



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Budapesti erőművek

Erőművek üzemvitele, környezetvédelem

Németh Bálint – Dr. Kiss István

2008. szeptember 24.

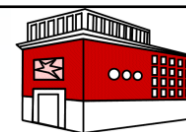


BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



A félév programterve

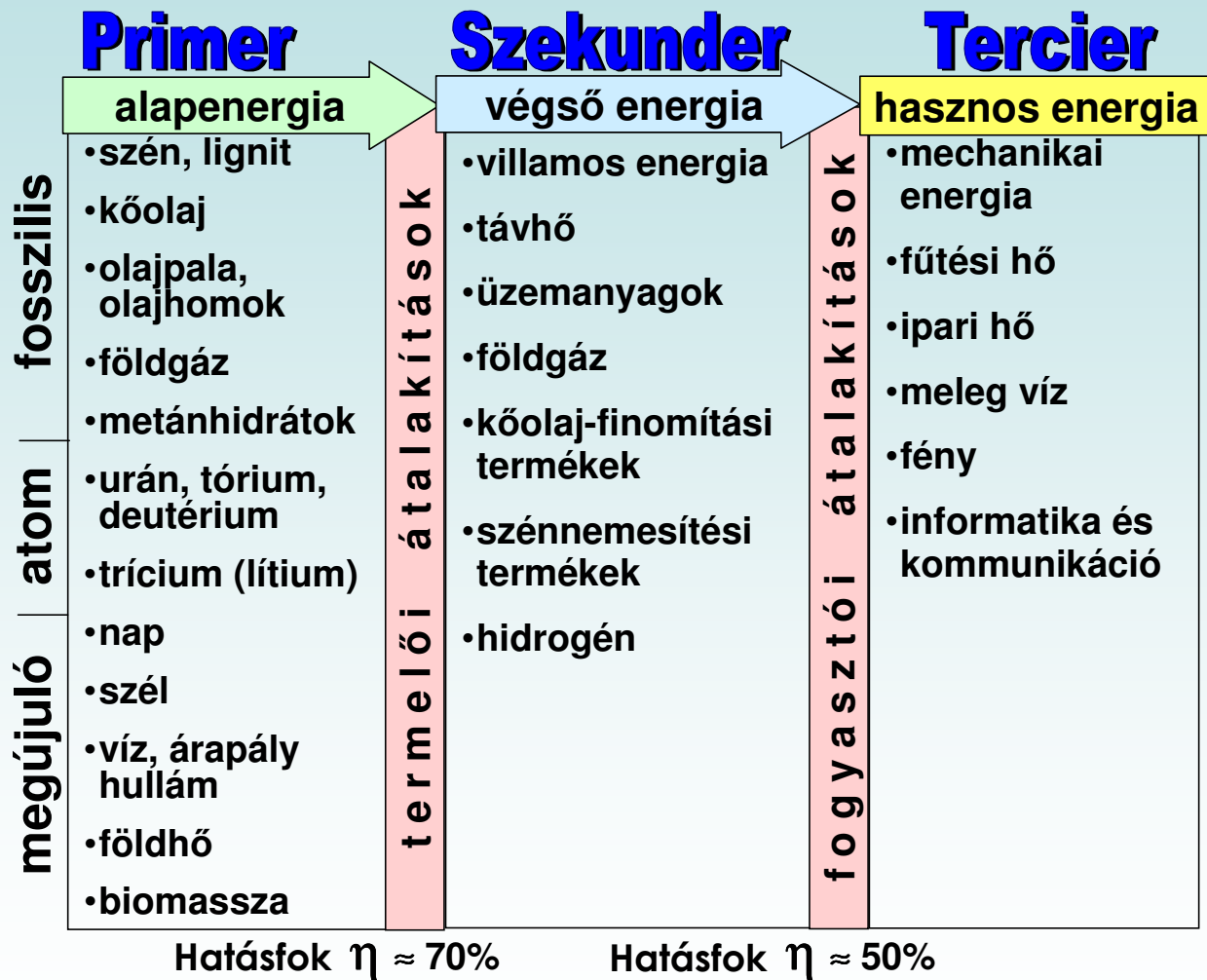
Dátum	Téma	Előadó(k)
2008. szeptember 10.	Az áramszolgáltatás kialakulása Budapesten. Egyen- és váltakozó-áramú átvitel. Az erőműépítés történetének hazai nagyjai.	Dr. Berta István BME
2008. szeptember 17.	Dr. Ronkay Ferenc emléke. Gépész és villamos szak-emberek az erőművekben. Budapesti áramszolgáltatás régen és most.	Dr. Ronkay Ferenc MMK
2008. szeptember 24.	Erőművek üzemvitele, környezetvédelem	Dr. Kiss István, Németh Bálint BME
2008. október 1.	Kondenzációs erőművek energetikai folyamatai rendszerstruktúrája, ideális és valóságos körfolyamatok. Hatásfok kérdésköre. Gázturbinás erőművek, rendszerstruktúrájuk. Kombinált ciklusú erőművek, kapcsolt energiatermelés elve.	Katona Zoltán, EON



Dátum	Téma	Előadó(k)
2008. október 8.	Budapest erőművei a múltban és a jelenben. Megújuló előnyei, hátrányai. Várható erőmű-építési trendek.	Dr. Stróbl Alajos MVM - MAVIR
2008. október 15.	Magyarország erőművei, főbb paraméterei Szabályozás kérdései, tartalék gázturbinák szerepe.	Kimpián Aladár BME- MAVIR
2008. október 22.	Zh	
2008. október 29.		Kispesti erőmű Balázs Péter ABB
2008. november 5.		
2008. november 12.		Csepeli erőmű / kisebb gázmotor
2008. november 19.		
2008. november 26.		Kelenföldi erőmű Balázs Péter ABB
2008. december 3.		
2008. december 10.	Zh	



Az energiaellátás energiahordozói

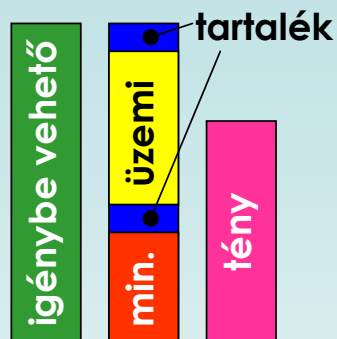


Forrás: www.bmwa.de

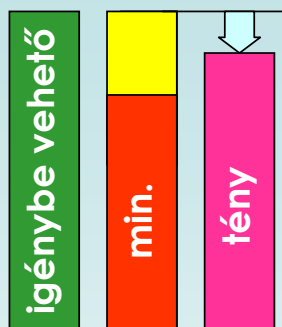


Az alapvető erőműtípusok

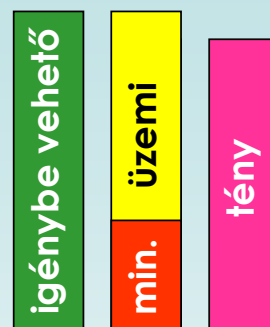
Szabályozható



Írányítható



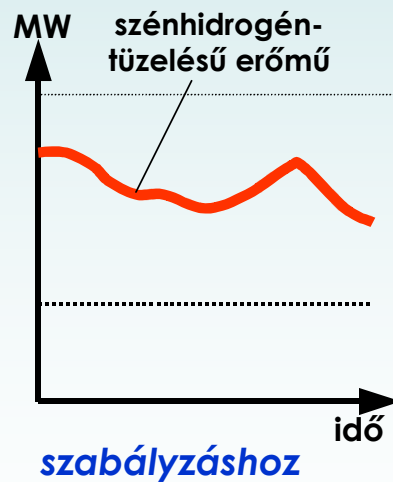
Kényszerű



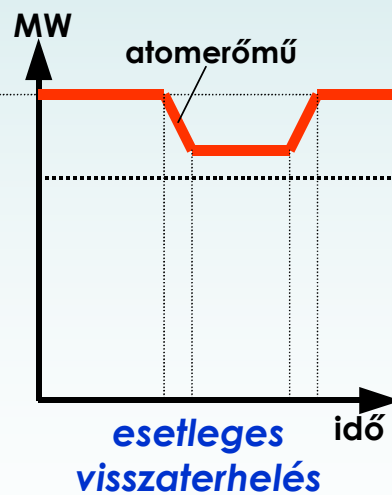
Tartalék



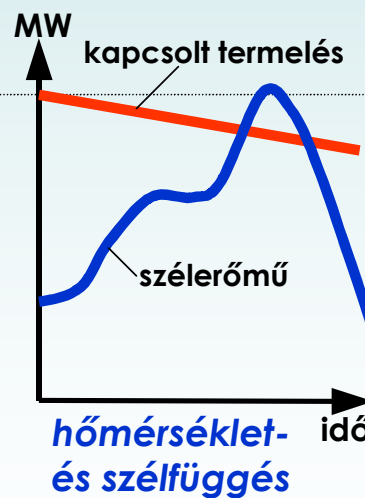
menetrendtartó



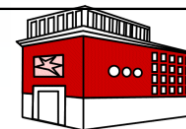
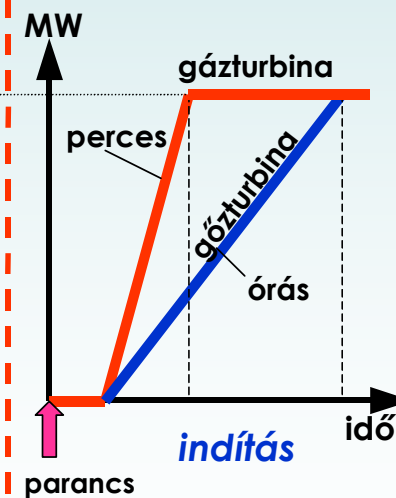
alaperőmű



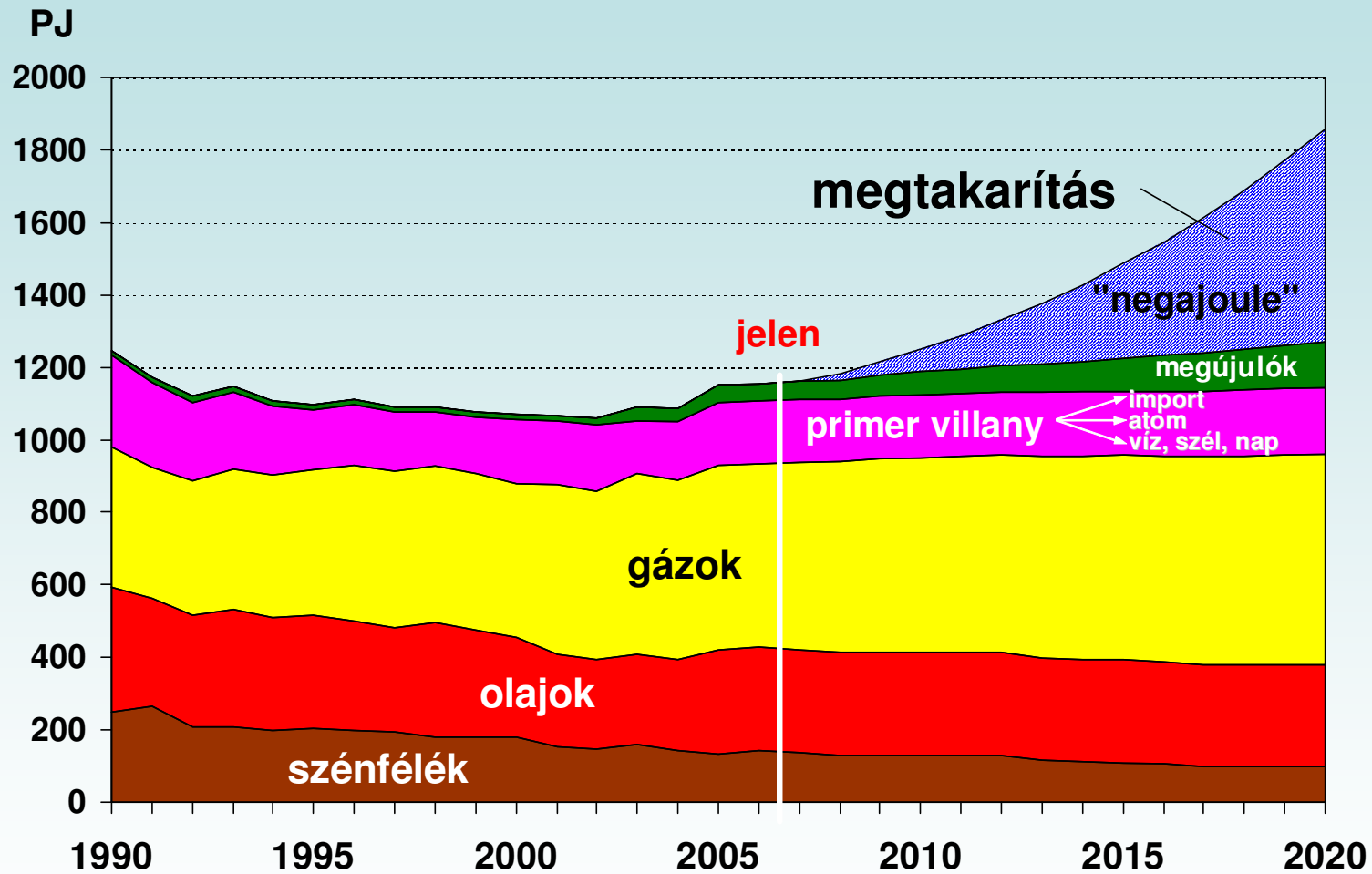
pl. megújuló



hideg tartalék



Országos primerenergia-felhasználás



MŰEGYETEM 1782

BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



Üzemvitel a 2020-as években

- Alapvetően két változat vizsgálható a sok lehetséges közül:
 - „A” változat: *normál* növekedési üzem;
 - „B” változat: *takarékos* villamosenergia-felhasználás.

Az „**A**” **változatot** a MAVIR forrásoldali kapacitástervei és a GKI kutatásai alapján évi **2%-os növekményre** lehet alapozni, amely szerint **2020-ban** az éves bruttó villamosenergia-felhasználás **56,8 TWh**, az éves bruttó csúcsterhelés kb. **8500 MW** lehet.

A „**B**” **változatot** például a Magyar Energiapolitika 2007-ben elfogadásra kínált egyik – zöld – forgatókönyve alapján lehet felvenni. A **2020-ban várható 44,2 TWh bruttó** villamosenergia-felhasználás és kb. **6700 MW** bruttó csúcsterhelés gyakorlatilag megegyezik a tavalyi értékekkel, ill. azt alig haladja meg. Ez a „**növekedés**” **csak 0,05% évi változást** jelentene.

Üzemvitel

- Tények:
 - A rendszerben „kötelező” átvételi rendszer fog működni a jövőben is, ami azt jelenti, hogy a húszas években legalább 10-15%-ot kitevő megújuló forrásból származó villamos energiát és a legalább ekkora részarányt adó kapcsolt termelésből eredőt minden mérlegkörben arányosan át kell venni. Összességében tehát 20-30% – időben erősen változó – forrást kell a kereskedőknek figyelembe venniük saját mérlegkörükben.
 - Alapvető, hogy az atomerőműből származó villanyt *tartósan exportálni nem érdemes*

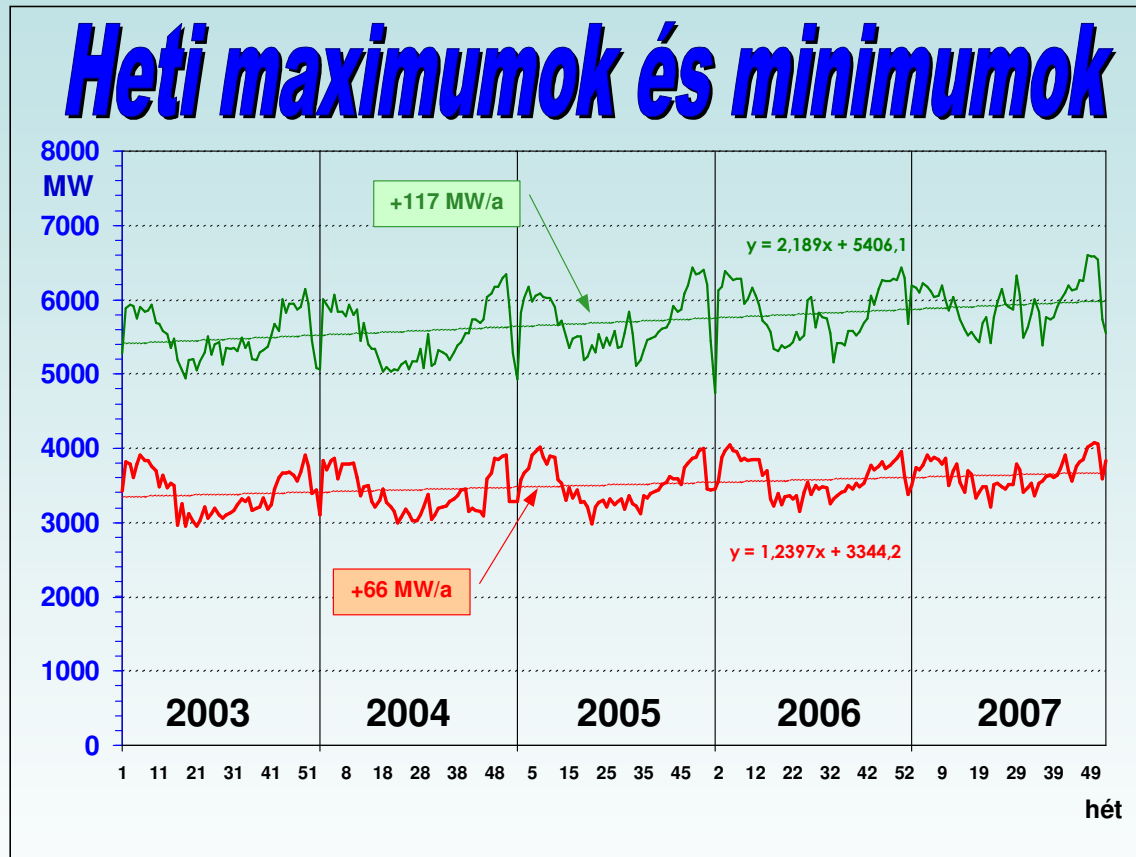


Üzemvitel

- Az üzemvitelt alapvetően meghatározza a maximális és minimális terhelés természetes vagy beállítható értéke, a terhelésváltozások sebessége, a gépegységek fizikai és gazdaságossági adatsorai, végül a kereskedés jellege (mérlegkörök, tőzsdék, kötelező átvételek) és a környezetvédelmi szigorodásból eredő feltételek (pl. szén-dioxid-kereskedés).



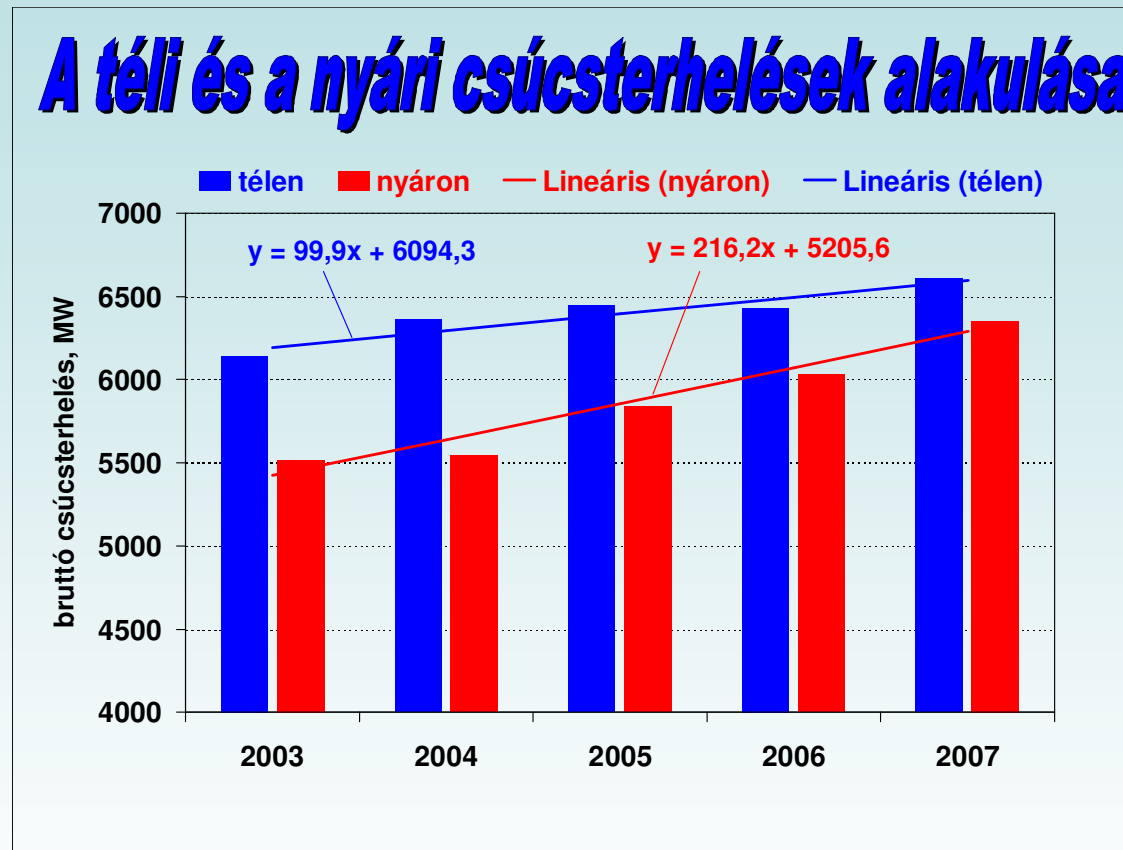
Üzemvitel



- közel évi 120 MW-tal nőtt a legnagyobb és – felfelé kerekítve – mintegy 70 MW-tal a legkisebb bruttó villamos terhelés.

Üzemvitel

A téli és a nyári csúcsterhelések alakulása



- a nyári csúcsterhelés sokkal gyorsabban nő, mint a téli, így az üzemvitelben már kettős csúcs időszakokkal kell a jövőben számolni.

Üzemvitel

A legnagyobb és a legkisebb heti terhelések adatai, MW

		„A” – 2020.	„A” – 2030.	„B” – 2020.
Max	Legnagyobb éves érték	8 500	10 000	6 700
	Átlagos éves érték	7 500	8 600	6 000
	Legkisebb éves érték	6 500	7 400	5 300
Min.	Legnagyobb éves érték	5 200	6 000	4 000
	Átlagos éves érték	4 600	5 300	3 600
	Legkisebb éves érték	4 000	4 600	3 200



Üzemvitel

- A nagy Paksi Atomerőmű ez a rugalmatlan erőmű jelentheti – bővítésekor – a legnagyobb üzemviteli gondot:
 - Az atomerőműves bruttó teljesítőképesség – együtt a meglévő Paksi Atomerőművel – a következőkre adódhatna pl. 2025-ben hazánkban:

- kisblokkos bővítésnél	3200 MW;
- átlagos blokknagyságú bővítésnél	4000 MW;
- nagyblokkos bővítésnél	5200 MW.



Üzemvitel

- A szén- és ligniterőműveknél kicsit más a helyzet. Ezek már a következő évtized második felében üzembe kerülhetnek, tehát az üzemvitelükre a húszas évek eleje is jellemző.
- A feketeszén-tüzelés újbóli megjelenésére hazánkban valahol a Duna partján lehet számolni egy új, kétegységes erőműben, tehát összességében 1200-1600 MW körüli teljesítőképességgel. A ligniterőmű meglévő helyen bővítés (és helyettesítés lehet), így az átmenetileg megmaradó, két felújított blokkal együtt 1300-1500 MW-os lehet.



Üzemvitel

- Azonnal kiadódik ebből a képből, hogy a „B” változatban az üzemvitel igencsak megnehezül, ha bővíteni akarjuk a Paksi Atomerőművet. Export nélkül még a 3200 MW-os atomerőmű is túl nagy, és erős visszaterhelésekre van szüksége, nem is szólva a 4000-5200 MW-os erőmű lehetőségéről. A jelenlegi atomerőműves egységeink közismert rugalmatlansága sem tesz lehetővé üzemviteli szempontból ilyen fejlesztést, ha a fogyasztói terhelés nem nő. **Tehát a „B” változat nem tekinthető a továbbiakban reálisnak.** Rugalmas üzemű feketeszén-tüzelésű erőmű jöhetne csak szóba, és a nagy ligniterőmű is inkább csak helyettesítésre (a jelenlegi 942 MW-os Mátrai Erőmű helyett – csak átmenetileg „mellett”) szolgálna.



Üzemvitel

- *Kötelező átvételek:*
 - A mai 3-4%-os megújuló és 18-20%-os kapcsolt termelésnek csak mintegy a felét támogatják, tehát a mai nettó villamosenergia-termelésnek a kb. 10-12%-át. Ezt azonban kötelező átvenni. Az üzemvitelt igen megnehezíti, ha ez a részarány a jövőben a kétszeresére nő. Különösen nagy gondot okozna, ha a szélerőműves termelés jelenlegi 0,1% körüli értéke a sokszorosára fokozódna. Szerencsére a húszas évekre legfeljebb húszszoros lehet itt a növekedés.

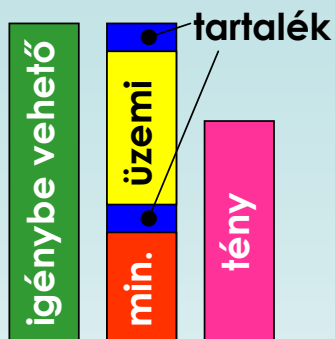
Üzemvitel

- A mérlegkörök felelősei az ismert növekményköltség alapján osztják ki a napi terheléseket a menetrendjükhöz, és általában a következő sorrend alakulhat ki a húszas években (is):
 - kötelező átvételek,
 - atomerőmű-egységek,
 - ligniterőműves egységek,
 - új földgáztüzelésű blokkok,
 - régi földgáztüzelésű blokkok,
 - olajtüzelésű egységek és
 - egyéb – drága – tartalékok.

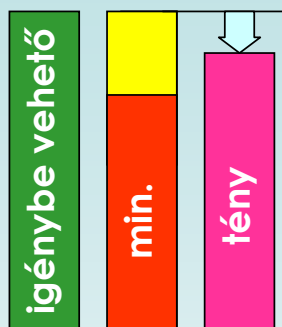


Az alapvető erőműtípusok

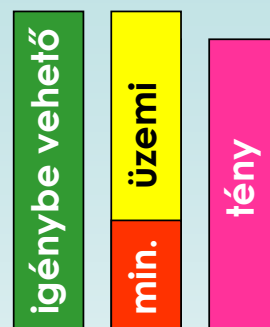
Szabályozható



Írányítható



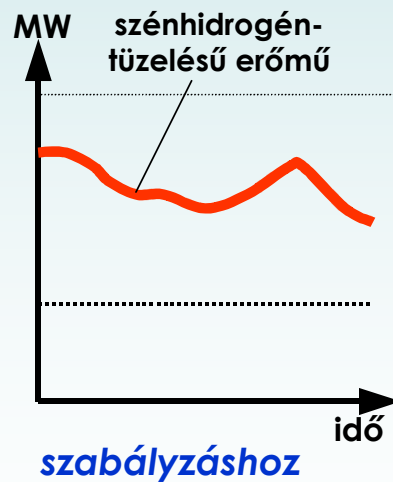
Kényszerű



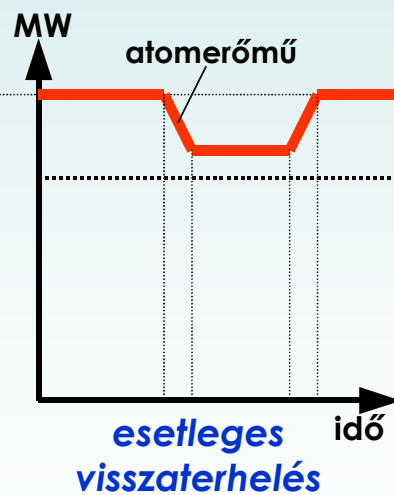
Tartalék



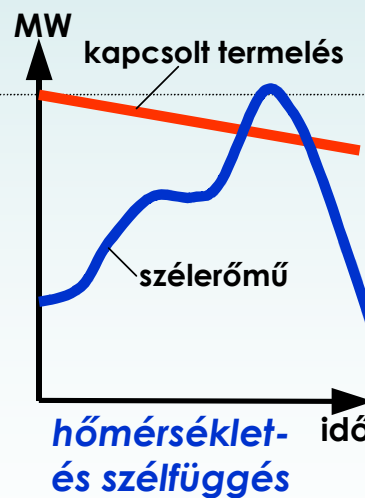
menetrendtartó



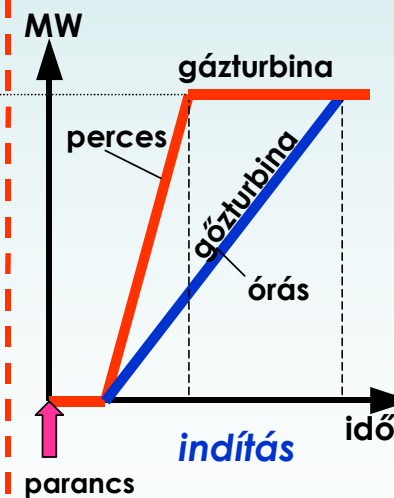
alaperőmű



pl. megújuló

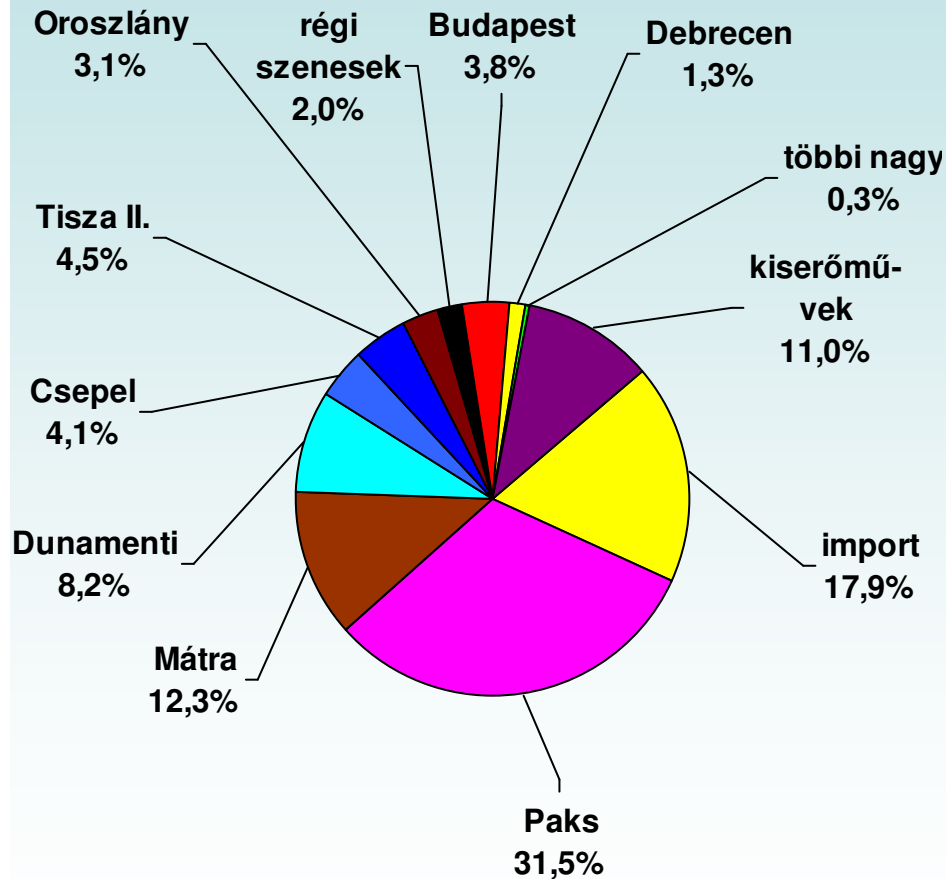


hideg tartalék

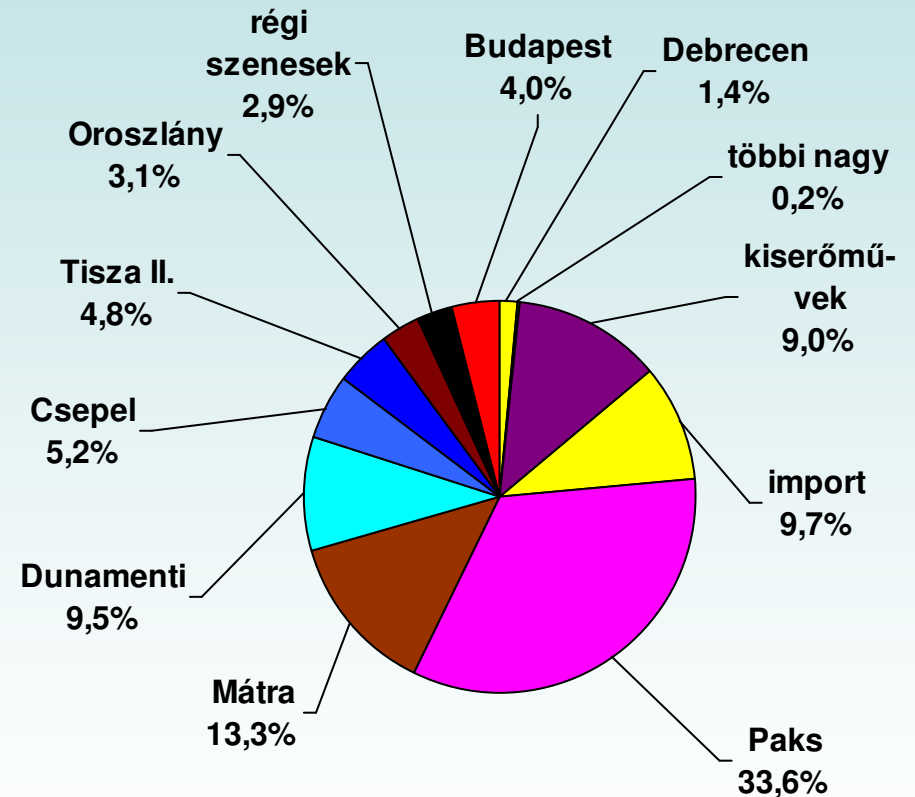


Forrásoldali nettó villamosenergia-összetétel

2006



2007



Környezetvédelem Bevezetés



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



Bevezetés

Környezet: Az embert körülvevő világ azon része, amelyben az ember él, és tevékenységeit kifejti

Bioszféra: Földkéreg (litoszféra)
Vizek (hidroszféra)
Léggör (atmoszféra)



azon részei, melyet élőlények népesítenek be



A környezeti elemek csoportosítása:

élő / élettelen

természetes / mesterséges

FÖLD

VÍZ

LEVEGŐ

ÉLŐVILÁG

TÁJ

TELEPÜLÉSI KÖRNY.



MŰEGYETEM 1782

BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



Környezetszennyezés:

Az ember tevékenységeinek következtében a környezeti elemek természetes tulajdonságai hátrányosan megváltoznak, s ez a változás egyben emberi életkörülmények romlásához is vezet(het).

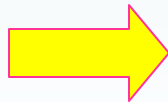
Alapja:

FÖLD = zárt rendszer



egyensúly

emberi behatás



felborul az egyensúly



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



Szennyező források csoportosítása

1. **Eredet szerint:** ipari, mg-i, közlekedési, települési
2. **Jelleg szerint:** mozgó, pontszerű, kiterjedt
3. **Időtartam:** időszakos, folyamatos
4. **Koncentráció az idő fv-ében:** egyenletes, időben változó
5. **Halmazállapot:** gáz, szilárd, folyékony...



Környezeti ártalmak lehetnek:

- 1. Kémiai ártalmak: ipar, mg, háztartás, táplálkozás**
- 2. Szöveti izgató hatások: pl. mechanikai hatás – por**
- 3. Zaj, vibráció: közlekedés, ipar**
- 4. Sugárhatások**
- 5. Termőterületek, táj, élővilág, anyagi eszközök károsodása (talajerózió, kőfejtés, korrózió...)**
- 6. Idegi megterhelés**



MŰEGYETEM 1782

BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



A SZENNYEZÉSI LÁNC

A környezetszennyezés folyamata, definíciók.

A környezetvédelem típusai.

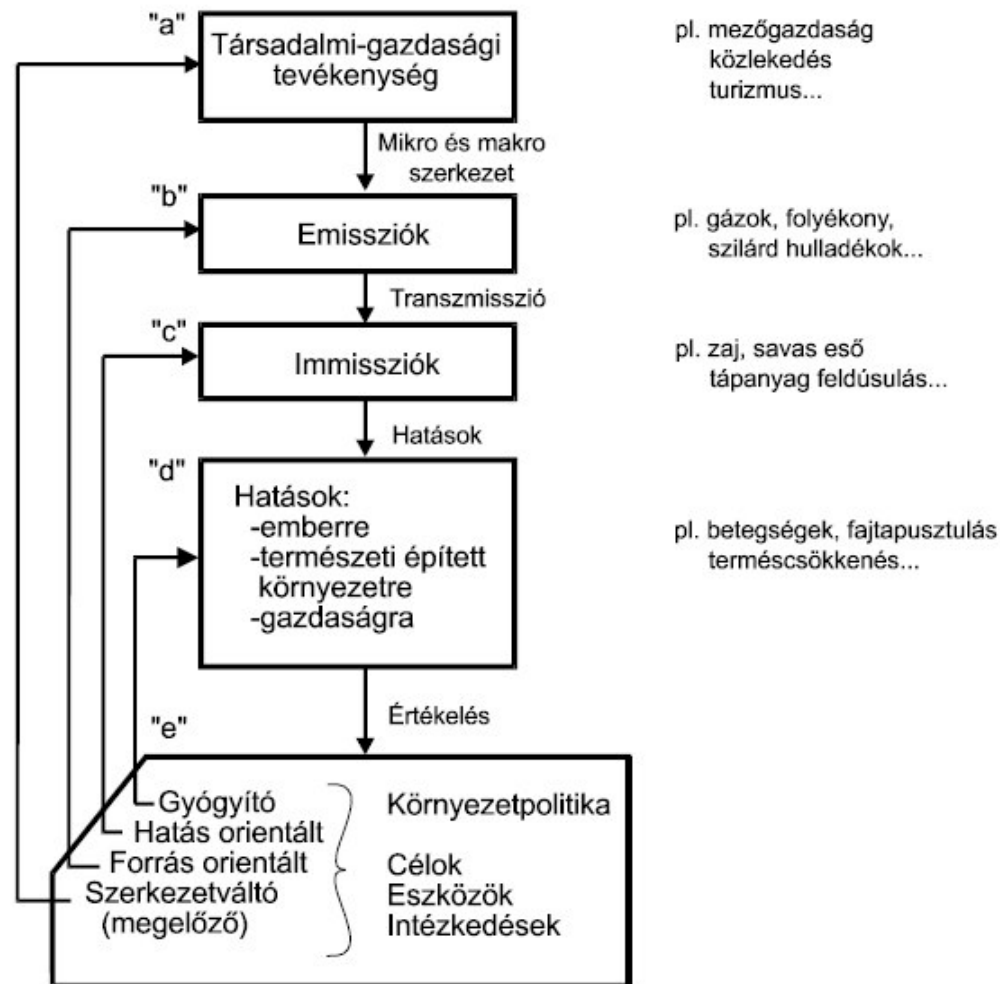
A környezetpolitika típusai.



BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



A szennyezési lánc, a környezetpolitikák típusai



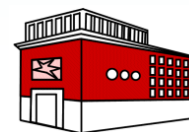
A környezetpolitika fogalma

A környezetvédelem területén megfogalmazott fő célok, alapelvek és a megvalósítás eszközszerrendszere, valamint a meghozott intézkedések.

A lehetséges és hatékony környezetpolitikának a céloknak megfelelően többféle típusa különböztethető meg.

Típusai

- 1. Gyógyító**
- 2. Hatásorientált**
- 3. Forrásorientált**
- 4. Szerkezetváltó**



1. Gyógyító környezetpolitika

A környezetpolitikának ez a típusa a környezetpolitikák „tűzoltója” vagy „mentőorvosa”. A gyógyító környezetvédelmi tevékenység iránya, amint az ábránkból is látható, a „hatások” négyszögére mutat. A már bekövetkezett károsodásokat igyekeznek enyhíteni. Általában ez a fajta környezetpolitika a legdrágább és a legkevésbé hatékony megoldás.

2. Hatásorientált környezetpolitika

A környezetpolitikának az eszközei ez esetben az immissziós állapoton, a környezetminőségen kívánnak javítani olyan körülmények között, amikor a kibocsátások nem csökkennek.



3. Forrásorientált környezetpolitika

Ez a környezetpolitika eszközeivel és módszereivel együtt a legszélesebb körben elterjedt. Célja a káros-anyag-kibocsátás csökkentése. A klasszikus „end of pipe” csővégi eljárások többnyire a direkt szabályozóeszközök (normák, határértékek, bírságok) negatív ösztönzésére jöttek létre.

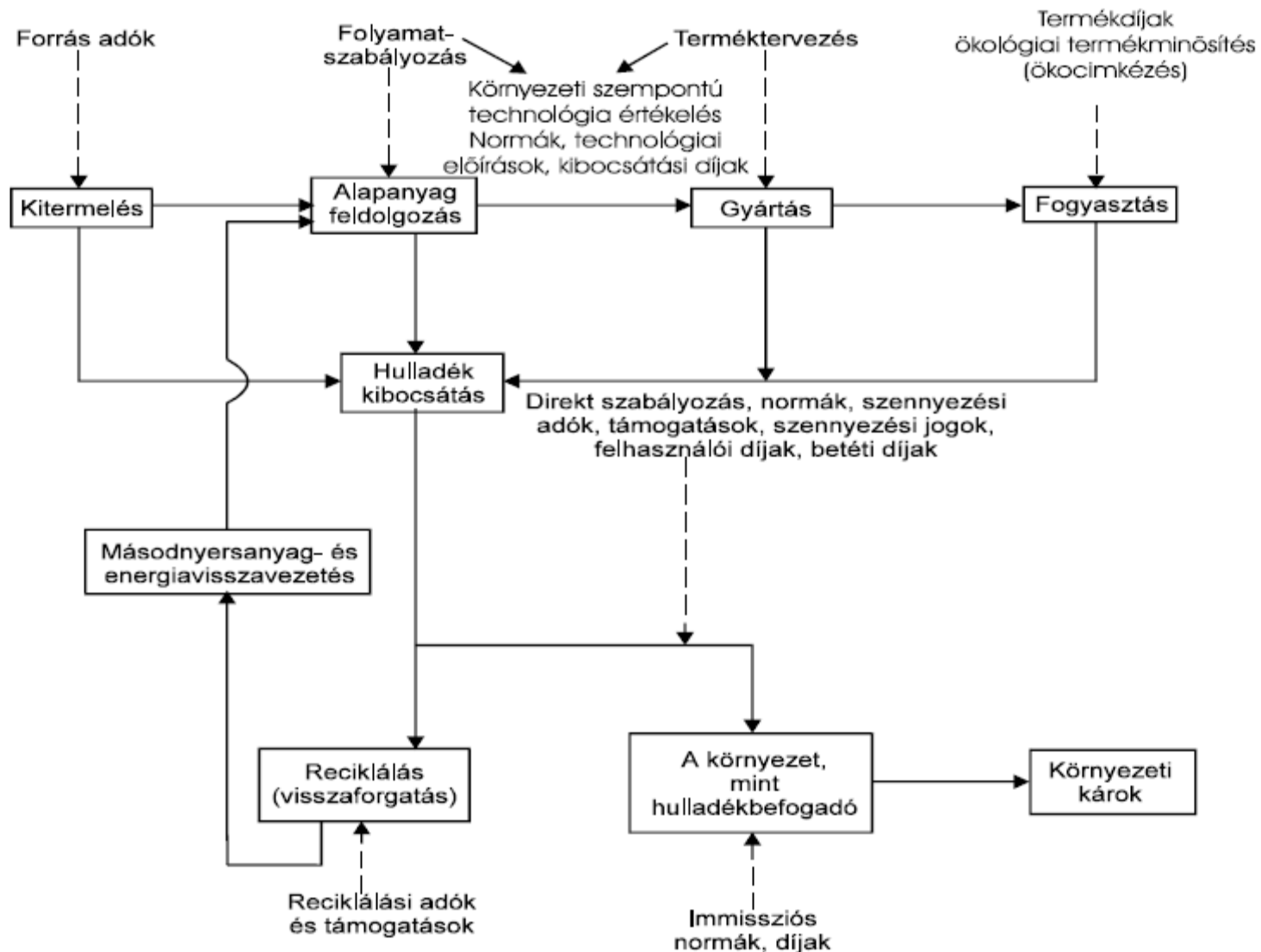
4. Szerkezetváltó, megelőző környezetpolitika

A környezetpolitikák közül ez a típusú az, amely a legpozitívabb értékelést kaphatja. Lényegét tekintve ez egy olyan hatásmechanizmus, amely a gazdaságot, ill. az egész társadalmat a környezetbarát irányba tereli.

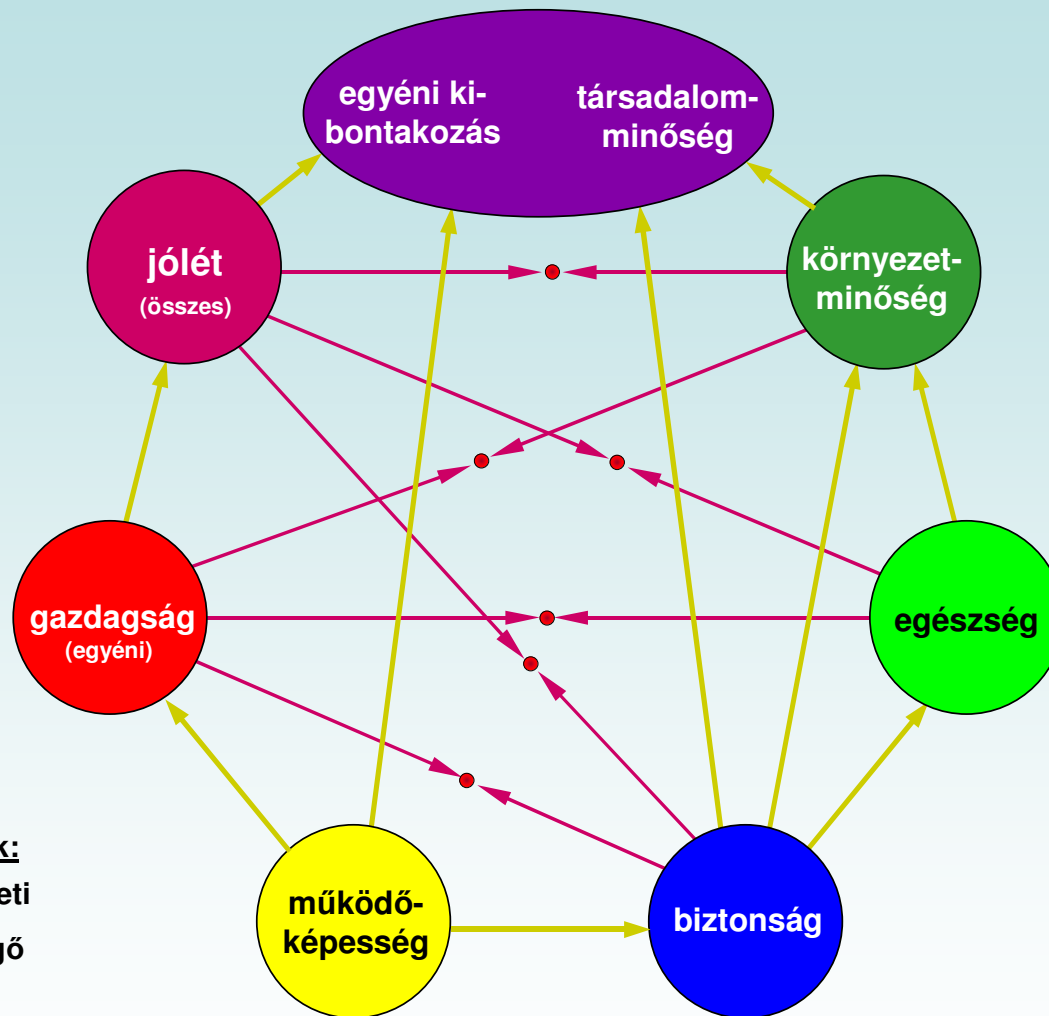
Célja a társadalom mikro- és makroszerkezetének olyan átalakítása, amely a hosszú távú, a természettel harmóniában levő átalakulást segíti elő. E környezetpolitika végső célja a fenntartható fejlődés biztosítása.



A környezetszabályozás beavatkozási pontjai és módjai



A fenntartható energiaellátás konfliktusai



Forrás: BWK – Brennstoff-Wärme-Kraft, 59. k. 11. sz. 2007. p. 63.

Az energetika környezeti kibocsátásai

- **Kibocsátások és azok hatásai:**
 - üvegházhatás,
 - ózon vékonyodás,
 - biológiai sokféleség csökkenése,
 - radioaktív sugárzás egészségügyi hatásai.

A teljes vertikumot kell tekinteni!



A káros hatások osztályozása, a hatások csökkentésének eszközei

Lépték	lokális, regionális	kontinentális	globális
Hatáskörzet nagyságrendje, km	10^0 - 10^1	10^2 - 10^3	10^4
Hatás jellege	közvetlen	savasodás	üvegházhatás, ózon csökkenés
Korlátozandó jellemző (cél megjelölése)	immisszió	savas ülepedés	légköri koncentráció
Jogi eszköz	immisszió norma	immisszió (ökológiai) norma	---
Befolyásoló tényezők	kibocsátás, hígulás	kibocsátás	kibocsátás, nyelők
Segédeszközök (másodlagos szabályozások):			
Emisszió korlátozása	technológiai norma	nemzetközi egyezmény (kontinentális)	nemzetközi egyezmény (globális)
	közlekedés szervezés,		
Hígulás javítása	iparfejlesztési stratégia	---	---
	kéményméretezés		



Az energetika jelentősebb környezeti kibocsátásai

Levegőbe	Vízbe	Talajra	Egyéb
CO ₂ CO SO _x NO _x N ₂ O CH ₄ HCl NH ₃ por, pernye, korom fémek, radionuklidok illó szerves vegyületek (VOC) hő szulfátok* H ₂ SO ₃ * H ₂ SO ₄ * nitrátok* HNO ₃ * NH ₄ Cl* O ₃ * szmog* porzás* savas eső*	oldott savak, lúgok, sók, szerves anyagok fémek szuszpendált részecskék radionuklidok emulziók olajok, zsírok hő talajból, hulladékokból kihordott, kilúgozott szennyezés	meddőhányók iszap, zagy salak, pernye kommunális szemét radioaktív hulladékok vegyszerek nehézfémek üledékek törmelékek, bontási anyagok levegőből és vízből kiülepedő szennyezés*	zaj elektromágneses sugárzások mechanikai rezgések láthatóságot csökkentő légszennyezők bűz



1. Üvegházhatású gázok *globális szennyezés*

- **szén-dioxid (CO_2),**
- **metán (CH_4),**
- **dinitrogén-oxid (N_2O),**
- **fluorozott szénhidrogének (HFC-k),**
- **perfluor karbonátok (PFC-k),**
- **kén-hexafluoridok (SF_6).**



1.1. Szén-dioxid

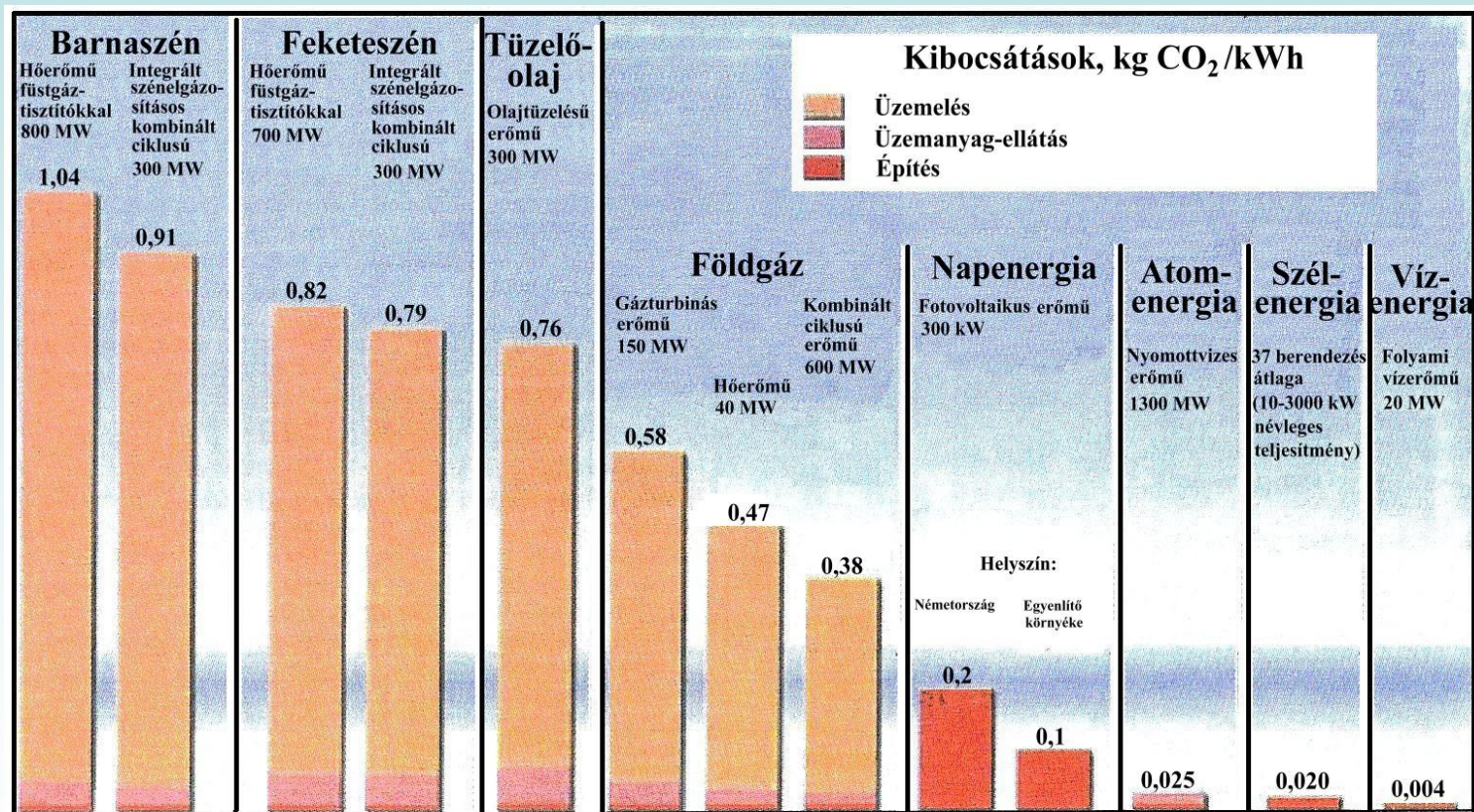
- **Fosszilis tüzelőanyagok kibocsátásai:**
 - szén: 130 [g CO₂/MJ tüzelőhő, antracit],
 - olaj: 70-75,
 - földgáz: 58.

Az energetika összes CO₂-kibocsátása jelenleg kb. *27 milliárd t/év.*

A gépkocsi-forgalom jelentős szerepe: azokban a városokban, ahol jelentős a lakosság, ott koncentrálódik a kibocsátás.



A villamosenergia-termelő eljárások CO₂-kibocsátása [kg/kWh]



1.2. Kén- és nitrogén-oxidok *lokális szennyezés*

- Károsítják az emberi egészséget, és hozzájárulnak a talaj, az erdők és a felszíni vizek savasodásához → *regionális környezetszennyezés.*
- Természeti víz savas ($\text{pH} \approx 5,5$) az oldott CO_2 miatt → savasodás $\text{pH} < 5$ (SO_x és NO_x miatt).
- SO_x -k kibocsátása a tüzelőanyagtól függ (2 kg SO_2 füstgáz/1 kg S tüzelőanyag):
 - C (1-3 %): 2-5 g/MJ,
 - kőolaj (gudron, 2-4 %): 1-2 g/MJ.*Megoldás: füstgáz-kéntelenítés.*



1.2. Kén- és nitrogén-oxidok

- **NO_x-k:** A tüzelés során, a levegő nitrogénjéből 1100 °C hőmérséklet felett keletkeznek.
- **Előírások a kibocsátásokra:** <30 mg/Nm³.
- **Megoldások:**
 - NO_x-szegény égők, vízbefecskendezés (földgáz-tüzelésű gázturbinák),
 - katalizátoros motorok,
 - fluid-tüzelésű kazánok (t<1000 °C).



1.3. Radioaktív kibocsátások

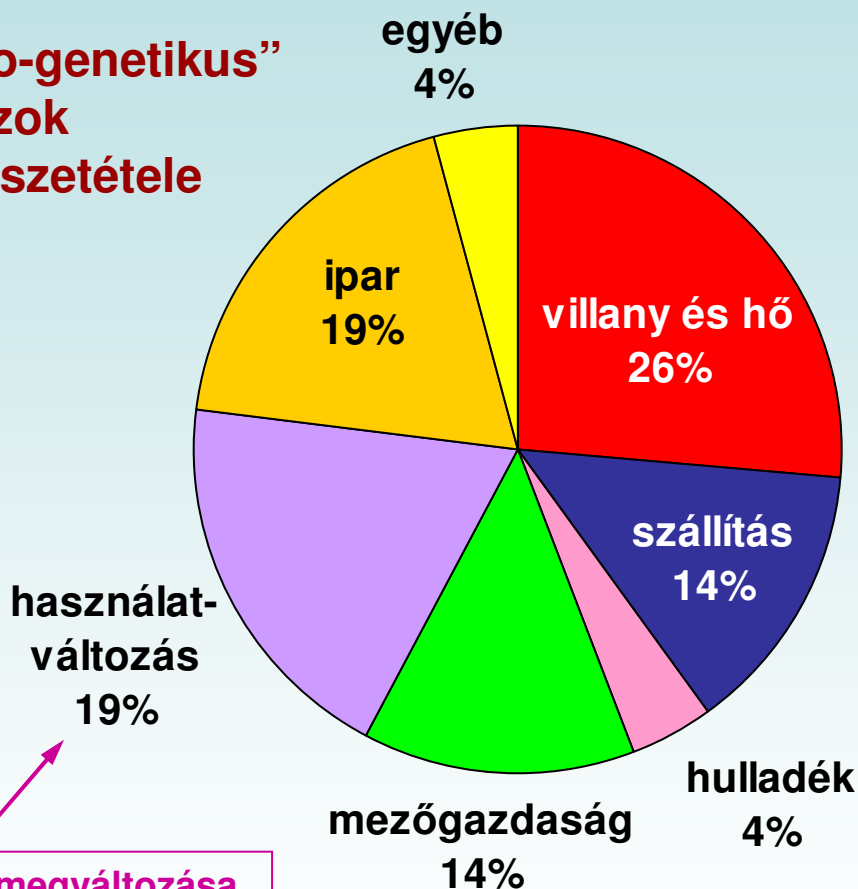
- **Folyékony és légnemű radioaktív kibocsátások.**
- **Radioaktív hulladékok:**
 - **kisaktivitású,**
 - **közepes aktivitású,**
 - **nagyaktivitású.**

Megoldás: kibocsátások szigorú határértékei, hulladékfeldolgozás, elhelyezés → fűtőelemek transzmutációja.

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának összetétele 2000-ben

A globális „antropo-genetikus” üvegházhatású gázok kibocsátásának összetétele (CO₂-egyenérték):

CO ₂	77%
CH ₄	14%
N ₂ O	8%
HFCs, CFCs és SF ₆	1%



Villany és hő:

villamos energia	68%
hő	5%
kapcsolt	14%
egyéb ipari	12%

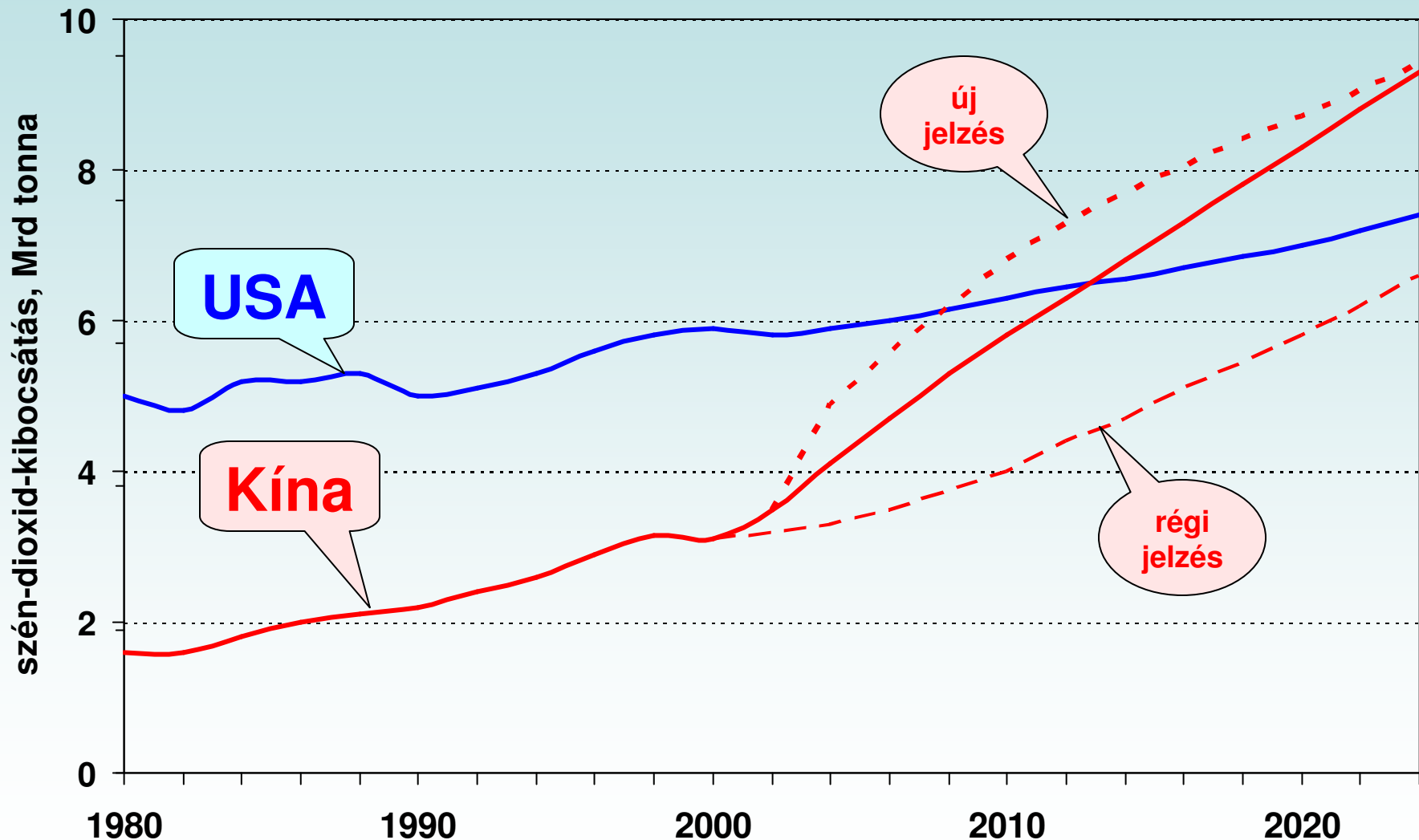
(A területhasználat megváltozása beépítéssel, erdőirtással, útépítéssel és egyéb módon)

Forrás: VGB PowerTech, 87. k. 6. sz. 2007. p. 43.



Az USA és Kína CO₂-kibocsátása

A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) jelzései, 2006

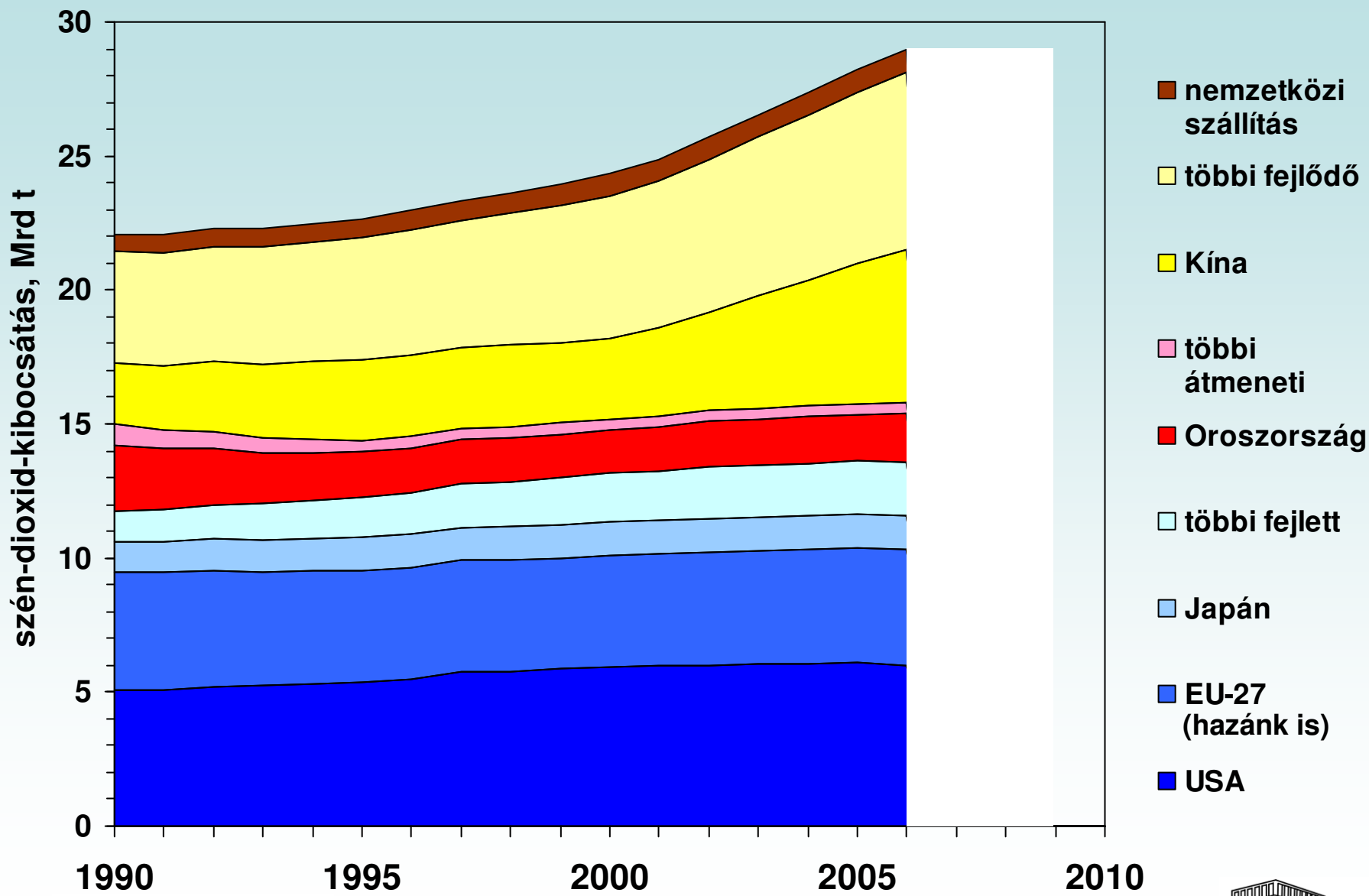


Forrás: VGB PowerTech, 87. k. 6. sz. 2007. p. 44.

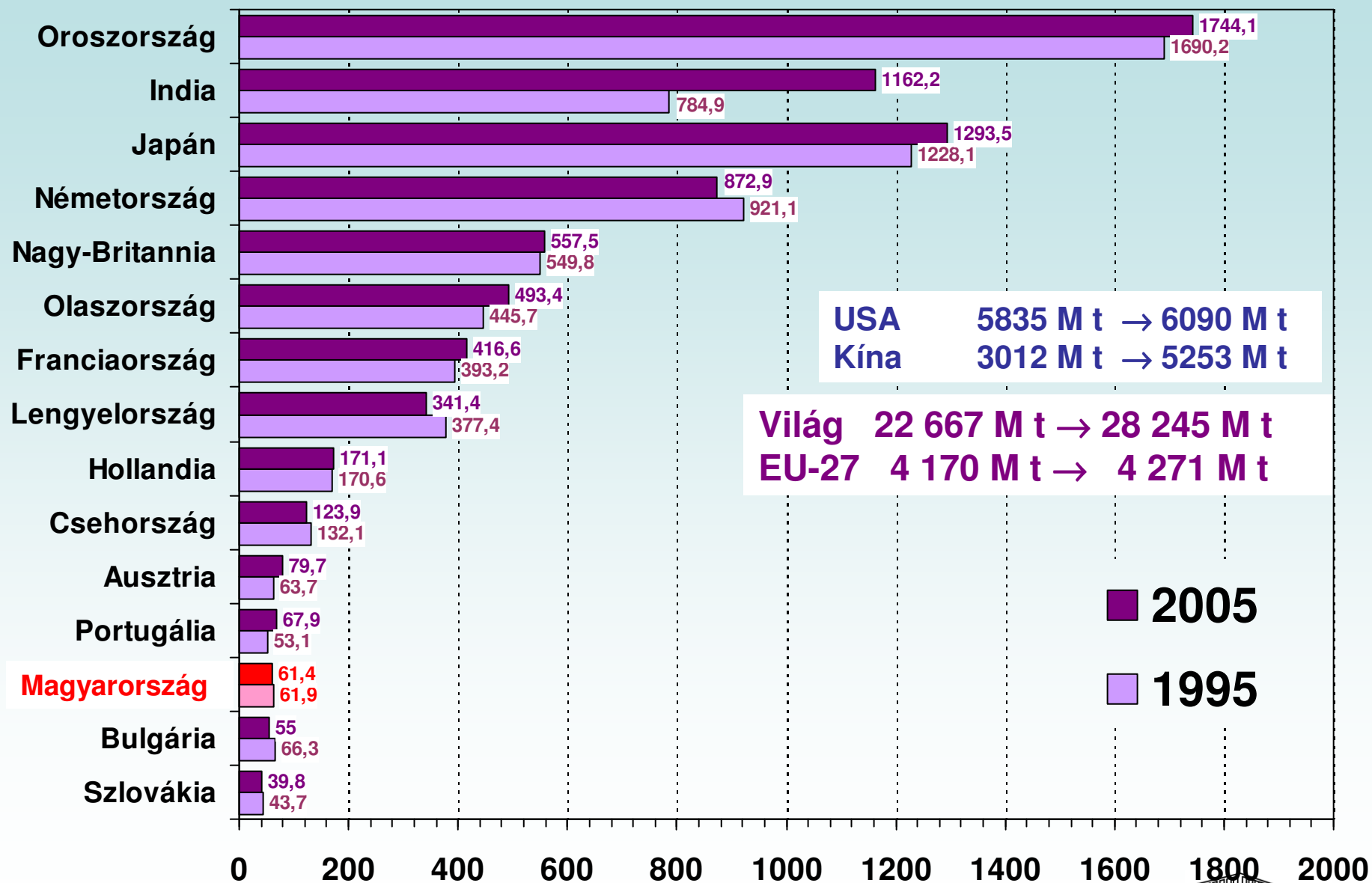
BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport



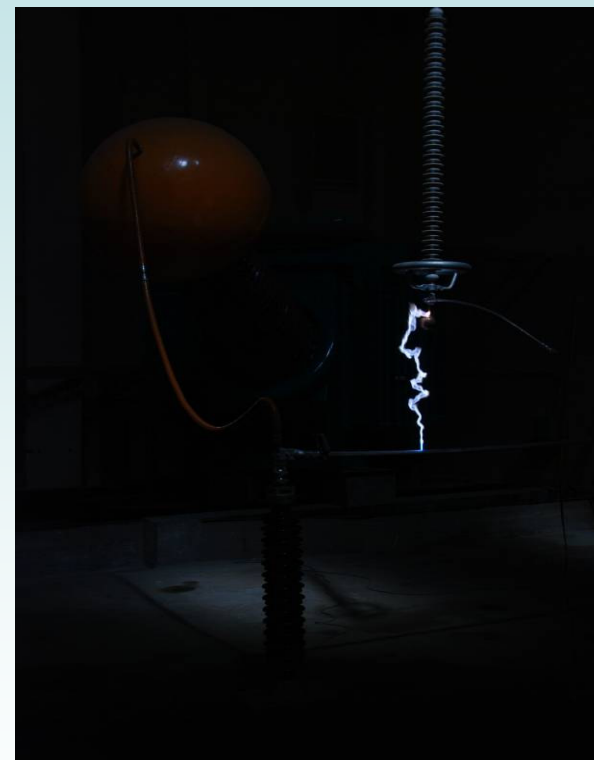
Szén-dioxid-kibocsátás a világon



Szén-dioxid-kibocsátás, M t/a



Köszönjük a figyelmet!



Elérhetőségek:
Budapest, 1111, Egry J. u. 18.
tel.: 1-463-2784, fax.: 1-463-3231
e-mail: nemeth.balint@vet.bme.hu