



**SZÉCHENYI
EGYETEM**
UNIVERSITY OF GYŐR
GÉPÉSZMÉRNÖKI, INFORMATIKAI
ÉS VILLAMÓSMÉRNÖKI KAR



Merre tovább?

(Gondolatok az energiaválságról)

Dr. Berta Miklós

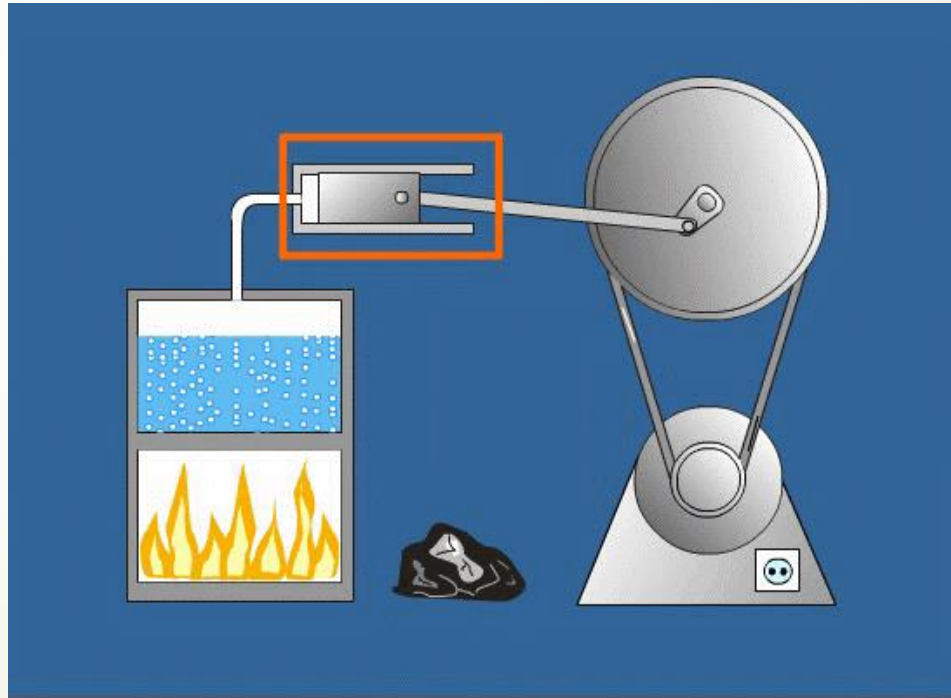
magfizikus

tanszékvezető egyetemi docens

- Az általános energetikai folyamatokat természettörvények irányítják
- Miért van energiaválság, ha az energia megmarad?
- Mai energetikai rendszerek fő problémája a fosszilis energiaforrások kimerülése
- Milyen alternatív energiaforrásokat ismerünk ma?
- Az elektromos áram a legfontosabb energiahordozó
- Tipikus energiafelhasználás a mai modern társadalmakban
- Alaperőművek és kiegyenlítő erőművek
- Energiatárolás
- Kockázat – haszon elv
- Egyedül nem megy! Energiamix kell!

Energiamegmaradás

ENERGIA = MUNKAVÉGZŐ KÉPESSÉG



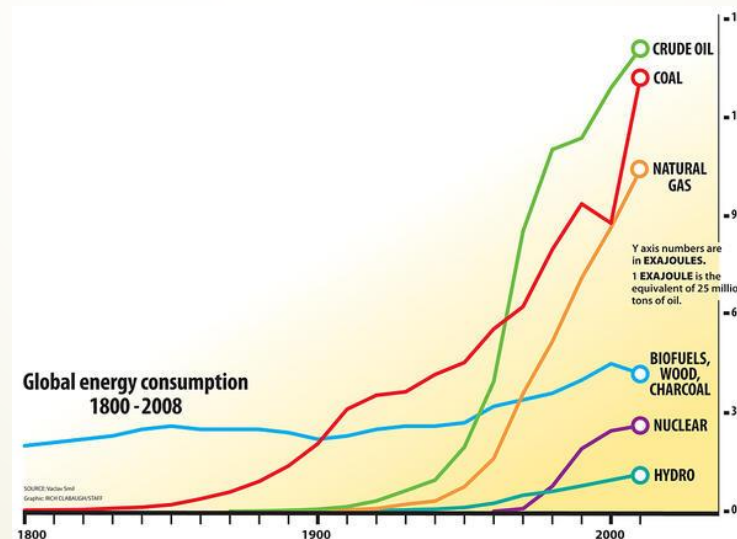
Az energiaátalakítás nem megfordítható folyamat



Koncentrált energia → Szétszórt energiaforma

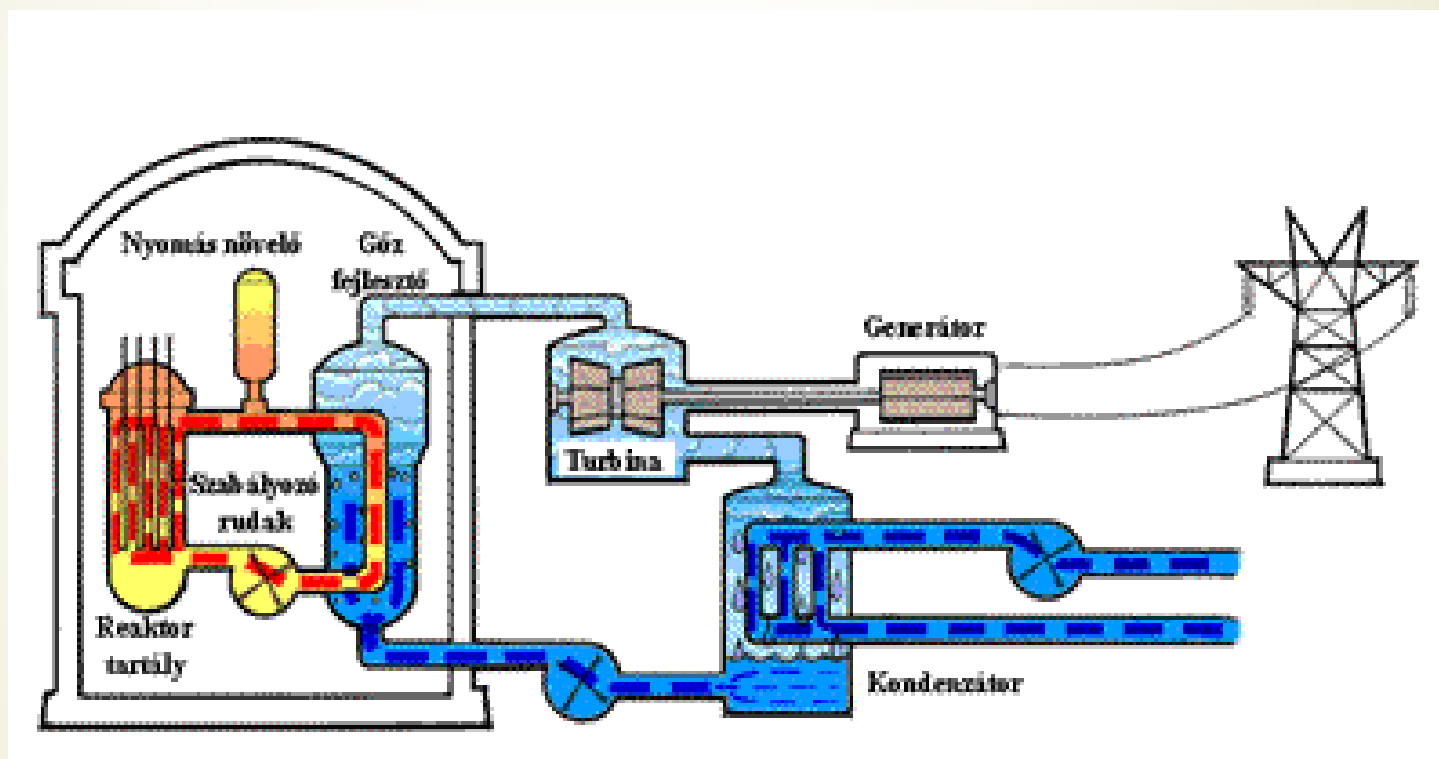
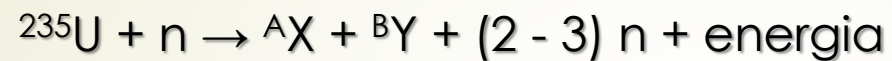
Mai energetikai rendszerek fő problémája a fosszilis energiaforrások kimerülése

- Szén, kőolaj, földgáz
- Évmilliók során keletkeztek, de a mai felhasználásuk ütemét folytatva belátható időn belül elfognak, kimerülnek
- Ugyanakkor a mai energetikai rendszerek legfontosabb energiaforrásai



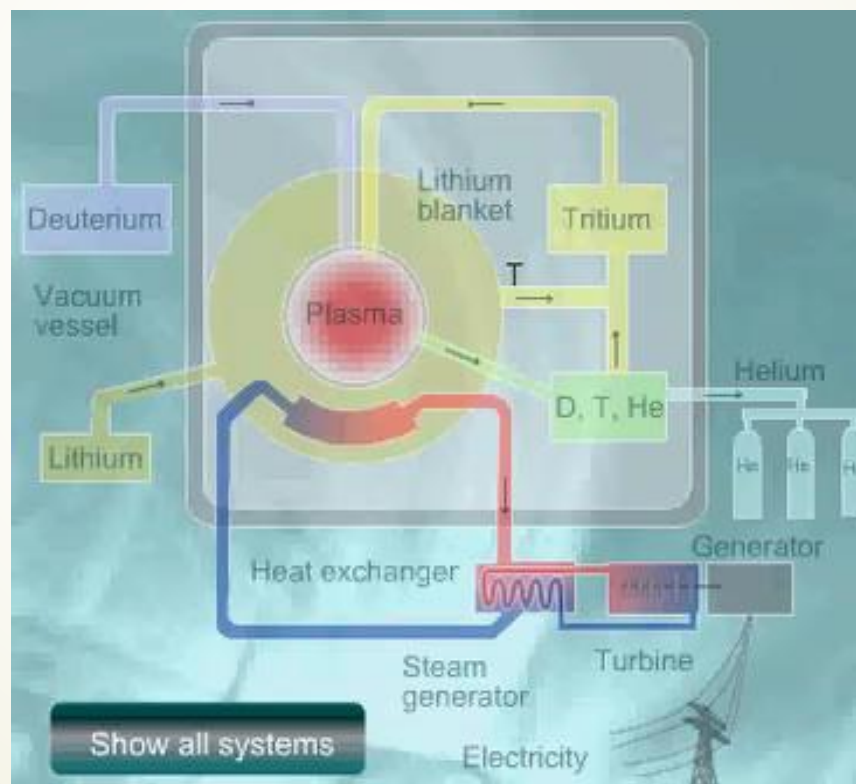
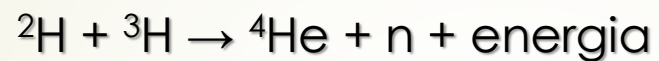
Alternatív energiaforrások

Nukleáris energia felszabadítása maghasadással



Alternatív energiaforrások

Nukleáris energia felszabadítása magfúzióval



Nukleáris energiatermelés előnyei és hátrányai

Előnyök

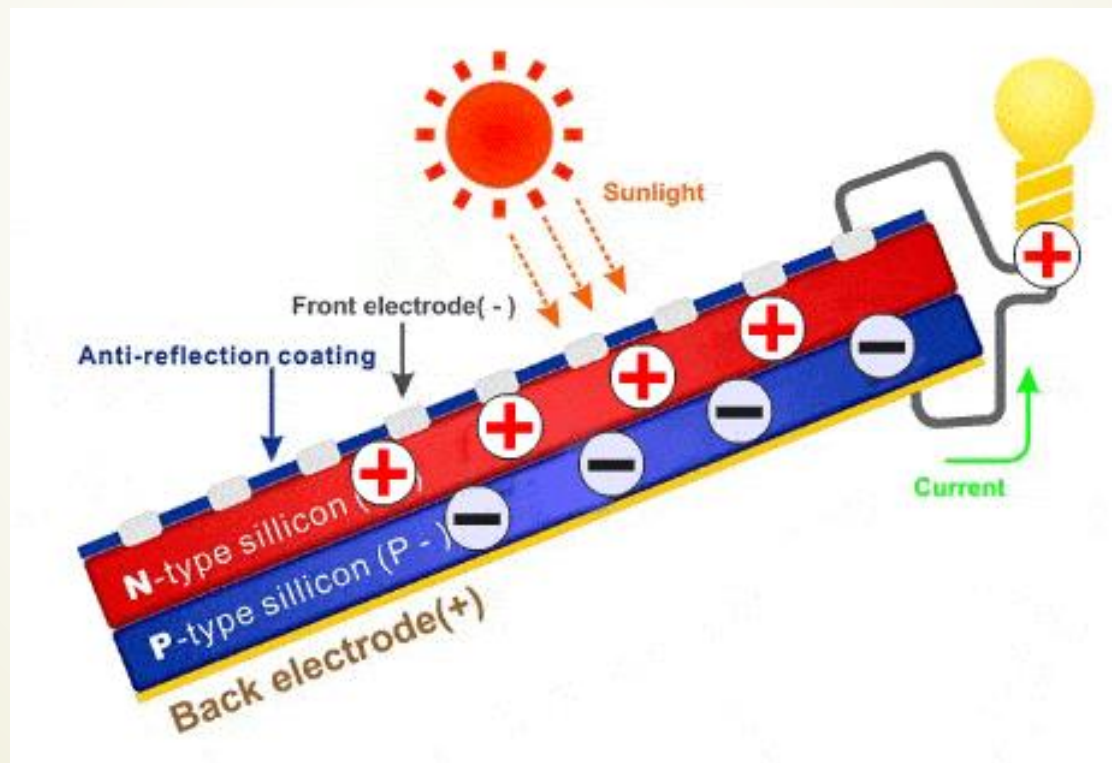
- ▶ Nem keletkeznek üvegházhatású gázok
- ▶ Nagy fajlagos energiakonzentráció – 200 millió-szoros a vegyi energiefelhasználáshoz képest !
- ▶ **Több száz évre elegendő hasadóanyag, és szinte korlátlan mennyiségű magfúziós üzemanyag áll rendelkezésre a Földön !**
- ▶ A nukleáris üzemanyag egyenletesebb eloszlású a Földön, mint mondjuk a kőolaj, vagy földgáz !

Hátrányok

- ▶ Hosszú felezési idejű radioaktív izotópok keletkeznek (hasadási hulladék 600 évig őrzendő, fúziós hulladék 60 - 100 évig őrzendő)
- ▶ Egy nukleáris balesetnek hosszútávú következményei vannak
- ▶ **Folyamatosan magas szinten képzett szakembereknek kell rendelkezésre állniuk a működtetéshez !!!!**
- ▶ Magas színvonalú háttérpar szüségeltetik !

Alternatív energiaforrások

Napenergia hasznosítása napelem-cellával



Alternatív energiaforrások

Szélerőenergia hasznosítása szélenergiahasznosítóval



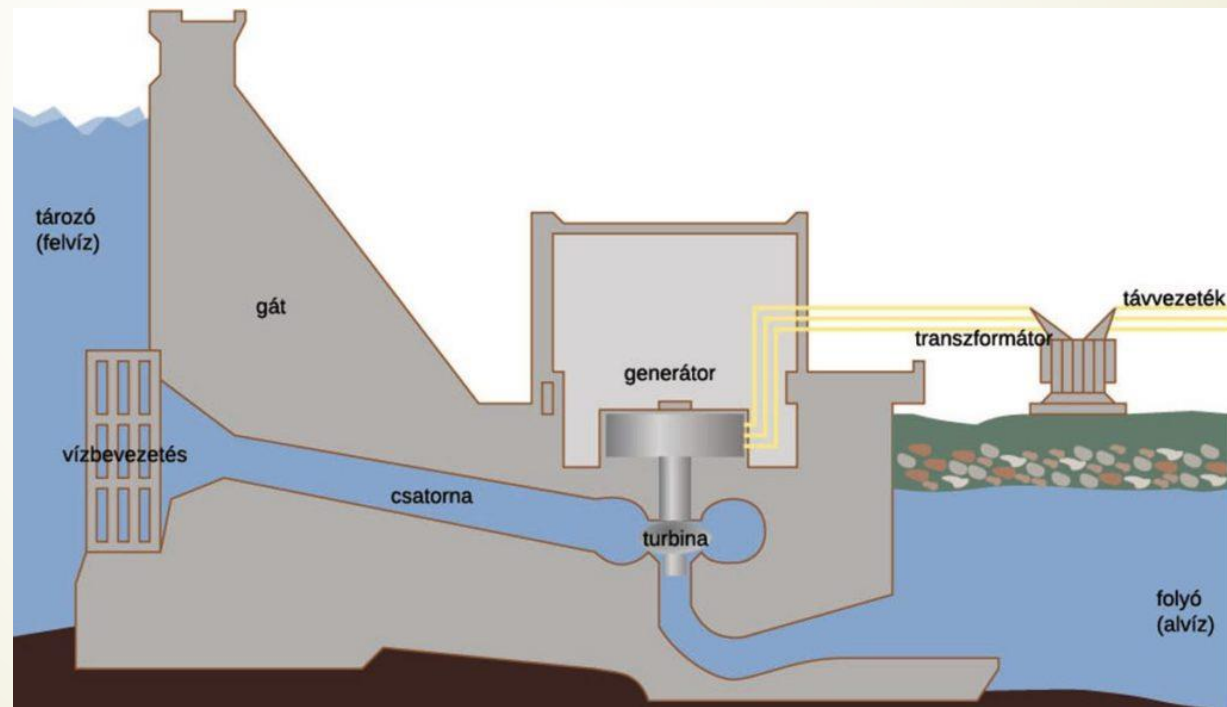
Alternatív energiaforrások

Föld hőjének hasznosítása geotermikus erőműben



Alternatív energiaforrások

Vízenergia hasznosítása vízierőműben



„Megújuló” energiák előnyei és hátrányai

Előnyök

- ▶ Az „energiaforrást” nem kell kinyerni, itt van körülöttünk
- ▶ Az „energiaforrás” olcsón rendelkezésre áll
- ▶ Nem termel üvegházhatású gázokat

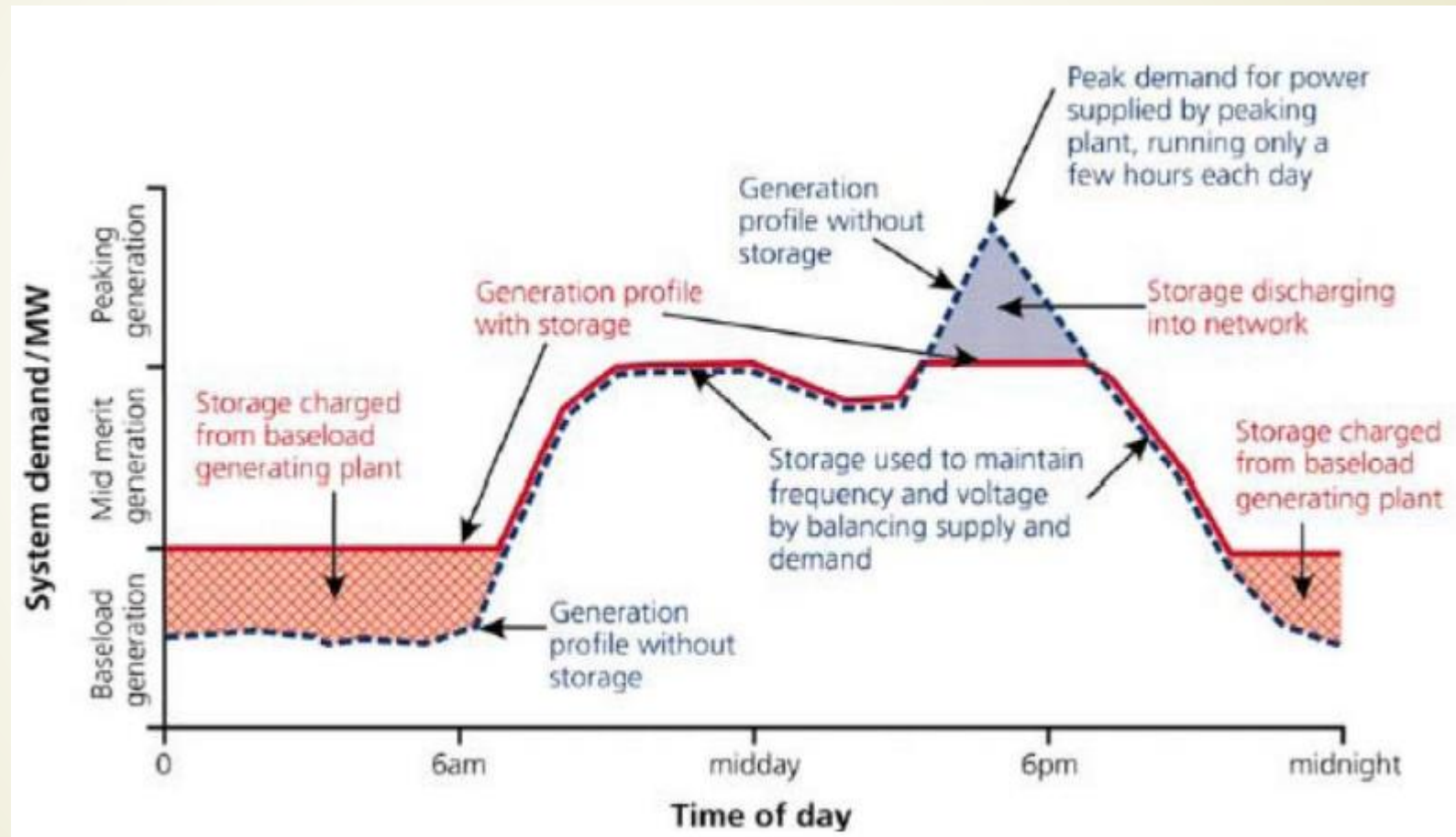
Hátrányok

- ▶ Szezonális hatás
- ▶ Alacsony energiasűrűség
- ▶ Nem mindenhol adottak a feltételek a gazdaságos működéshez

Az elektromos áram a legfontosabb energiahordozó

- Ipari léptékben az energiaforrások energiáját az erőművekben villamos energiává alakítjuk
- A villamos energia nagy távolságokra szállítható elfogadható mértékű veszteségek mellett (váltakozó feszültségű hálózat, transzformátor)
- A villamos energiát csak korlátozott mértékben tudjuk hatékonyan tárolni, ezért a termelés és fogyasztás szinte minden pillanatban egyensúlyban kell, hogy legyen -> állandó szabályozás szükségeltetik
- Az összeurópai villamos hálózathoz való csatlakozás feltételekhez kötött
 - feszültség szint toleranciahatáron belüli tartása
 - frekvencia toleranciahatáron belüli tartása (max. $\Delta f = 20$ mHz)
- Villamos energia fajlagos sűrűsége alacsony (fizikai korlát)

Tipikus energiafelhasználás a mai modern társadalmakban



Alaperőművek és kiegyenlítő erőművek

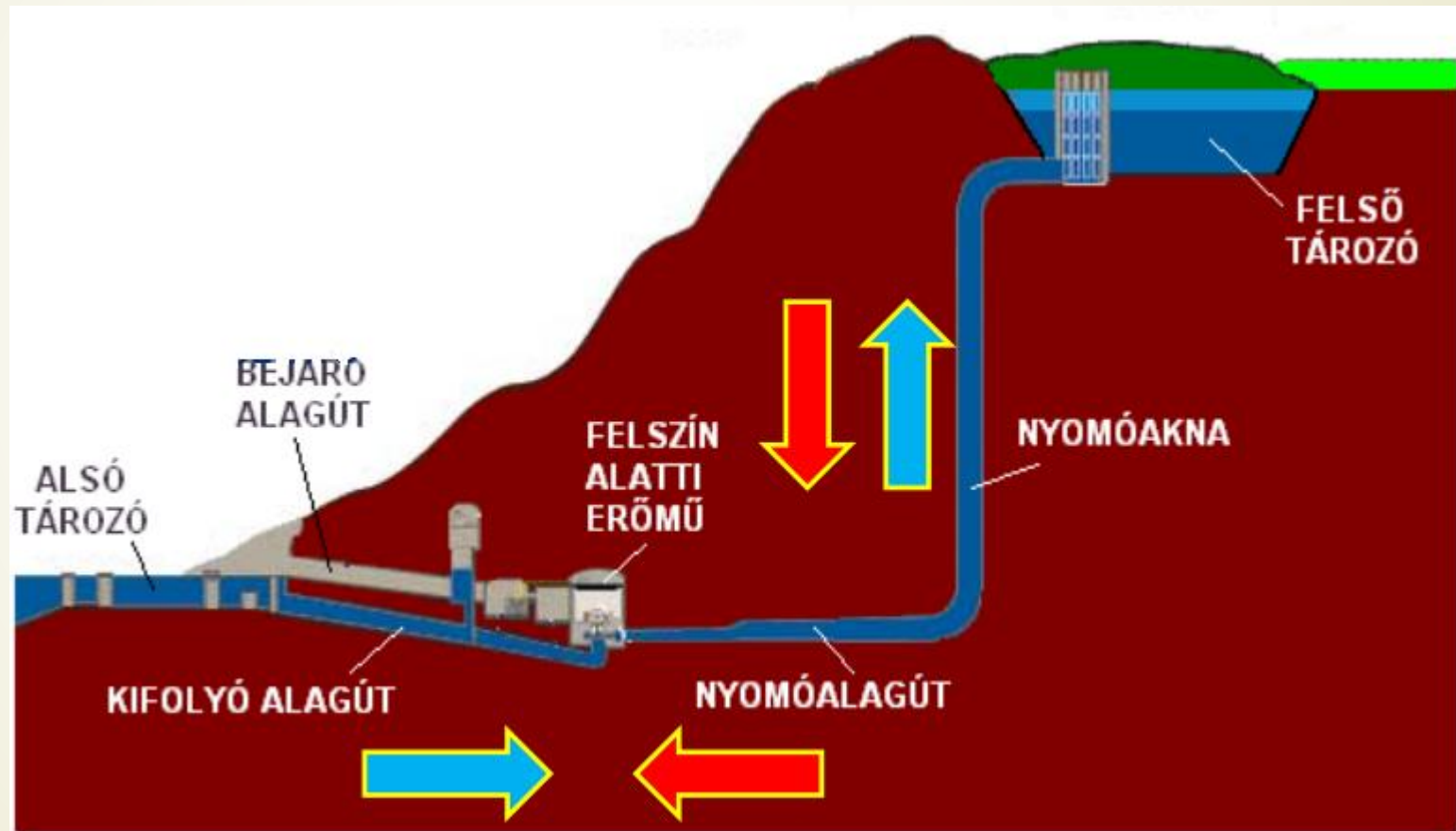
- Energiaigény változik (napi, éves skálán)
- Alaperőművek (jó hatásfokú, megbízható, nagy teljesítményű, de lassú reagálású rendszerek) – átlagos energiaigényekre tervezve – többnyire hőerőművek különböző típusai, de lehetnek duzzasztott vízierőművek is
- Kiegyenlítő erőművek (gyors reagálású, jó hatásfokú, megfelelő teljesítményű rendszerek) – energiaigény ingadozások fedezésére tervezve – alternatív erőművek

Mindkét típusra szükség van, viszont a két típus nem csereszabatos!

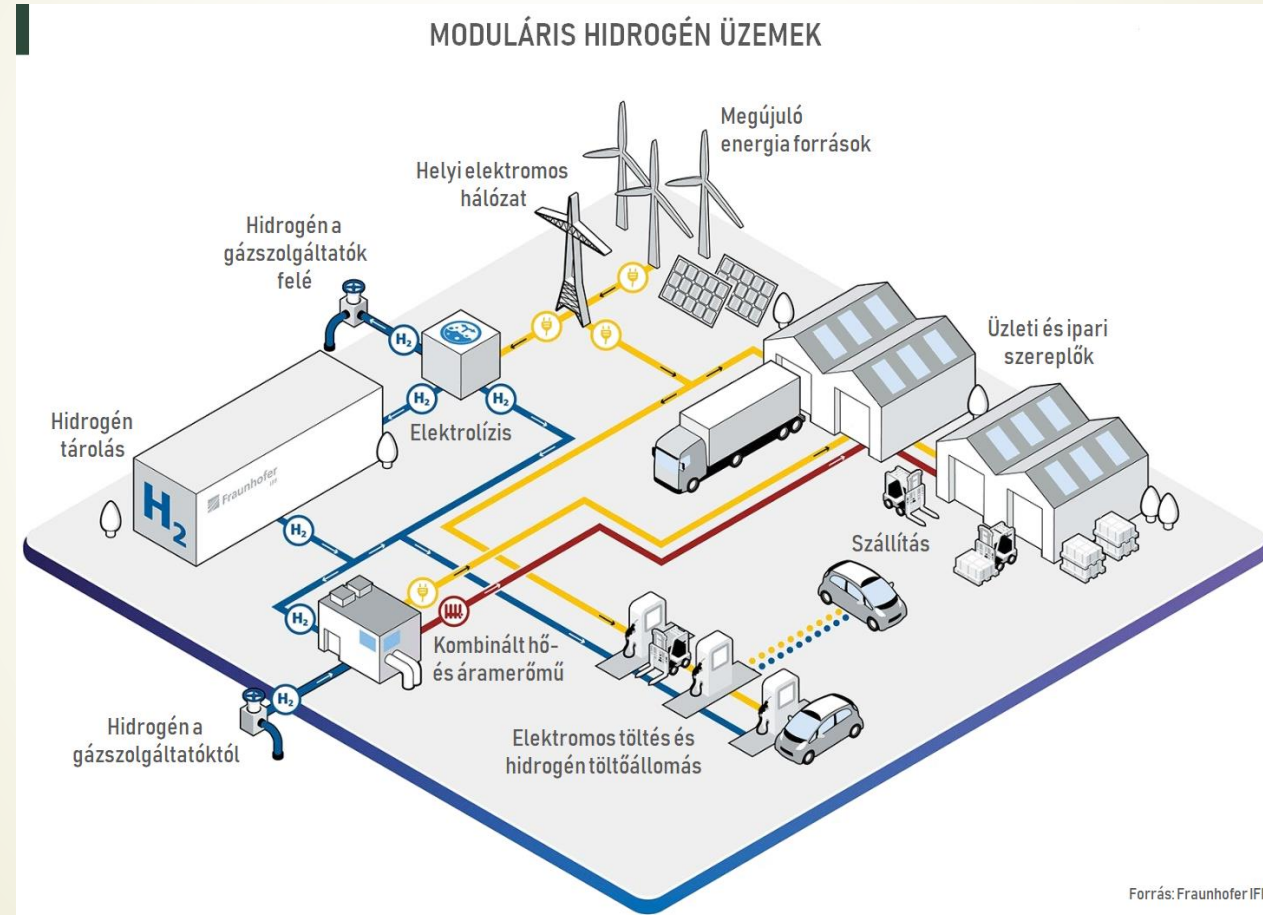
Energiatárolás

- Bizonyos mértékű energiatárolás mindenképpen szükséges a rendszerben
- Minél több energiát tudunk eltárolni, annal kevésbé csatolt egymáshoz a termelési oldal és a fogyasztói oldal
- Az energiatárolás teszi lehetővé, hogy a „megújuló” alternatív energiatermelők némelyike ipari léptékű szereplővé (kiegyenlítő erőmű) léphessen elő
- Lehetővé válik az energiapiacra eladóként fellépni a csúcsidőszakokban

Ipari léptékű energiatárolás – pumpás vízierőmű



Ipari léptékű energiatárolás – hidrogénes tárolás



Kockázat – haszon elv

- Abszolút biztonságban csak a halott lehet, az élet mindig kockázattal jár!
- Mérlegelés, és társadalmi kockázatvállalás mindig szükségszerű

Pl.: Tegyük fel, hogy a súlyos atomerőművi baleset kockázata 0,001 /év. Ez azt jelenti, hogy egy adott erőműben 1000 évenként bekövetkezik egy ilyen baleset. Elfogadható? **Igen?!**

De! 400 erőművi blokk van a világon. 2,5 évente egy súlyos baleset valahol a világban. Elfogadható? **Nem!!**

- Ezért a mai atomerőművi blokkokban a súlyos baleset kockázata 10^{-5} /év. Elfogadtuk!
- Autóvezetés kockázata: ~ 200 halál/ 1000000 emberre/év= $2 \cdot 10^{-4}$ /év

Egyedül nem megy! Energiamix kell!

- A „megújuló” alternatív energiákra építő erőművek legtöbbje nem lehet alaperőmű
- A nukleáris energiára építő mai és jövőbeni erőművek nem képesek elég gyorsan reagálni az energiaigények gyors változásaira
- A fosszilis energiaforrások előbb – utóbb kimerülnek

Legkézenfekvőbb megoldás Magyarország számára:

**Nukleáris és „megújuló” alternatívakkal együtt,
energiatároló kapacitással kiegészítve!**