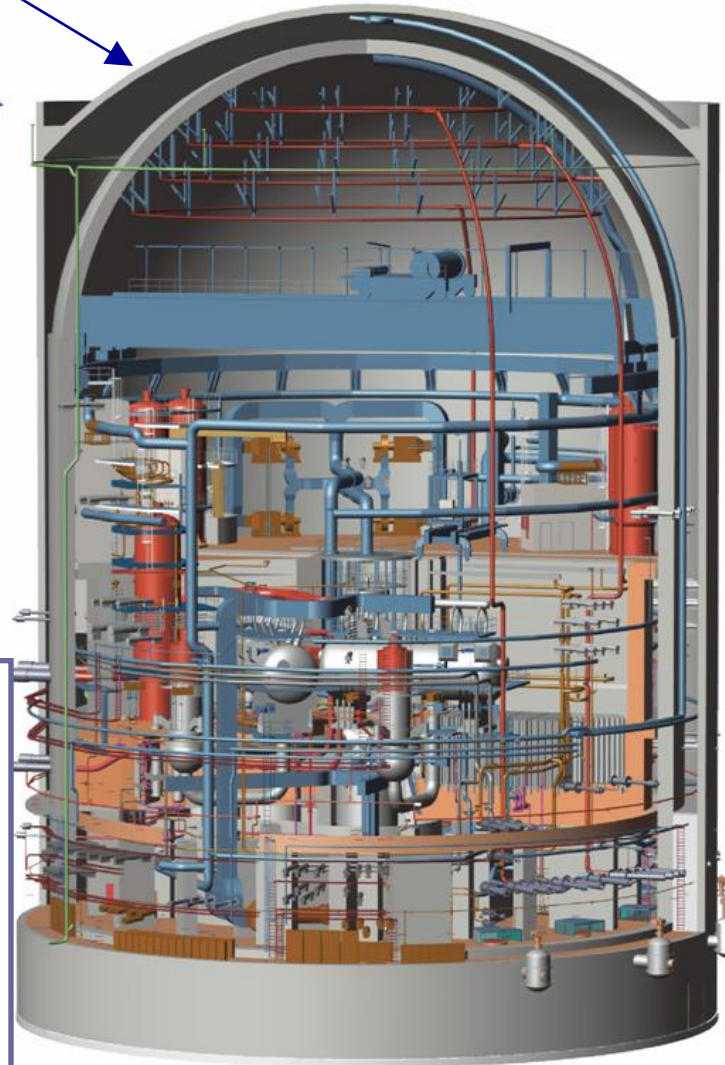
### Szeizmikus terhelés

Tervezési vízszintes  
maximális gyorsulás:  
0,12 g



### Szélterhelés

A biztonsági rendszerek  
30 m/s szélességre  
vannak tervezve, telephelyi  
sajátosságok alapján  
módosítható. (3-as fokozatú  
forgószelelnek megfelelő)



### Repülőgép becsapódás

Tervezési alap: repülőgép  
becsapódása (megfelel  
egy 5,7 tonnás, 100 m/s  
sebességű lövedéknek)

### Külső robbanás

Tervezési alap: külső  
robbanás nyomás-  
hulláma (30 kPa 1 s-ig)

### Hó és jég terhelés

Tervezési alap: extrém  
hóterhelés  
(4,9 kPa)

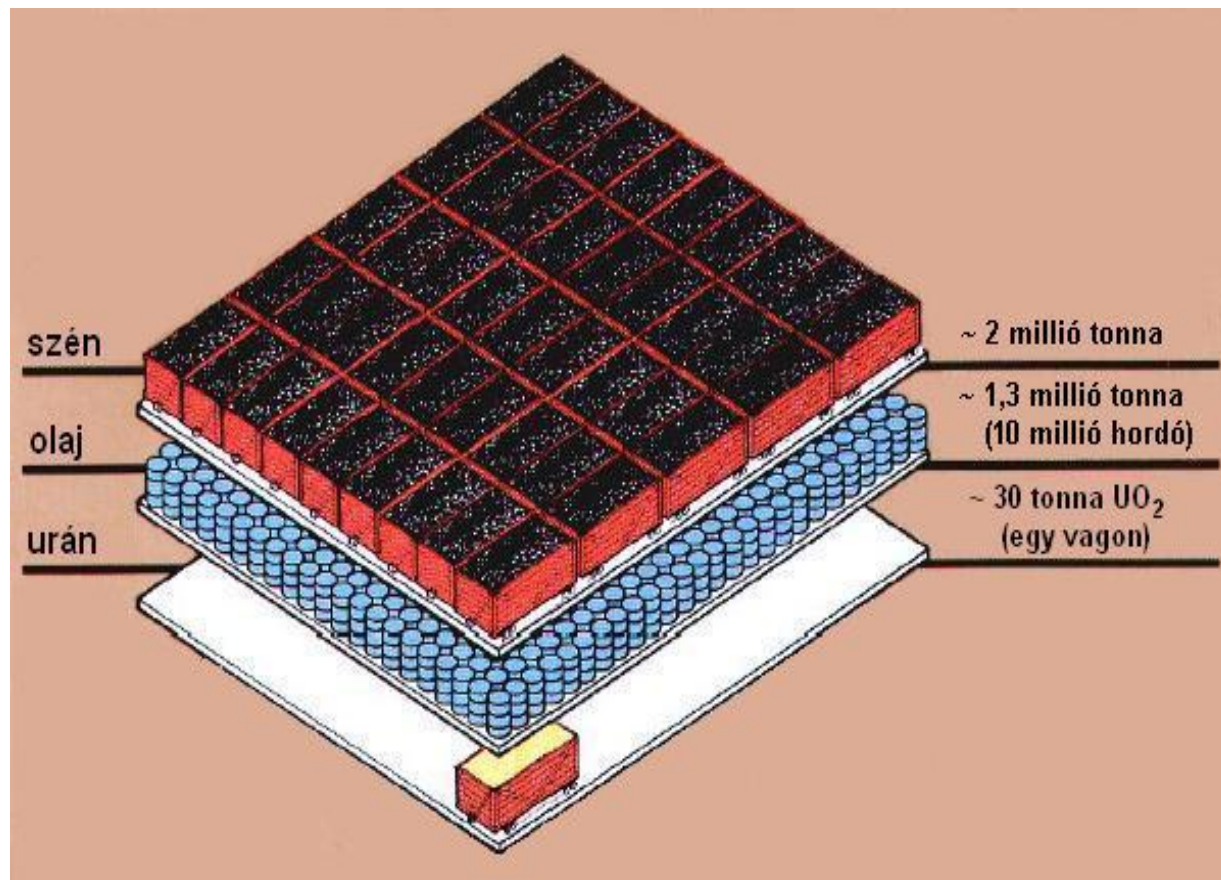


# Atomenergia, de miért?

1) **Sűrű** energia: maghasadáskor sokmilliószor annyi energia szabadul fel, mint a szén, olaj, vagy földgáz elégetésekor

## Következmények:

- a) **Bányászat olcsó, kisebb kockázatú**
- b) **Szállítás olcsó**
- c) **Nagy tartalék készletek halmozhatók fel: független energia ellátás**
- d) **Hulladék kisebb mennyiségű**

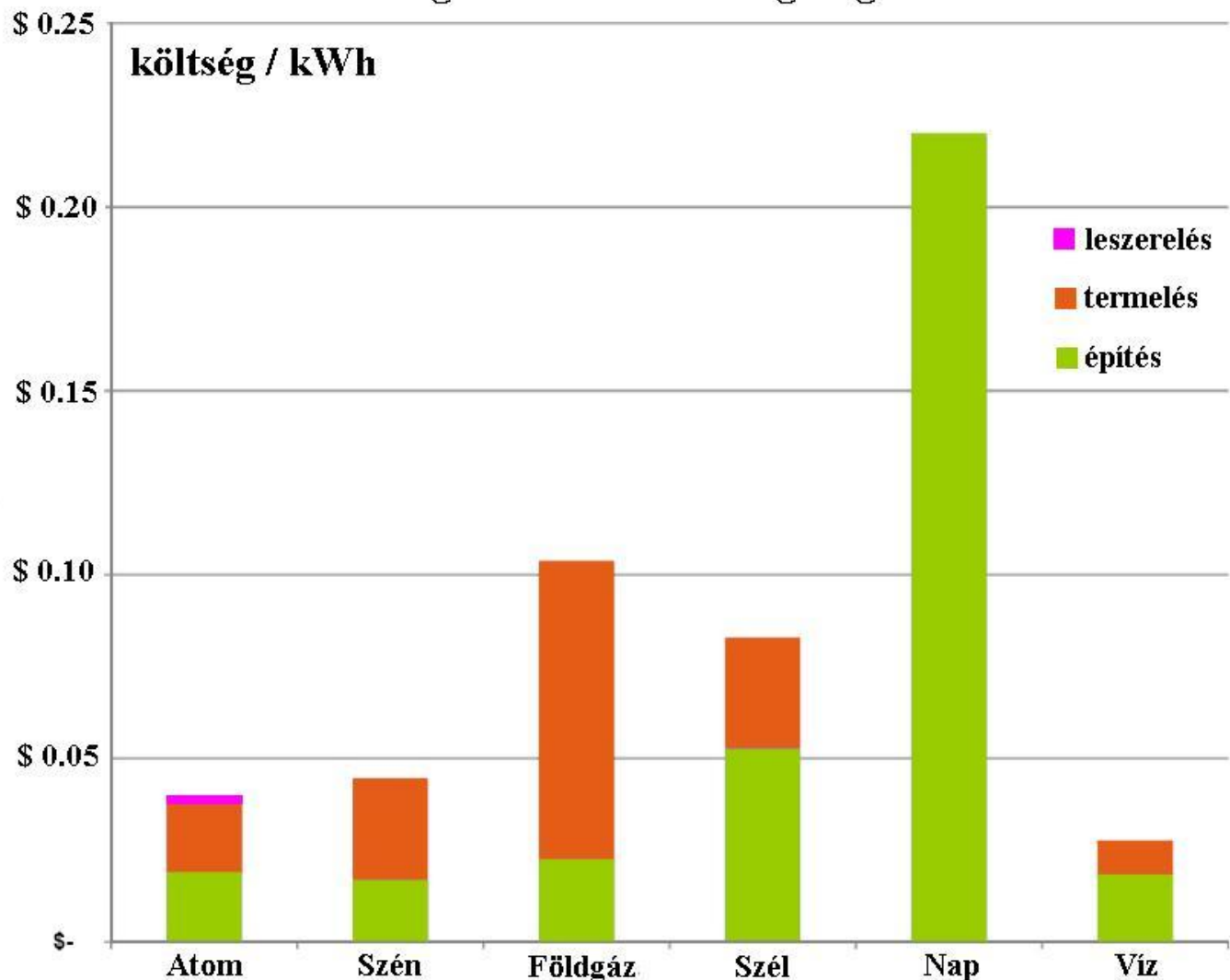


# Atomenergia, de miért? (folyt.)

- 2) **Környezetbarát**: atomerőművekben nem keletkezik üvegházhatást okozó gáz (széndioxid, füstgázok).  
Kyotó Egyezmény vállalásainak teljesítésében az atomerőműveknek nagy szerep juthat(na)
- 3) **Földrajzi** adottságoktól függetlenül telepíthető:  
pl. vízerőmű, szélerőmű, napenergiával működő erőmű  
nem ilyen
- 4) Pillanatnyi **klimatikus** hatásoktól függetlenül működik:  
**Alaperőműként** üzemeltethető.  
pl. szélerőmű, napenergiával működő erőmű nem ilyen
- 5) **Olcsó**: az összes többi energiatermelési móddal összehasonlítva az egyik legolcsóbb  
(a széntüzelésű erőművek ill. a vízerőművek ilyen olcsók még)

# A villamosenergia árának összetevői

Villamosenergia termelés költségmegoszlása kWh-ként



<http://nuclearfissionary.com/wp-content/uploads/2010/04/total-cost-electricity-production-per-kwh.jpg>

# A napenergia ára

Mennyibe kerülne naperőművel előállítani a Paksi Atomerőmű által előállított energiát?

**Paksi adatok:**

**Teljesítmény: 2000 MWe,  
Éves energia: 15685 GWh/év  
Kihasználtság: 89,5%**

**Naperőmű adatok (sajtóból):**

**Újszilvás:**

**Teljesítmény: 0,4 MWe,  
Éves energia: 0,63 GWh/év  
Létesítési költség: 618,5 MFt**



**A TELJESÍTMÉNY** kiváltására  $2000 \text{ MW} / 0,4 \text{ MW} = 5000 \text{ db}$  ilyen (újszilvási) erőművet kellene építeni.

**Ennek költsége  $5000 * 618,5 \text{ MFt} = 3093 \text{ milliárd Ft.}$**



# A napenergia ára (folyt.)

Újszilvás éves energiatermelése: 630 000 kWh = 0,63 GWh

Paks által évente megtermelt **ENERGIA**: 15685 GWh.

Ha tehát a blokkok által megtermelt **ENERGIÁT** szeretnénk kiváltani, akkor  $15685 / 0,63 = 24897$  db ilyen naperőművet kellene építeni, és ennek az építési költsége **15400 milliárd Ft** lenne!

Mitől van ez a nagy különbség? A naperőmű nem mindig termel!!

Időbeli kihasználtság:  $\frac{630000\text{kWh}}{400\text{kW}} = 1575\text{h}$  Egy évben van

$365 \cdot 24 = 8760$  h, tehát a kihasználtság:  $\frac{1575}{8760} = 0,18$ , azaz **18% !!**

A naperőmű működése során megtermelt **energia 82%-át el kellene tárolni** arra az időre, amikor nem működik! A tárolás költsége még nincs benne a 15400 milliárd Ft-ban!

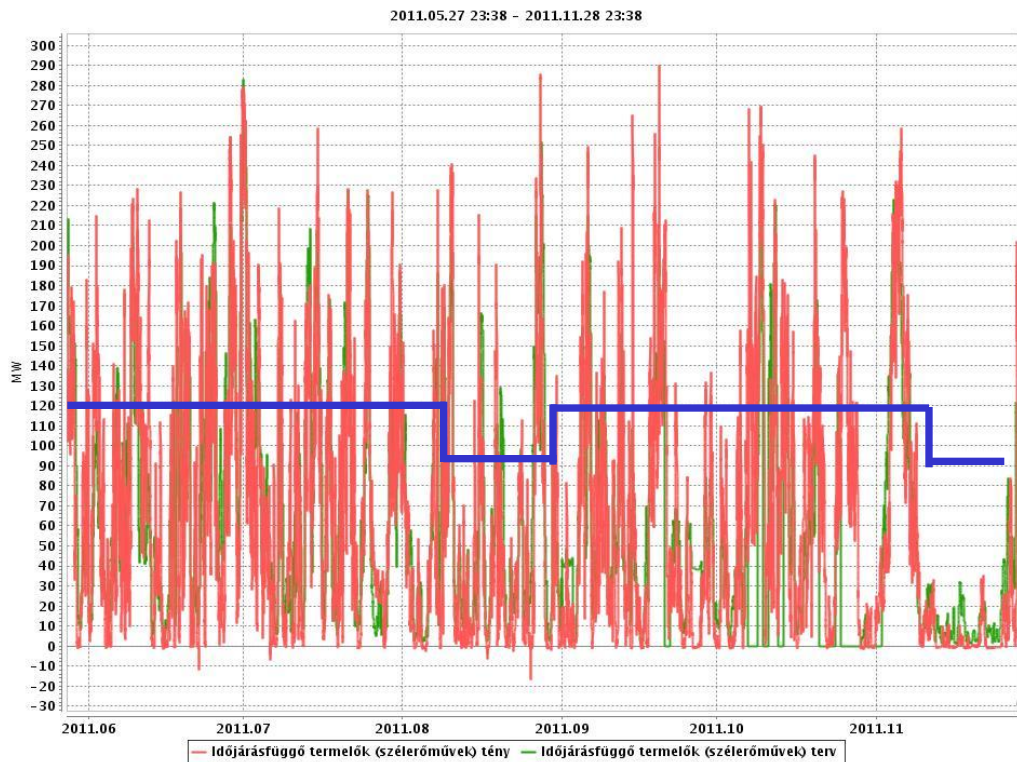
Különböző becslések szerint a Paksi Atomerőmű 2000 MW-os teljesítményének majdani pótlását biztosító **két új blokk** létesítési költsége 3000-5000 milliárd Ft közé esik. Sok? És az ugyanennyi energiát termelő naperőmű létesítése?

# A szélenergia ára

**Már vannak szélerőműveink, le tudunk vonni következtetéseket!**

**Mosonszolnok szélerőmű-park: 52 GWh/év, 9 Mrd Ft létesítés**

**Paks: 15685 GWh/év ~ 300 ilyen szélerőmű-park. ~ 2700 Mrd Ft**



Szélerőműveink teljesítménye  
2011.05.27 - 2011.11.28

(Átlagos kihasználás: 26,4 %)

**a Paksi Atomerőmű  
teljesítménye  
(„alaperőmű”)**

Forrás: <http://www.mavir.hu/web/mavir/szeltermeles>

**Szélenergia részarányának lényeges növelése:  
csak ENERGIATÁROLÁSSAL!**

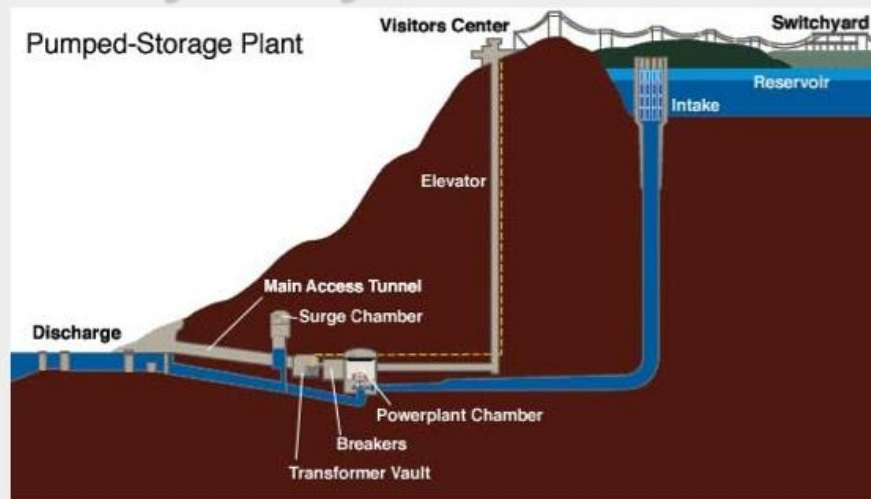
# Energiatárolás nagy mennyiségben

- Villamos energia formájában nem lehet (akkumulátorok, kémiai)
- Vízenergia (megvalósítható, jelenleg legolcsóbb)
- Hidrogén-gazdaság (még kutatás alatt áll)

Vízenergia: **tározós erőmű** (70% visszanyerhető energia)  
többlettermelés idején felpumpáljuk a vizet,  
hiány esetén leengedjük, áramot fejlesztünk.  $E = mgh$

Természeti adottságok kellene!  
Magas hegyek, nagy völgyek

**Komoly környezeti hatások!**



**Banqiao (1975) : 171 000 halott, 11 millióan veszítették el hajlékukat**



# Következtetés: 2000 MW alaperőművi villamosenergia termelést **nem lehet** nap- vagy szélerőművekkel kiváltani (itthon)!

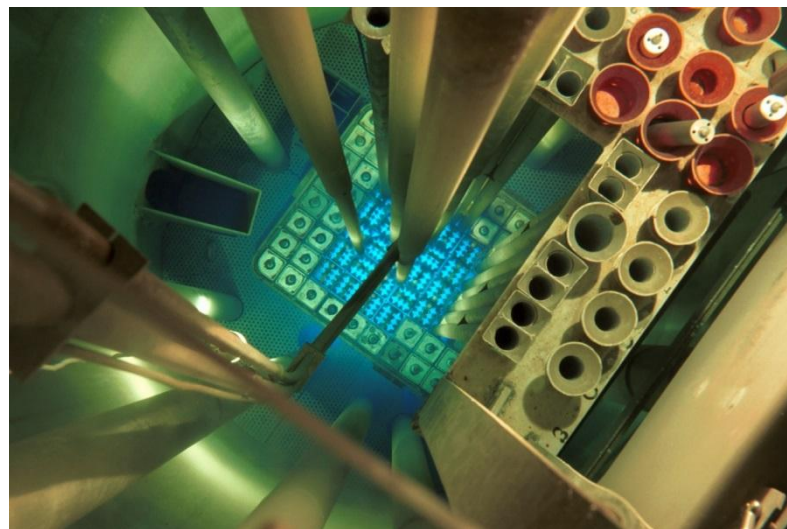
---

## Új „nukleáris” diplomások iránti igény

- A francia AREVA és EdF, a belga Suez, az amerikai GE és Westinghouse cégek egyenként körülbelül **évi 500-500** új mérnököt terveznek felvenni a következő 10 évben, ami összesen 20-25 000 fő fiatal műszaki szakembert igényel egy évtized alatt!
- Finnországban az új blokk építéséről szóló döntés óta kb. megtízszereződött a nukleáris energetikát tanuló egyetemi hallgatók száma!
- Új blokkok esetleges építése további igénynövekedést okoz!
- Ez igaz Magyarországra is!



# Az atomenergiának világméretben és Magyarországon is világos és biztos jövőképe van, Fukushima ellenére. Érdeemes ebben az irányban továbbtanulni!



„...majdnem mindaz, amit hozzáadtunk az emberek kényelméhez, a felismert fizikai törvények hatására következett be.”

(Wigner Jenő, Nobel-díjas fizikus)

## Köszönöm a figyelmet!

