Semmelweis Ignác Humán Szakképző Iskola

Általános kémia

Radioaktivitás és atomenergia

„A tudomány, a technológia - ezt világosan és erősen akarom mondani - nem old meg minden problémát. De tudomány és technológia nélkül semmiféle problémát nem lehet megoldani.”

Teller Ede

Rausch Péter
kémia-környezettan tanár

rexades web.elte.hu

A radioaktivitás felfedezése

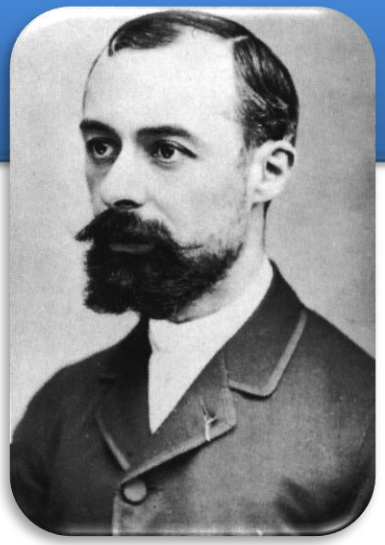
A radioaktivitás az instabil atommagok bomlása, ill. átalakulása. A radioaktivitás során az atomok radioaktív sugárzást bocsájtanak ki.

1896-ban Bequerel az uránszurokérc tanulmányozása során felfedezi a radioaktiv sugárzást (fényképlemezen nyomott hagyott).

1897-1904 között Pierre Curie és Maria Curie óriási munkával felfedezi az α-, β- , γ-sugárzás mellett a polóniumot (Po), majd a rádiumot (Ra).

0,1 g rádium-kloridot állítottak elő 1 tonna uránszurokércből.

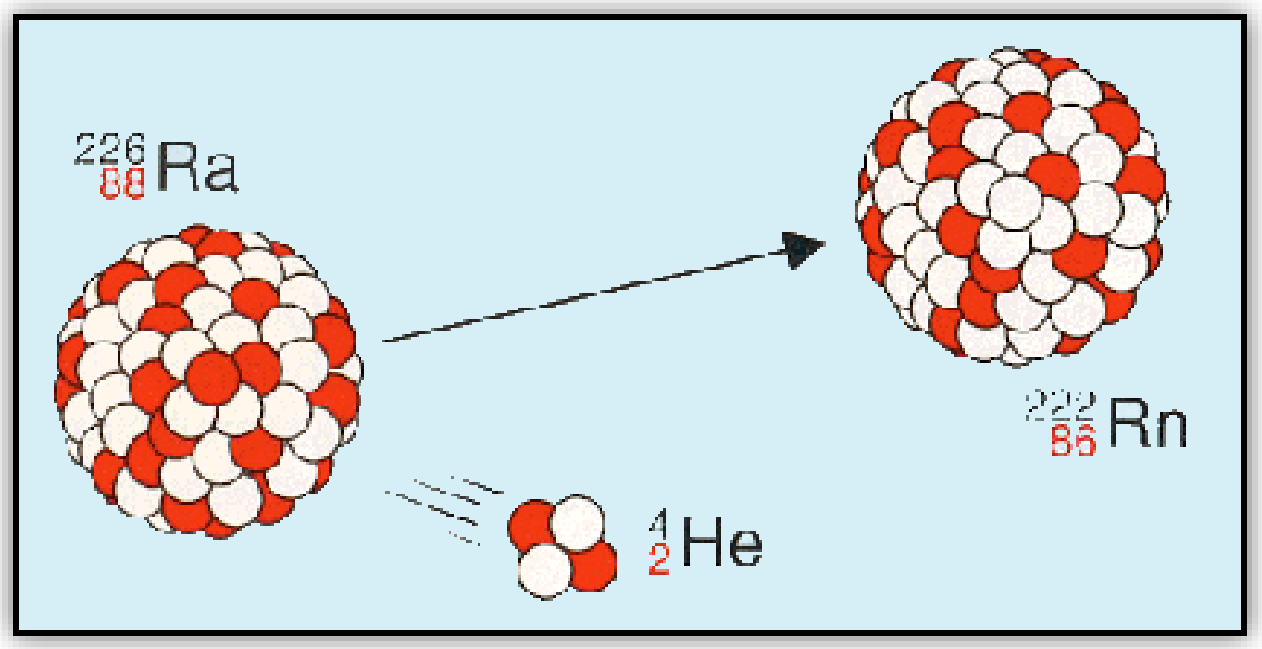
A házaspár azt is felfedezte, hogy külső behatás nélkül is létrejöhet radioaktív sugárzás. Ez független a fizikai és kémiai változásoktól.



Antoine Becquerel (1852-1908)

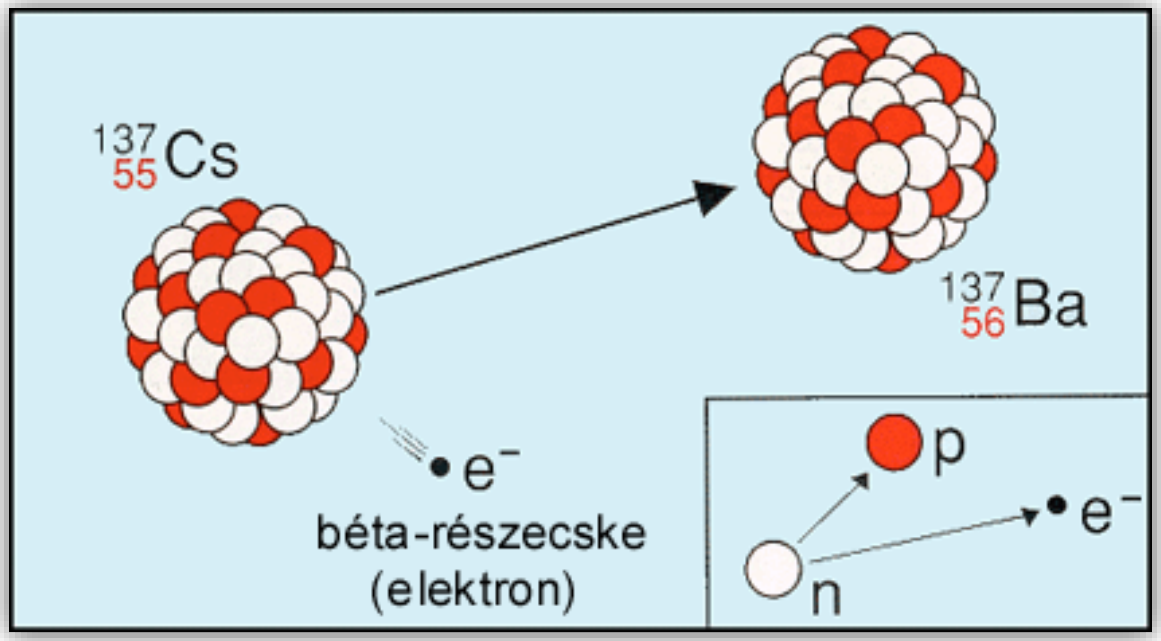
Pierre és Marie Curie (1859-1906) ill. (1867-1934)

Radioaktív sugárzások kialakulása - α



Az alfa-sugárzás során a mag két proton és két neutronból álló, He^{2+} atommagot bocsát ki. Alfa-sugárzást csak 82-nél nagyobb rendszámú izotópok bocsátanak ki. Az alfa-sugárzás során a mag tömegszáma néggyel, és rendszáma kettővel csökken. A veszélyes radioaktív nemesgáz a $^{222}_{86}Rn$ (radon) a $^{226}_{88}Ra$ (rádium) alfa bomlása során keletkezik.

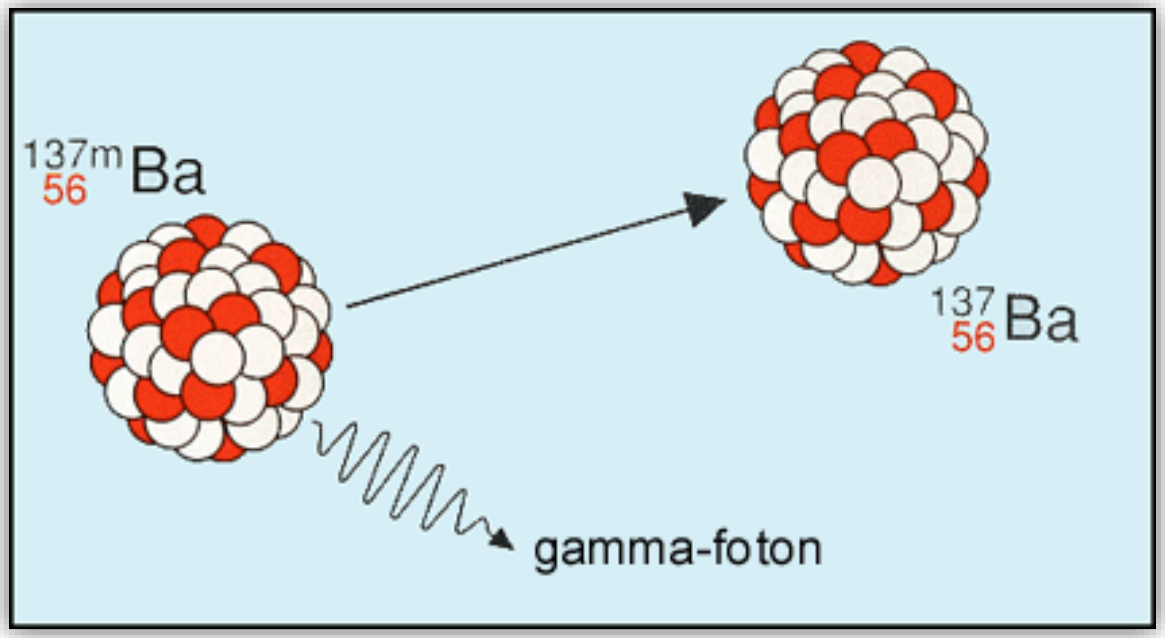
Radioaktív sugárzások kialakulása - β



A béta-sugárzás akkor keletkezik, ha egy atomban túl sok neutron található. Ilyenkor az egyik neutron átalakul protonná, miközben a mag kilök magából egy nagy sebességű elektront. A folyamat során az atom rendszáma eggyel nő, tömegszáma állandó marad.

$$^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba.$$

Radioaktív sugárzások kialakulása - γ



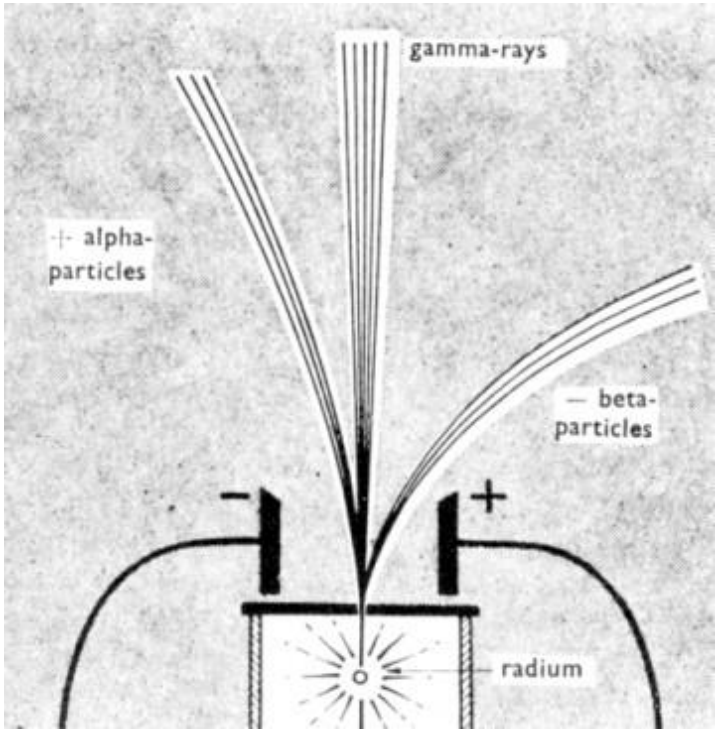
A gamma-sugárzás a radioaktív bomlásokat kíséri, ugyanis a bomlások után az atommag sokszor aktivált (gerjesztett) állapotban marad, mely energiafelesleget az atom előbb-utóbb leadja elektromágneses sugárzás formájában (foton). A gamma-sugárzás kibocsájtása során az atom összetétele nem változik meg.

Radioaktív sugárzások típusai

α-sugárzás: nagy sebességű He atommagokból áll (He^{2+}), már egy papírlap vagy néhány mm levegőrétegben elnyelődik.

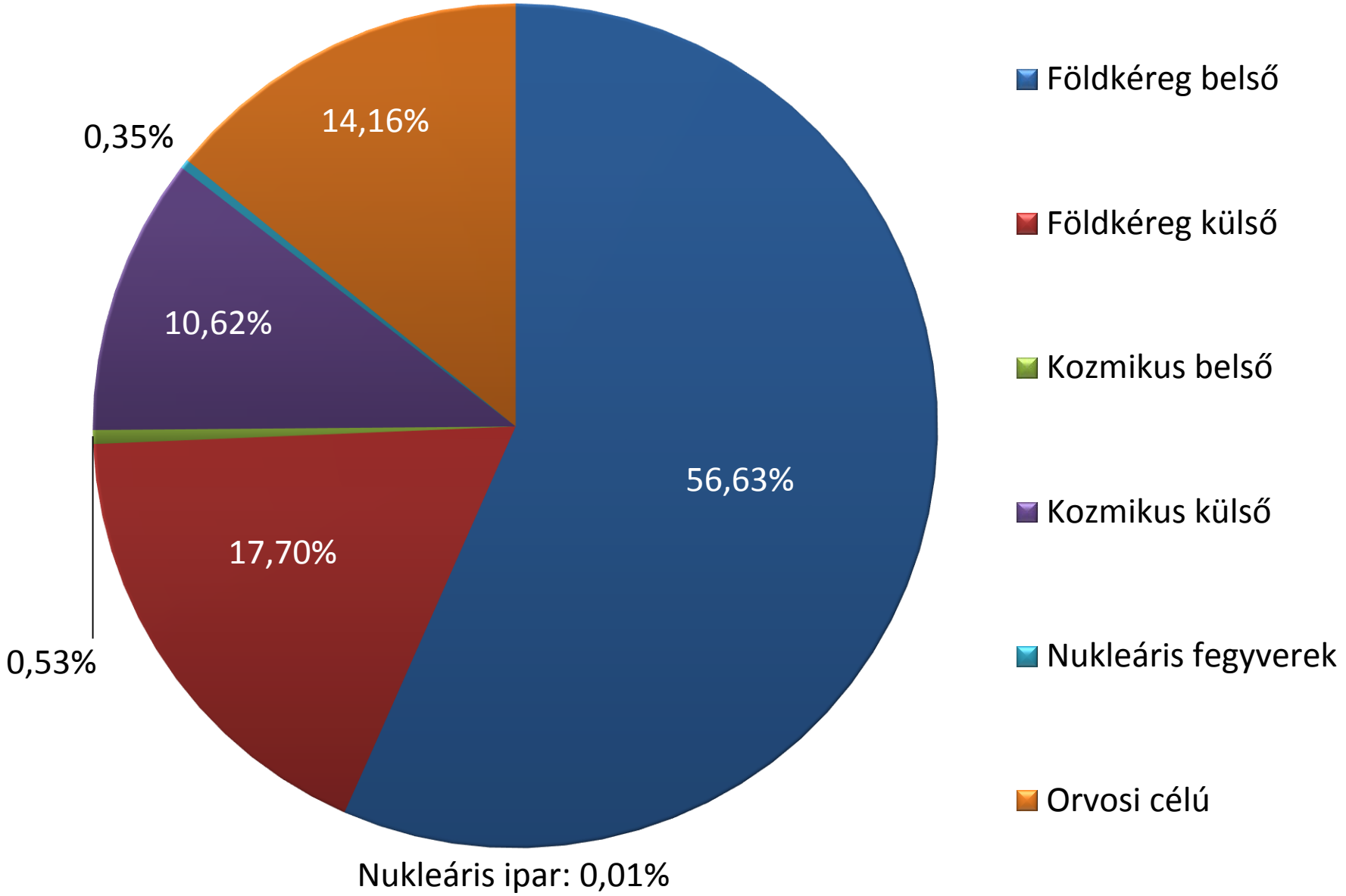
β-sugárzás: nagy sebességű elektronsugárzás (e^-), egy vékony alumínumlemez vagy vastagabb plexilemez nyeli csak el.

γ-sugárzás: nagy energiájú elektromágneses sugárzás (olyan, mint a fény vagy a mikrohullám), vastag beton vagy ólomlemez képes csak leárnyékolni.

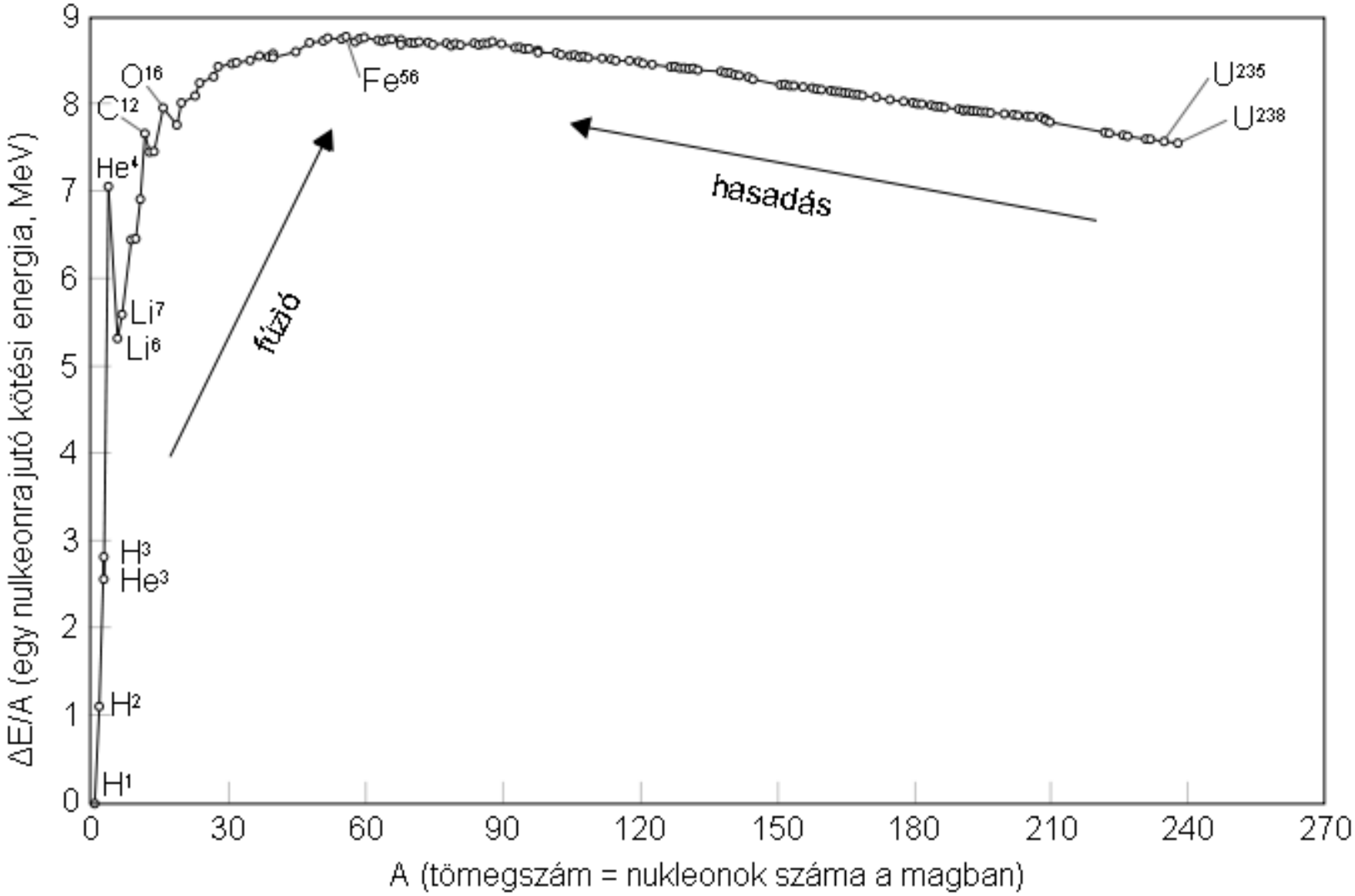


A radioaktív sugárzás erőssége a radioaktív atomok számától és minőségétől függ. Fizikai és kémiai folyamatok nem befolyásolják, attól függetlenek!
A radioaktív sugárzás képes kémiai reakciókat előidézni (pl. a film megfeketedése, illetve az élő szövettel való érintkezés során), gázokat ionizálni és fényjelenségeket produkálni (foszforeszkálás, fluoreszkálás).

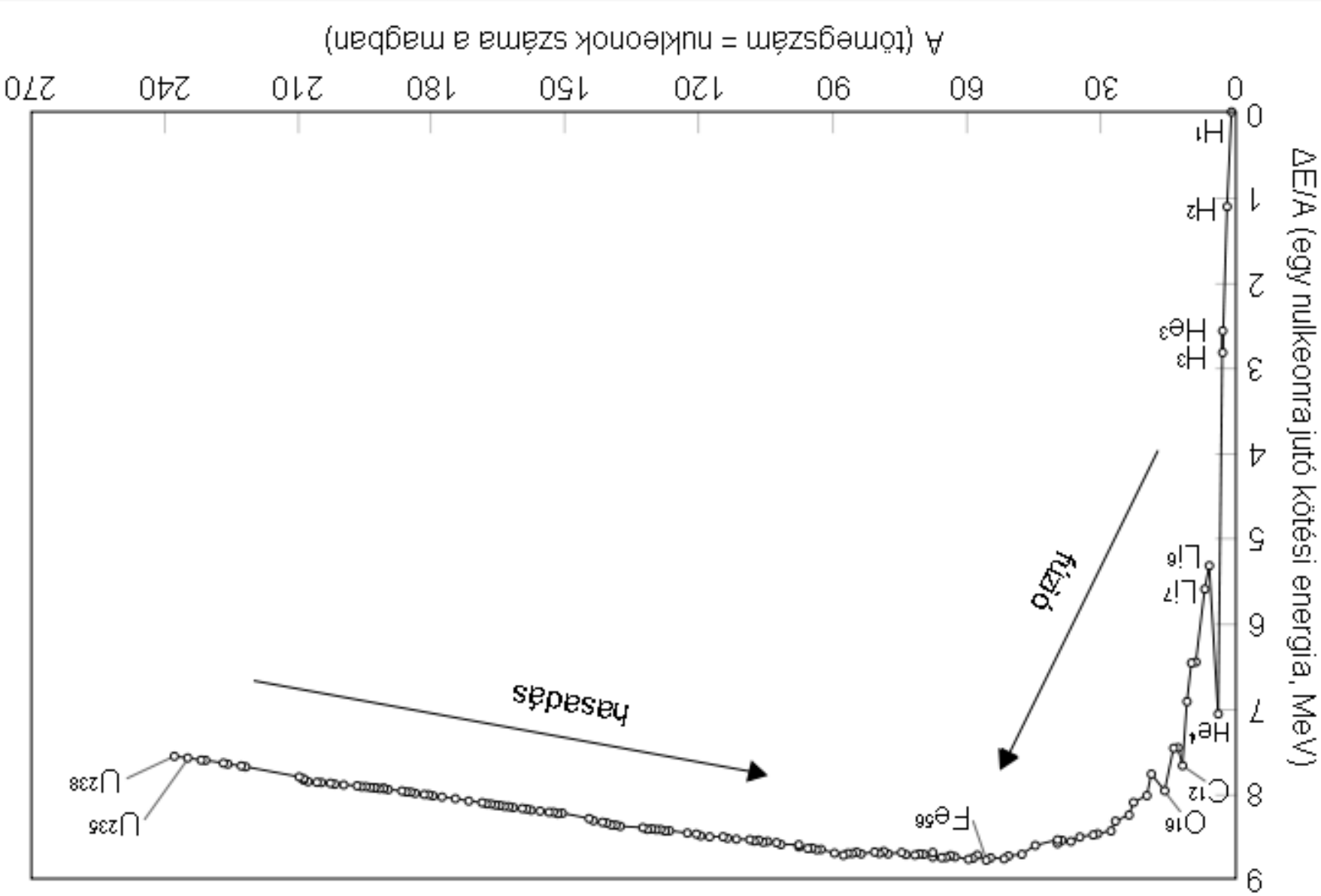
Az embert érő radioaktív sugárzás forrásai



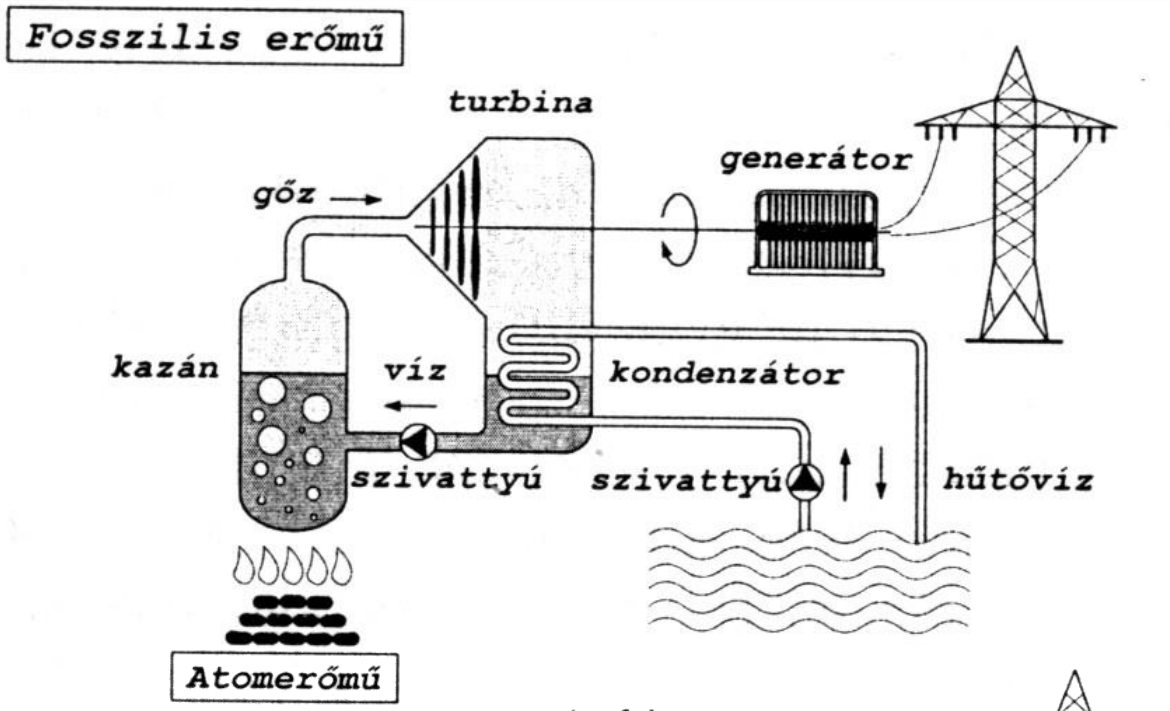
Miért szabadul fel energia?

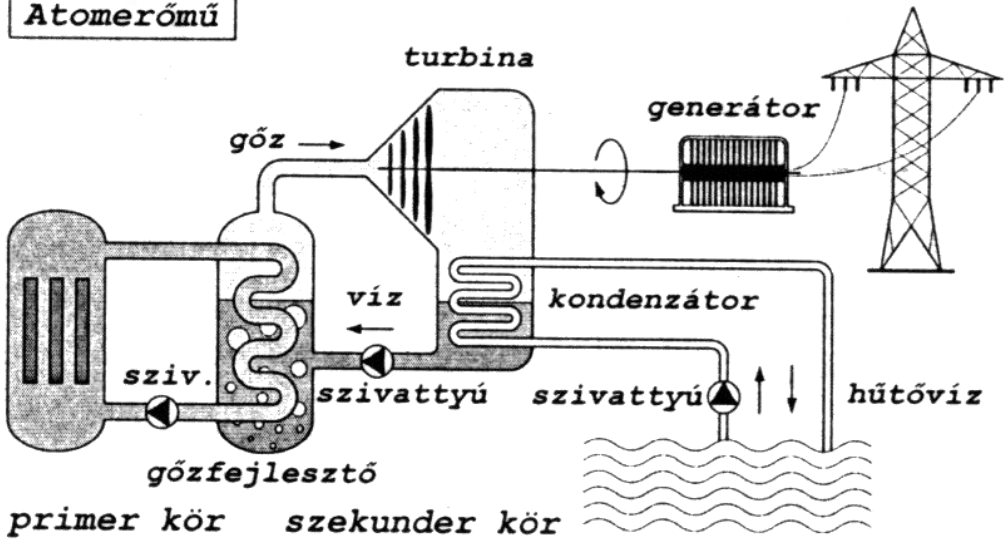


Így már látható a gödör?



Hőerőmű vs. atomerőmű



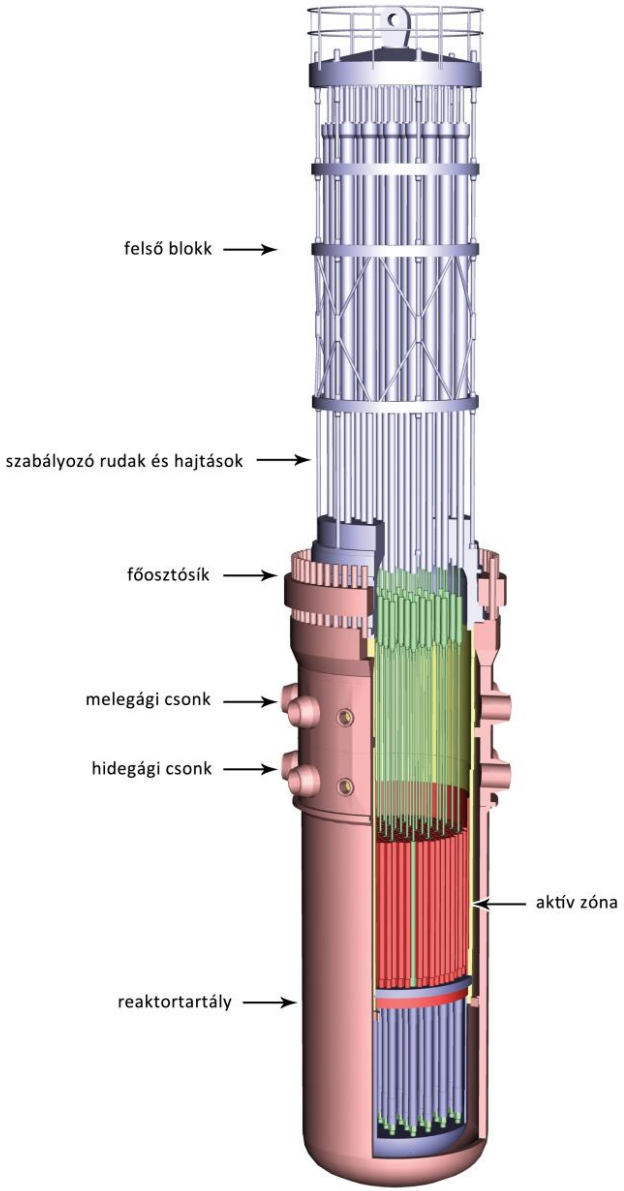


Atomerőmű működés közben

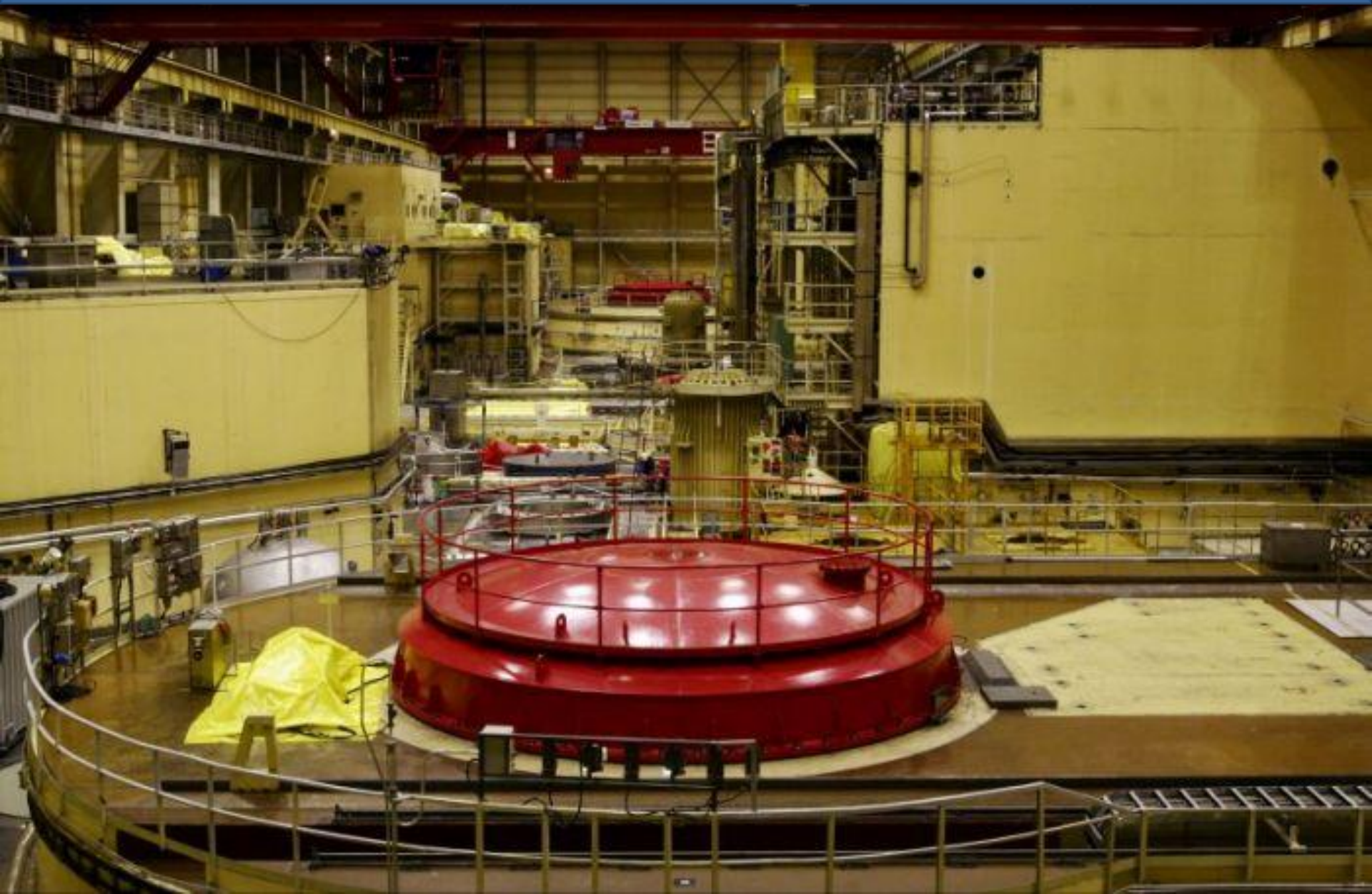
Az atomenergia és Magyarország

A hazai villamosenergia-termelés csaknem 40%-át adja a paksi atomerőmű.

A paksi atomerőmű egyik blokkja



A paksi atomerőmű egyik blokkja



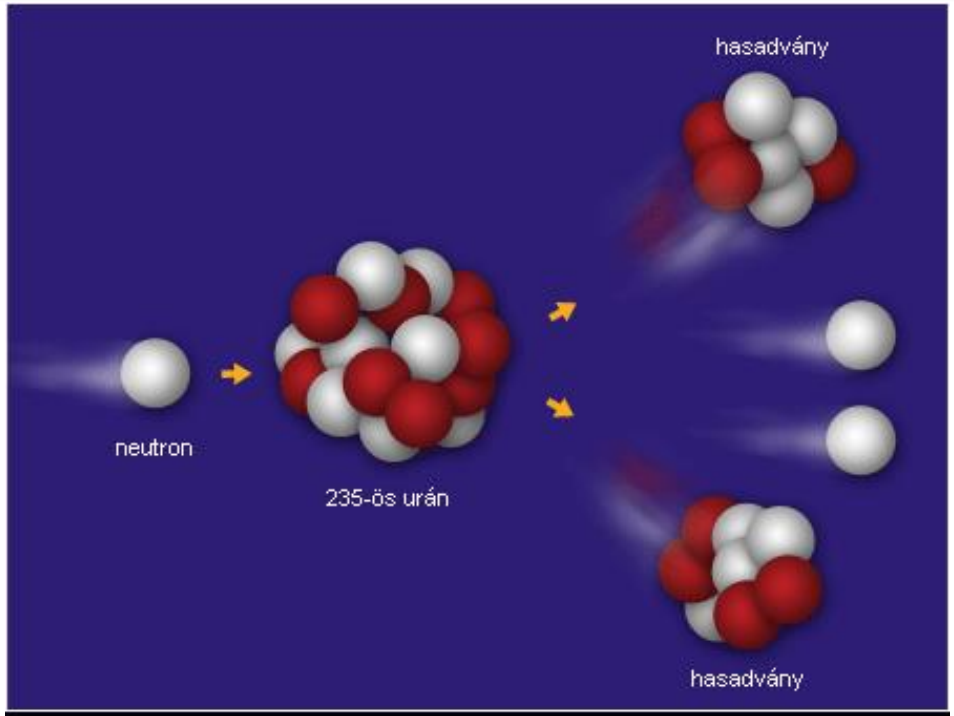
Turbinacsarnok, generátor

Kondenzátor

A távozó hűtővíz

Irányítóközpont

Maghasadás (fisszió)



Maghasadás

Feketeszén	**320 kg**
Barnaszén	**1 300 kg**
Olaj	**220 kg**
Gáz	**270 m^3**
Víz (1 m magasról esve)	**432 000 m^3**
Napelem-terület	**12 500 m^2**
Természetes urán	**22 g**

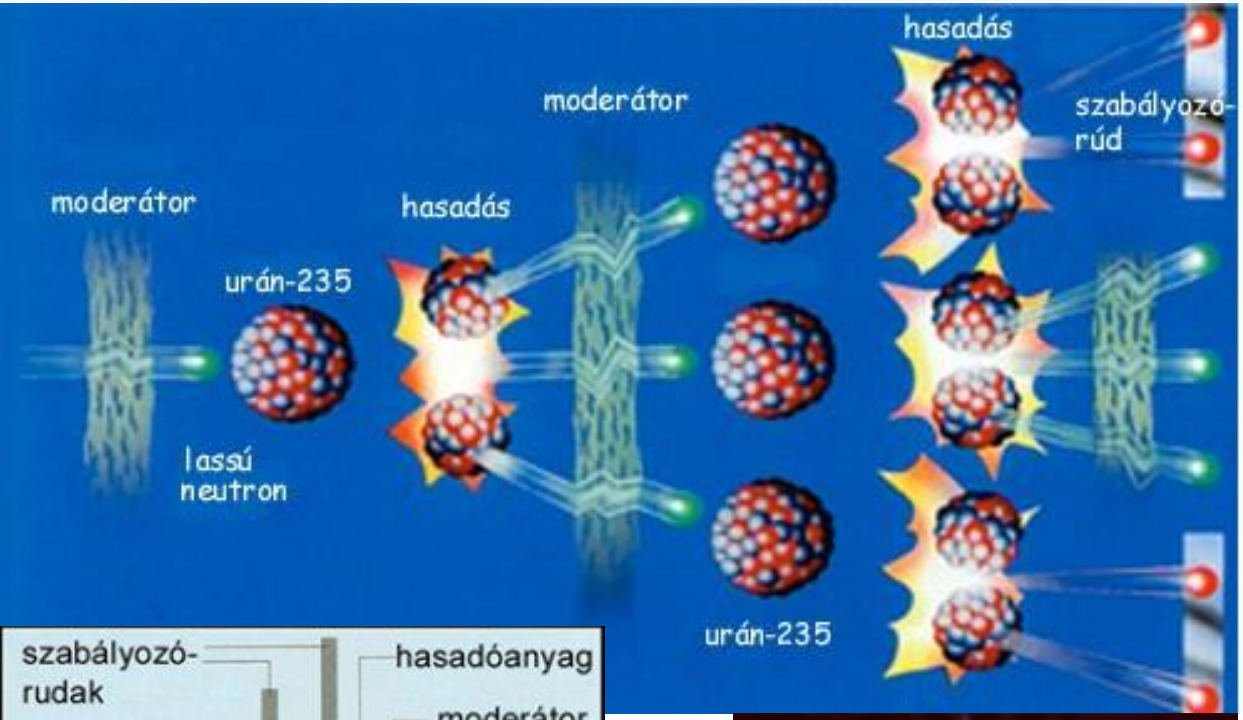
1000 kWh előállításához szükséges mennyiségek (Syed M. Qaim, 2000)

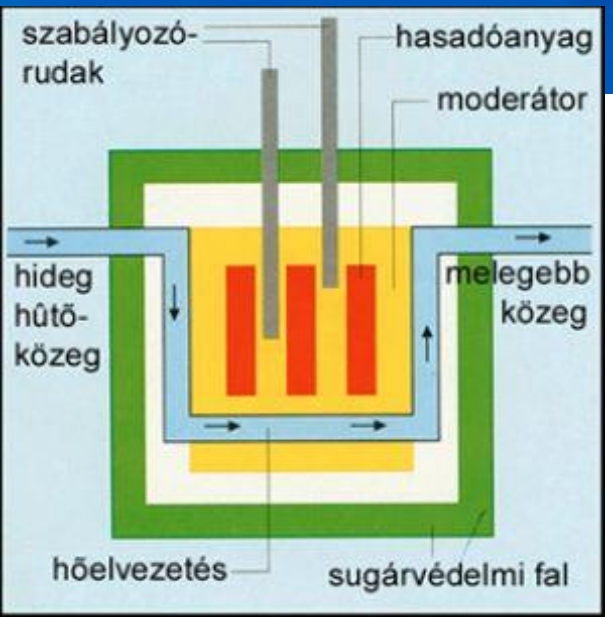
A maghasadás során egy nagy atommagot neutron segítségével több kisebb atommagra hasíthatunk.

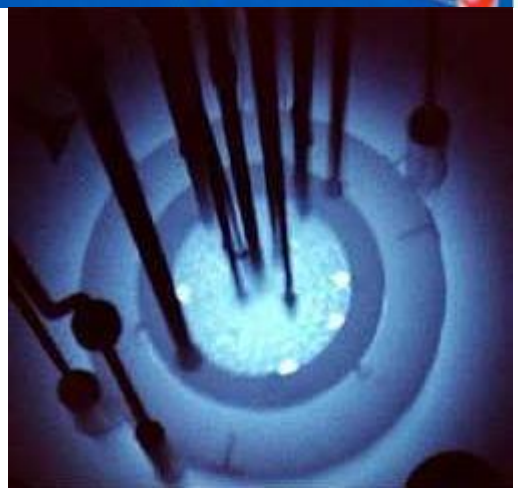
Az ^{235}U hasítása során nem csak két új atommag, hanem 2-3 új gyors neutron keletkezik, melyeket az ún. moderátor segítségével lelassíthatjuk, ezzel újabb hasításokat vihetünk végbe.

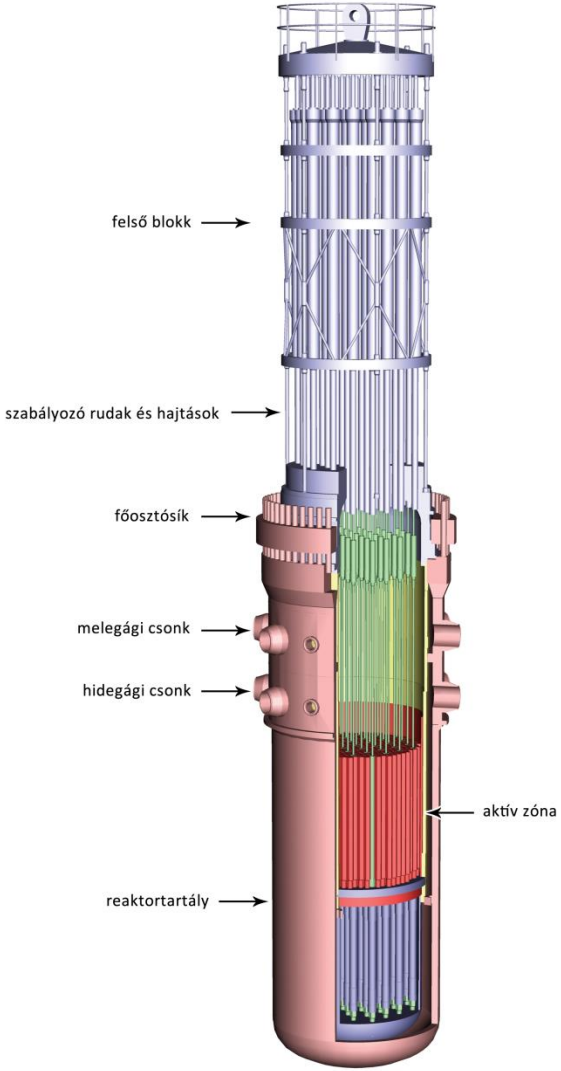
A hasadás során óriási mennyiségű energia szabadul fel. Ezt használják ki az atomerőművek.

Láncreakció a reaktorban

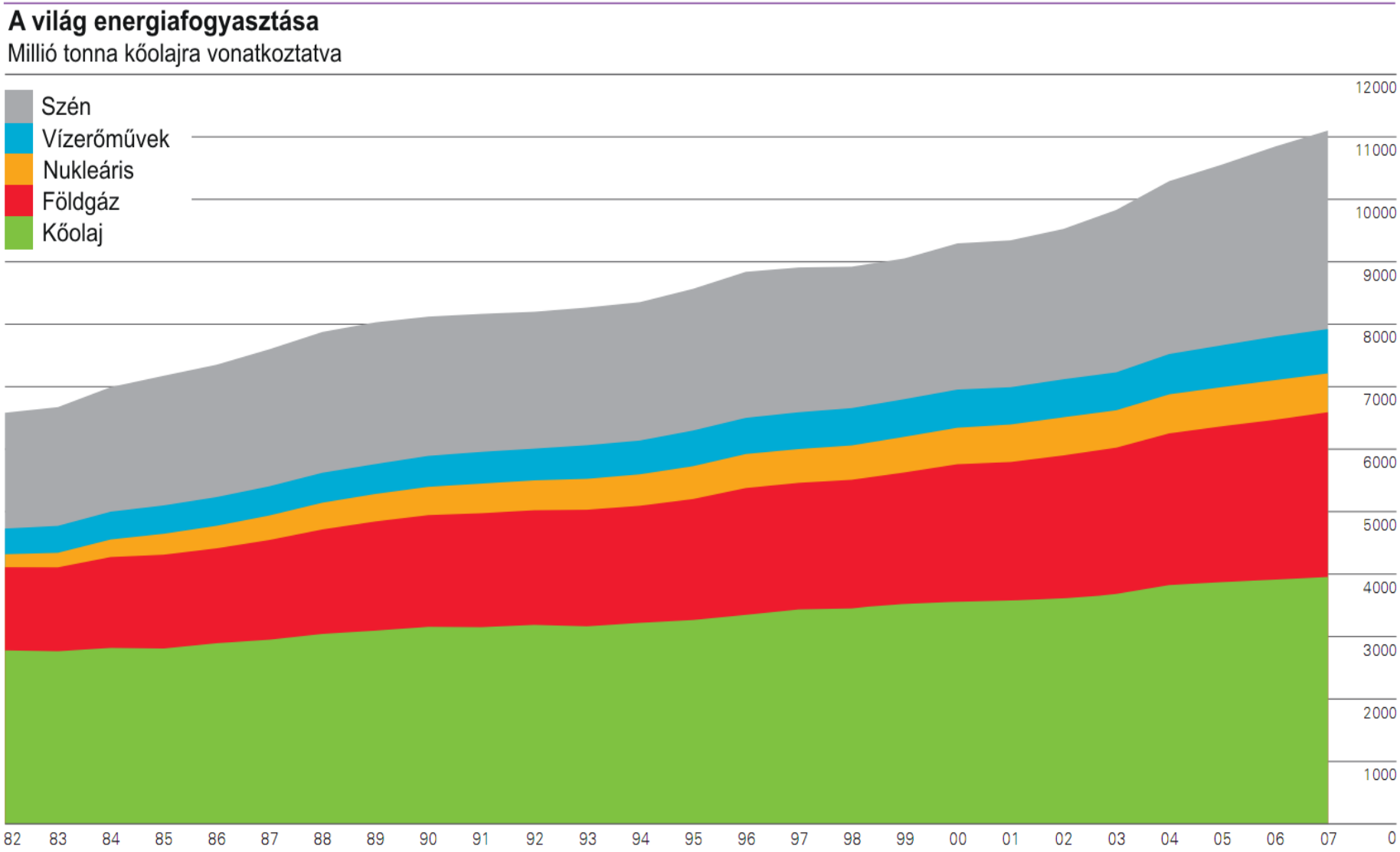








Az atomenergia jelenlegi szerepe



A világ energiafogyasztásának alakulása az 1982-2007 közötti időszakban (British Petroleum, 2008)

Az urán életciklusa

BÁNYÁSZAT

↓

AZ URÁN KINYERÉSE - FELTÁRÁS - U_3O_8
sárga pogácsa

↓

DÚSÍTÁS
^{235}U elválasztása az ^{238}U-tól

↓

FŰTŐELEMGYÁRTÁS

↓

HASZNÁLAT

↓

PIHENTETÉS

↓

ÚJRAHASZNOSÍTÁS

↓

HULLADÉKKEZELÉS

↓

LERAKÁS

Az urán életciklusa

BÁNYÁSZAT

↓

AZ URÁN KINYERÉSE - FELTÁRÁS - U_3O_8
sárga pogácsa

↓

DÚSÍTÁS
^{235}U elválasztása az ^{238}U-tól

↓

FŰTŐELEMGYÁRTÁS

↓

HASZNÁLAT

↓

PIHENTETÉS

↓

ÚJRAHASZNOSÍTÁS

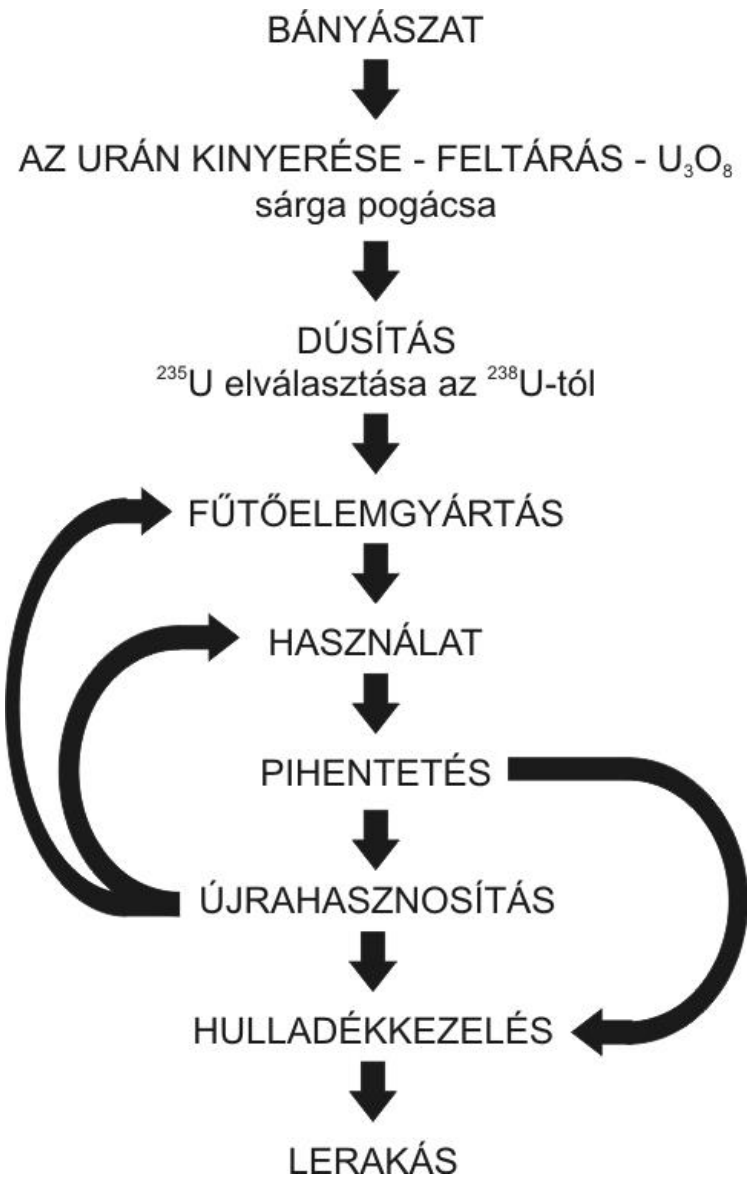
↓

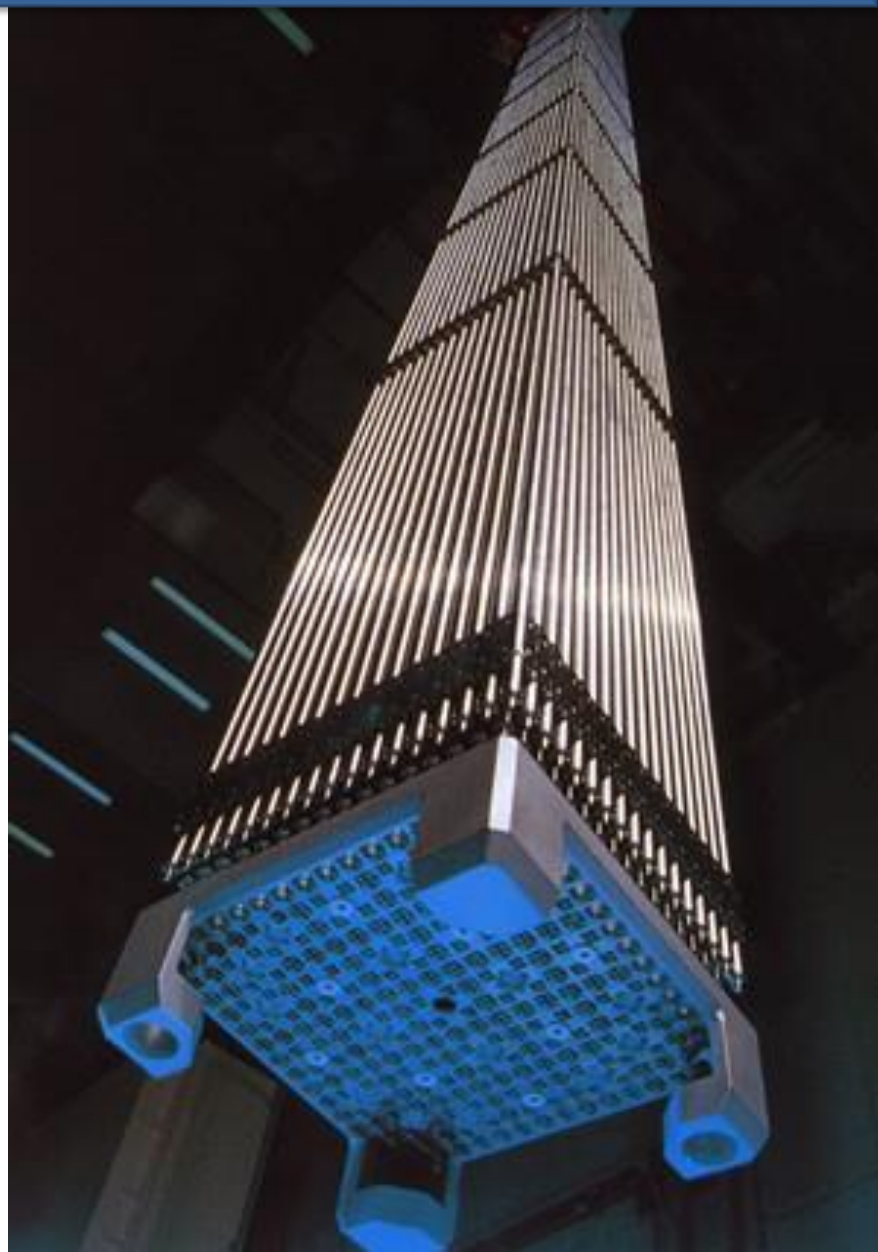
HULLADÉKKEZELÉS

↓

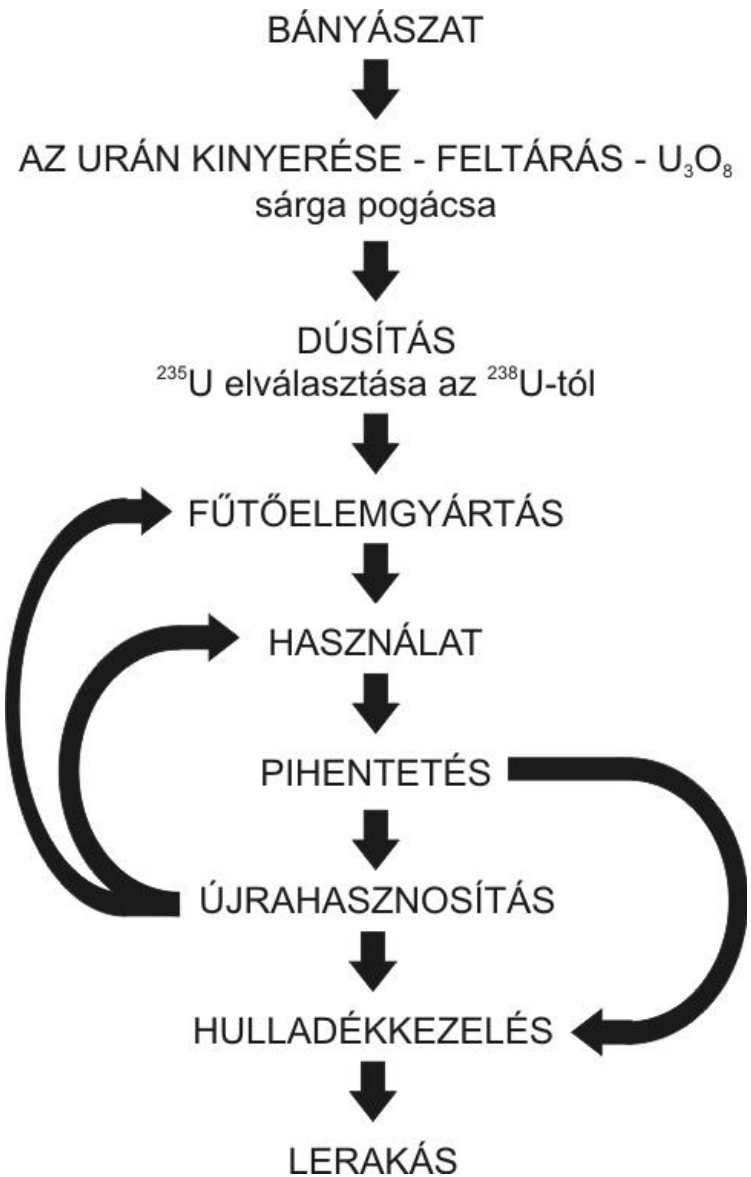
LERAKÁS

Az urán életciklusa

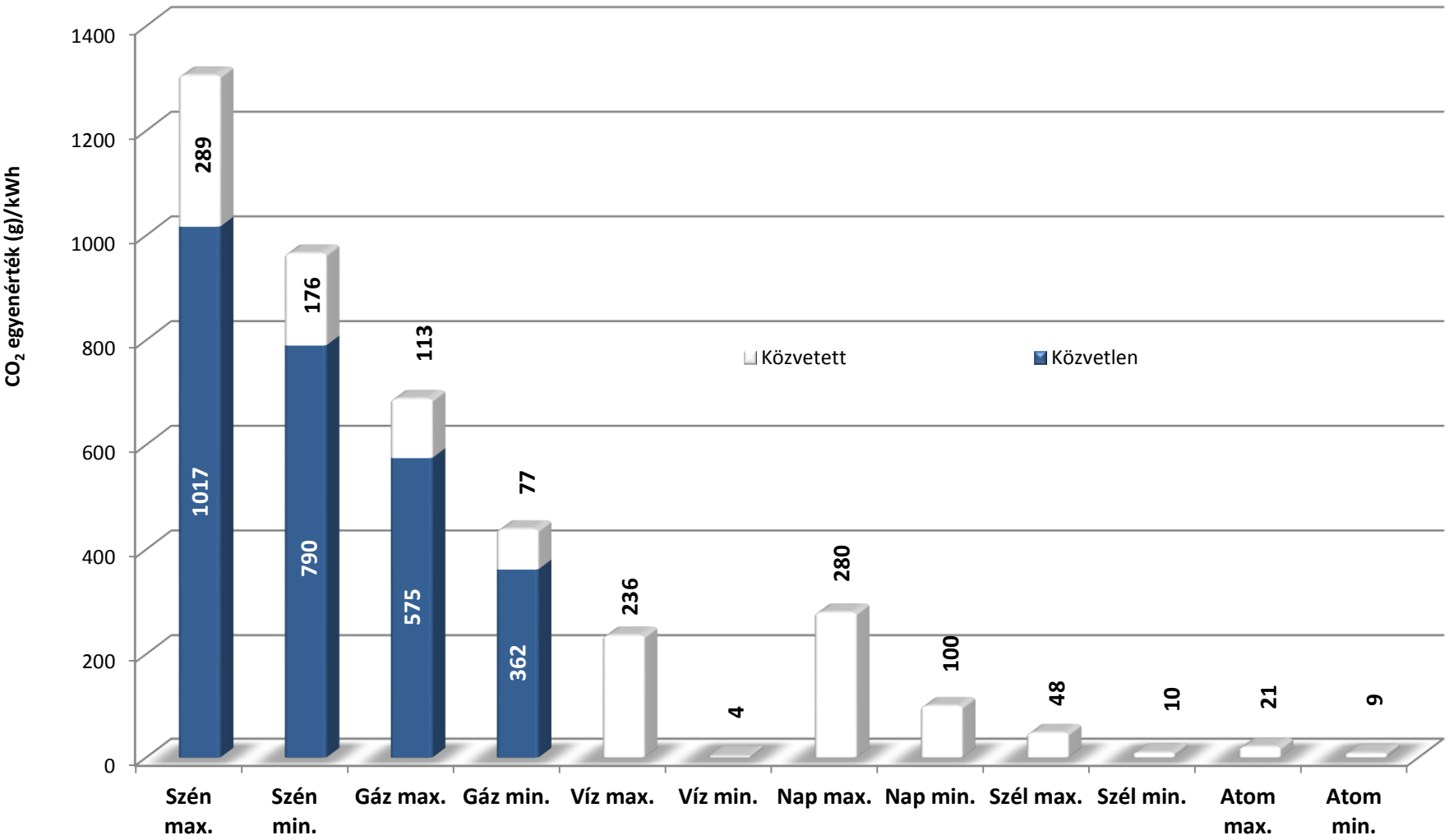




Az urán életciklusa

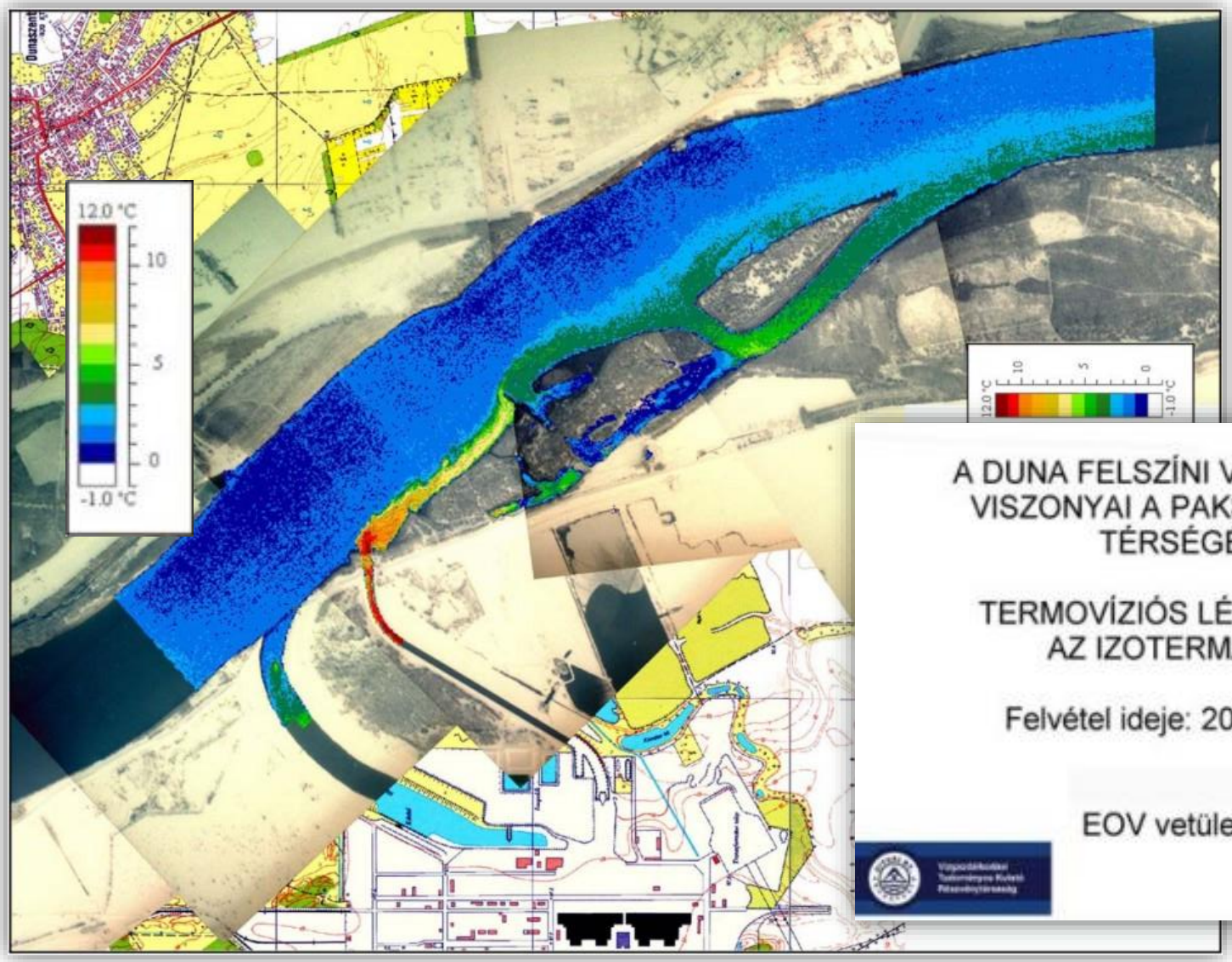


Környezeti előny – minimális CO_2- emisszió



A különböző elektromos áramtermelő módok teljes életciklusra vetített CO_2-dal egyenértékű kibocsájtásának összehasonlítása (IAEA, 2000)

Hőszennyezés – nem az atomenergia sajátja!



A DUNA FELSZÍNI VÍZHŐMÉRSÉKLET-VISZONYAI A PAKSI ATOMERŐMŰ TÉRSÉGÉBEN

TERMOVÍZIÓS LÉGIFELVÉTEL AZ IZOTERMÁKKAL

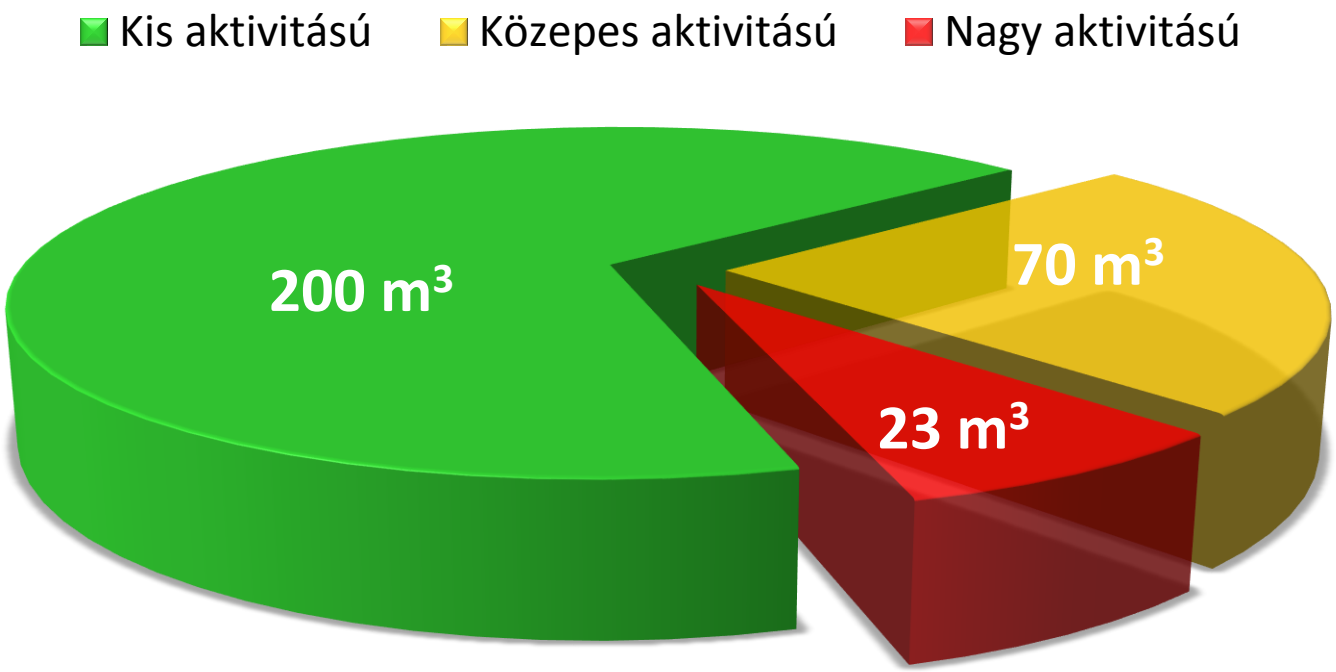
Felvétel ideje: 2003.február 13.

EOV vetület

ARGOS Stúdió

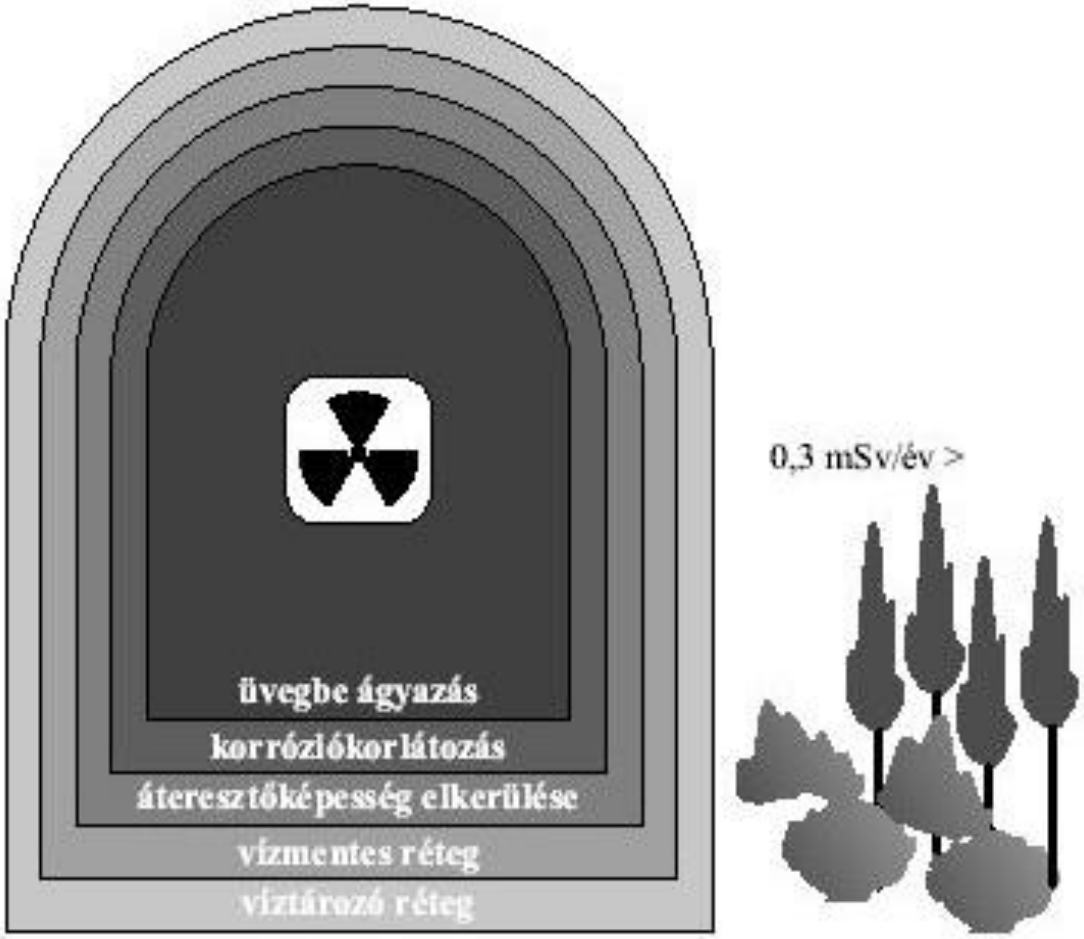
Radioaktív hulladékok

- radioaktív izotópok kibocsájtása üzemi körülmények között nagyon alacsony (2007-ben 52 nSv volt, ami 2 percnyi természetes háttérsugárzásnak felel meg)
- radioaktív hulladékok



Egy 1000MW teljesítményű reaktorban egy év alatt képződő radioaktív hulladékok megoszlása aktivitásuk szerint (World Nuclear Association, 2008)

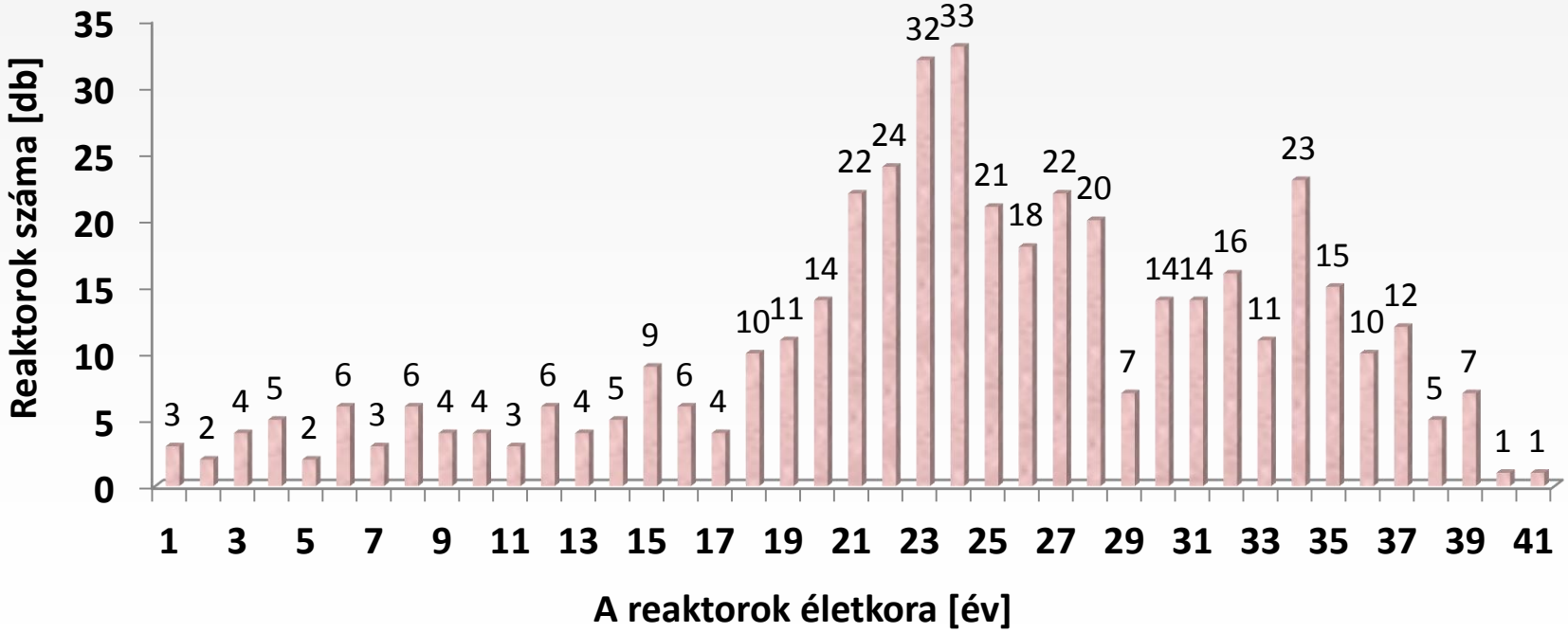
Nagyaktivitású radioaktív hulladékok tárolása



A kis és a közepes aktivitású hulladékok kezelhetők, nem jelentenek különösebb gondot. A nagy aktivitású hulladékok azonban gondot okoznak, ugyanis először 20-30 évig pihentetés után üvegbe kell ágyazni és a föld mélyére, vízhatlan helyen kell tárolni legalább 10 ezer évig!

Az atomenergia jelenlegi helyzete

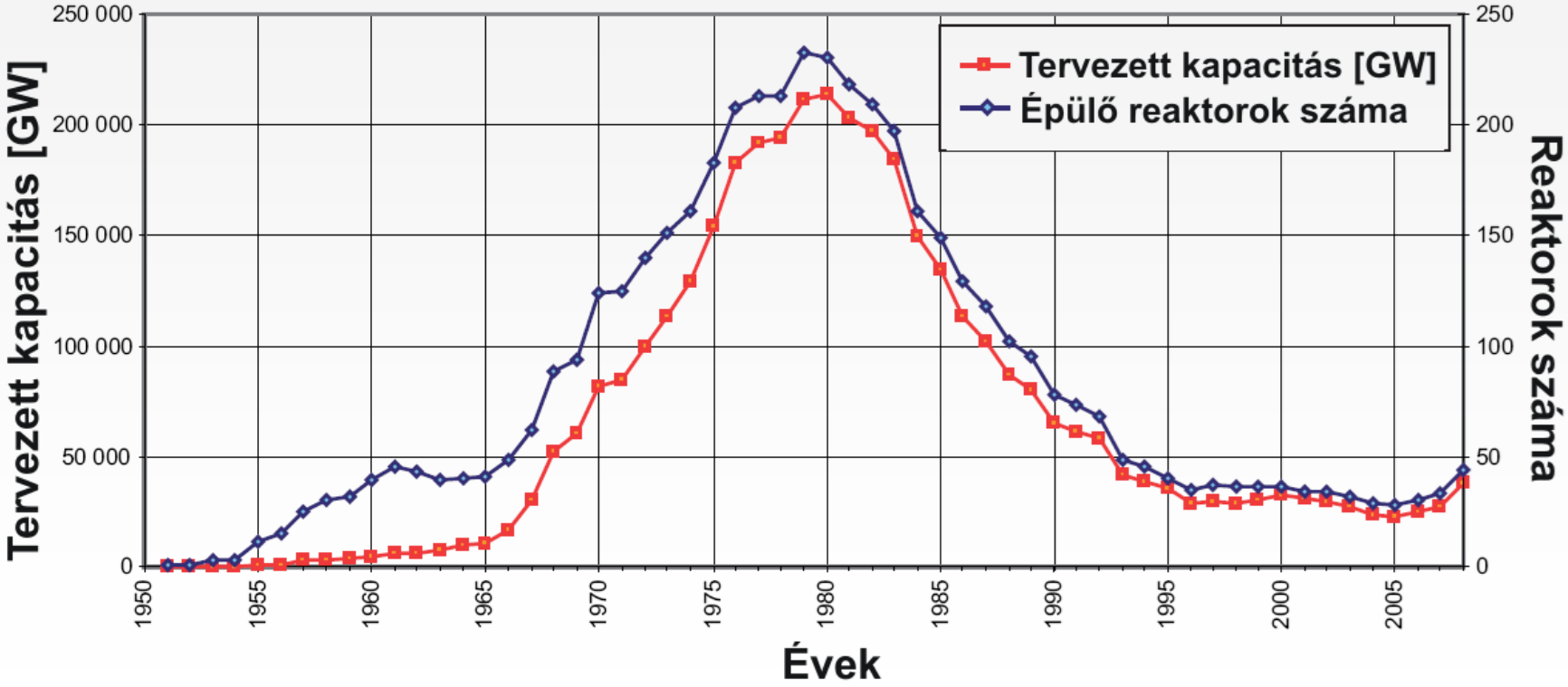
- jelenleg **436 reaktor** termel elektromos áramot **370 221 MW** teljesítménnyel
- primer energiatermelés **5,6-6,2%**-át adják (BP, 2008 ; IEA, 2008)
- a villamos energiatermelésből **14,8%** a részesedése
- elöregedő erőműpark, átlagéletkor kb. 25 év



A világban működő atomreaktorok üzemelési ideje (életkora)
(első villamosenergia-hálózatra való csatlakozástól számítva) 2008 januárjában (IAEA, 2008)

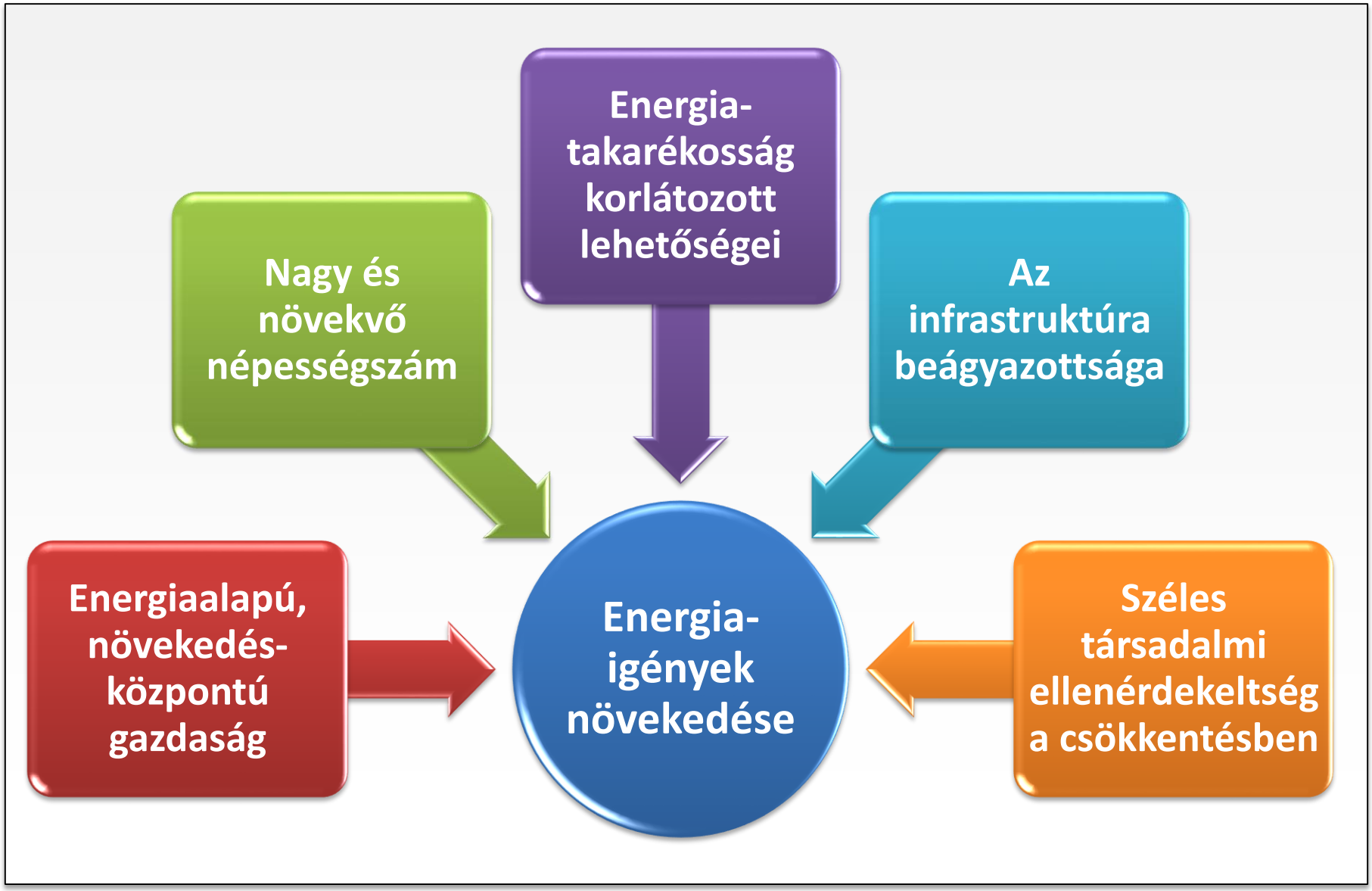
Mi történik az atomenergia területén?

- **5 reaktor**t állítanak le idén véglegesen
- **122 reaktor 36 650 MW** kapacitását a közeljövőben állítják le
- jelenleg **45 reaktor**t építenek, főként Távol-Keleten és Európában



Az építés alatt álló reaktorok számának és elektromos teljesítményének alakulása 1951-2008 között (IAEA, 2008)

Miért nem csökkennek az energiaigények?



Miért éppen atomenergia?

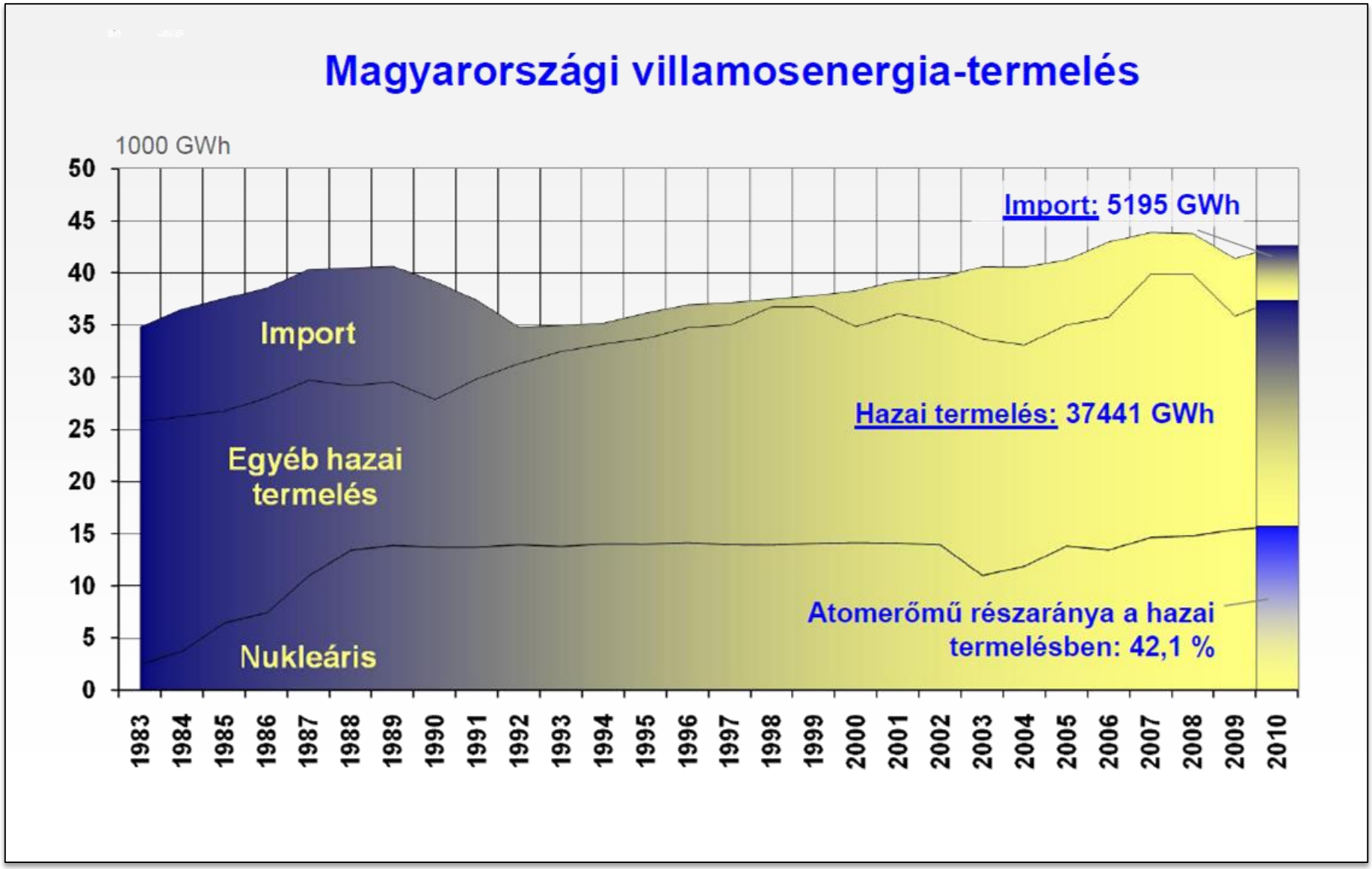
- Nagy mennyiségben, kis környezeti hatással képesek áramot termelni.
- Fosszilis tüzelőanyagok használata nagyobb környezeti kárral jár, illetve más területen (pl. vegyipar) is hasznosíthatók

Feketeszén	320 kg
Barnaszén	1 300 kg
Olaj	220 kg
Gáz	270 m^3
Víz (1 m magasról esve)	432 000 m^3
Napelem-terület	12 500 m^2
Természetes urán	22 g

1000 kWh előállításához szükséges mennyiségek (Syed M. Qaim, 2000)

- Energiadiverzifikáció igénye a biztonságosabb energiaellátásért
- Energiafüggőség csökkentése (Magyarország!)

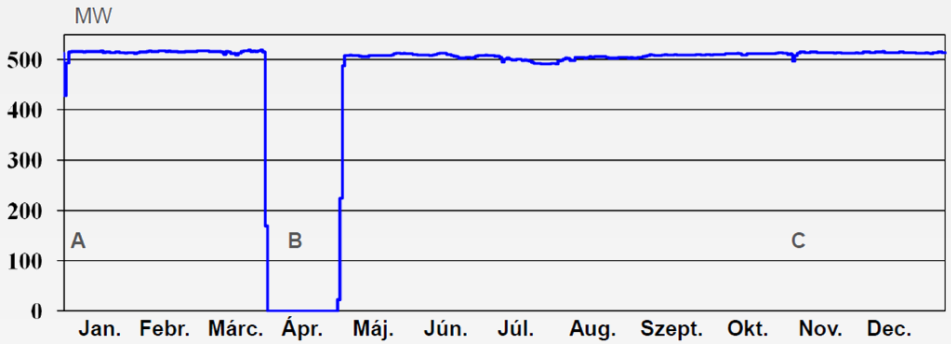
Miért nem váltható ki megújulókkal?



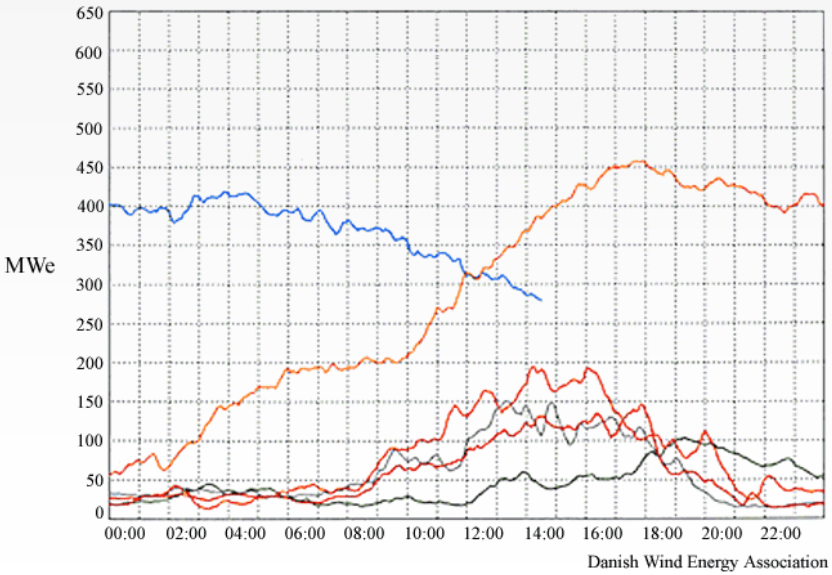
Miért nem váltható ki megújulókkal?

Atomenergia

- nagy mennyiség
- állandó termelés
- olcsó
- kis területigény
- alap-erőműnek ideális



Paksi atomerőmű 1. blokk, 2010. (éves!)

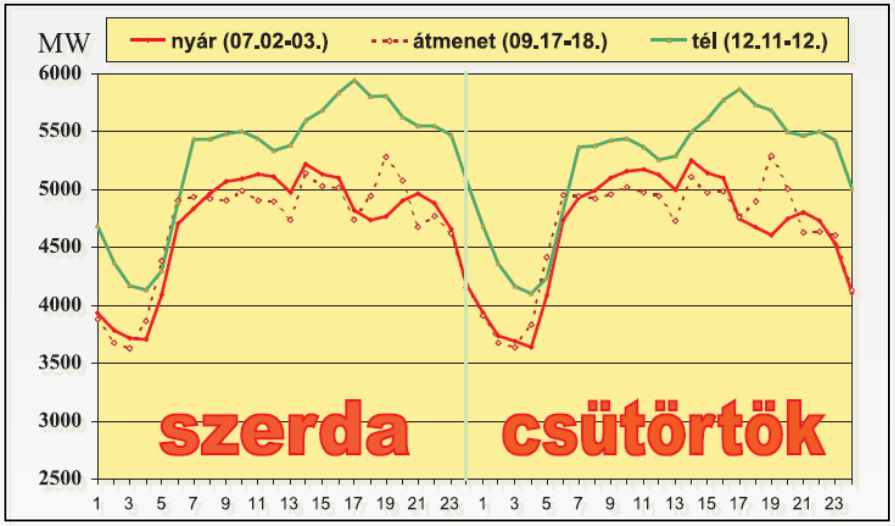


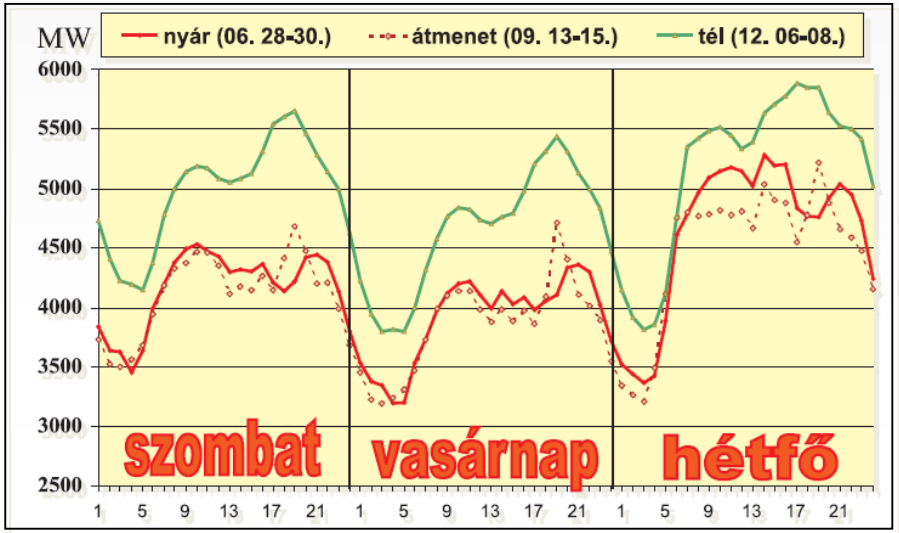
Szélerőművek termelési görbéi Dániában (napi ingadozás!)

Megújulók

- kis mennyiség
- erősen ingadozó termelés
- drága
- nagy területigény
- kiegészítő erőműnek ideális

Erősen változó igények napközben





- **napi ingadozás nagy (akár 2x-es)**
- megoldás: mindig termeljünk többet, mint ami szükséges, de ne sokkal többet, mert az kidobott pénz!
- heti-évszakozás különbség is nagy
- az ábráról leolvasható, hogy 3000-3500 MW-ot mindenképpen meg kell termelni → alaperőművek!
- csúcstermelést időszakos üzemű, általában drágább erőművekben végzik (gázüzemű hőerőművek).

Miért nem terjed az atomenergia?

Gazdasági okok

- óriási tőkeigény vs. hitelválság
- alacsony energiaárak
- bonyolult engedélyeztetés, kivitelezés
- a liberalizált piacok a gyorsan megtérülő, olcsó beruházások mellett
- a nukleáris ipar korlátozott kapacitása

Társadalmi okok

- a csernobili és a fukushimai katasztrófa árnyéka
- egyes helyeken szakemberhiány
- csökkenő társadalmi bizalom a természettudományok iránt
- egyes civil és antinukleáris szervezetek tevékenysége
- a természettudományok romló helyzete a közoktatásban
- politika
  (pl. Ausztria, Németország)

Kitörési lehetőségek, hogyan tovább?

- **a fűtőanyagciklus zárása** (reprocesszálás, transzmutáció)
    - a hasadóanyagok gazdaságosabb használata
    - a hosszú felezési idejű és nagy aktivitású radioizotópok megsemmisítése, mennyiségük és tárolási idejük csökkentése
- a természetes urán csak kb. 80 évig elegendő, hasadóanyagot kell gyártani → **szaporítóreaktorok építése**
- **kutatás-fejlesztés támogatása**
- **nagy aktivitású, hosszú felezési idejű radioaktív hulladéktárolás megoldása**
- **nyílt, biztonságos és átlátható működés**
- **őszinte, hiteles tájékoztatás**
- **közoktatás javítása, szakember-képzés elősegítése**
- ismeretterjesztés, **hiteles népszerűsítő kampány**

Aktuális: Paks II.

- 2032-ben **lejár** a Paks I. blokk meghosszabbított élettartama, a reaktort leállítják, 2037-ben a Paks II-III-IV. blokk is, így 2000MW kapacitás kiesik
- 2009-ben elvi határozat született új atomerőmű-építés lehetőségének vizsgálatáról
- 2013. január 31-étől tárgyalások indulnak Oroszország és Magyarország között új atomerőmű építéséről
-2014. január 14-én kész helyzet előtt a magyar közvélemény. **Döntés született: a Roszatom 2x1200 MW kapacitású új atomerőművet épít 3300-3600 milliárd forintból.** (éves magyar költségvetés kb. 16 000 milliárd forint)
- 20% hazai finanszírozás, 80% orosz (30 éves, euró alapú devizahitel)
-2023-ra adhatják át az első blokkot.

Biztos ez volt a legjobb, legolcsóbb, legszükségesebb, legbiztonságosabb megoldás?