

# *Megújuló energiaforrások I.*

**Dr. Ivelics Ramón PhD.**  
**egyetemi adjunktus**  
ivelics.ramon@mik.pte.hu

**PTE MIK Mérnöki és Smart Technológiák Intézet**  
**Környezetmérnök Tanszék**

# Klímválság-energiaválság

## Klímaháború

Az emberiség képes megállítani a klímaváltozás okozta negatív hatásokat?

Elegendő a megújuló energiaforrások nagyobb mértékű hasznosítása ehhez?

# Tematika

1. **Energetika**, energiagazdálkodás, -politika, témadokumentációs feladat, félévi feladat
2. **Energiahordozók**, hagyományos és megújuló energiatermelés, fenntartható energetika, energiaátalakítás
3. **Napenergia hasznosítás**
4. **Szélenergia hasznosítás**
5. **Geotermikus energiatermelés**
6. **Vízenergia hasznosítás**
7. **Biomassza hasznosítás - alapok**
8. **Szilárd bioenergiahordozók**,
9. **Faenergetika**, Melléktermékek, Faültetvények
10. **Folyékony és gáznemű bioenergiahordozók**, algatermesztés
11. Megújulókhöz kapcsolódó új **technológiák**, üa cellák, hidrogén és tárolás
12. **Megújuló energiák környezeti hatásai**, energiamérleg, CO<sub>2</sub>-mérleg,
13. Zárthelyi dolgozat
14. **Energiatermelés gazdasági vonatkozásai**

# Követelmények

## Aláírás megszerzése:

- előadásokon való részvétel
- zárthelyi dolgozat (hat. idő: 2021. 05.11. 16h45)

**Érdemjegy megállapítás** az  
összpontszám alapján:

elégtelen ← 0-49%

elégséges ← 50..64%

közepes ← 65..72%

jó ← 73..85%

jeles ← 86% felett

## Vizsga:

- megajánlott jegy vagy szóbeli vizsga  
(kiadott tételsor)



# *Tananyag*

Tananyag: az előadás anyag.

Kiegészítő anyagok:

- szakkönyvek,
- energetikai folyóiratok,
- internet.

# Tananyag

Sembery-Tóth (szerk.): Hagyományos és megújuló energiák. Szaktudás Kiadó Ház. Bp. 2004. ISBN 963-9553-15-8

Ivelics R. (szerk.): Megújuló energiaforrások. Környezetipari tananyag II. kötet. E-tananyag. Környezetipari és Megújuló Energetikai Kompetencia és Innovációs Központ kiadásában, Pécs, 2007.

Reményi Károly: Energetikai, CO2 felmelegedés. Akadémiai Kiadó, Bp. 2010.

Bent Sørensen: Renewable Energy. Academic Press. Elsevier. 2011.

Kalmár Ferenc (szerk.): Fenntartható Energetika. Akadémiai Kiadó, Bp. 2014.

Tóth László: Hagyományos és megújuló energiarendszerek. Szaktudás Kiadó Ház, Bp. 2016.

Vajda György: Energiahasznosítás. Akadémiai Kiadó, Bp. 2004.

David JC Mackay: Fenntartható energia – mellébeszélés nélkül. Vertis. Bp. 2011.

Henrik Lund: Renewable energy systems. Elsevier. 2010.

BME Energetikai TSz. tananyagok

Szakfolyóiratok: Magyar Energetika, Energiagazdálkodás

# *Tananyag, kiegészítés*

## *Hasznos információk:*

MAVIR

MEKH

ITM

International Energy  
Agency [www.iea.org](http://www.iea.org)

World Energy Council  
[www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)

Renewable Energy Policy  
Network

Shell Energy Transition  
Report

BP Energy Outlook

## *Legújabb hírek, kutatás fejlesztés:*

Renewable energy

Nature energy

Biomass and bioenergy

Energy

Fuels

# ***Energetika - Bevezetés***

## ***Mi az energetika?***

***Az energetika az energiahordozók és források kitermelésével/hasznosításával, szállításával, átalakításával és felhasználásával kapcsolatos műszaki, gazdasági, környezeti és társadalmi feladatok összessége.***

**Az energetika nagyon széles területeket, határterületeket magában foglaló tudomány:**

- Műszaki, technológiai ismeretek,**
- Társadalom elméleti, szociológiai ismeretek,**
- Környezetvédelmi, környezetszabályozási,**
- Jogi ismeretek,**
- Menedzsment és gazdálkodási ismeretek.**

# Energia

Energiapolitika → irányok, célkitűzések  
Energiatervezés → igények és források  
Energiagazdálkodás → hatékonyság  
Energetikai technológiák → átalakítás  
Energia és környezet → szennyezés, védelem  
Erőforrások gazdaságtana → gazdaságosság  
Energiamenedzsment, audit → folyamatos  
ellenőrzés és tervezés, hatékonyság növelés

Energiatervezés

Energiahordozók

Környezetvédelem

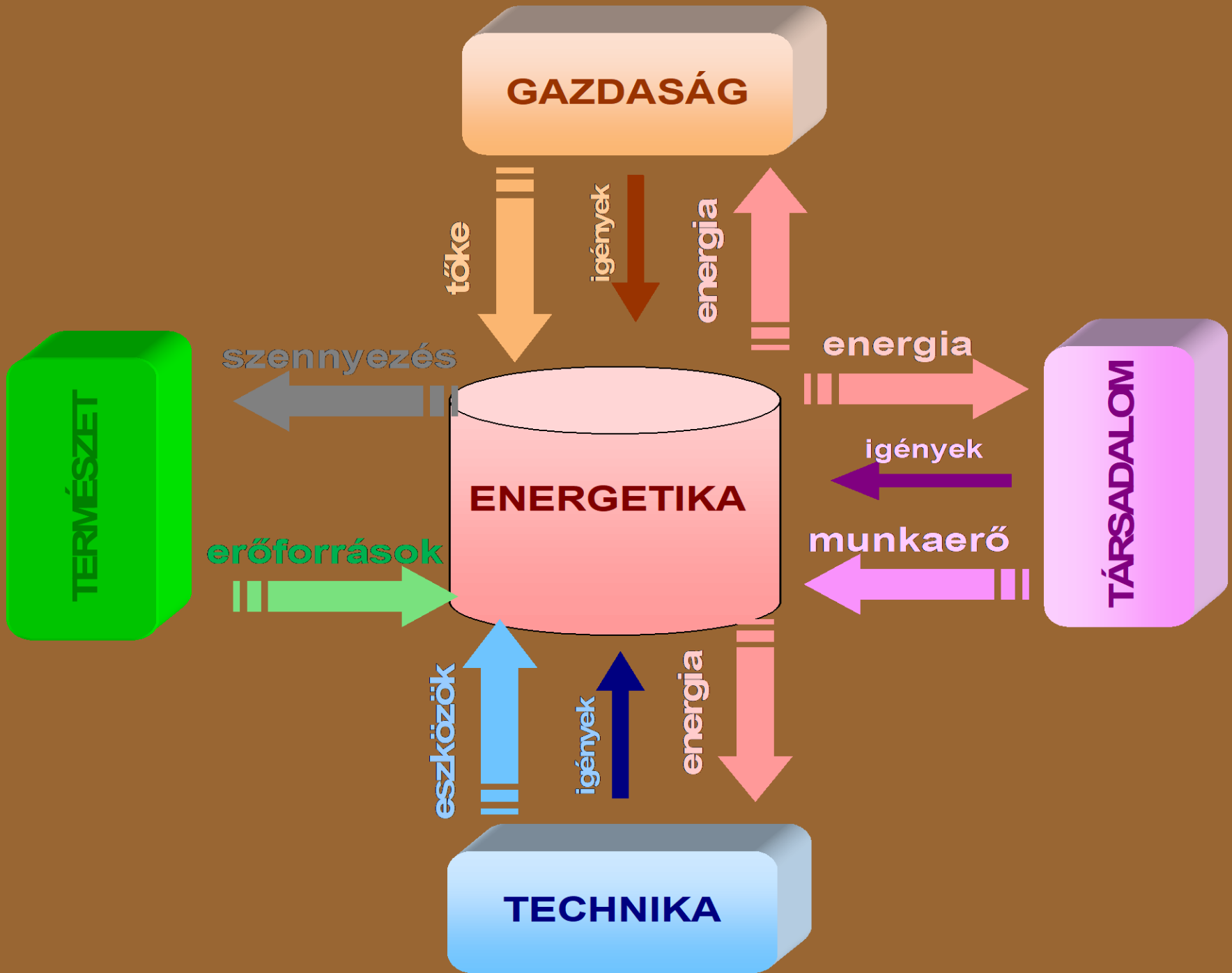
Gazdaságosság

Megújuló energiaforrások

Életfeltételek

Energetika

Energiaigények



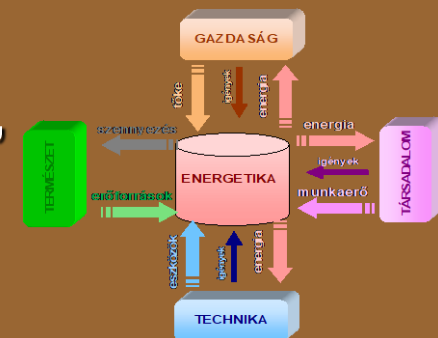
# Megoldandó feladatok

**Műszaki:** technológiai fejlesztések, üzemeltetés, ellátásbiztonság;

**Gazdasági:** beruházások, gazdálkodási hatékonyság, versenyképesség, piacra lépés;

**Környezeti:** környezetgazdálkodás, fenntarthatóság, környezet- és klímavédelem;

**Társadalmi:** elfogadhatóság, fenntarthatóság, szakpolitikák, függetlenség, ellátásbiztonság.



# Társadalmi kapcsolatok

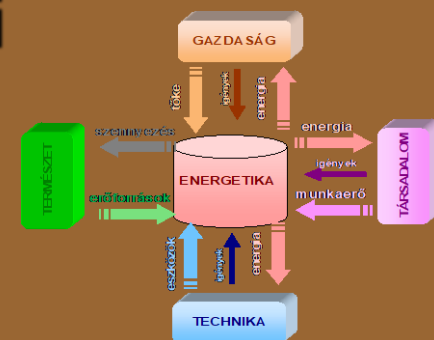
## Az energetika termékértékesítés és szolgáltatás

### ■ Kiknek?

- lakosság, háztartási felhasználás;
- gazdálkodó szervezetek;

### ■ Mennyit, mikor?

- fogyasztói igények időbeli és térbeli alakulása;
- ellátásbiztonság;





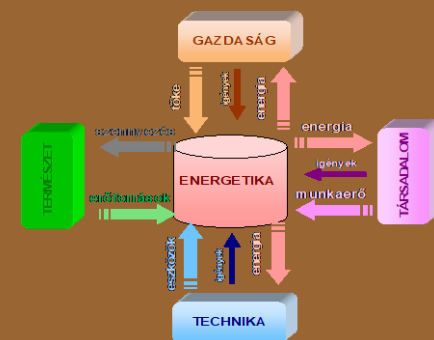
# Társadalmi kapcsolatok

## ■ Mennyiért?

- megfizethetőség;
- versenyképesség;
- energiaszegénység;
- „rezsicsökkentés”;

## ■ Mit (milyen energiahordozót, szolgáltatást)?

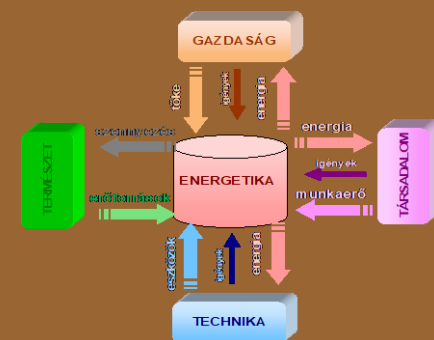
- változó technológiák;
- változó társadalmi elvárások;
- fenntarthatóság;



# Társadalmi kapcsolatok

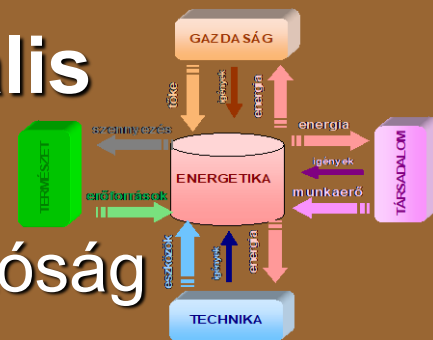
## ■ Milyen keretek között?

- piaci viszonyok;
- jogi, szabályozási keretek (hazai és EU);
- nemzetközi egyezmények (klímavédelem, atomenergetika).



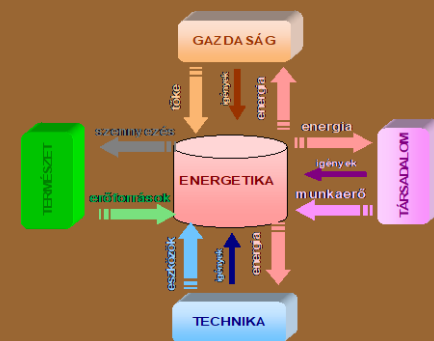
# Gazdasági, gazdálkodási kapcsolatok

- **az energia létfeltétel: mennyiségi és minőségi ellátás:**
  - ipar, szolgáltatások és háztartások
  - megfizethető energia ↔ energiaszegénység
- **az energetika tőke és munkaigényes ágazat:**
  - befektetések, megtérülés, jövedelmezőség, munkahely
- **az energia (energiahordozó) speciális termék:**
  - korlátozott helyettesíthetőség és tárolhatóság
  - piaci mechanizmusok ↔ piaci zavarok



# Gazdasági, gazdálkodási kapcsolatok

- **az ellátásbiztonság nemzetgazdasági és nemzetbiztonsági érdek:**
  - energiafüggőség, kiszolgáltatottság
  - stratégiai tervezés → nemzeti energiastratégia
- **jelentős környezeti hatások:**
  - globális: ÜHG → klímaváltozás
  - regionális: légköri szennyezők (nitrát, szulfát, aeroszolok)
  - lokális: kitermelés (tájformálás), felhasználás (légszennyezés, hőszennyezés)
  - externális költségek ↔ energiaárak



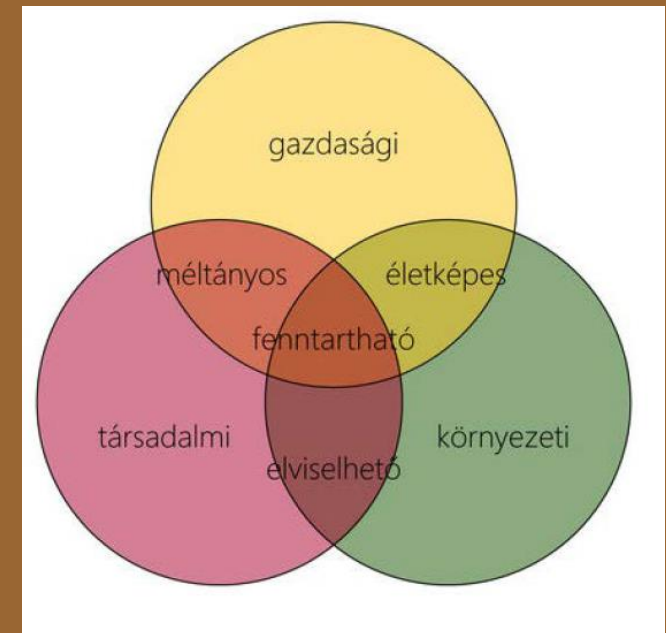
# Fenntartható energetika

**Környezet és Fejlődés Világbizottság (WCED):**

*„fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy károsítaná a jövőbeli generációk képességét saját szükségleteinek kielégítésére.”* [Brundtland „Közös jövőnk” jelentés, 1984-87.]:

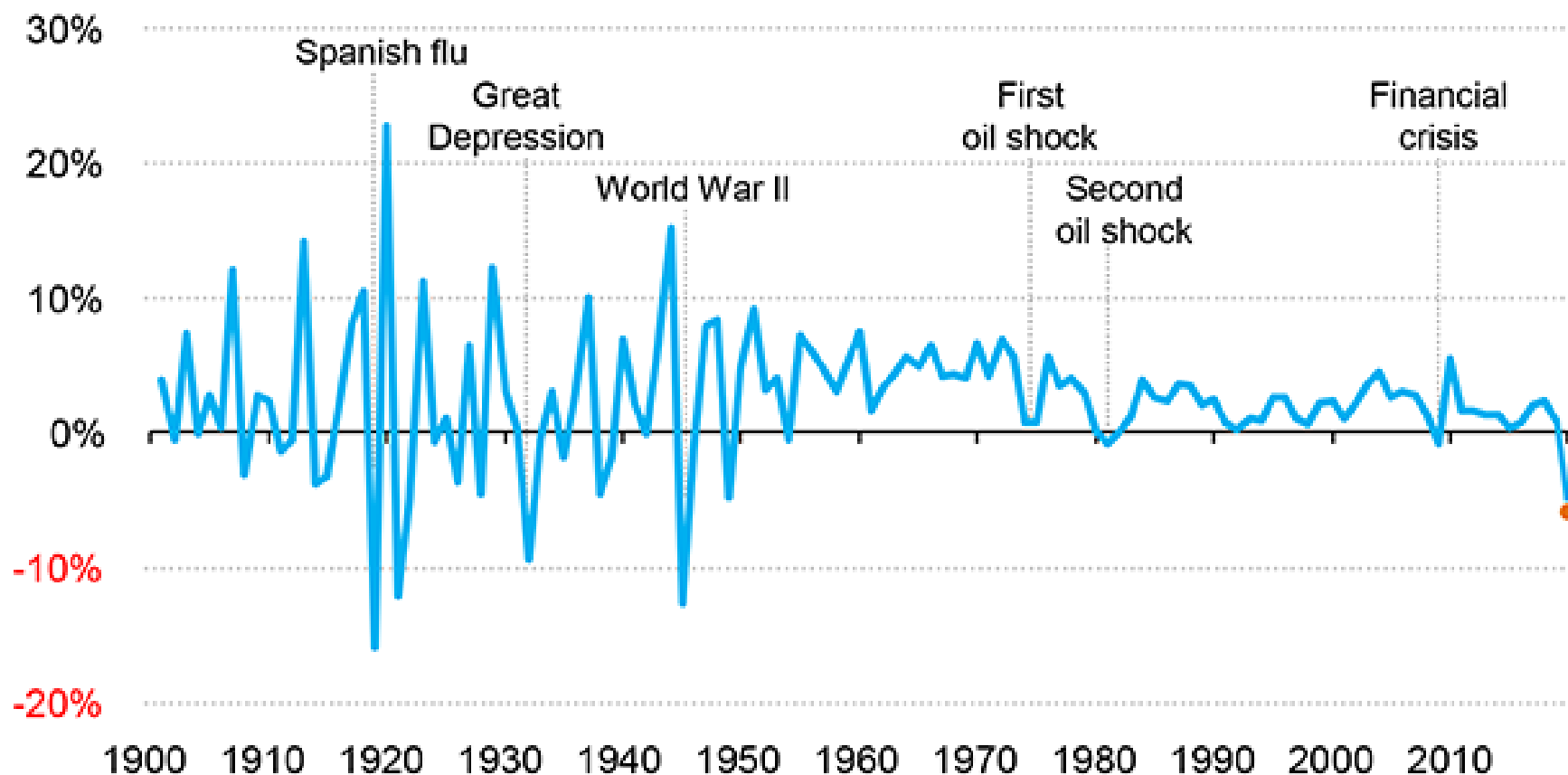
Eszközök:

- fenntartható használat
- fenntartható gazdaság
- fenntartható társadalom
- *fenntartható energetika*



# Energiaigény változás 1900-2020.

## Change in Global Energy Demand, 1900–2020



Source: International Energy Agency

# Fő irányok az energetikában

Klímaváltozás, üvegházhatás (ENSZ, Kyoto, Párizs, Madrid; EU-USA, Kína, India; Ausztrália, Jakarta)

Megújuló és/vagy alternatív energiaforrások, technológiák

Globalizáció

G+4D+E

Diverzifikáció

Dekarbonizáció

Decentralizáció

Digitalizáció

E-mobilitás

Consumer – Prosumer :

Fogyasztó – professzionális fogyasztó

Smart grid, virtuális erőmű, MI (AI) az energetikában

Termelési és fogyasztási oldal szabályozása, árszabályozása

## NEMZETKÖZI MEGÁLLAPODÁSOK

- ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény (1992)



- Kiotói Jegyzőkönyv (1997)
  - Dohai Módosító Jegyzőkönyv



- Párizsi Megállapodás (2015)





# Fő irányok az energetikában 2.

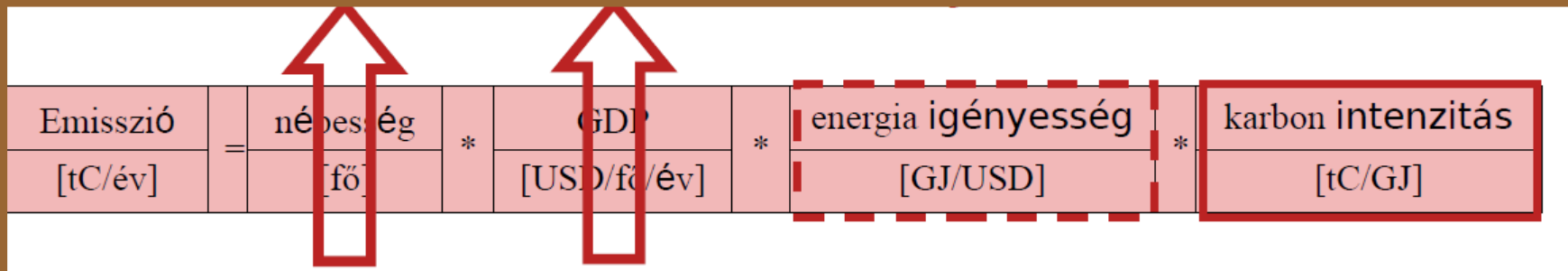
Egyre inkább a nemesített energiahordozó: villamosenergia, hőszolgáltatás felé tolódik a rendszer (pl. e-mobilitás, hőszivattyús rendszerek, távhő, stb.)

A GDP növekedés a villamosenergia fogyasztás növekedésével jár együtt, bár egyre mérséklődő ütemben -> energiaigényesség növekedés

Növekedés elsősorban a fejlődő, közepesen fejlett országokban: Afrika, India, Kína

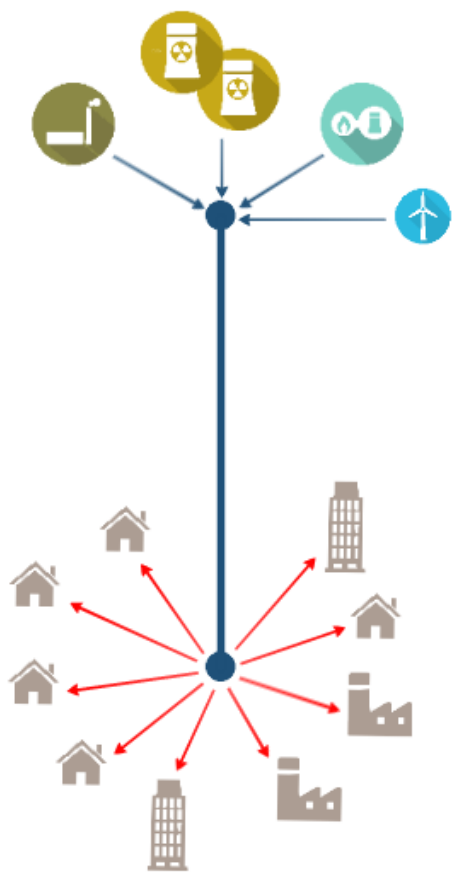
Az átalakítási hatásfok egyre javul: kapcsolt energiatermelés, kombinált ciklusok,

Karbon intenzitás csökkenése

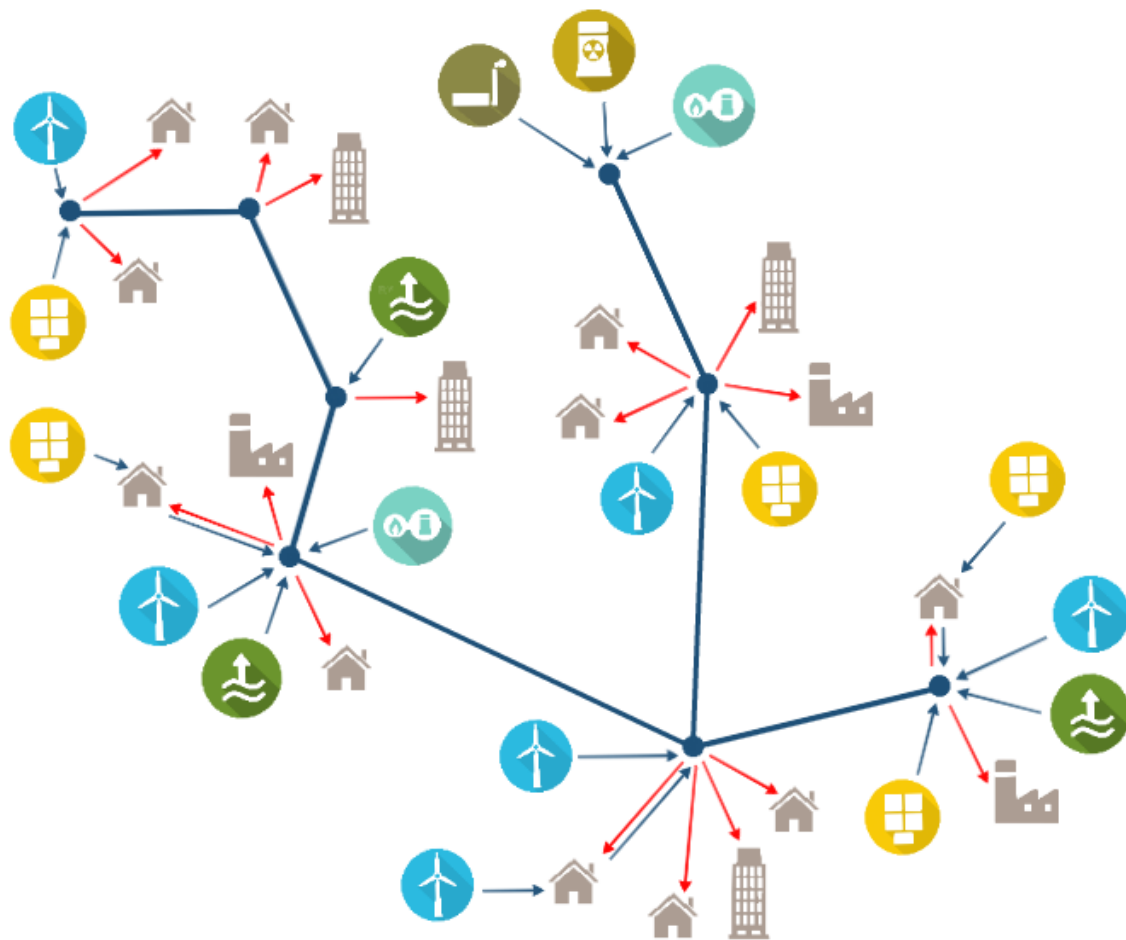




Hagyományos, centralizált energiarendszer



Megújulóakra épülő, decentralizált energiarendszer



# Smart – Smart grid

## STAYING BIG OR GETTING SMALLER

Expected structural changes in the energy system made possible by the increased use of digital tools

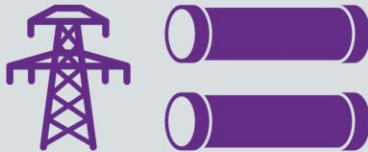
yesterday



few large power plants



centralized, mostly national



based on large power lines and pipelines

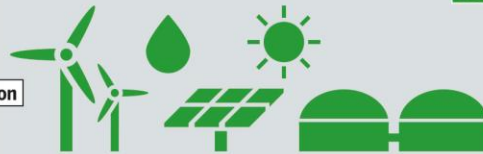


top to bottom



passive, only paying

tomorrow



many small power producers



decentralized, ignoring boundaries



including small-scale transmission and regional supply compensation



both directions



active, participating in the system

A célok legyenek okosak, legyen a jó cél SMART.

Mit jelent a SMART?

Specific, measurable, achievable, reliable and timing (vagyis sajátos, mérhető, elérhető, megbízható és időzíthető).

# *Energiaegységek*

Alapegység: **Joule, J**;  $1 \text{ J} = 1 \text{ N}\cdot\text{m}$ .

Prefixumok:

- kilo,  $k = 10^3$
- mega,  $M = 10^6$
- giga,  $G = 10^9$
- tera,  $T = 10^{12}$
- peta,  $P = 10^{15}$
- exa,  $E = 10^{18}$
- zetta,  $Z = 10^{21}$
- yotta,  $Y = 10^{24}$

# *Energiaegységek*

Alap energiahordozók esetén, országos mérlegekben:

tonna olaj egyenérték, ton of oil equivalent

1 toe = 41,868 GJ (lehet 44,769 GJ),

hordó (barrel)

1 barrel (bbl) = 42 gallon = 6,12 GJ;

egyezményes tüzelőanyag, tonna szén egyenérték, ton of coal equivalent

1 tce = 1 tETA = 29,3 GJ.

# *Energiaegységek*

**Angolszász egységek:**

British Thermal Unit, BTU

$$1 \text{ BTU} = 1,0548 \text{ kJ}$$

„Nagy” energiaegység: Quad, (Quadrillion BTU)

$$1 \text{ Q} = 10^{15} \text{ BTU}$$

$$\text{therm} = 10^5 \text{ BTU}$$

$$\text{MBTU} = 10^6 \text{ BTU};$$

$$\text{MMBTU} = 10^{12} \text{ BTU};$$

de a gáziparban:

$$1 \text{ MBTU} = 1000 \text{ BTU}$$

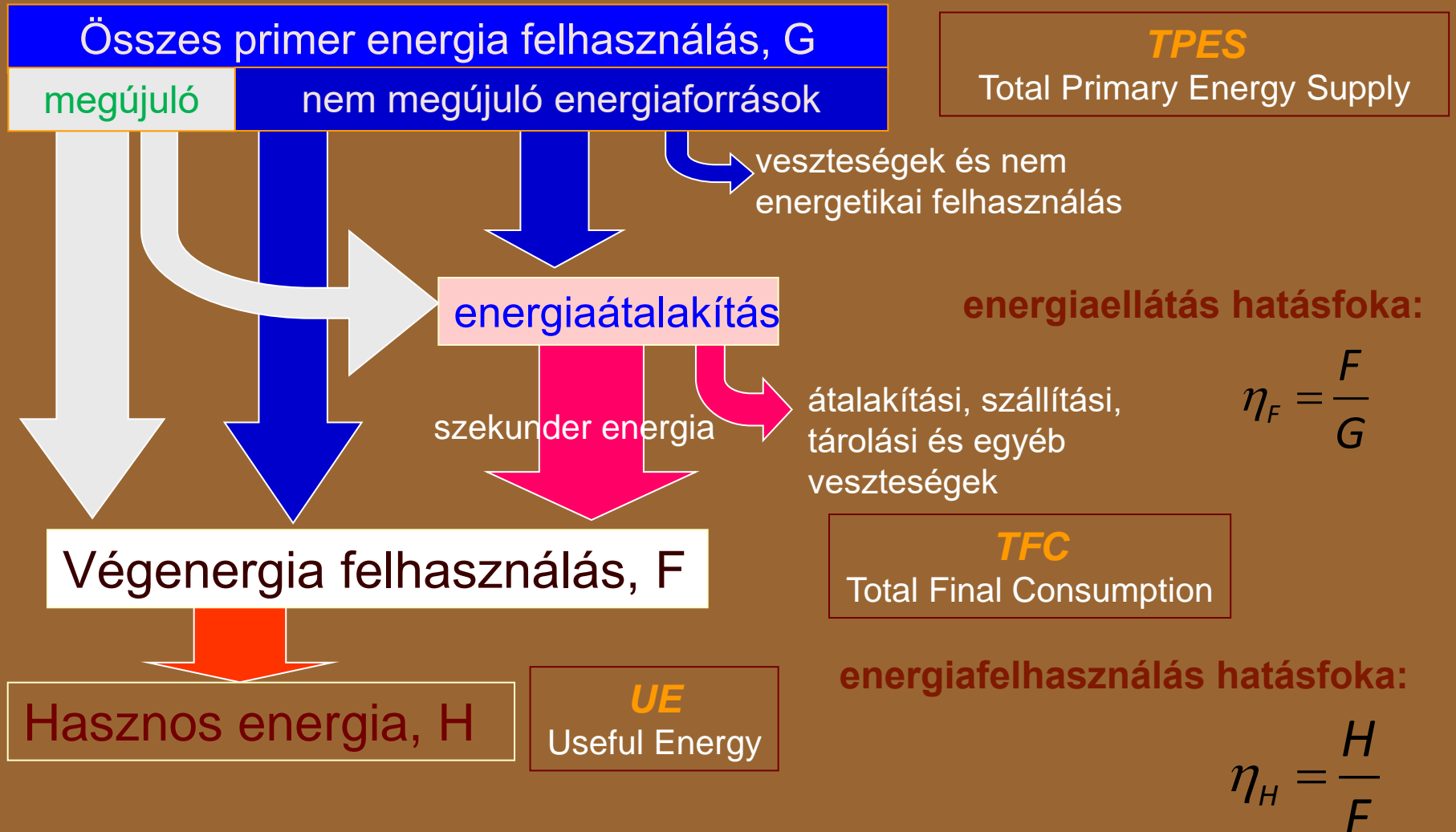
és

$$1 \text{ MMBTU} = 1\,000\,000 \text{ BTU} !$$

**Villamosenergia-ipari egység:**

kilowattóra  $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}.$

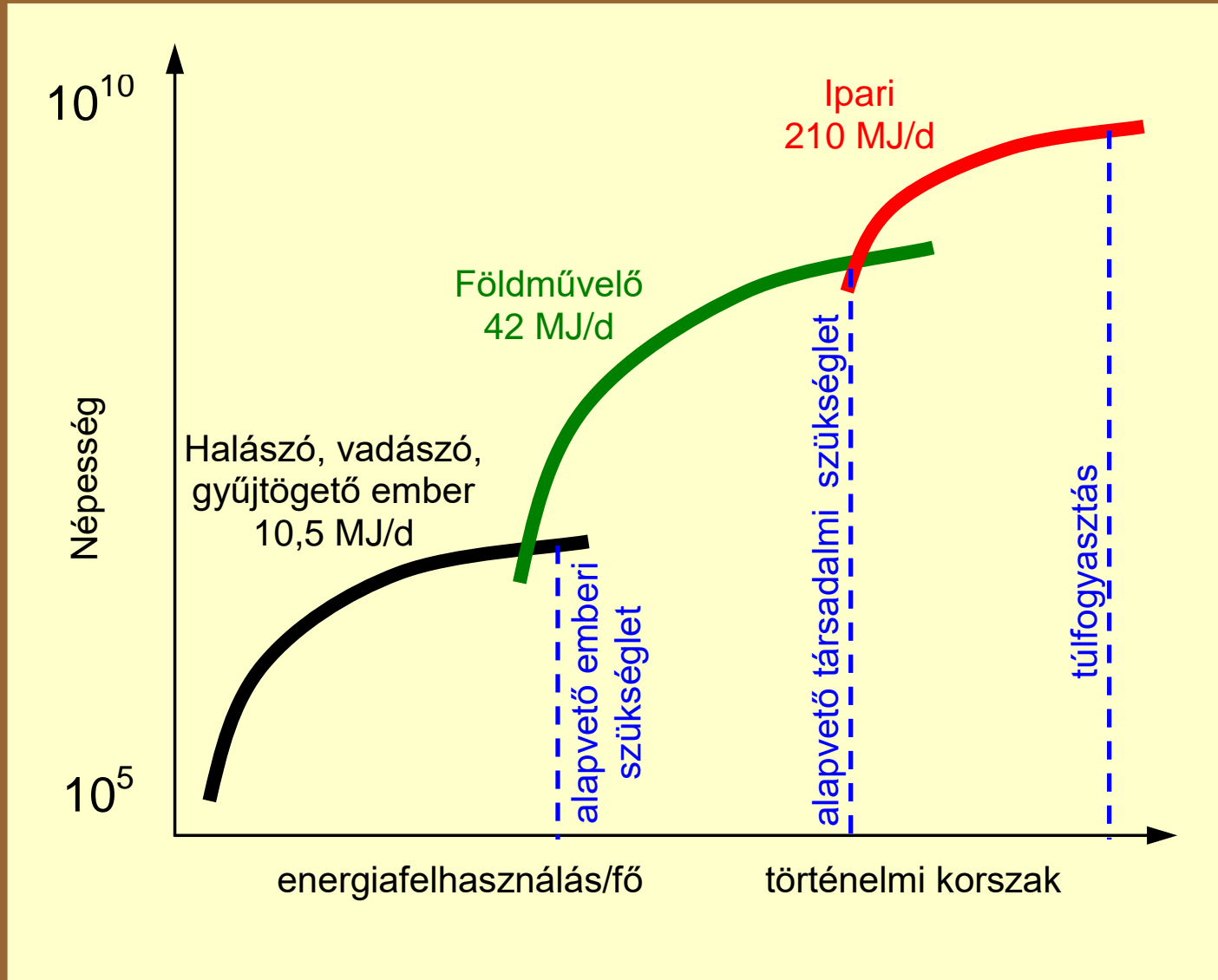
# Energia-mérleg



# Az emberiség összes energiafogyasztása

■ 19. sz. végéig	11.000 EJ
■ 1901-1950.	2.400 EJ
■ 1951-1970.	2.600 EJ
■ 1971-1990.	6.000 EJ
■ 1991-2000.	4.000 EJ
■ 2001-2010.	5.000 EJ
■ <u>2011-2020.</u>	<u>5-6.000 EJ</u>
Összesen	36-37.000 EJ

# Az Ember energiaigénye és változása





# Népesség, primer energiaigény, CO<sub>2</sub> kibocsátás

2015

2070

7 billion

Increasing population



>10 billion

570 exajoules

Increasing energy demand



1,000 exajoules

Need to reduce CO<sub>2</sub> emissions

32 gigatonnes CO<sub>2</sub>e



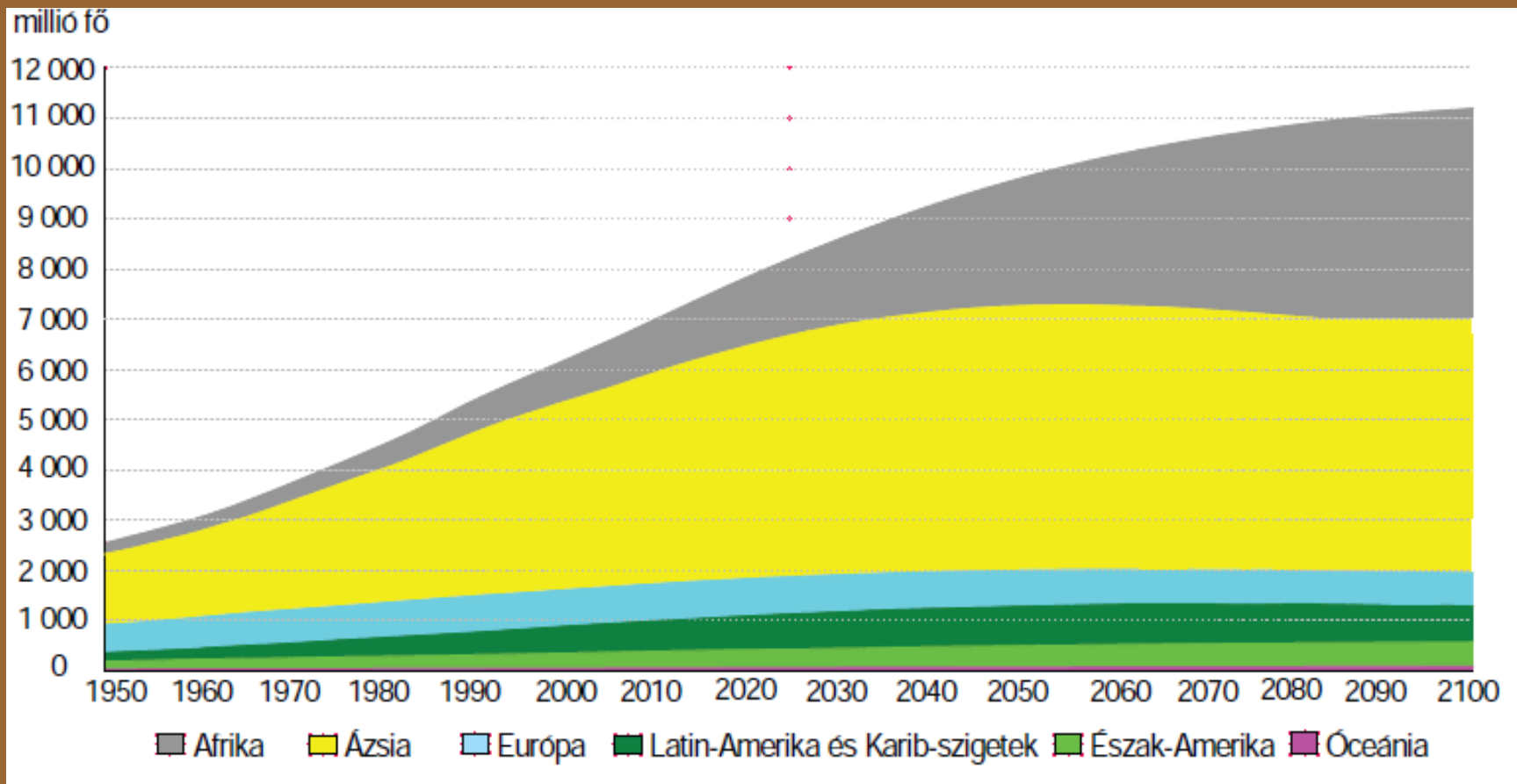
Net Zero Emissions



- Challenge for more and cleaner energy
- Reduction required in the carbon intensity of every unit of energy consumed

Sources: Population – UN world population projections, energy consumption. 2015 – IEA World Energy Outlook (WEO) 2017, 2070 outlook – Shell scenarios analysis from A Better Life with a Healthy Planet CO<sub>2</sub> emissions: 2015 – IEA WEO 2017: 2040 – IEA WEO 2017 Current policies scenario; 2017 – Shell scenario analysis from A Better Life with a Healthy Planet.

# A világ népességének alakulása kontinensek szerint 1950-2100



## AZ ENERGIAFAJTÁK VÁLTOZÁSA

A fejlődő országban a biológiai erőforrások szerepe jelentős.

A közepesen fejlett országokban az ipar energiaigénye a meghatározó,  
a környezetvédelemre azonban nincs elég pénz!

A fejlett országokban megfelelő műszaki-technológiai háttér és kellő mennyiségű pénz áll rendelkezésre

fejlett a mezőgazdaság, így elegendő szabad terület áll rendelkezésre energianövény termesztéséhez

fejlett az ipar, így magas komfortfokozatú, jó hatásfokú energia-átalakítók nagy szerepe van a környezetvédelemnek.

# Fosszilis energiahordozók használata

## A legfontosabb problémák:

- Fogynak a készletek
- A készletek meghatározó része válságzónákban van
- A folyékony és gáz CH-k egyéb formáit is hasznosítani kell
- A CH-ek szállítása egyre nagyobb teher (gazdasági, védelmi feladatok)
- A CH-ek iránti kereslet nő
- Jelentős környezeti károk lépnek fel (levegő, víz, talaj, klíma)
- Meghatározóvá vált a klímavédelmet jelentő CO<sub>2</sub>-emisszió csökkentése, a CO<sub>2</sub> lekötés

## **A fosszilis energiahordozóknak három fontos változata**

**Szilárd (szén, lignit)**

**Folyékony (kőolaj, olajpala)**

**Gáznemű (földgáz)**

## **A fosszilis energiahordozóknak egyéb kedvezőtlen hatásai**

**Kitermelés- logisztika során keletkező károk:**

**Felszíni károk, tájsebek**

**Elfolyások, szivárgások**

**Kitörések**

**Kísérő anyagok kiszabadulása**

**Haváriák**

**Energiatermelésnél fellépő káros hatások:**

**Gázok (CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, egyéb)**

**Por, és porhoz kapcsolódó anyagok**

**Policiklikus, aromás, stb. vegyületek**

**Salak**

**Nehézfémek**

**Hulladékhő**

**Energiahordozók felhasználásakor fellépő káros hatások:**

**Gázok (CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, egyéb)**

**Por és porhoz kapcsolódó anyagok**

**Policiklikus aromás, stb. vegyületek**

**Hamu, salak, pernye**

## A legfontosabb káros hatások




- **CO<sub>2</sub>**
  - Üvegházhatás
  - Savas esők
  - Megkötött CO<sub>2</sub> felszabadítása (Pl.:CaCO<sub>3</sub>-ból)
- **SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>**
  - Egészségügyi problémák, növénypusztulás
  - Savas esők
  - Szmog
- **CH<sub>4</sub>**
  - Üvegház-hatás
- **C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>**
  - Egészségügyi problémák

# Hagyományos energiahordozó készletek

- Évi felhasználás/ismert készlet:
  - Szén: kb. 150-200 év,
  - Kőolaj: kb. 50-60 év (olajpalával kb. 100 év),
  - Földgáz: kb. 40-50 év,
  - Fissziós: kb. 200 év.
  - Megújulók...

# Változó világ - források

## A fosszilis energiahordozók kitermelése

-  a teljes megmaradó készlet
-  a bizonyított tartalékok
-  az eddig kitermelt mennyiség

3050 év

142 év

szén

233 év

61 év

földgáz

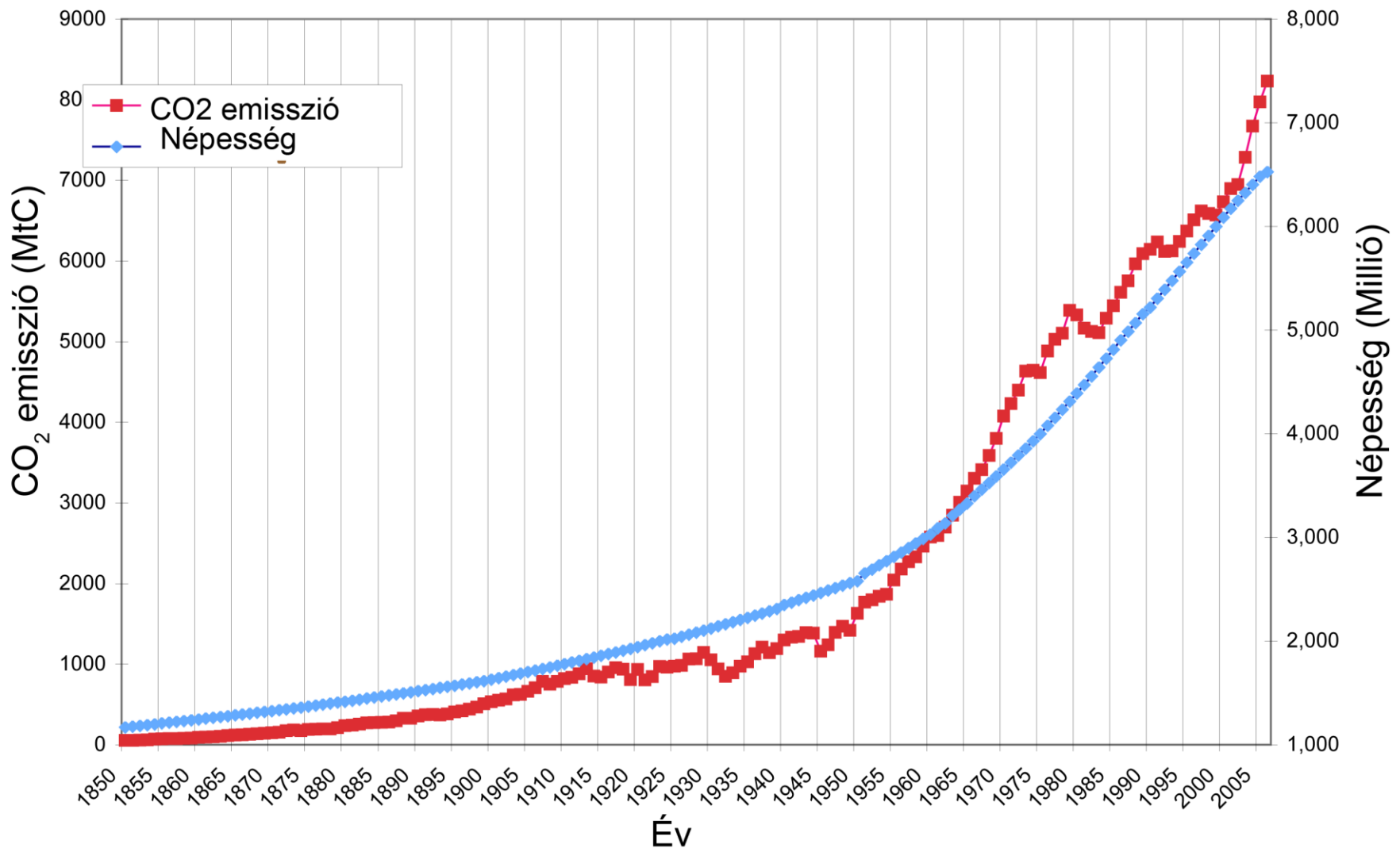
178 év

54 év

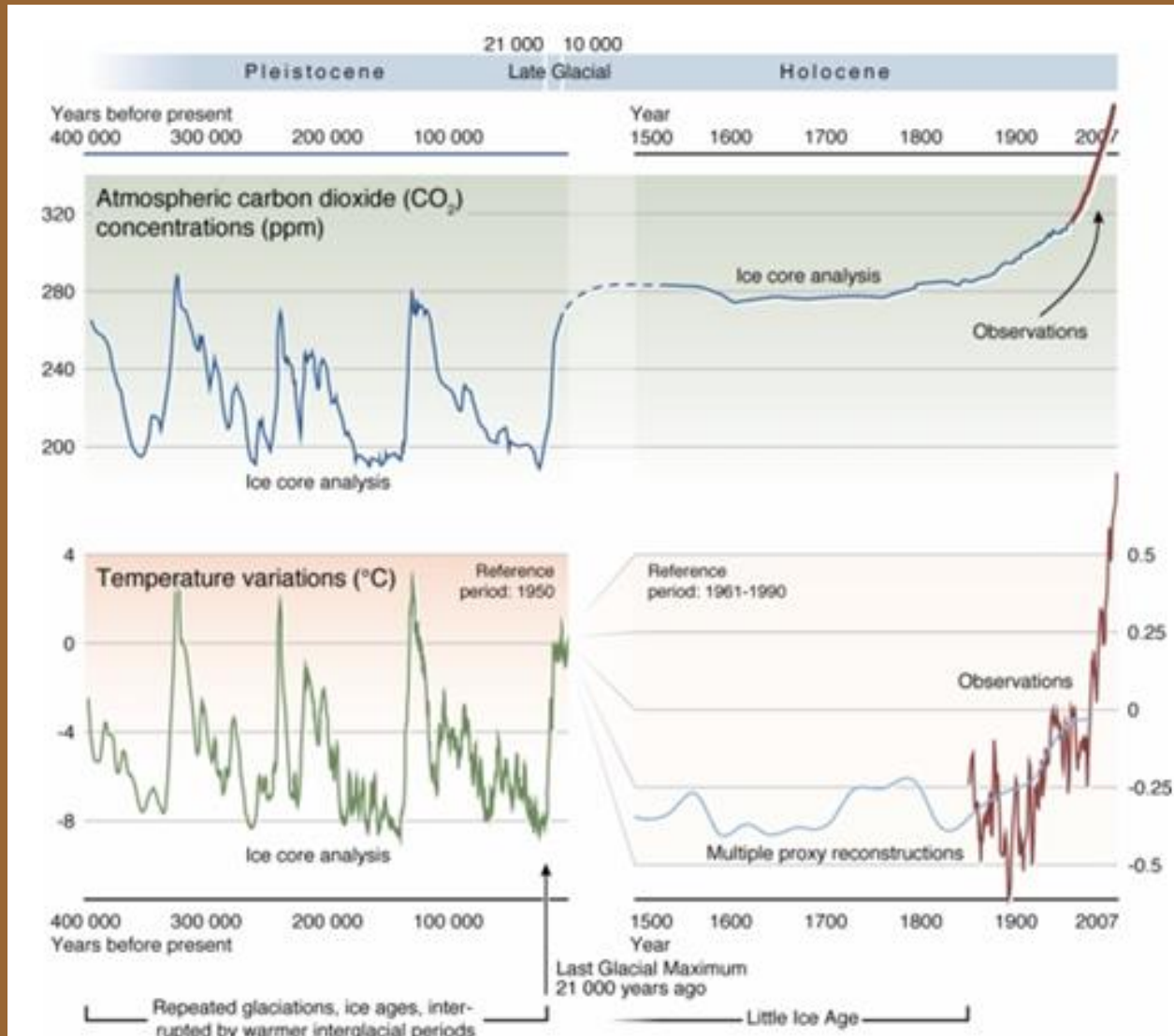
olaj



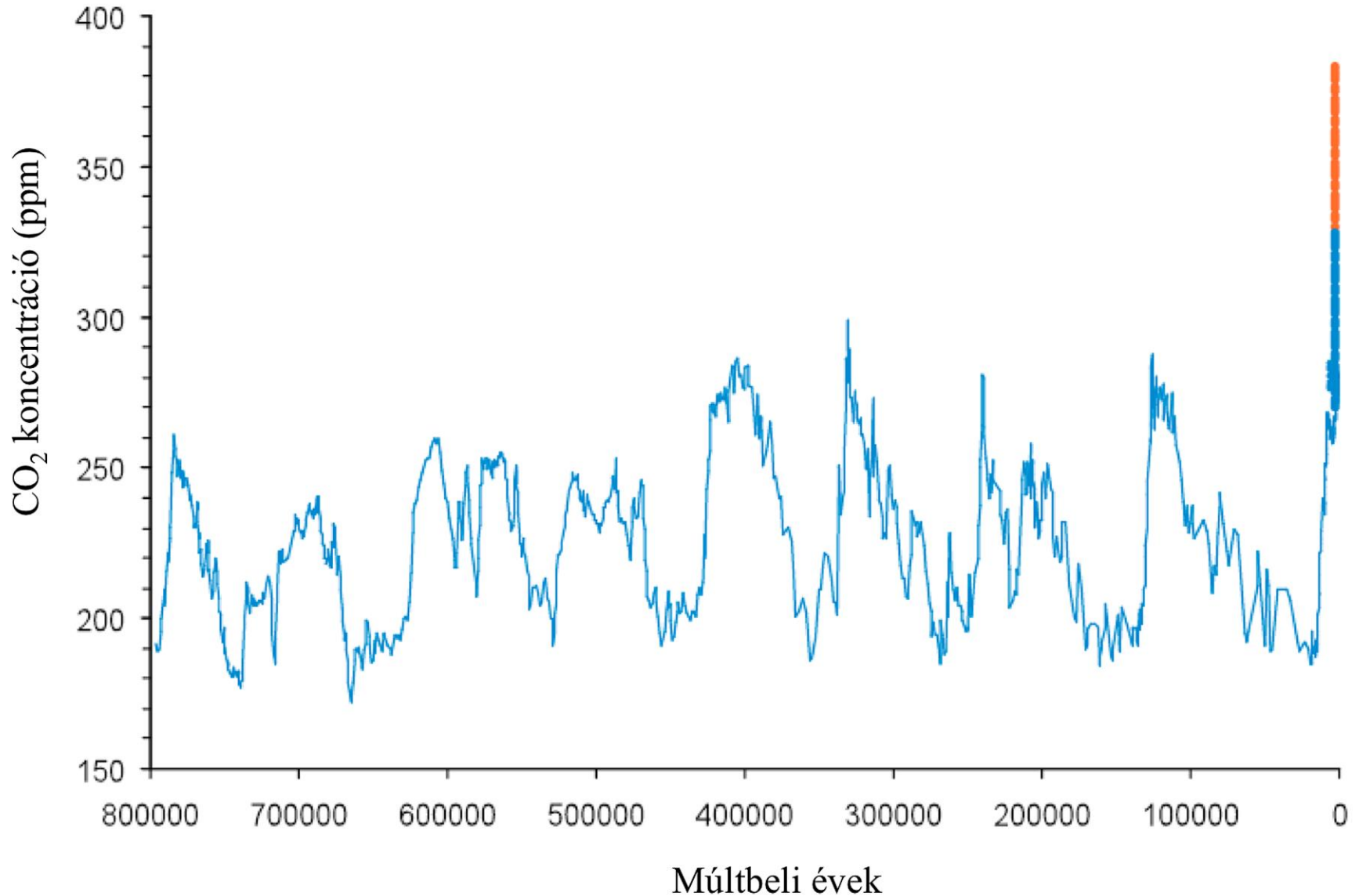
# Világ népességének és CO<sub>2</sub> kibocsátásának változása



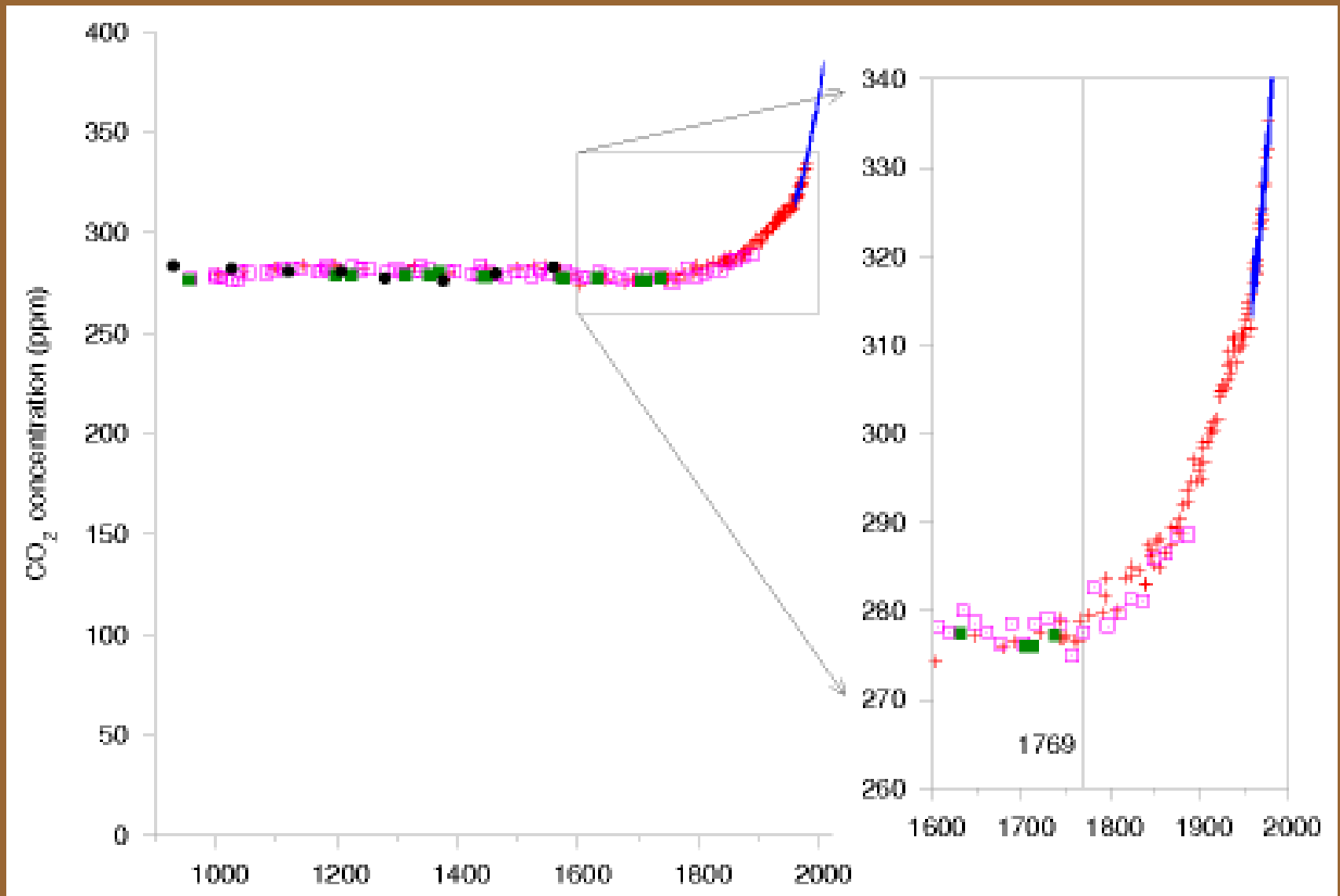
# A hőmérséklet és a CO<sub>2</sub> szint változása az utóbbi 400 ezer évben



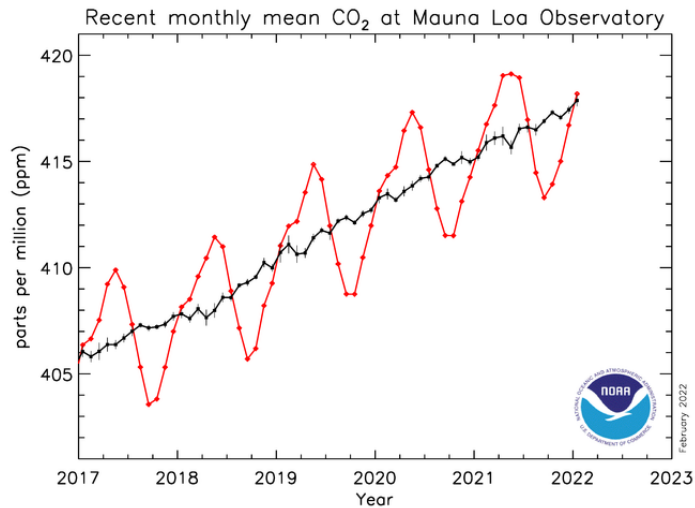
# A CO<sub>2</sub> koncentráció változása az utóbbi 800 ezer évben



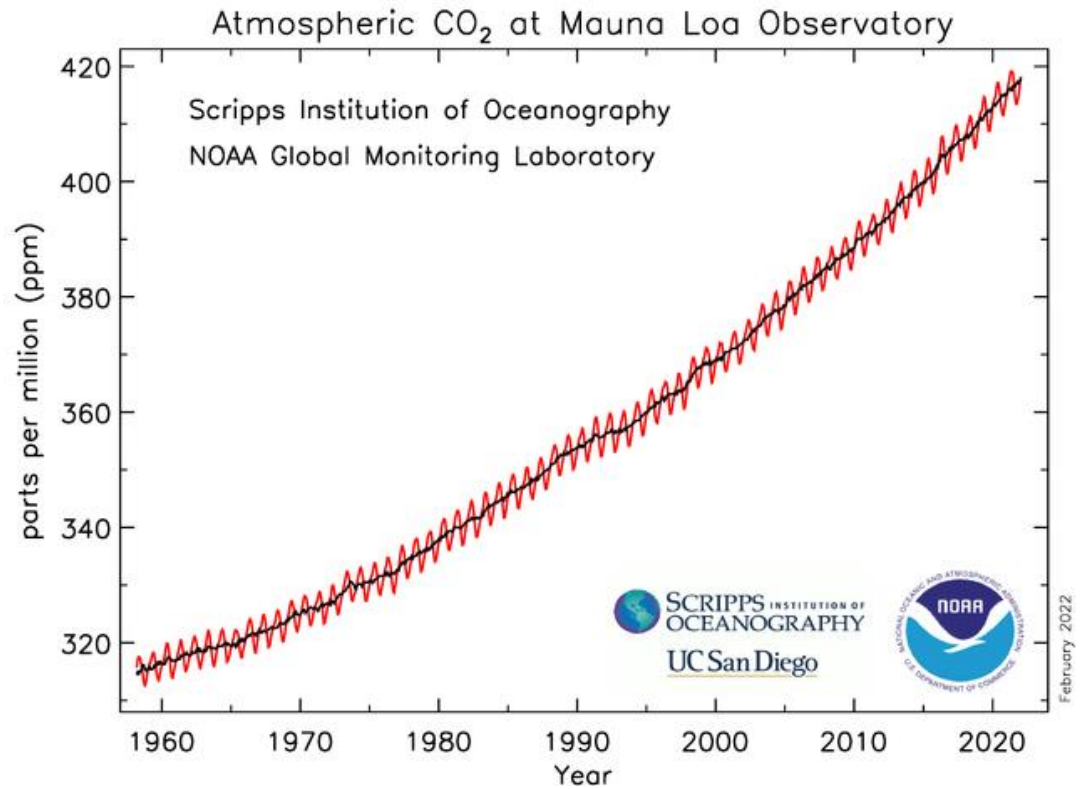
# A CO<sub>2</sub> koncentráció változása az utóbbi ezer évben



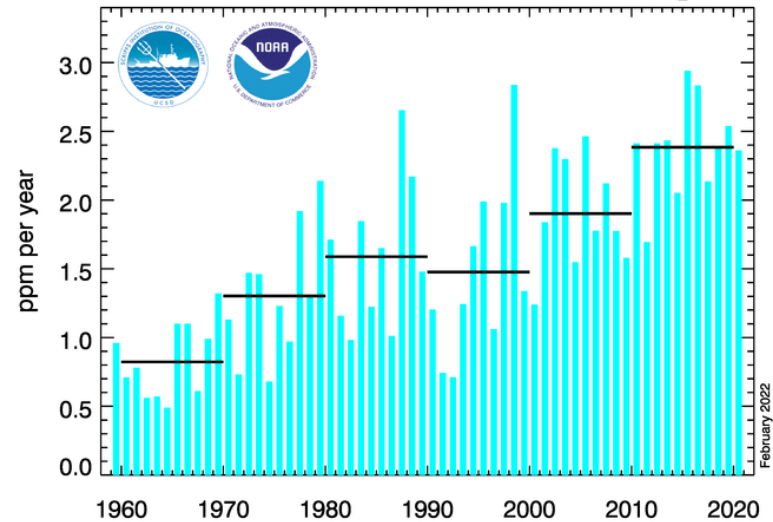
**U.S. Department  
of Commerce,  
National Oceanic  
& Atmospheric  
Administration,  
NOAA Research**



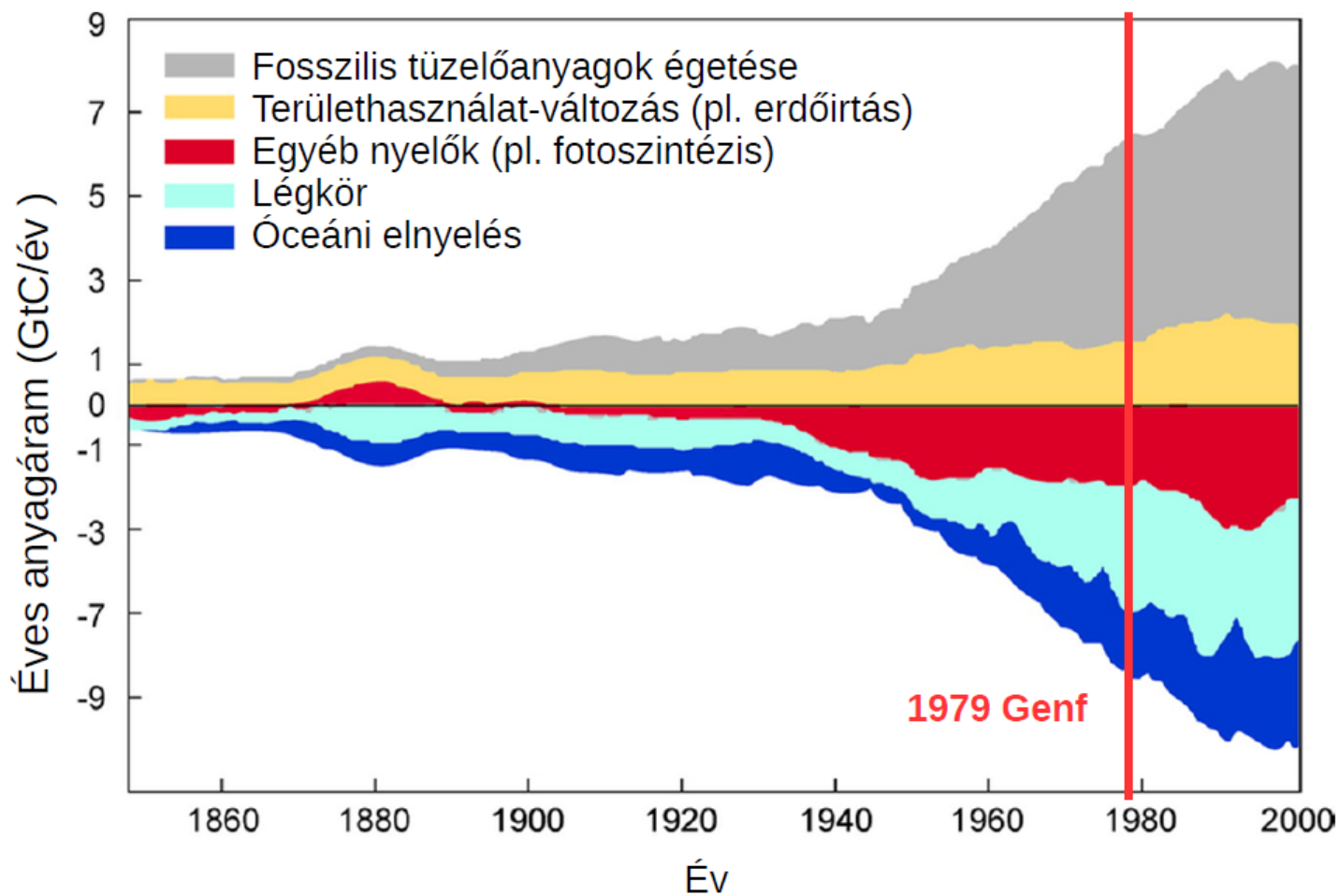
January 2022: 418,19 ppm  
 January 2021: 415,52 ppm  
 July 2021: 416,96 ppm  
 December 2020: 414,02 ppm  
 December 2019: 411,76 ppm  
 December 2018: 409,07 ppm




Annual mean global growth rate of CO<sub>2</sub>



# Antropogén kibocsátás



 Houghton RA. 2007.

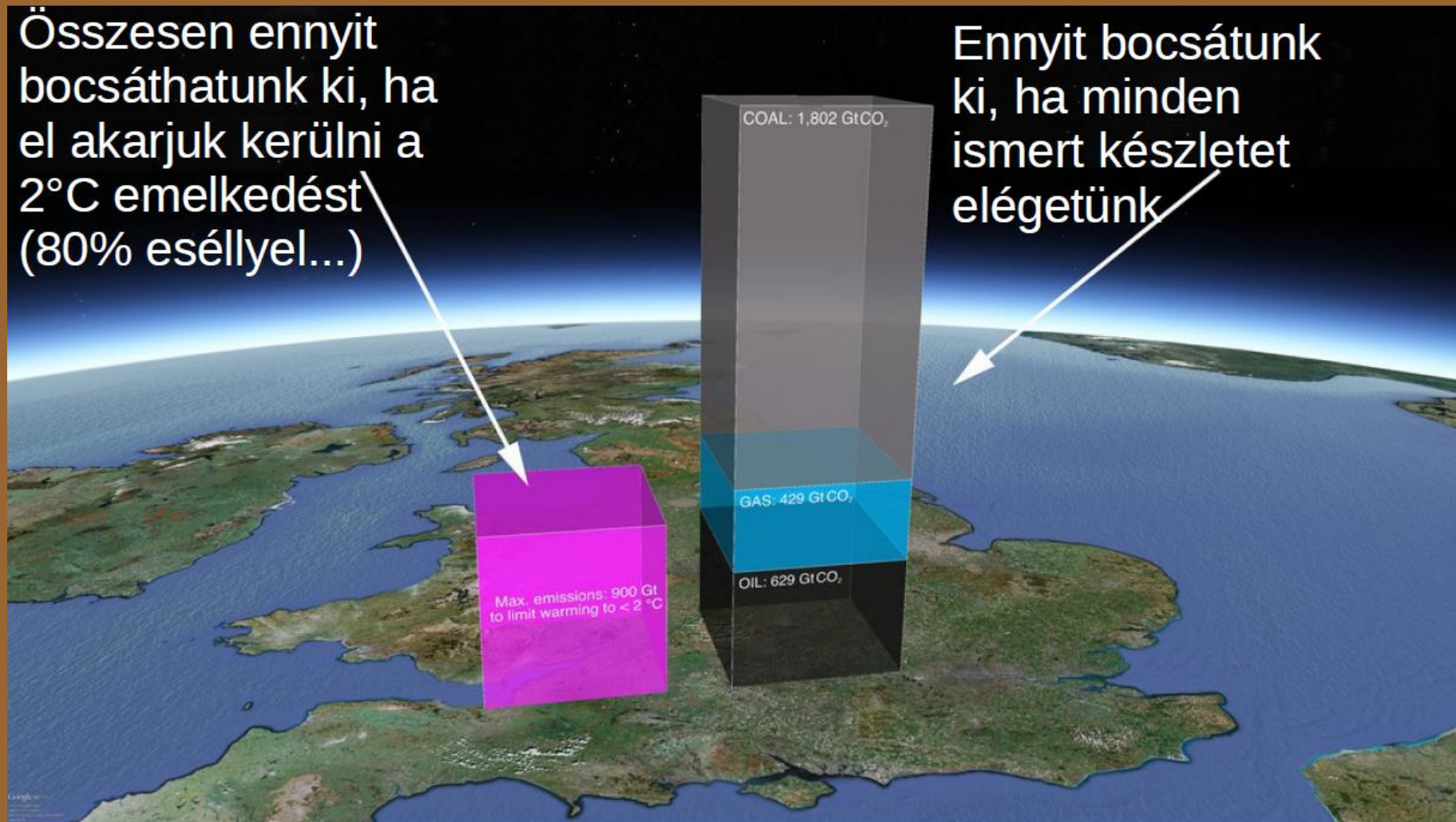
Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 35:313–47



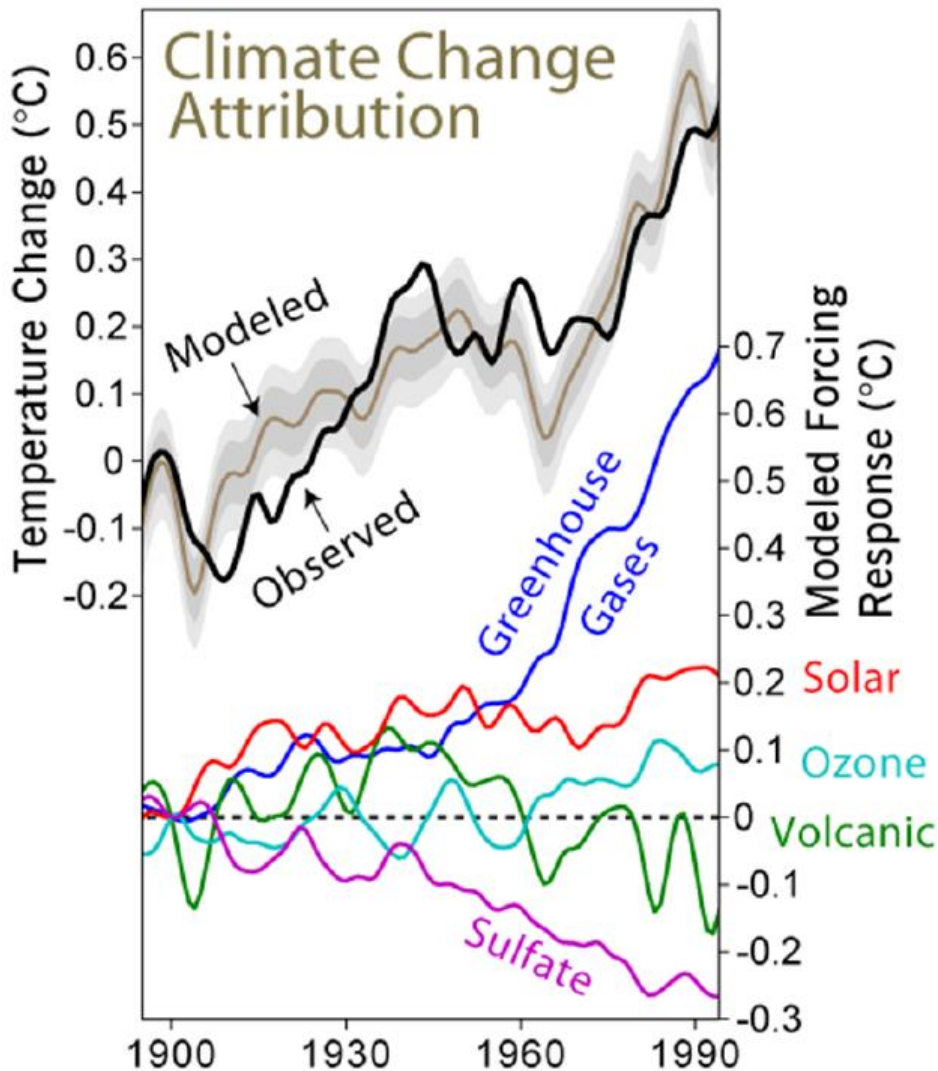
# Elégethetetlen szén

Összesen ennyit  
bocsáthatunk ki, ha  
el akarjuk kerülni a  
2°C emelkedést  
(80% eséllyel...)

Ennyit bocsátunk  
ki, ha minden  
ismert készletet  
elégetünk

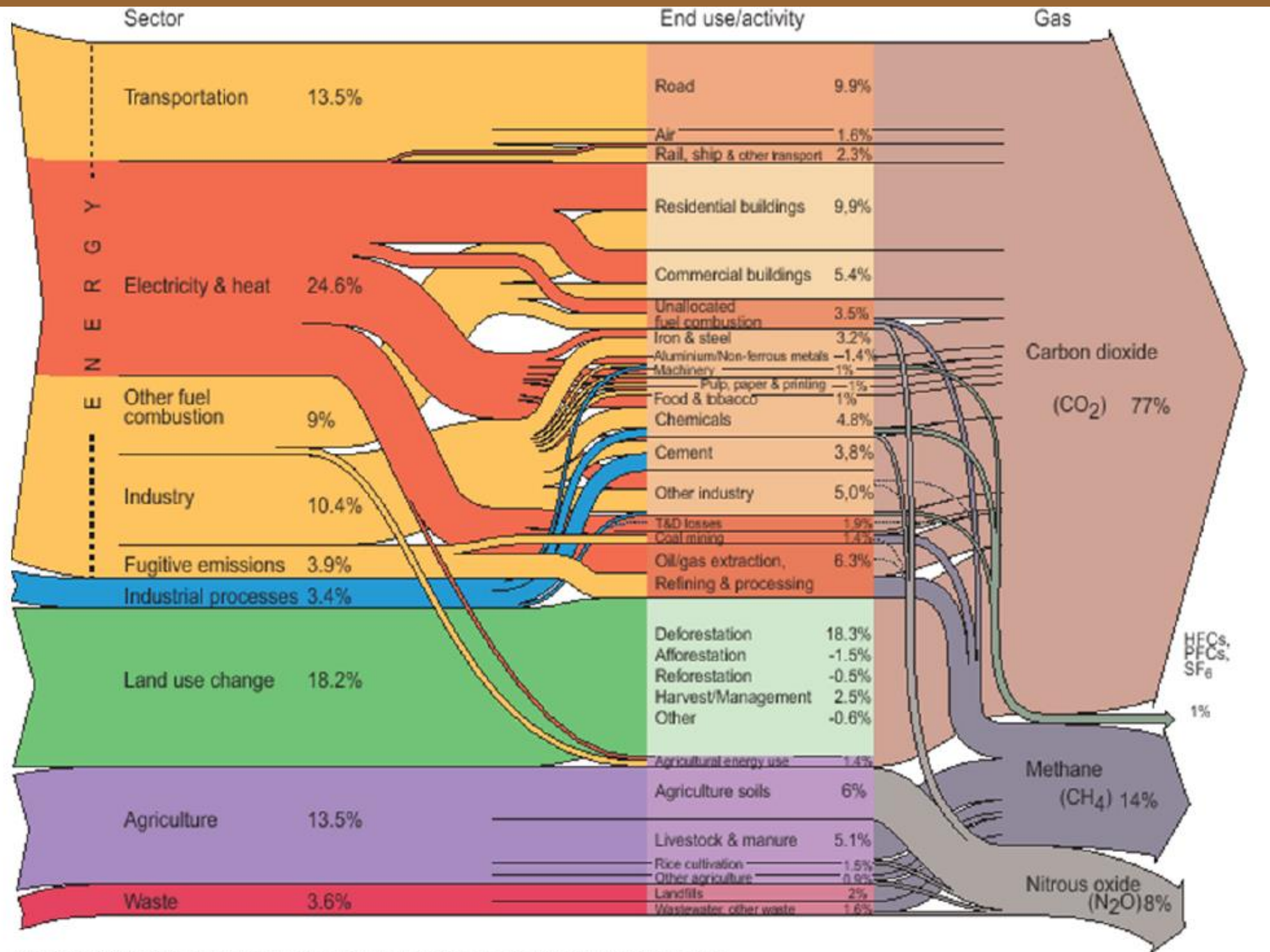


# Mitől változik a klíma - összegzés



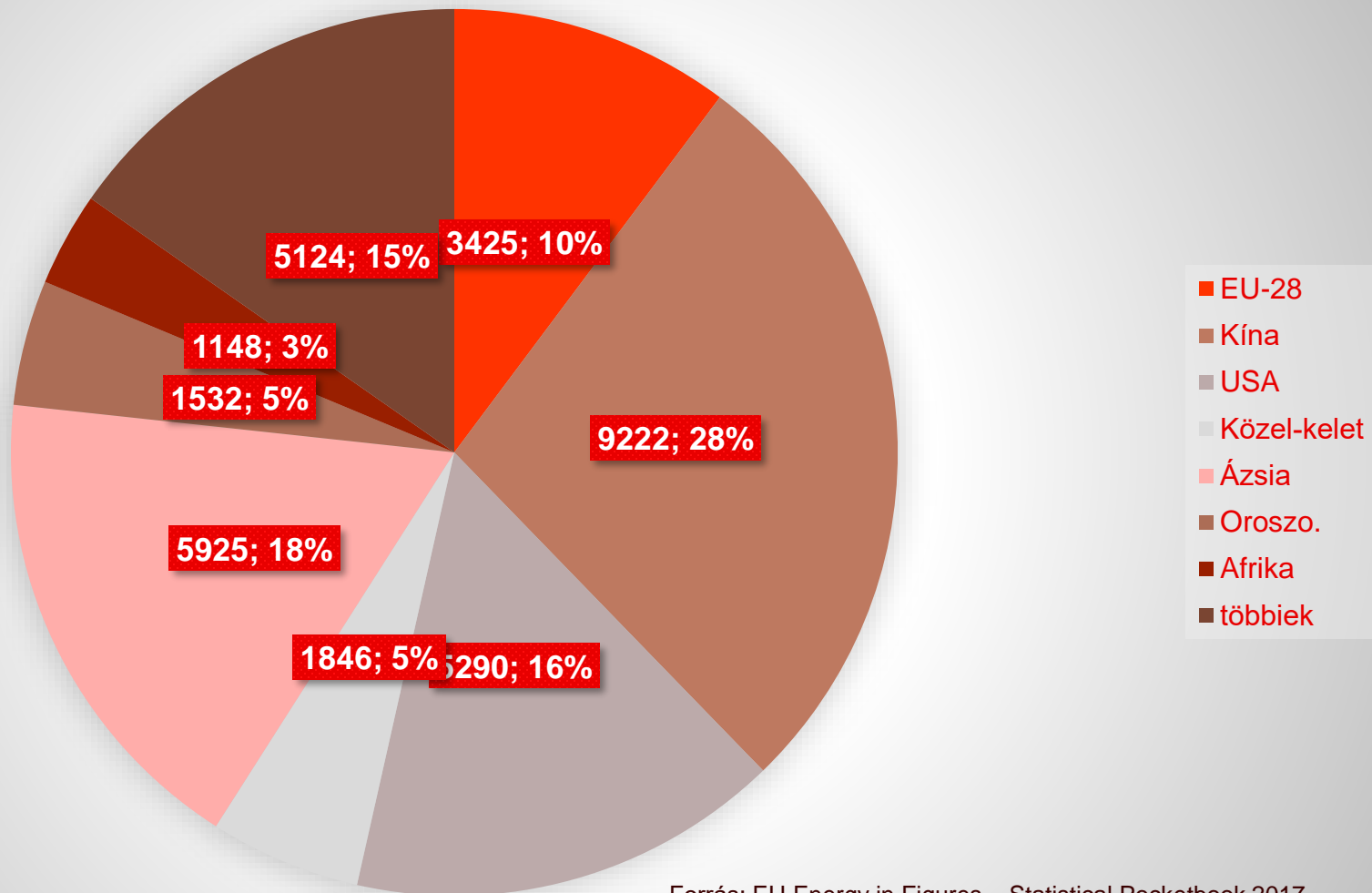
1. A klíma a Földön mindig változott!
2. Sokféle kiváltó hatás ok, sokféle visszacsatolás => rendkívül bonyolult modellezni!
3. 95%-nál nagyobb az esély arra, hogy a jelenlegi klímaváltozást az ember okozza!!!



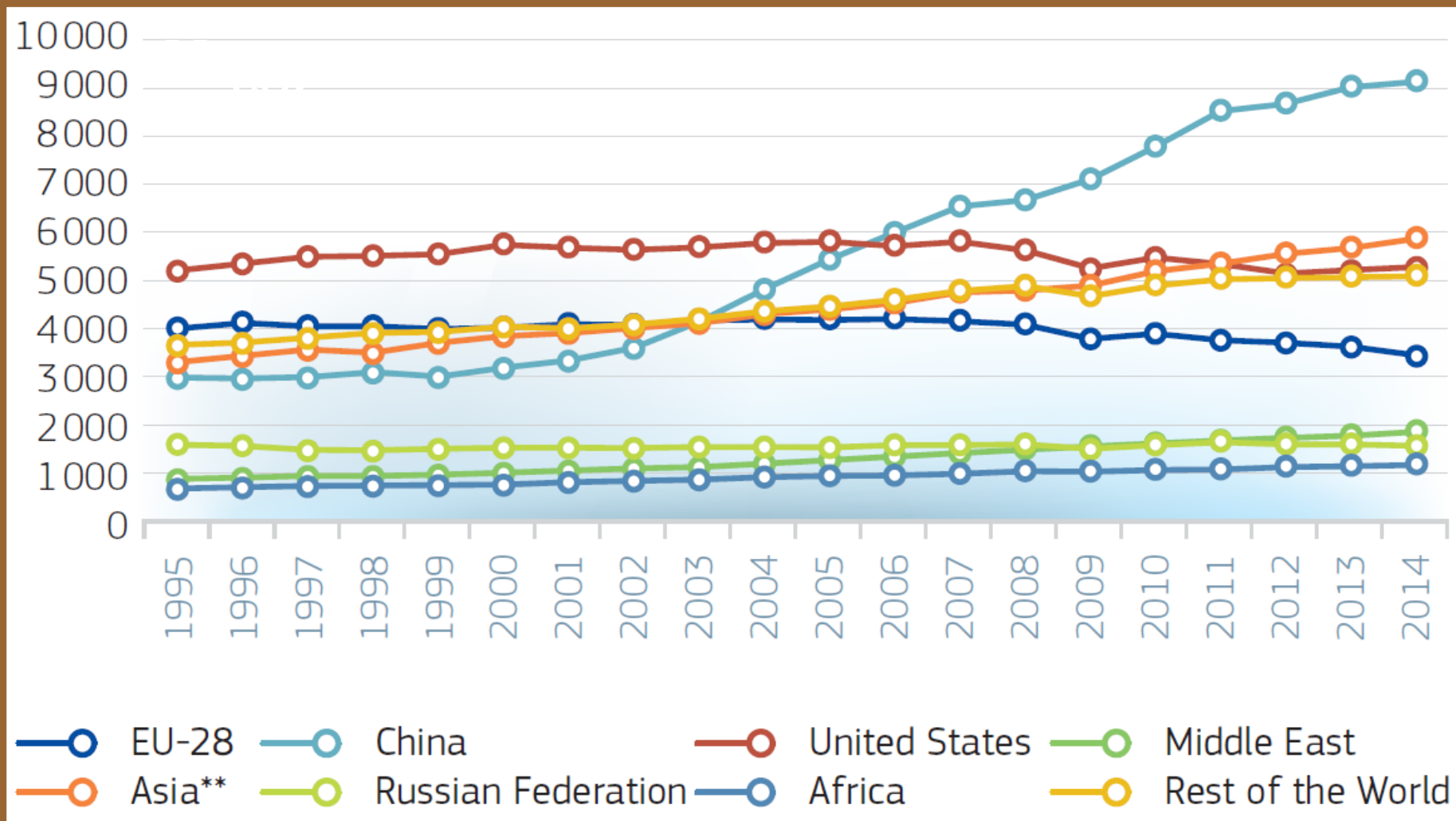


All data is for 2000. All calculations are based on CO<sub>2</sub> equivalents, using 100-year global warming potentials from the IPCC

# ÜHG kibocsátás (CO<sub>2</sub> egyenérték)



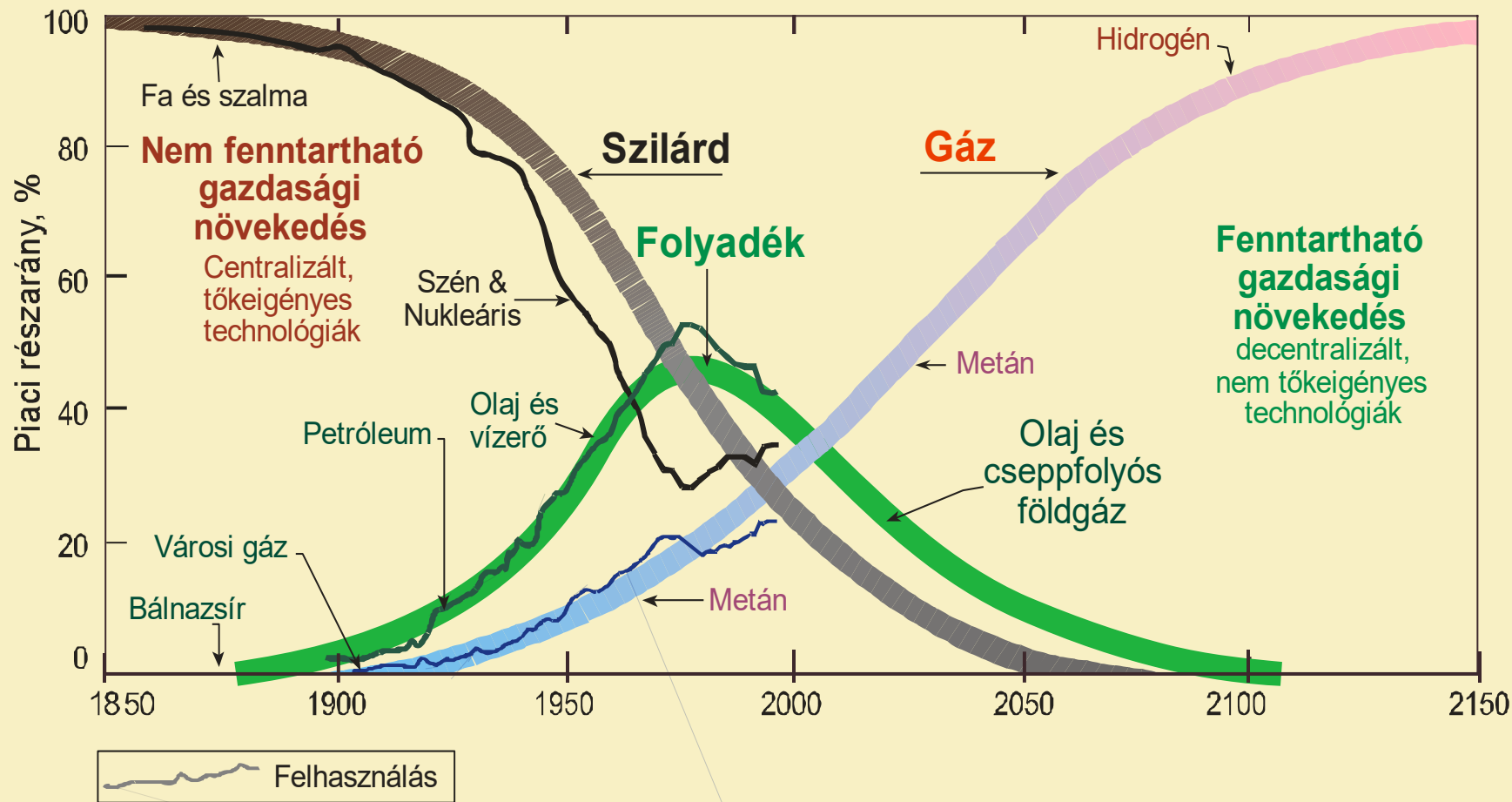
# ÜHG kibocsátás (CO<sub>2</sub> egyenérték) - trendek



# Globális felmelegedés hatásai

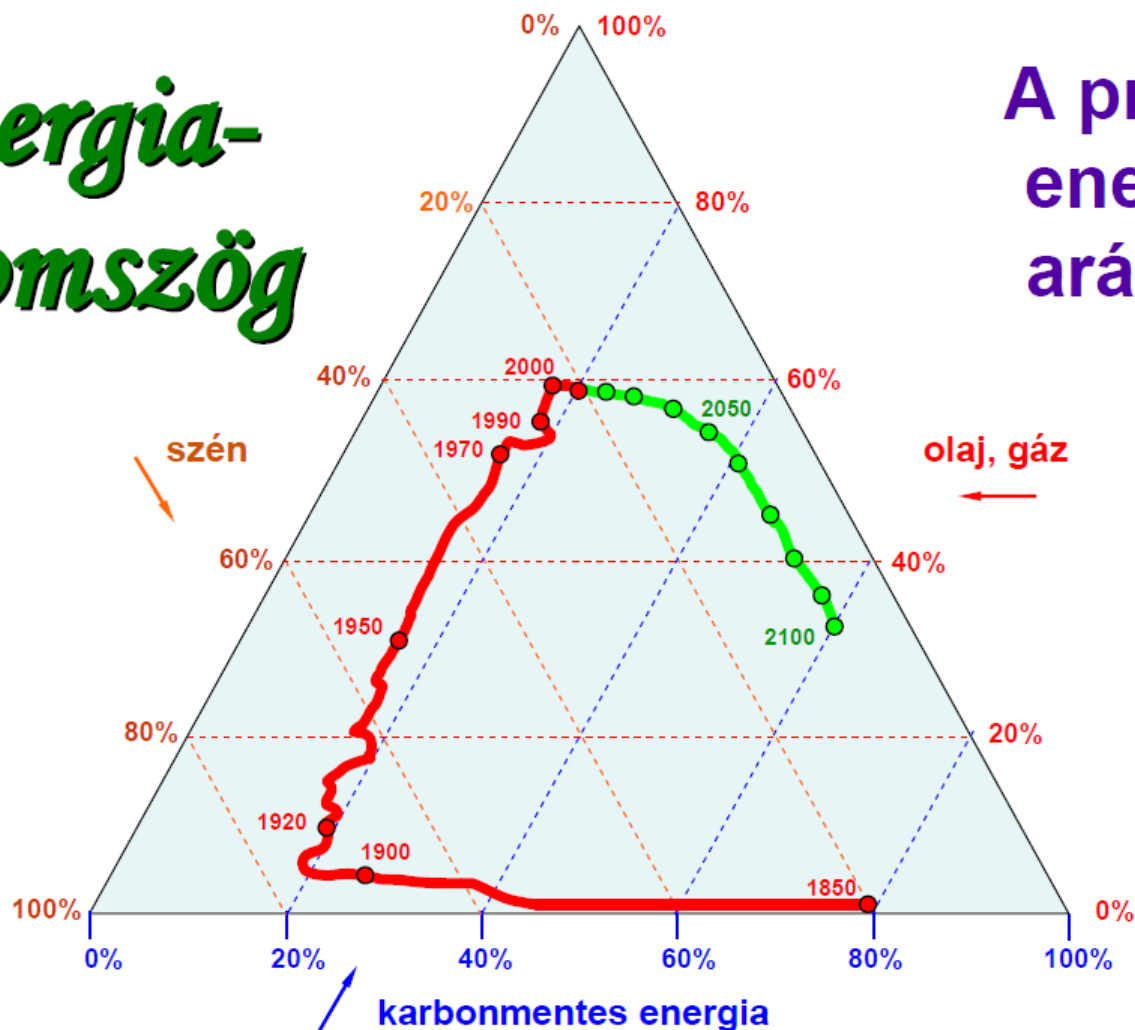
- Gyakoribb szélsőséges időjárási körülmények (hőmérséklet csapadék)
- Rendkívüli események előfordulása nő (aszály, árvíz, stb.)
- Vízben oldott gázmennyiség változása (savasodás, O<sub>2</sub> csökkenés)
- Jégtakaró olvadás ->tengerszint emelkedés, Golf áramlat változása, sarkkőri jégből metán felszabadulás,
- Biológiai hatások (élőlények kihalása vagy elszaporodása, betegségek megjelenése),
- Társadalmi hatások (élhetetlenné váló területek, települések, éhezés, migráció, nemzetközi konfliktusok).

# Az energiahordozók változása a múltban és várhatóan a jövőben



# Energia- háromszög

## A primer energia arányai



Forrás: BWK – Brennstoff-Wärme-Kraft, 58. kötet, 1/2. szám, 2006. p. 29.

# Természeti erőforrások

## természeti erőforrások

kimerülő (stock)

részben meg-  
újuló, meg-  
újítható:

megújuló (flow)

felhasználva  
elfogyasztott:

szén,  
kőolaj,  
földgáz,  
hasadó-  
anyagok

elvileg visz-  
szanyerhető:

elemi  
ércek és  
ásványok

hulladék asz-  
zimilációs  
képesség,  
talaj termőké-  
pesség

kritikus:

növényzet,  
termőtalaj,  
vízkészlet,  
halállomány

nem kritikus:

napenergia  
szél-  
vízenergia,  
árapály



# Primer energiahordozók csoportosítása kimerülésük alapján

## Kimerülő energiahordozók

- kémiai tüzelőanyagok:
  - szén, kőolaj, földgáz, egyéb,
- nukleáris tüzelőanyagok:
  - fission, fusion,
- *geotermikus energia*
- exothermic reactions

## Megújuló energiahordozók

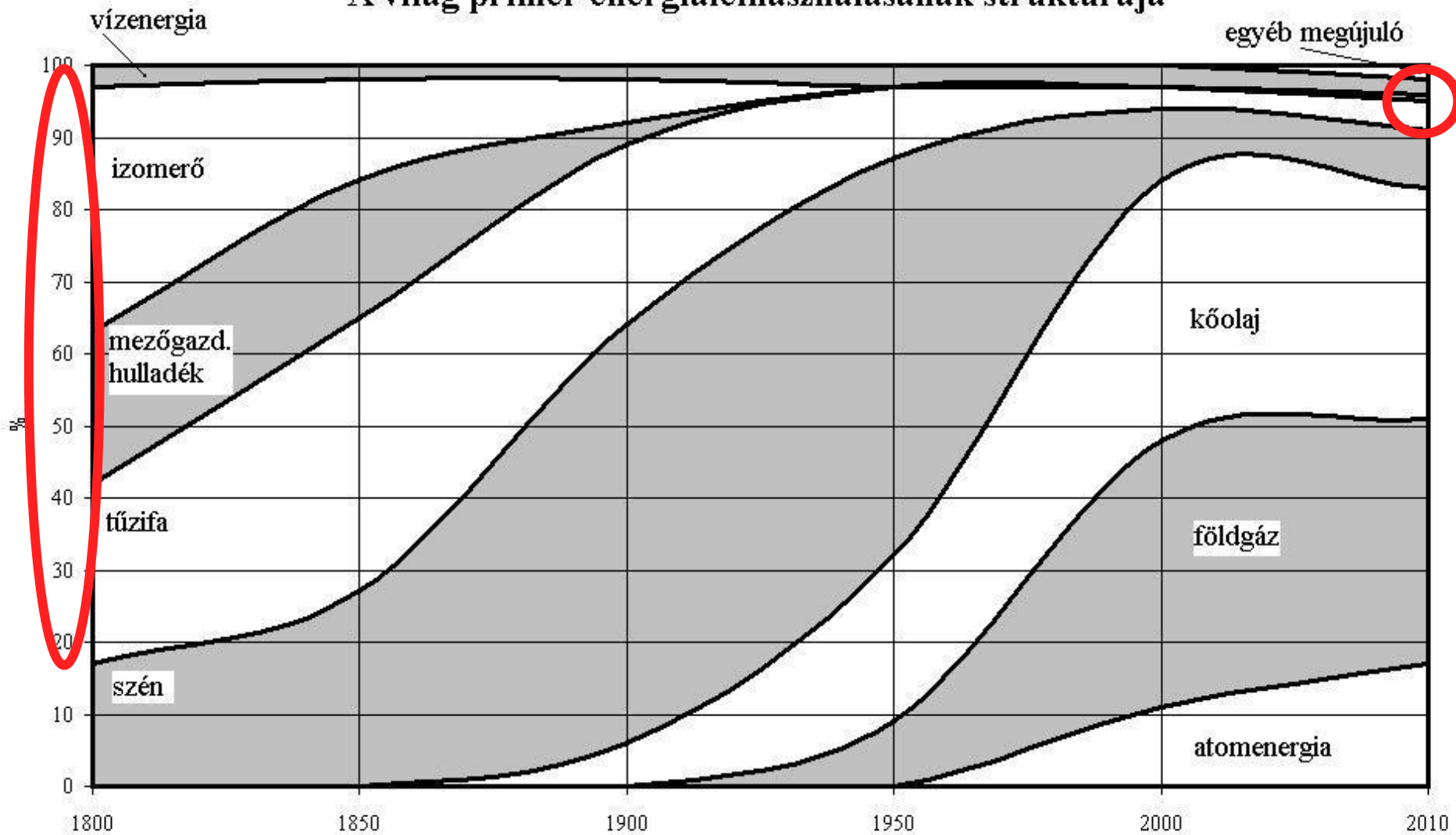
- napenergia: napsugárzás, fotosynthesis, wind, etc.
- *wind,*
- *bioenergy: biomass, microbiological reactions,*
- gravitáció: tidal, etc.
- hullámzás energiája.



# Megújuló energiaforrások

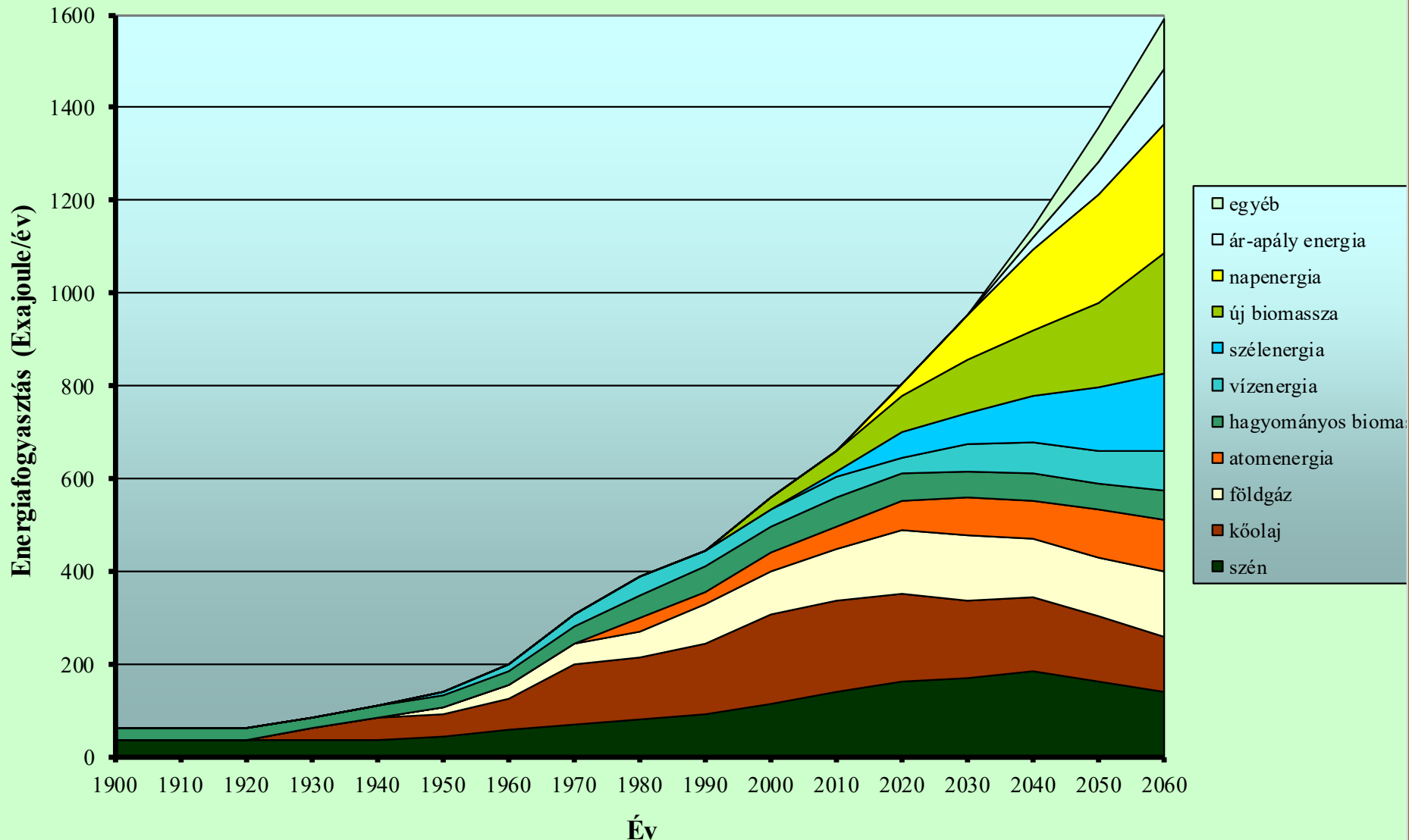
Megújuló energiaforrások alatt azokat az energiahordozókat értjük, amelyek hasznosítása közben a forrás nem csökken, hanem újratemelődik, megújul, vagy mód van az adott területről ugyanolyan jellegű és mennyiségű energia kitermelésére.

## A világ primer energiafelhasználásának struktúrája



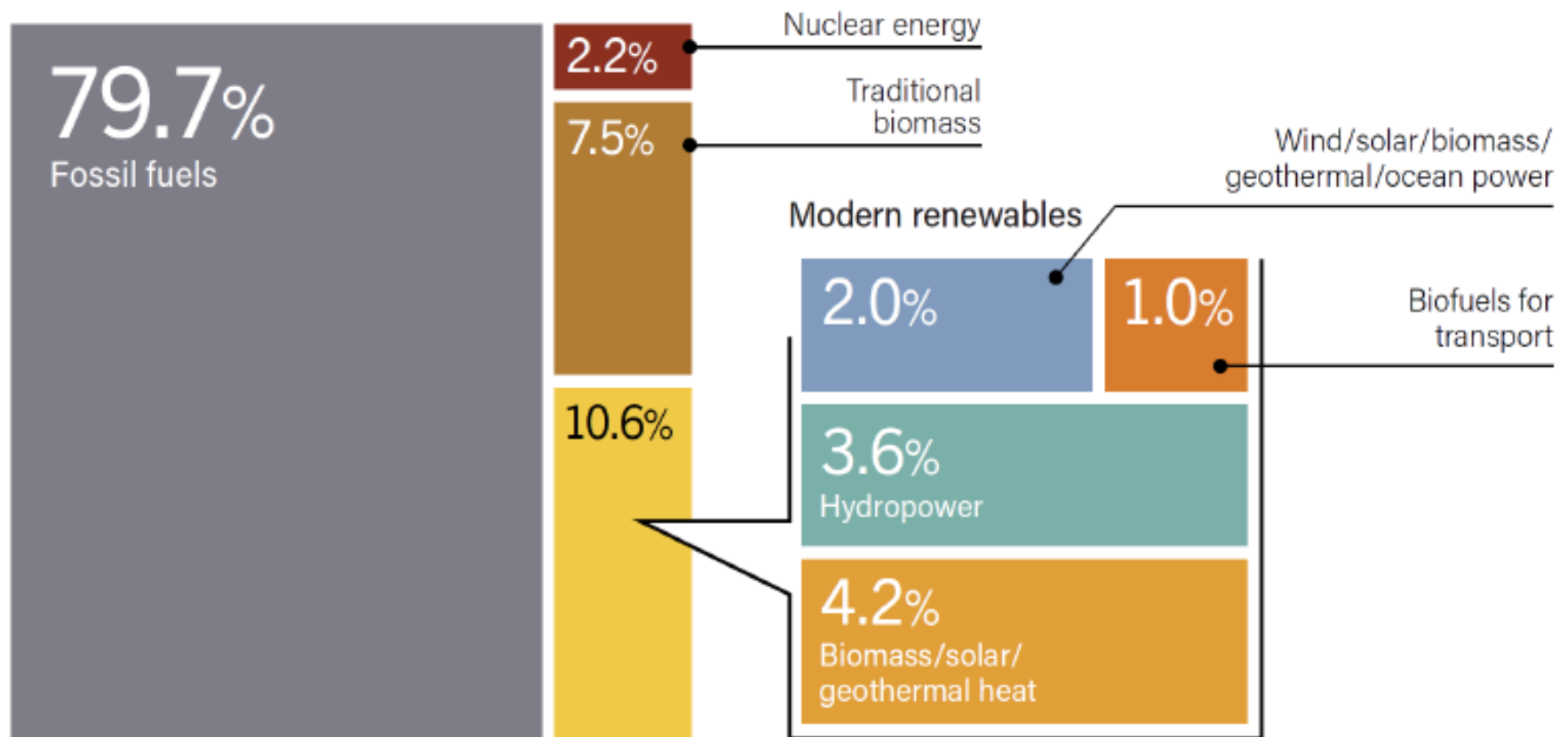
# A VILÁG ENERGIAFOGYASZTÁSA 2060-IG

(2005. évi Shell előrejelzés szerint)



# Megújuló energiaforrások részaránya a végenergia felhasználáson belül

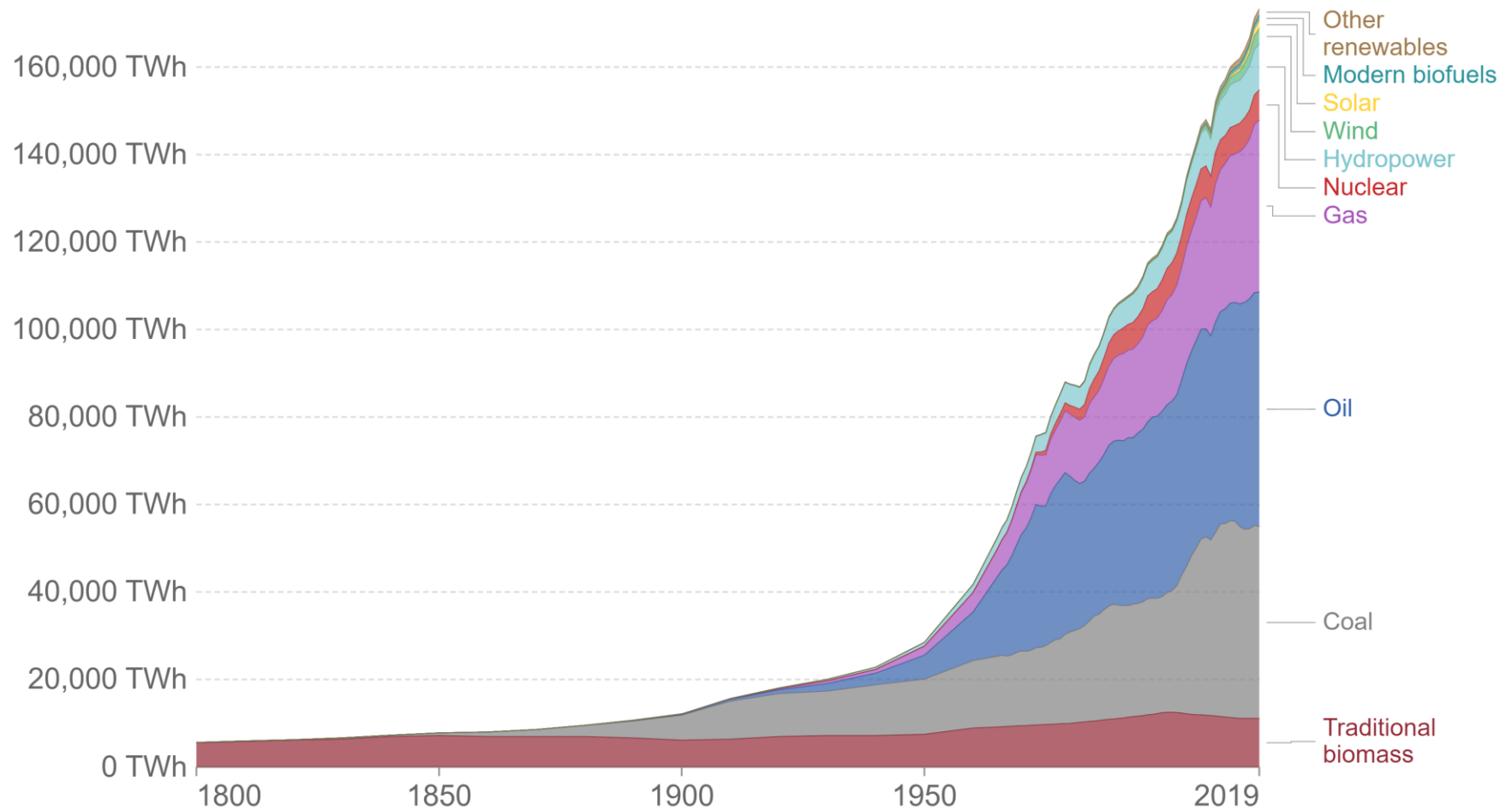
FIGURE 1. Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption, 2017



[REN21: Renewables 2019 Global Status Report]

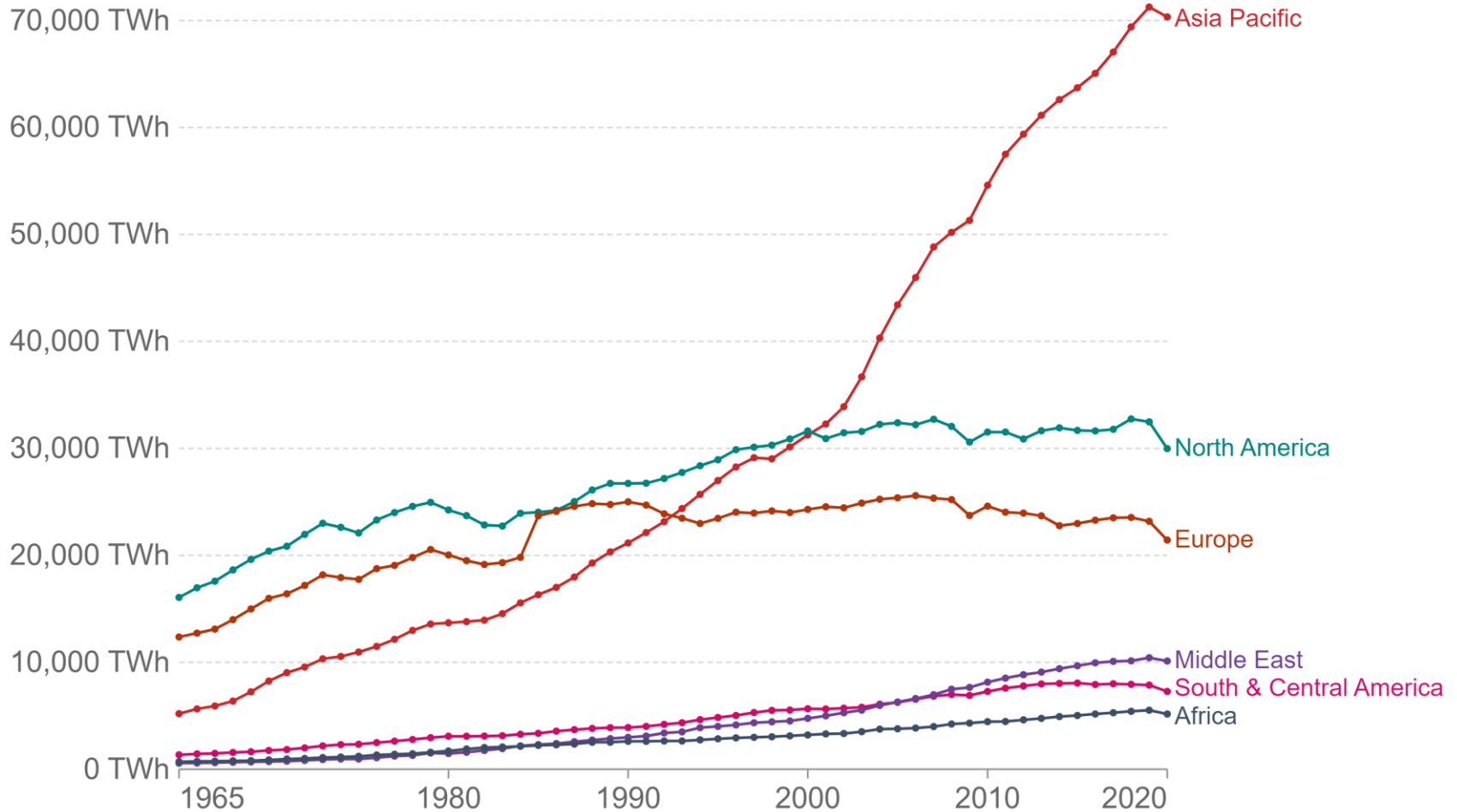
# Global primary energy consumption by source

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.



# Primary energy consumption by world region

Primary energy consumption is measured in terawatt-hours (TWh). Note that this data includes only commercially-traded fuels (coal, oil, gas), nuclear and modern renewables used in electricity production. As such, it does not include traditional biomass sources.

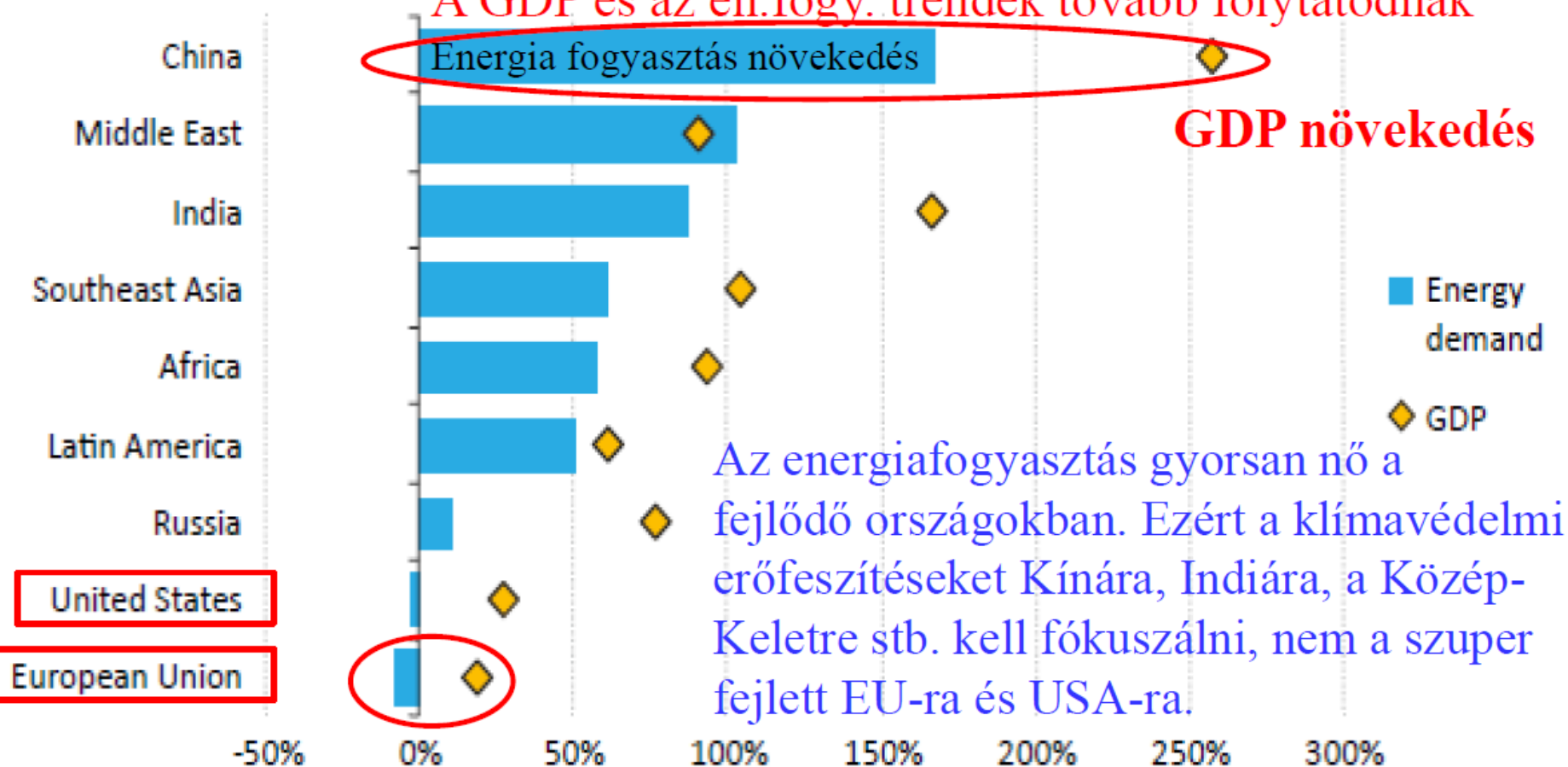


# A GDP és az energiafogyasztás alakulása kiemelt országokban és régiókban, 2000-2014-ig, %

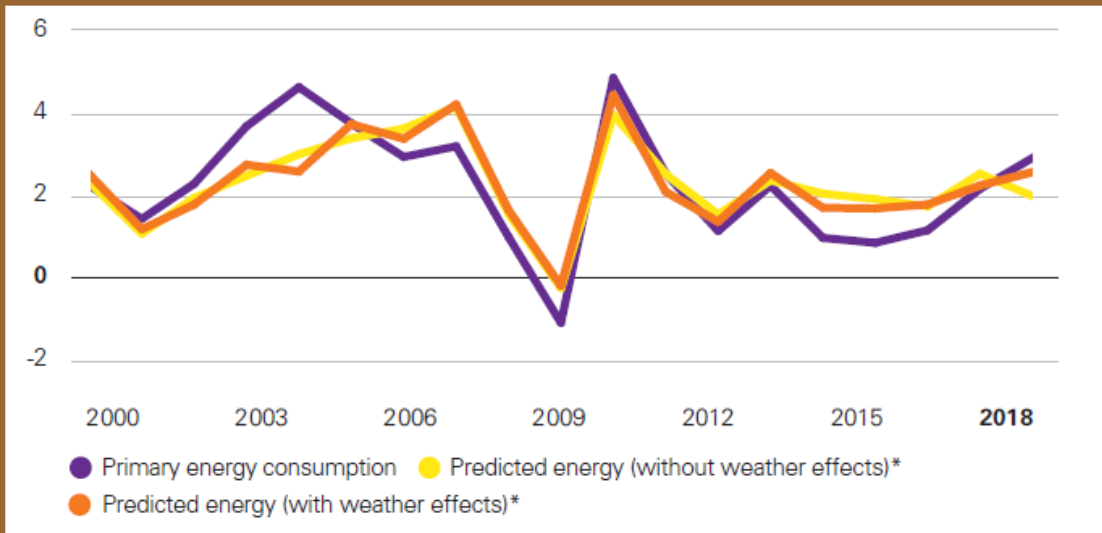
A GDP és az en.fogy. trendek tovább folytatódnak

Energia fogyasztás növekedés

GDP növekedés

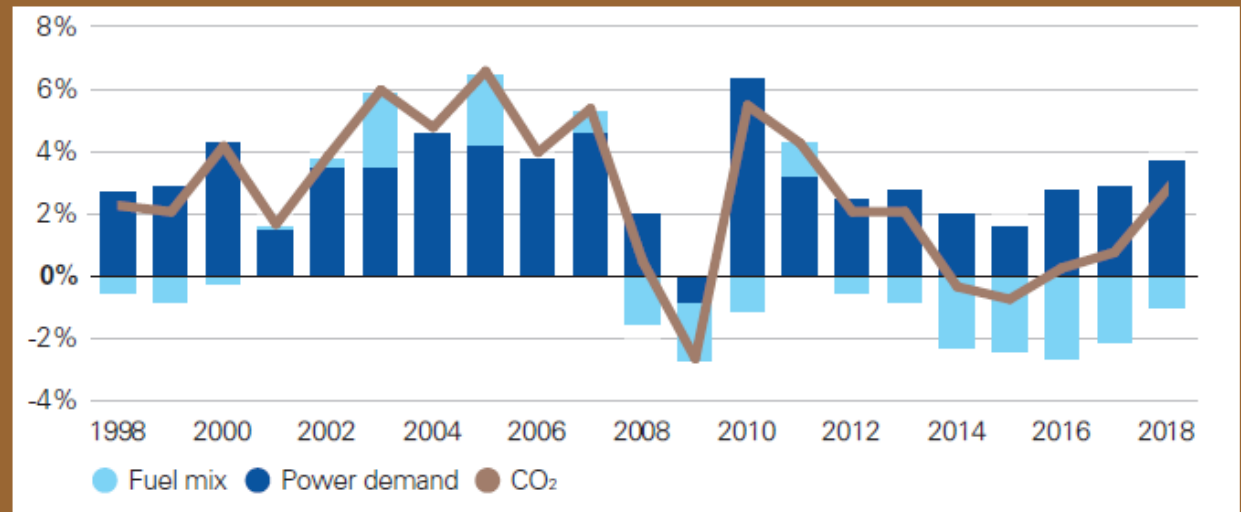


**A kínai és az indiai GDP és energia fogyasztás nőtt a leggyorsabban, míg az EU-ban a leglassúbb a GDP növekedése**



Globális energiateljesítmény és növekedés, éves változás (%)

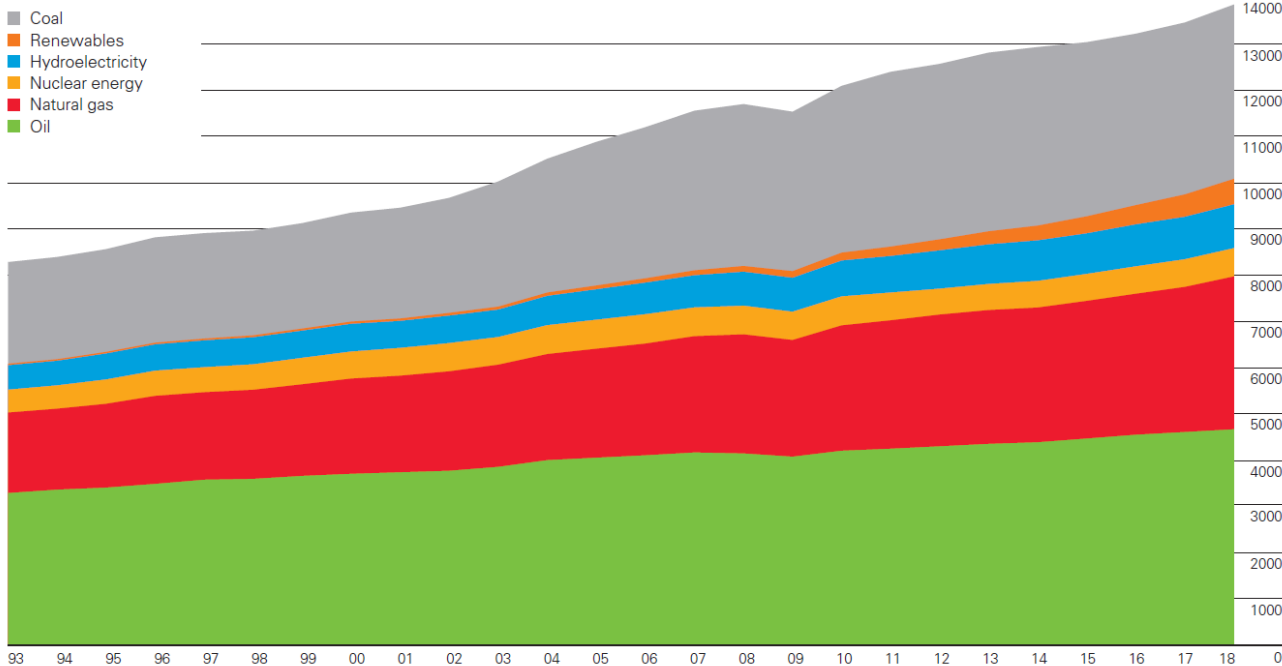
Szén-dioxid emisszió az energiatermelésben, éves változás (%)





## World consumption

Million tonnes oil equivalent



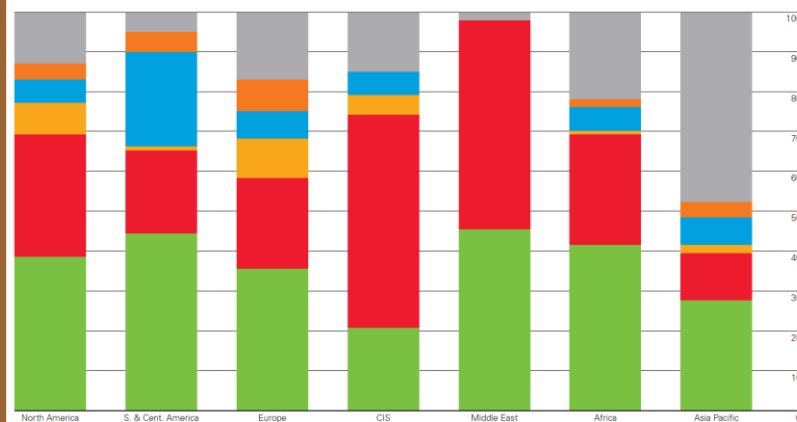
Global energy consumption increased by 2.9% in 2018. Growth was the strongest since 2010 and almost double the 10-year average. The demand for all fuels increased but growth was particularly strong in the case of gas (168 mtoe, accounting for 43% of the global increase) and renewables (71 mtoe, 18% of the global increase). In the OECD, energy demand increased by 82 mtoe on the back of strong gas demand growth (70 mtoe). In the non-OECD, energy demand growth (308 mtoe) was more evenly distributed with gas (98 mtoe), coal (85 mtoe) and oil (47 mtoe) accounting for most of the growth.

# Globális energiafogyasztás, millió toe

# Regionális energiafogyasztás, millió toe

## Regional consumption by fuel 2018

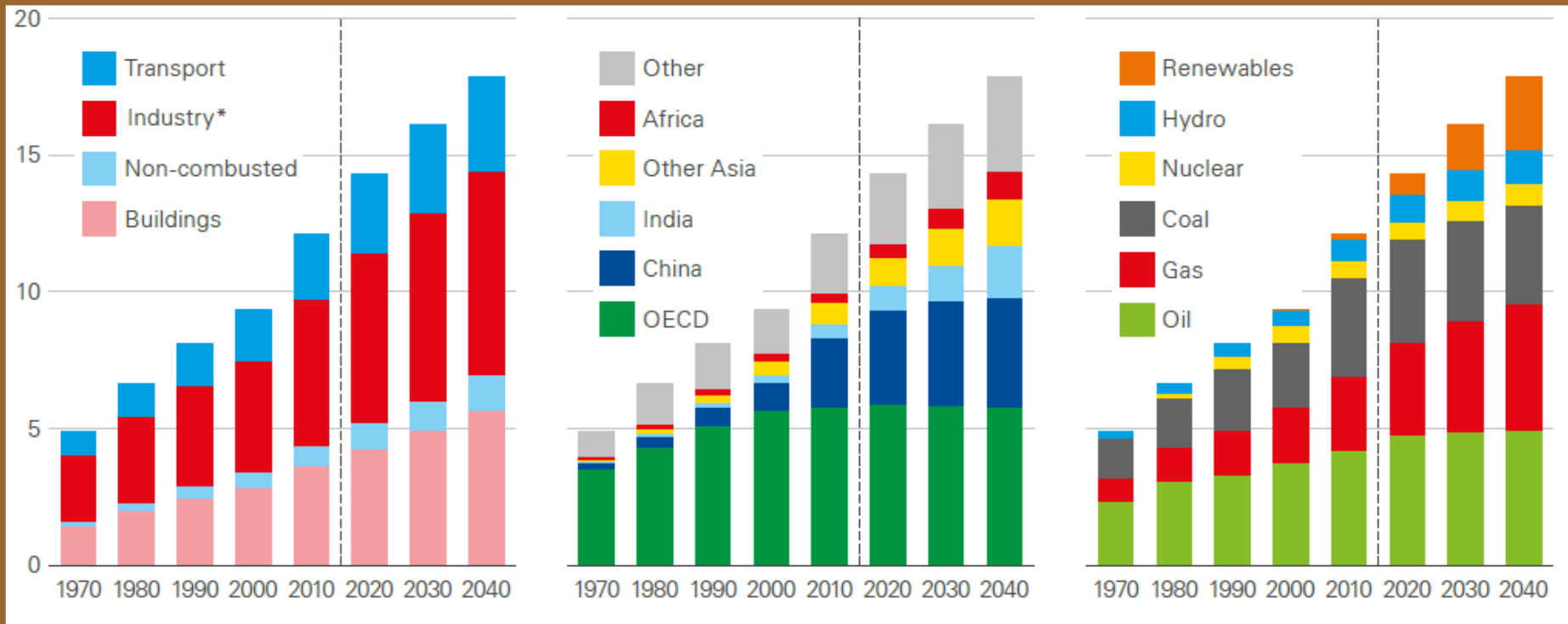
Percentage



Oil remains the dominant fuel in Africa, Europe and the Americas, while natural gas dominates in CIS and the Middle East, accounting for more than half of the energy mix in both regions. Coal is the dominant fuel in the Asia Pacific region. In 2018 coal's share of primary energy fell to its lowest level in our data series in North America and Europe.

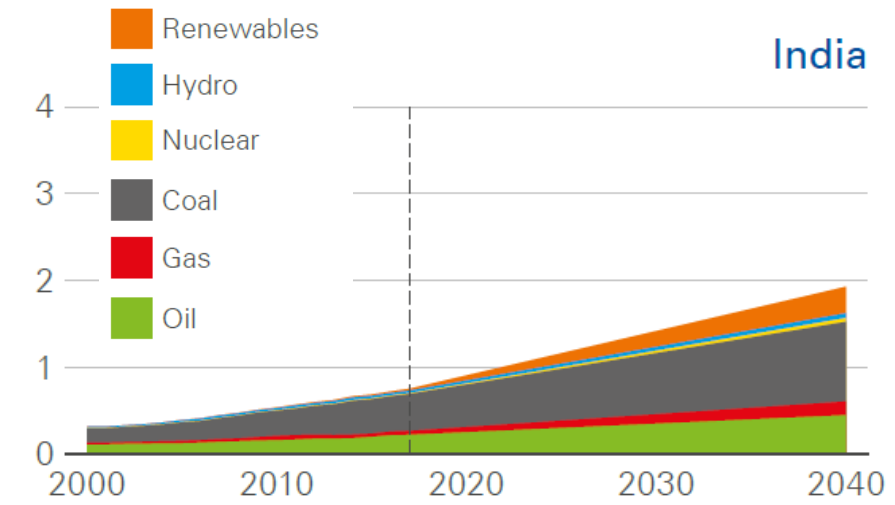
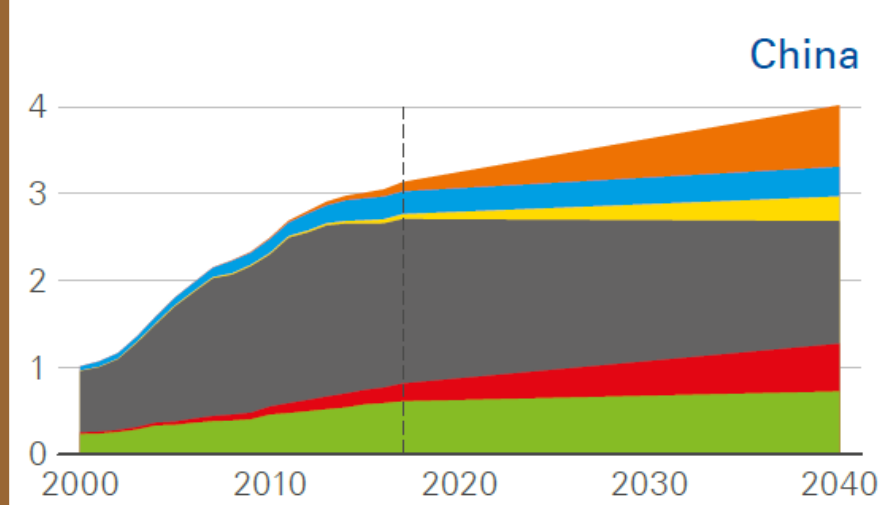
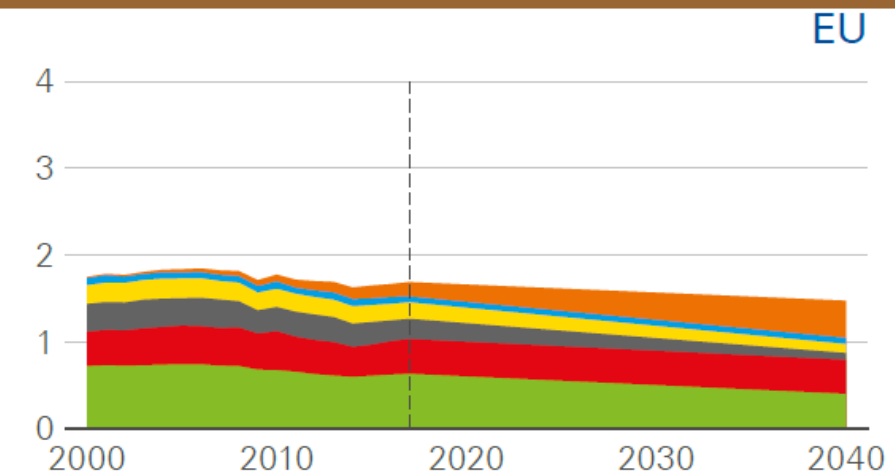
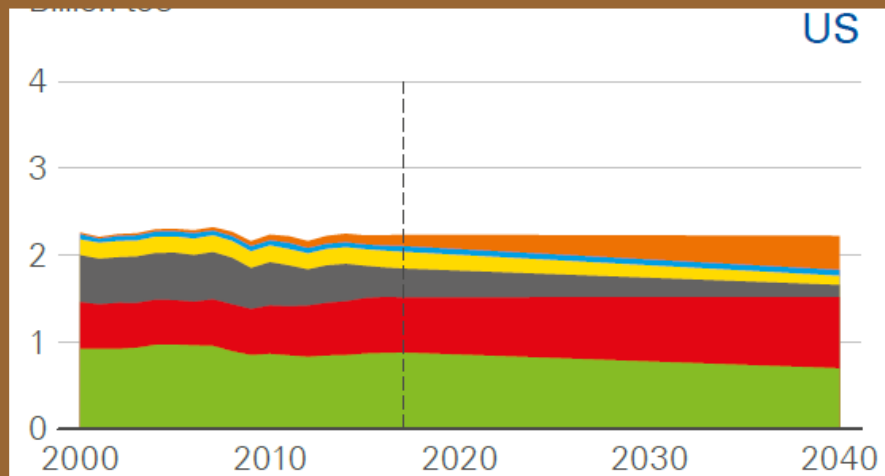
# Primer energia igény, Mrd toe

## szektoronként, régióként, energiahordozónként



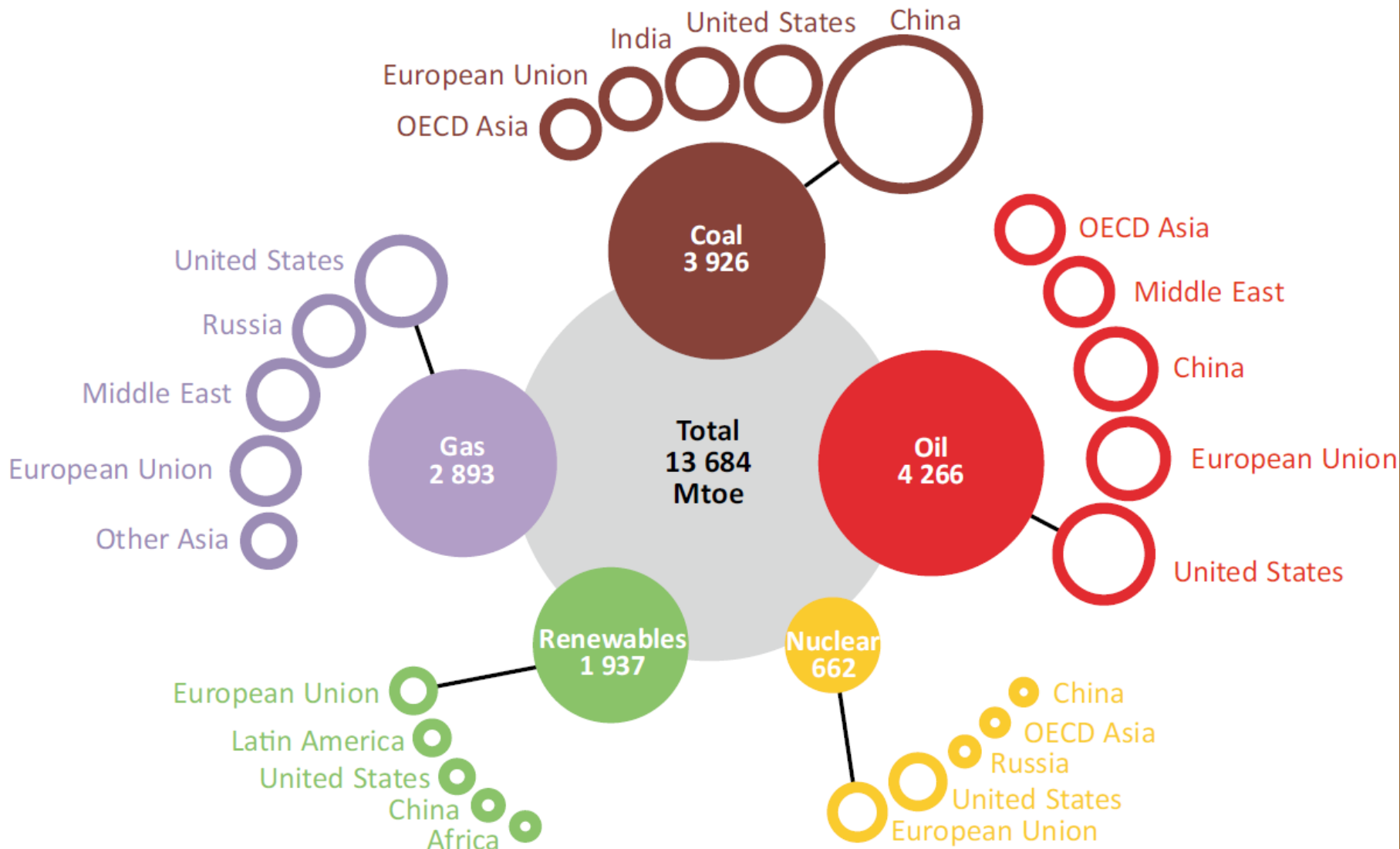
# Primer energia igény, Mrd toe

régiónként, USA, EU, Kína, India



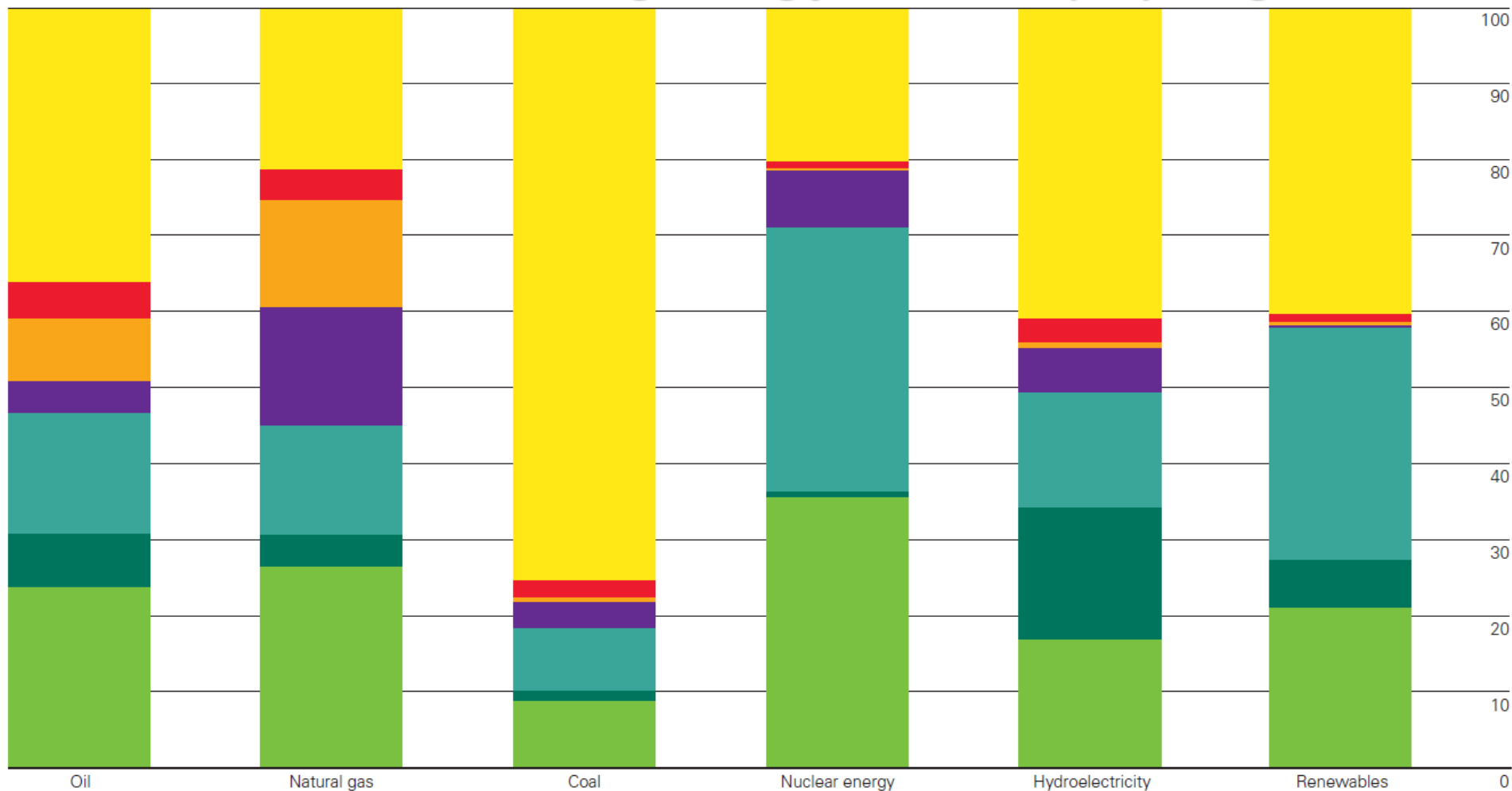
- Renewables
- Hydro
- Nuclear
- Coal
- Gas
- Oil

# Energiahordozó mix, 2014



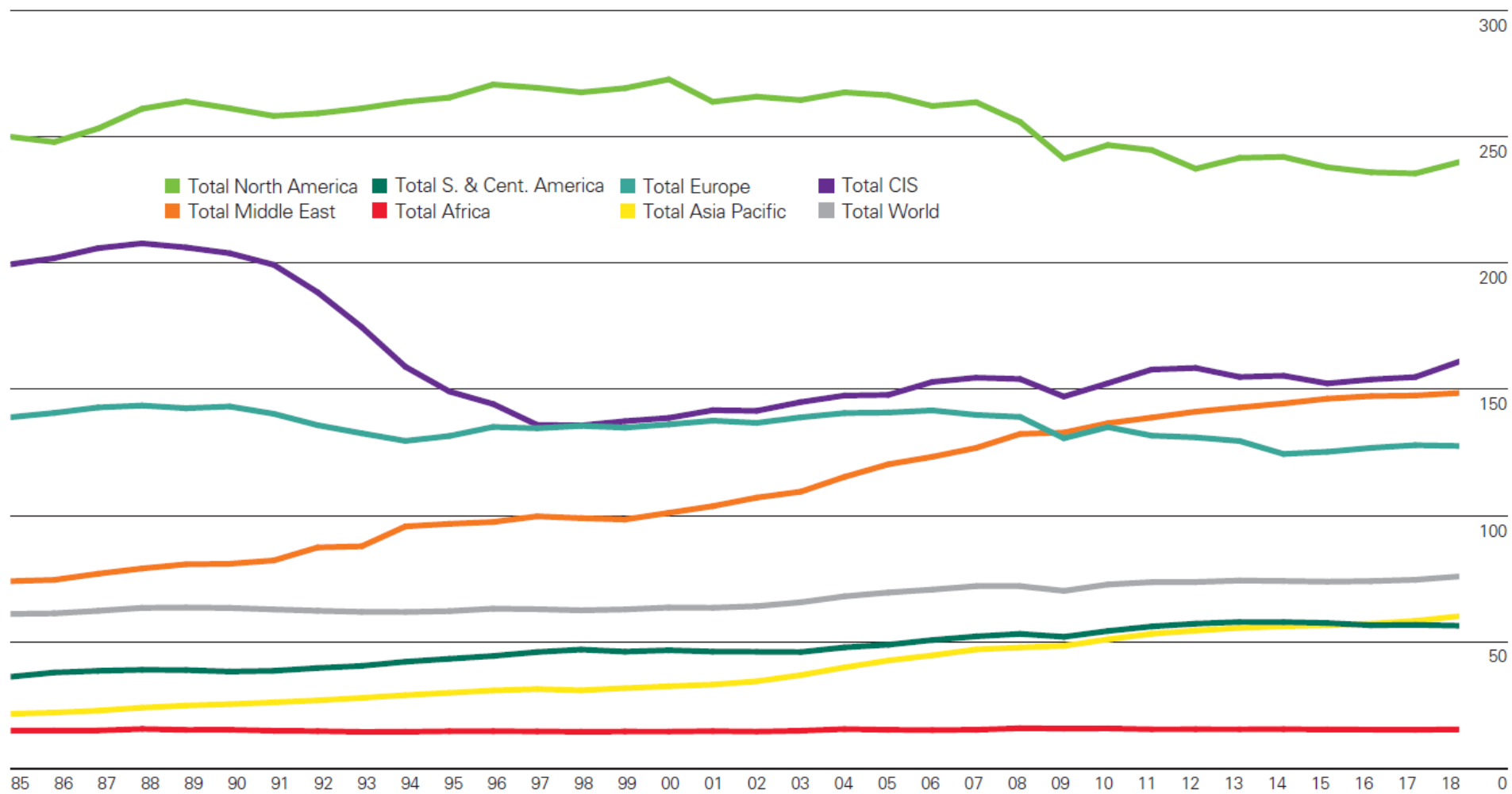
■ Asia Pacific     ■ Europe     ■ North America  
■ Africa     ■ CIS     ■ S. & Cent. America  
■ Middle East

# Energiafogyasztás (%) régiónként



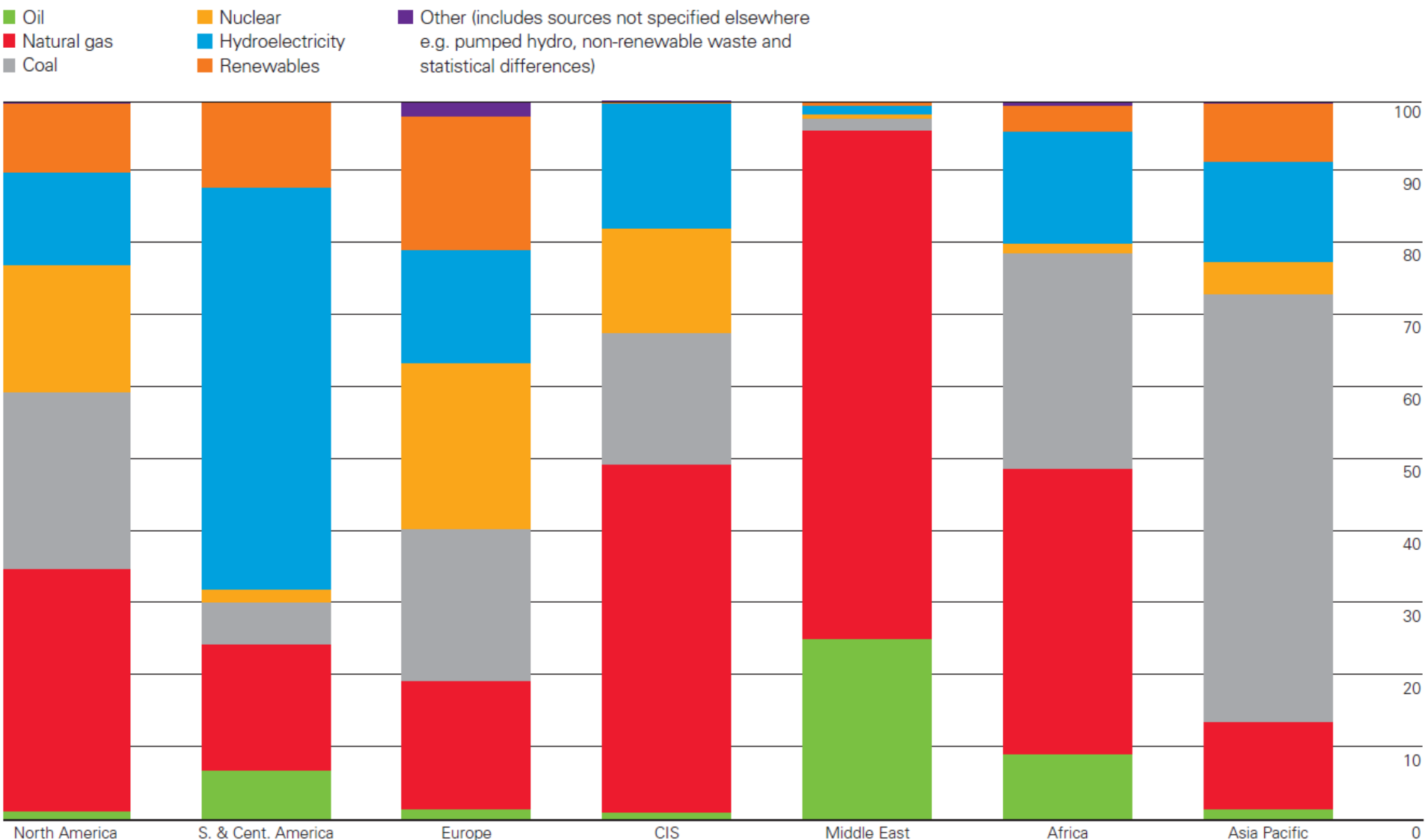
Oil is mostly consumed in Asia Pacific and North America. Together, these regions account for 60% of global consumption. Global coal consumption is heavily concentrated in Asia Pacific while more than two thirds of nuclear consumption is concentrated in North America and Europe. Asia Pacific and South & Central America account for almost 60% of hydro. More than 90% of renewables are consumed in Asia Pacific, Europe and North America.

# Energiafogyasztás/fő, régiókként (GJ/fő/év)



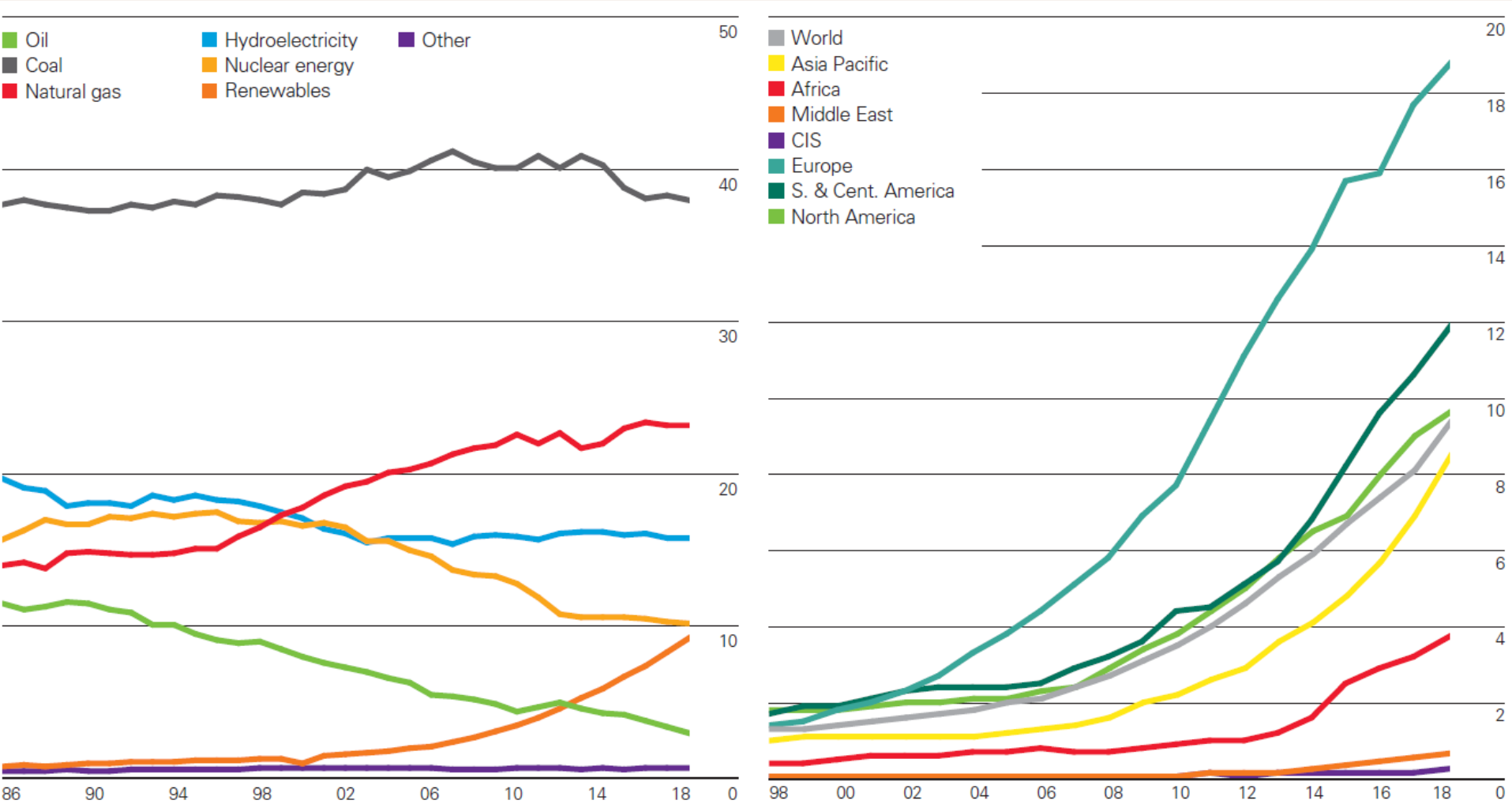
Average global energy consumption per capita increased by 1.8% in 2018 to 76 GJ/head in 2018. Growth in 2018 was significantly higher than the historical average (0.3% for the period 2007-17). North America is the region with the highest consumption per capita (240 GJ/head), followed by (161 GJ/head) in CIS and the Middle East (149 GJ/head). Africa remains the region with the lowest average consumption (15 GJ/head). South & Central America and Europe were the only regions where average consumption per head decreased in 2018.

# Regionális villamos energia termelés energiahordozónként (%)



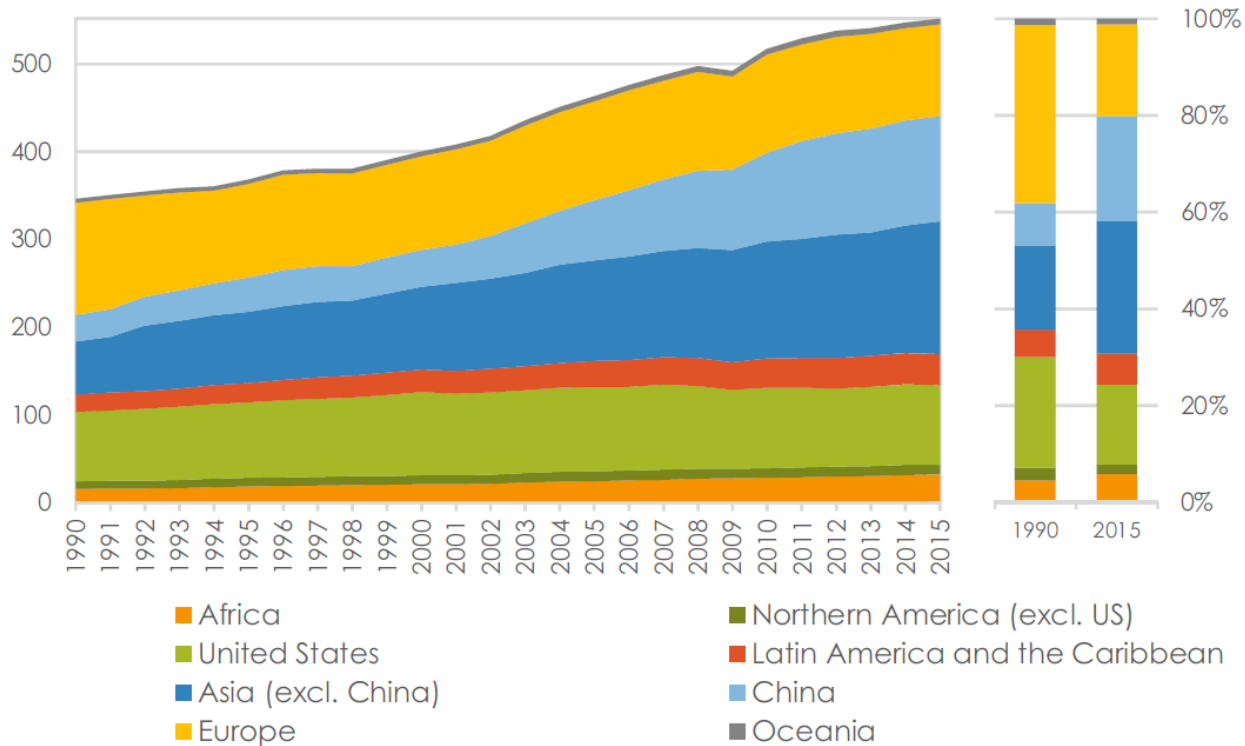
Natural gas is the dominant fuel for power generation in North America followed by coal. In South & Central America, hydro accounts for more than half of power generation. In Europe nuclear, coal, renewables and gas all have a prominent role. In CIS and the Middle East, natural gas is by far the most important fuel for power generation. In Africa, natural gas and coal account for almost 70% of the electricity generated. Coal remains the most important fuel in Asia Pacific.

# Villamose. termelés megoszlása (%); megújuló régióként (%)



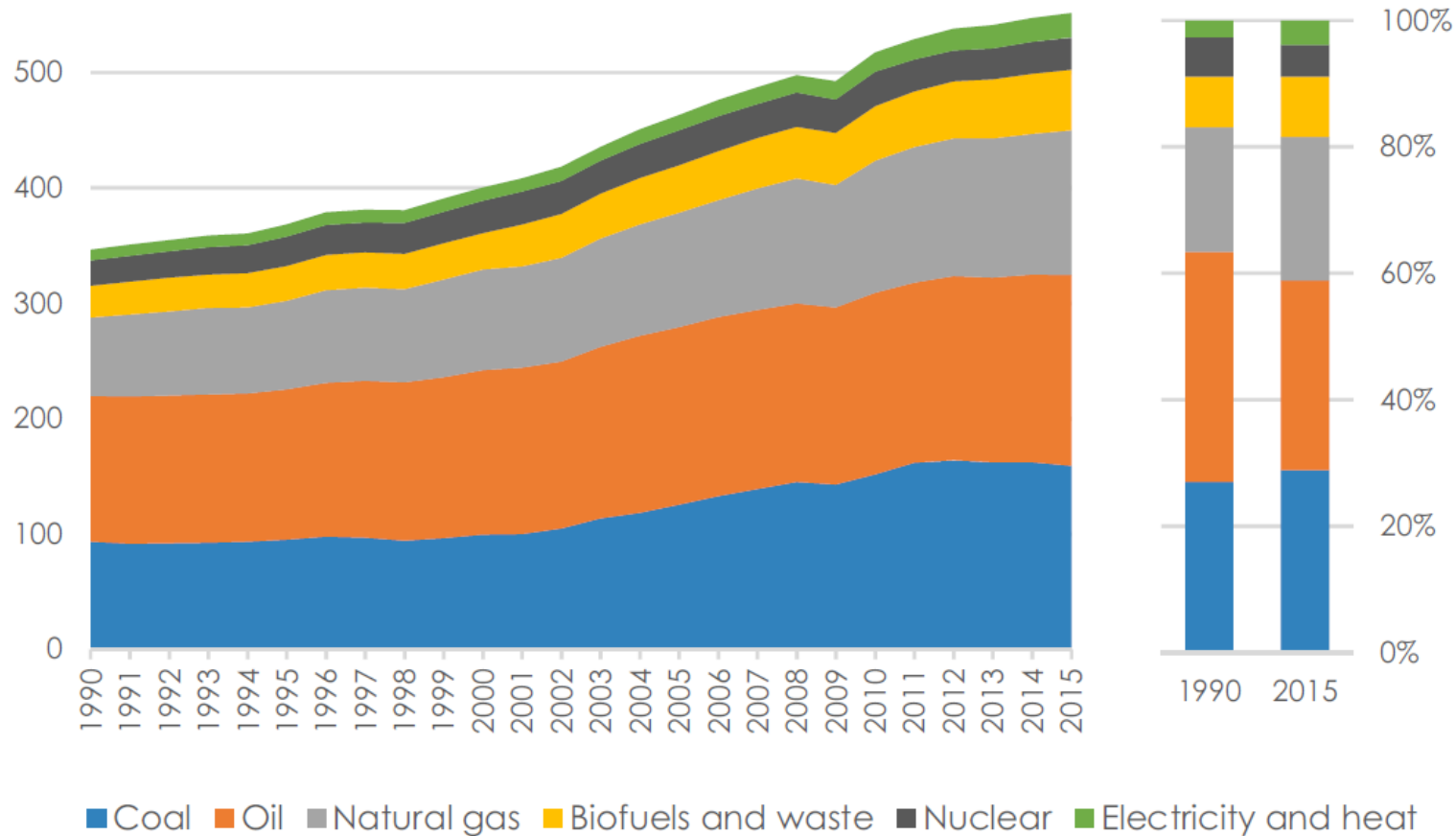
At the global level, coal is the dominant fuel for power generation, accounting for 38%, the same share as 20 years ago. Gas is the second most used fuel with a share of 23.2%, higher than in 1998. The share of oil and nuclear has declined substantially over the same period. The share of renewables is 9.3%, up from only 3% 10 years ago. Regionally, there is significant variation in the penetration of renewables: Europe has the highest penetration at 18.7%, followed by South & Central America at 12%.





# Energia- termelés (EJ)

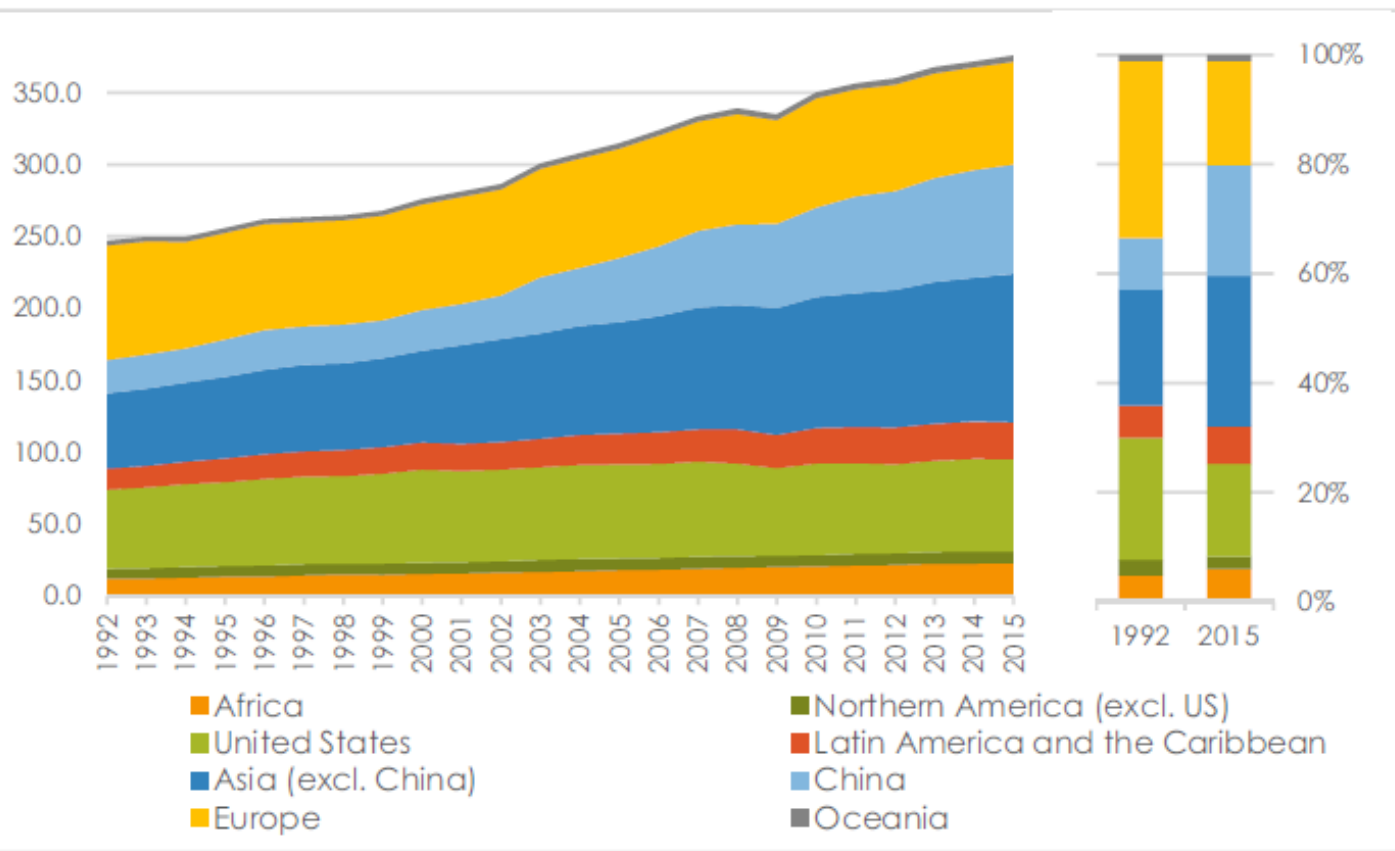
Region	1990	2000	2010	2015
Africa	15.7	20.8	28.3	32.1
Northern America (excl. US)	8.8	10.5	10.9	11.2
United States	79.5	94.5	92.0	90.7
Latin America and the Caribbean	19.6	25.8	33.0	35.4
Asia (excl. China)	60.2	94.1	133.0	151.2
China	30.4	42.5	101.6	119.9
Europe	127.9	106.6	111.8	104.6
Oceania	4.4	5.5	6.5	6.5
<b>World</b>	<b>346.4</b>	<b>400.4</b>	<b>517.2</b>	<b>551.7</b>



# Energiatermelés (EJ)

9. World total energy supply by source, 1990, 2000, 2010 and 2015  
Exajoules

Source	1990	2000	2010	2015
Coal	93.5	99.3	151.7	158.9
Oil	125.9	142.7	157.1	165.6
Natural gas	68.2	87.1	114.6	125.4
Biofuels and waste	27.7	31.6	47.3	52.6
Nuclear	21.8	28.0	29.8	27.8
Electricity and heat	9.3	11.7	16.7	21.4
<b>Total</b>	<b>346.4</b>	<b>400.4</b>	<b>517.2</b>	<b>551.7</b>

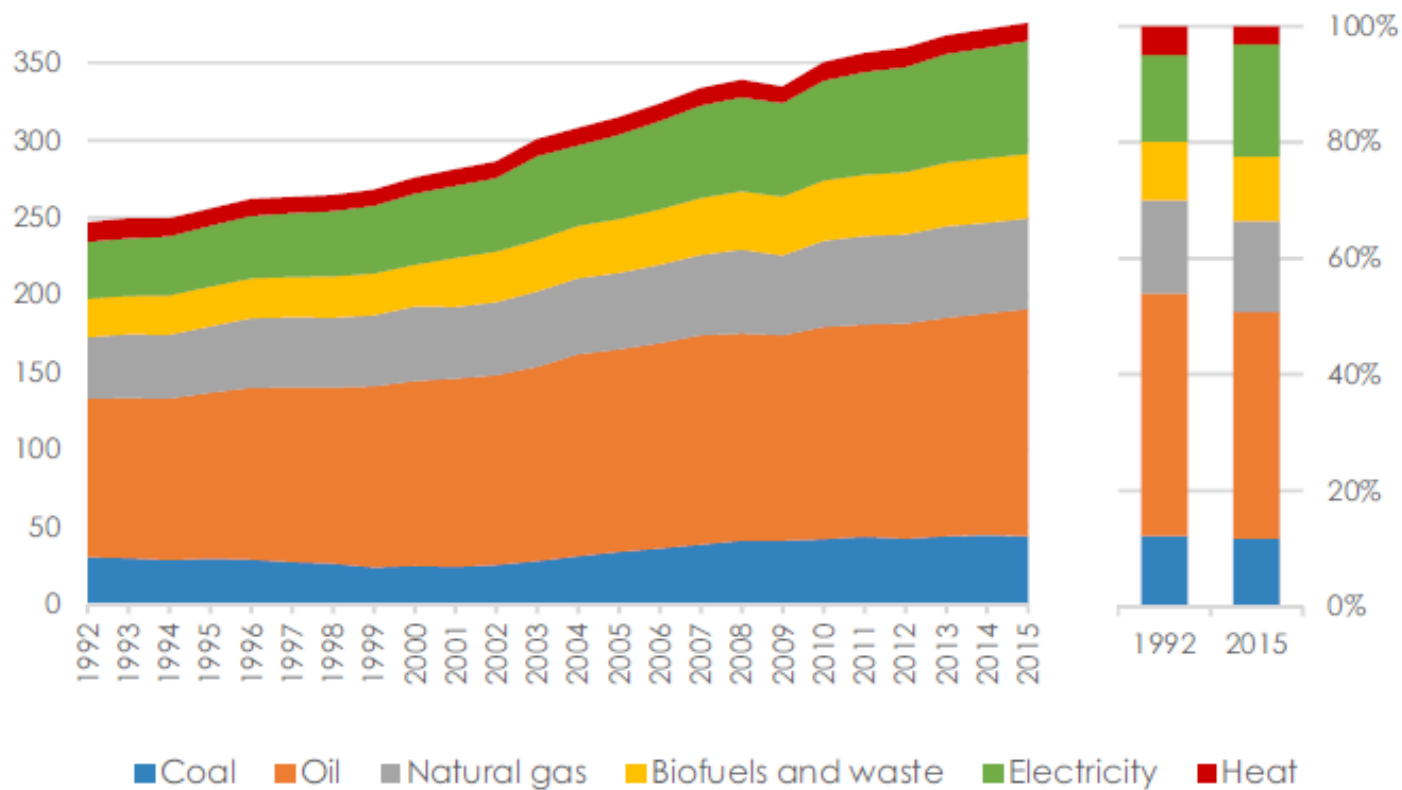


# Végenergia (EJ)

72. Total final consumption by region, 1992, 2000, 2010 and 2015  
Exajoules

Region	1992	2000	2010	2015
Africa	11.9	14.9	20.2	22.7
Northern America (excl. US)	6.8	8.0	7.9	8.1
United States	55.2	64.6	63.7	63.9
Latin America and the Caribbean	14.6	18.9	24.7	25.7
Asia (excl. China)	52.2	63.9	91.2	103.5
China	23.4	28.2	62.2	76.0
Europe	79.6	73.5	76.3	71.6
Oceania	2.9	3.6	3.9	4.2
<b>World</b>	<b>246.7</b>	<b>275.7</b>	<b>350.2</b>	<b>375.8</b>

# Végenergia (EJ)



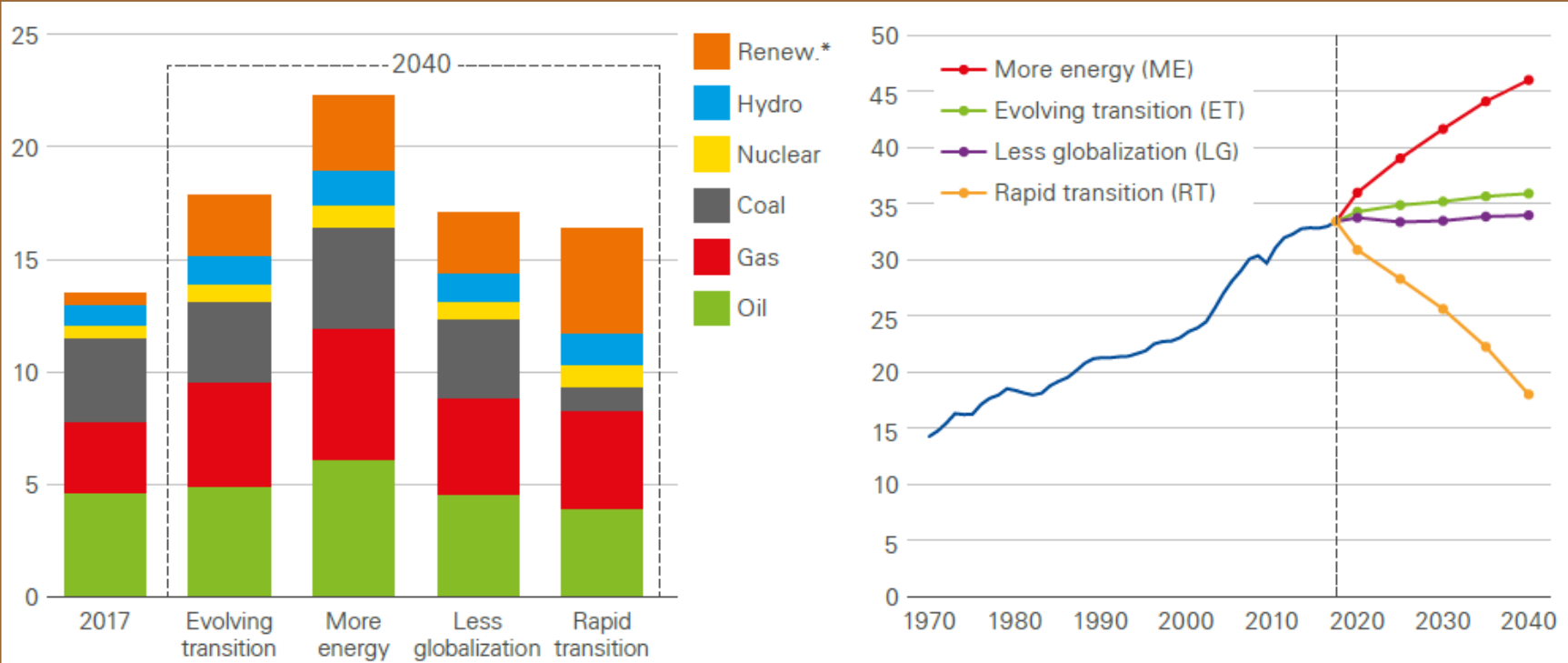
74. World total final consumption by source, 1992, 2000, 2010 and 2015  
Exajoules

Source	1992	2000	2010	2015
Coal	30.1	24.6	41.9	43.9
Oil	102.9	119.7	137.1	147.0
Natural gas	39.6	47.9	55.7	58.5
Biofuels and waste	25.0	27.1	39.2	41.9
Electricity	36.6	45.9	64.4	72.7
Heat	12.4	10.5	11.9	11.8
<b>Total</b>	<b>246.7</b>	<b>275.7</b>	<b>350.2</b>	<b>375.8</b>

- A Föld és egyes országainak energiafolyam-  
(Sankey-)diagramjai

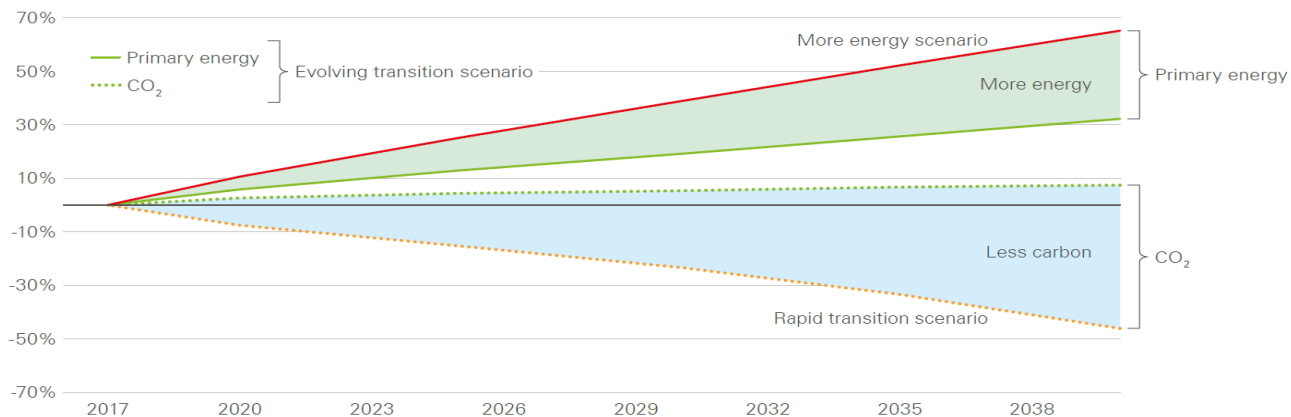
<http://www.iea.org/Sankey/>

# Primerenergia felhasználás (Mrd toe); CO2 emisszió (Gt)



## Primary energy demand and carbon emissions

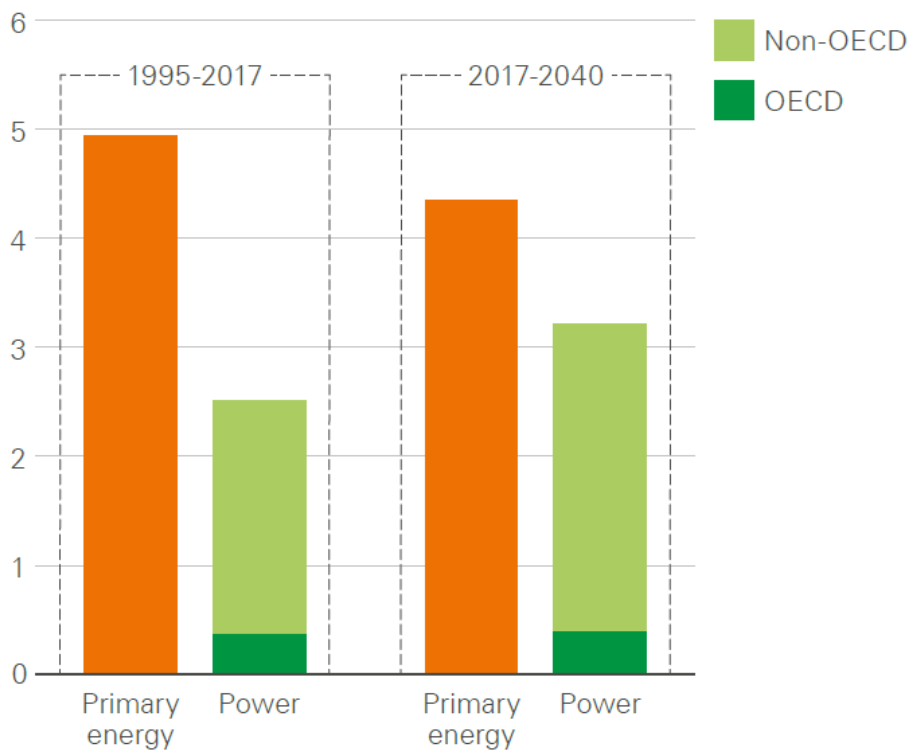
Cumulative growth rate, 2017 = 0%



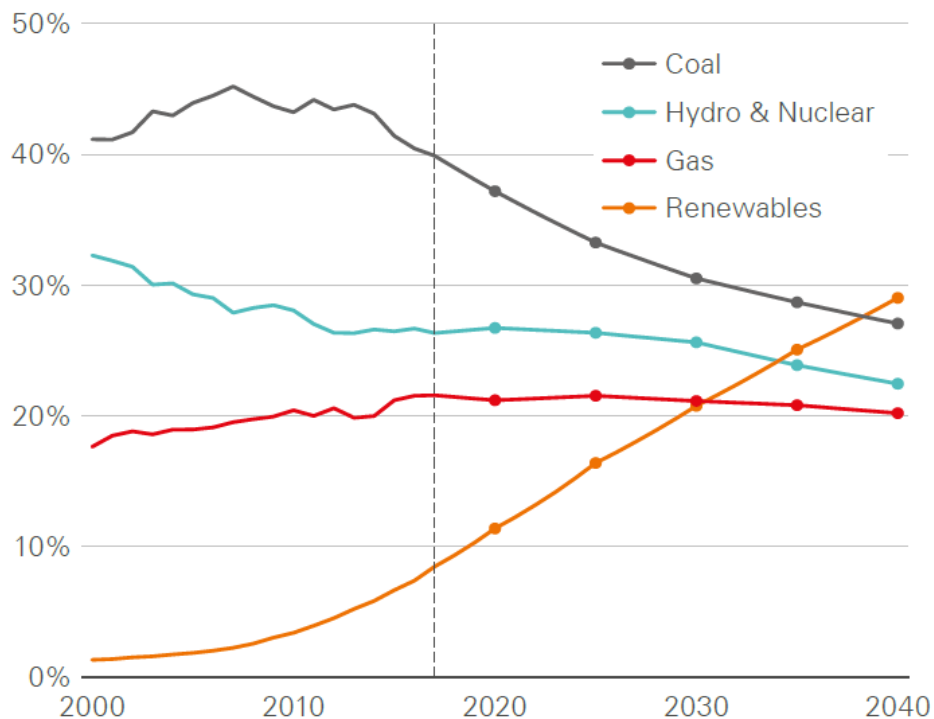
# Villamosenergia termelés primer energia igénye és növekménye

## Growth in primary energy and inputs to power

Billion toe



## Fuel shares in power



# Megújuló energiaforrások beépített teljesítménye és növekedési üteme

	Beépített teljesítmény 2018 végéig	2018-ban újonnan létesített kapacitás	2018-os növekmény százalékos aránya
Vízenergia	1132 GW	20 GW	1,8%
Geotermikus energia	13,3 GW	0,5 GW	3,8%
Biomassza	130 GW	9 GW	6,9%
Szélenergia	591 GW	51 GW	8,6%
Nap (napelem)	505 GW	100 GW	19,8%
Nap (naphőerőmű)	5,5 GW	0,6 GW	10,9%

[Adatok forrása: REN21: Renewables 2019 Global Status Report]



# Megújuló energiaforrásokból termelt villamos energia

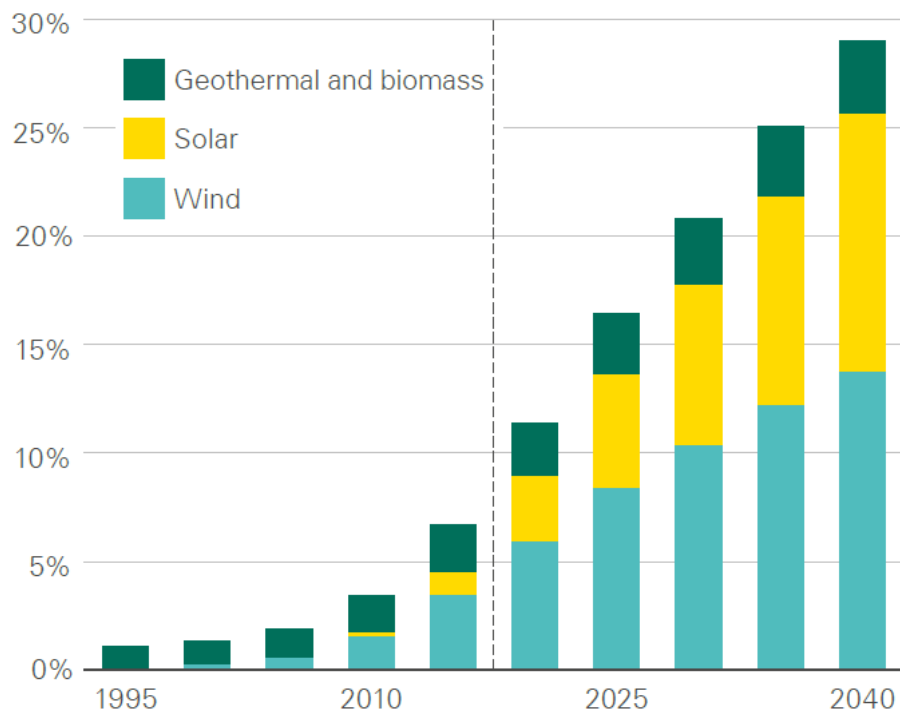
	Beépített teljesítmény 2018 végéig	2018-ban termelt energia	Kihasználási óraszám
Vízenergia	1132 GW	4210 TWh	3719 h/a
Geotermikus energia	13,3 GW	89,3 TWh	6714 h/a
Biomassza	130 GW	581 TWh	4469 h/a
Szélenergia	591 GW	1465 TWh*	2479 h/a
Nap (napelem)	505 GW	640 TWh	1267 h/a
Nap (naphőerőmű)	5,5 GW	17 TWh*	3090 h/a

[Adatok forrása: REN21: Renewables 2019 Global Status Report]

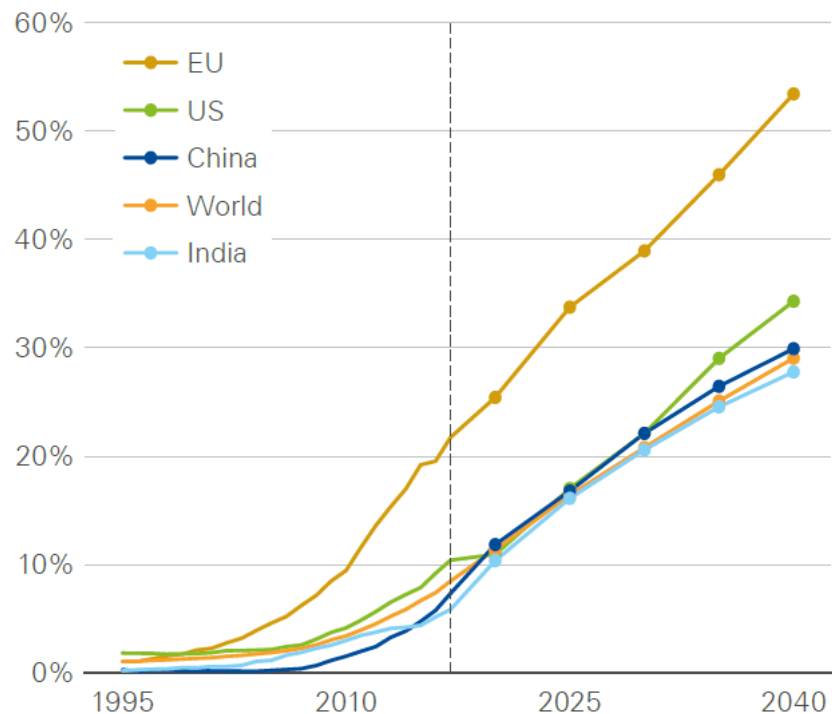
\*: közelítő becslés

# Megújuló energiahordozók eloszlása a villamosenergia termelésben

Renewables share of power generation by source



Renewables share of power generation by region



# Energetikai-technológiai világekorszakok (neoevolucionista szemlélet)

1. Emberi izomerő
2. Állati izomerő
3. Természeti erők (víz, szél) és biomassa (fa)
4. Éghető ásványi energiahordozók (szén, kőolaj, földgáz)
5. Nukleáris energiahordozók

„zöld” fordulat



- Az Új Politika Szenárió szerint a **Föld primer energia felhasználása 25%-kal nő 2017-2040 között**. Az energiahatékonyság fejlesztése nélkül ez a növekedés kétszer akkora lenne.
- India energia fogyasztása megduplázódik 2040-ig, s India lesz a legnagyobb fogyasztó.
- Kína energia fogyasztása is nő, de lelassul a növekedés üteme.
- Az USA energiafogyasztása 2040-ig stagnálni fog, míg Japán és főképp az **EU fogyasztása csökken**. De az EU áramfogyasztása nőni fog.
- A világ egy nagy változás tanúja, ahol a fogyasztás a fejlett országoktól áttevődik a fejlődőkhöz. Indiában nő leggyorsabban az energiafogyasztás.
- Jövő felborítja az energetikát....
- Új erőmű típusok, új szabályozás...

Új megközelítés az EU-ban

**Közös klímavédelmi és energetikai politika**

**Az energetika alárendelődik a klímavédelemnek**

A Párizsi Klímacsúcson célul tűzték ki a globális átlagos hőmérséklet növekedésének 2 (ha lehet, 1,5) fok alatt tartását.

A jelenlegi emisszió intenzitás 570 gCO<sub>2</sub>/kWh, a cél 50 gCO<sub>2</sub>/kWh.

A villamosenergia a globális CO<sub>2</sub> emissziók 40%-áért felelős, és fontos szerepet fog játszani a jövőben is. A célok szerint a villamosenergia emissziókat globálisan 73 %-kal, az OECD államokban 85 %-kal kell csökkenteni.



# Megújuló energiahordozók aránya az EU bruttó energiatermelésében (%)

Share of energy from renewable sources in the EU Member States (2018, in % of gross final energy consumption)



Share of energy from renewable sources in the EU Member States

(in % of gross final energy consumption)



# Új politikák, új célok

A 2020-as és a 2030-as célok

ÜHG

MEGÚJULÓ

ENERGIA-  
HATÉKONYSÁG

2020

-20%

20%

20%

2030

-40%

32%+

32,5%+

HUN

-40% ÜHG

20% ME

2030-ra a  
2005-ös szint  
felett

# Magyarországi megújuló energia célok

2020

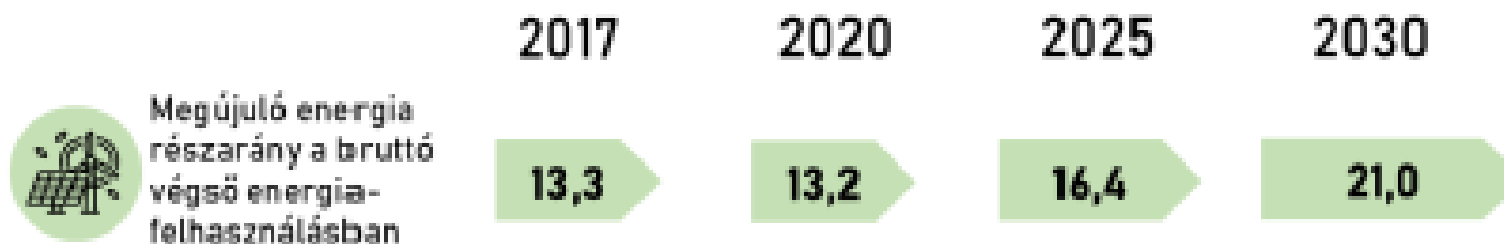
- **13%-os** megújuló energia részarány a 2020. évi teljes bruttó energiafogyasztásban,
- 10%-os megújuló energia részarány a közlekedésben
- Megújuló Energia Cselekvési Terv (NCsT): 14,65%-os megújuló energia részarány

2030

- Nincsen kötelező nemzeti cél, helyette EU-szinten 32%-os megújuló energia részarány
- A tagállamok saját vállalásukkal járulnak hozzá a közös célhoz
  - **Magyarország 20%-ot vállalt**
- A tagállamok megújuló energia részaránya nem csökkenhet a 2020-as kötelezettség alá
- Integrált Klíma és Energia Akciótervek 2020-2030 (Governance Rendelet alapján, első tervezet leadva 2019. januárban)



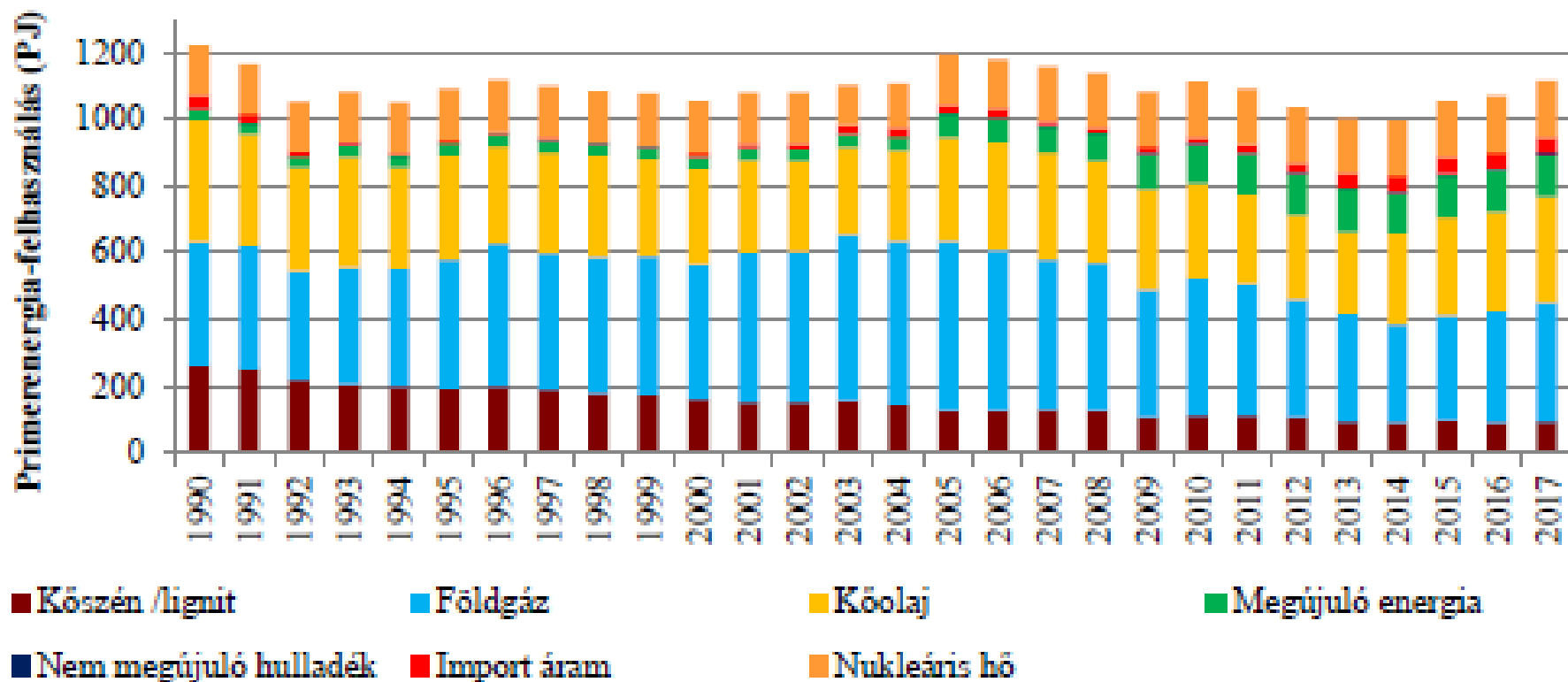
### 3. ábra: A megújuló energia tervezett részaránya Magyarországon (százalék)



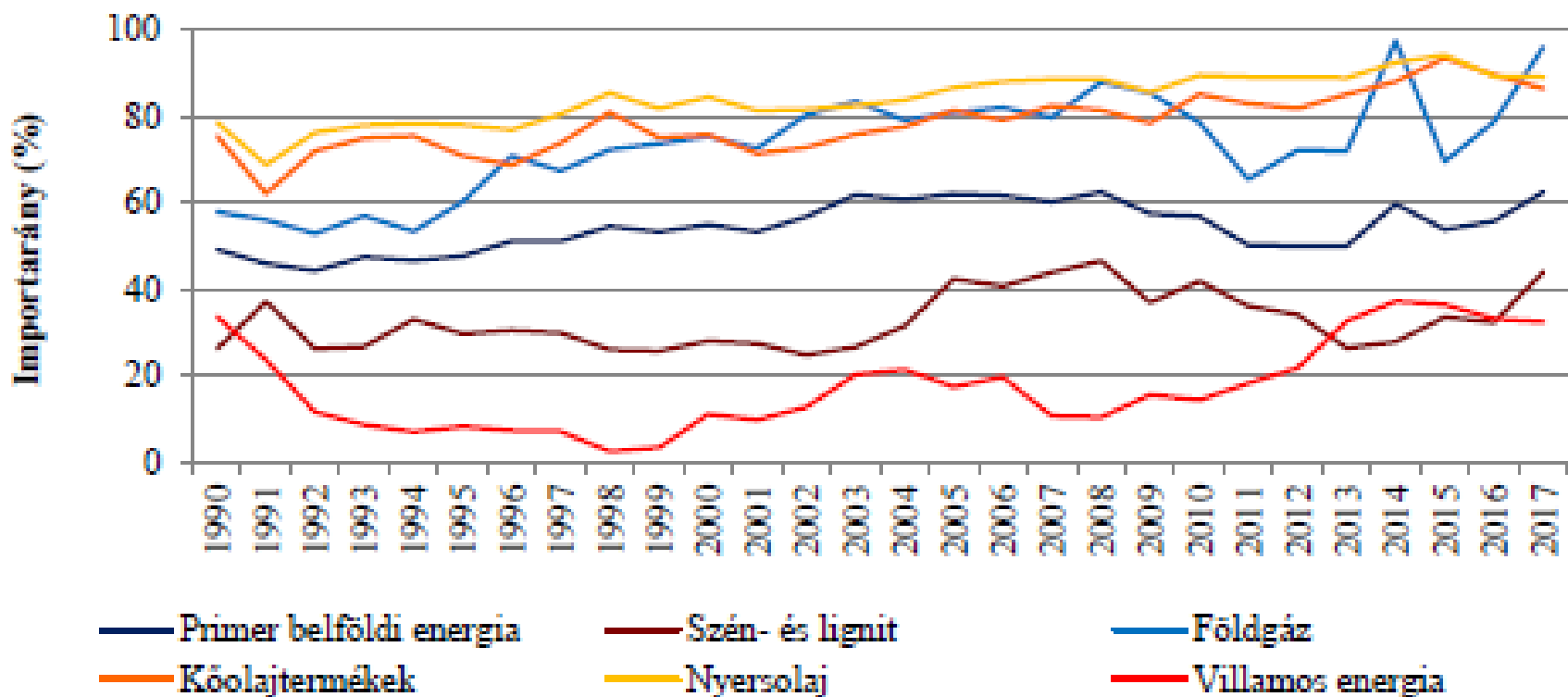
#### Megújuló energia részarány ágazatonként



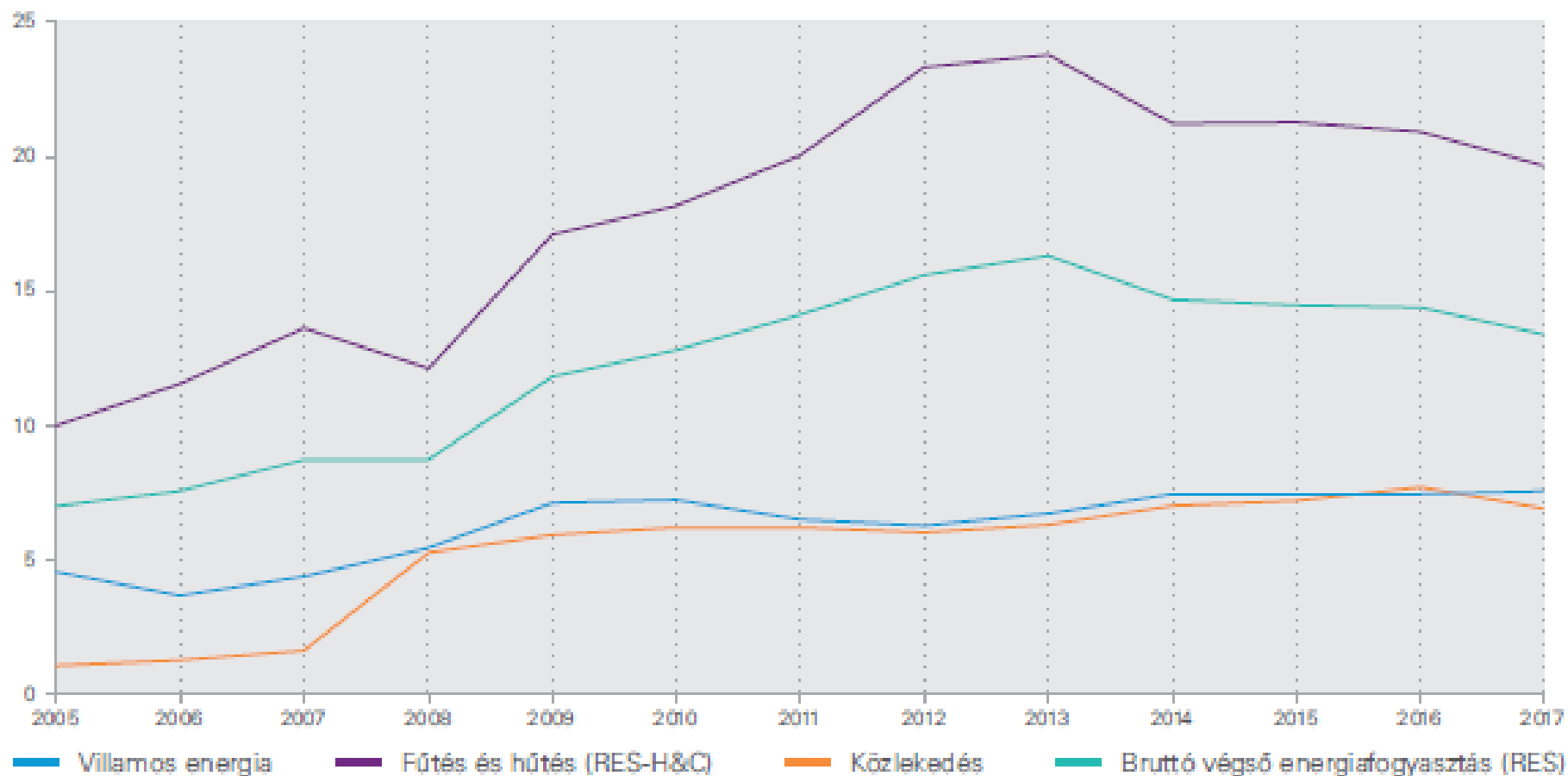
# Primerenergia felhasználás Magyarországon (PJ)



# Magyarország primerenergia importfüggősége (%)

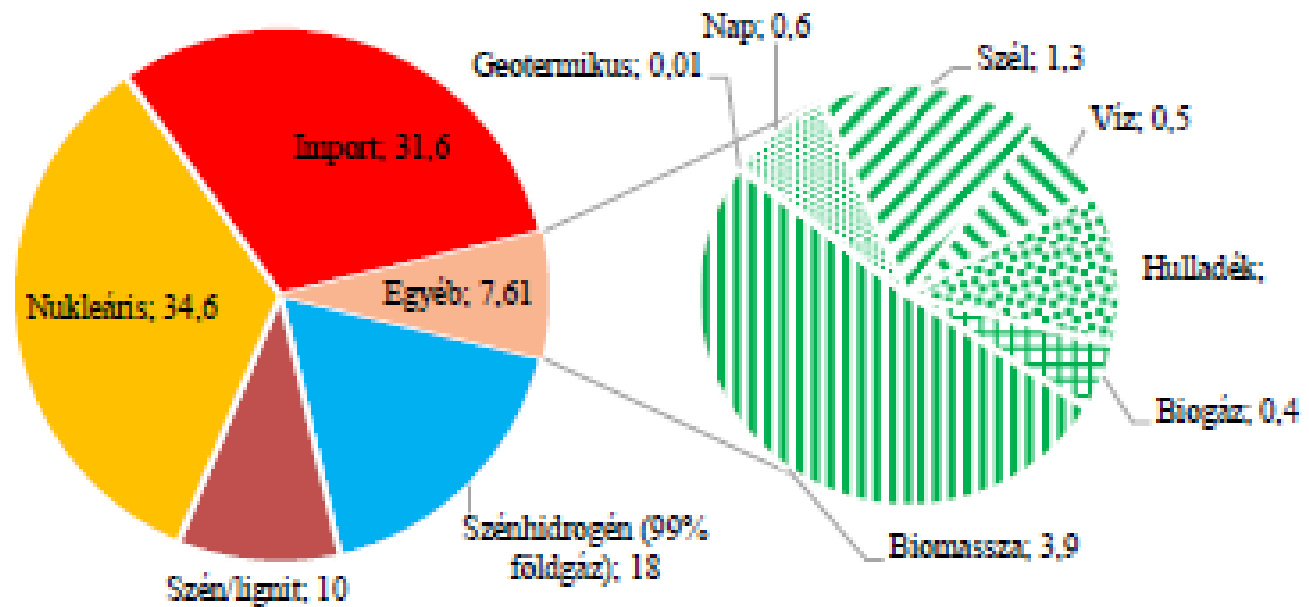


## A megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya a hazai bruttó végső energiafogyasztáson belül (%)



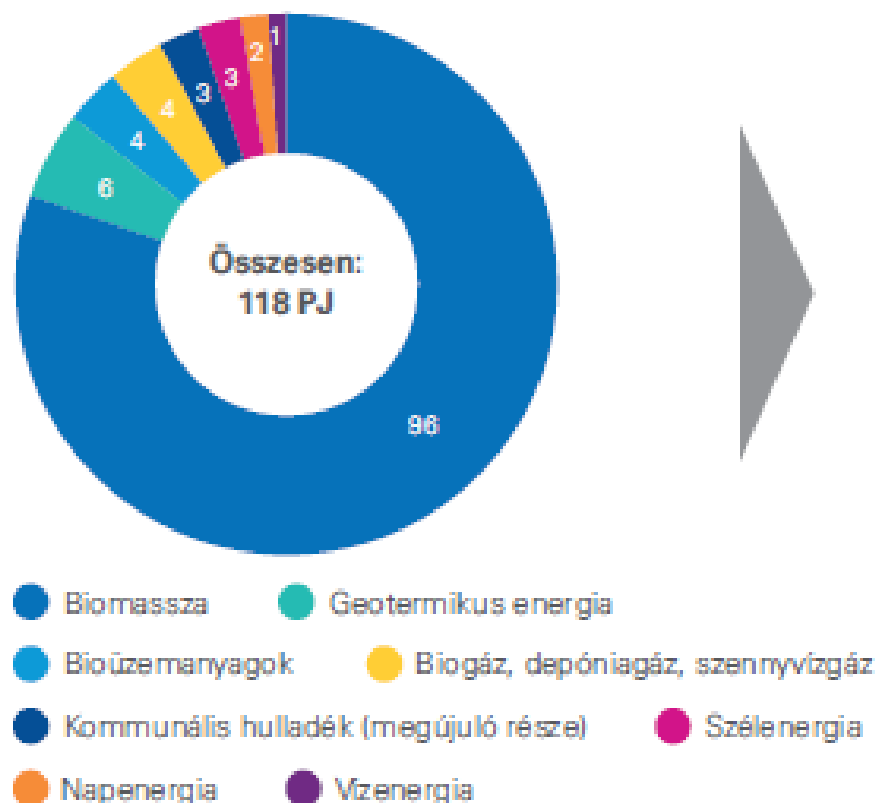
Forrás: MEKH

# Teljes bruttó villamosenergia felhasználás 2018-ban Magyarországon (%)

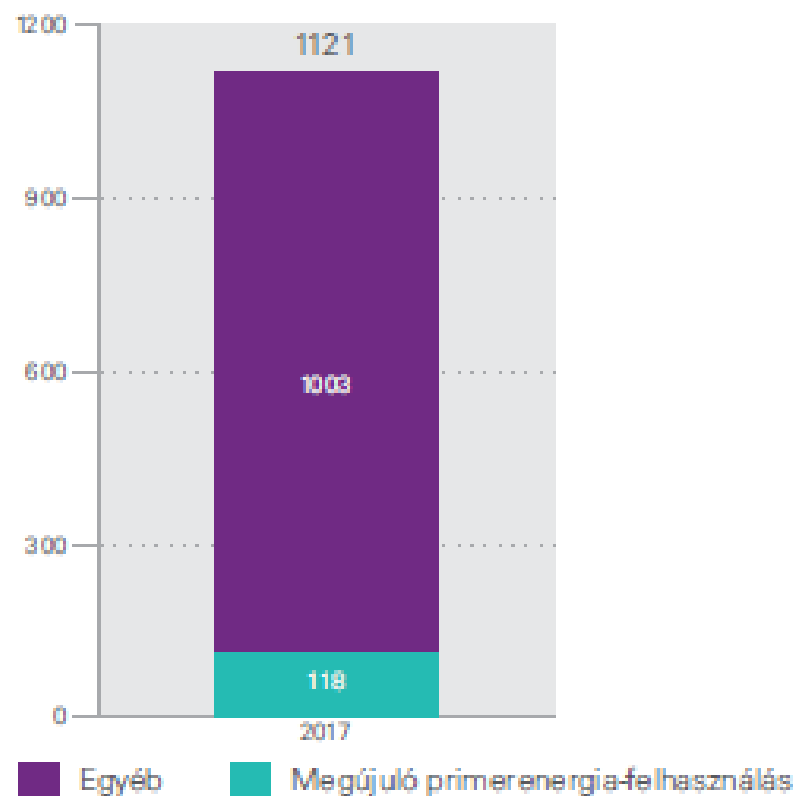


Teljes bruttó villamos energia felhasználás: 45,1 TWh

## A megújuló energiaforrások felhasználása Magyarországon (PJ, 2017-es adatok)



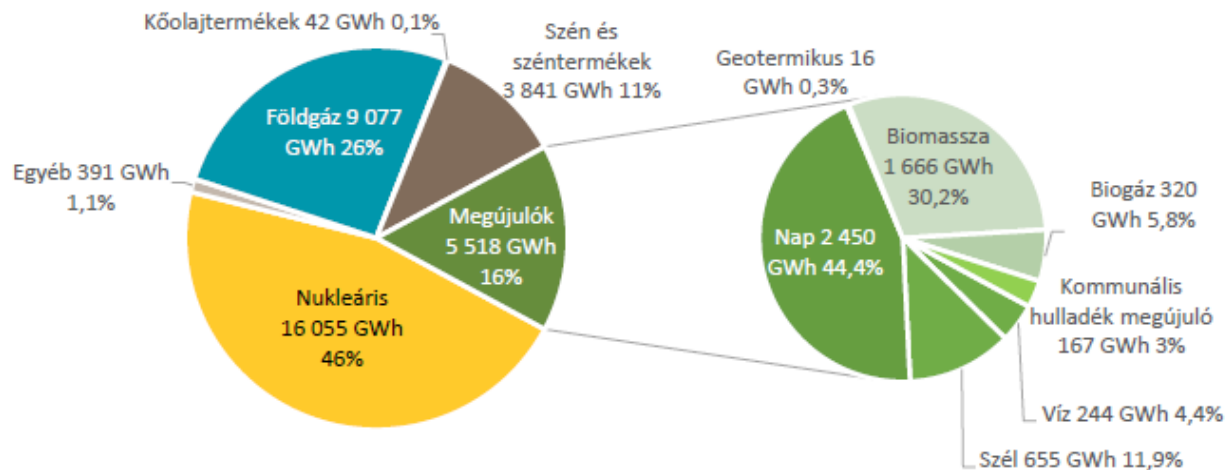
## A megújuló primerenergia-felhasználás mértéke Magyarországon (PJ, 2017-es adatok)



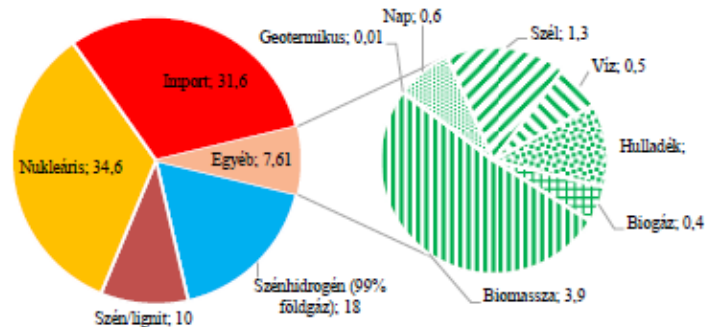
Forrás: MEKH-MAVIR - A magyar villamosenergiarendszer (ver) 2017 évi adatai

# Teljes bruttó villamosenergia felhasználás 2018-ban 2020-ban Magyarországon (%)

Bruttó villamosenergia-termelés megoszlása energiahordozók szerint, 2020 (GWh)

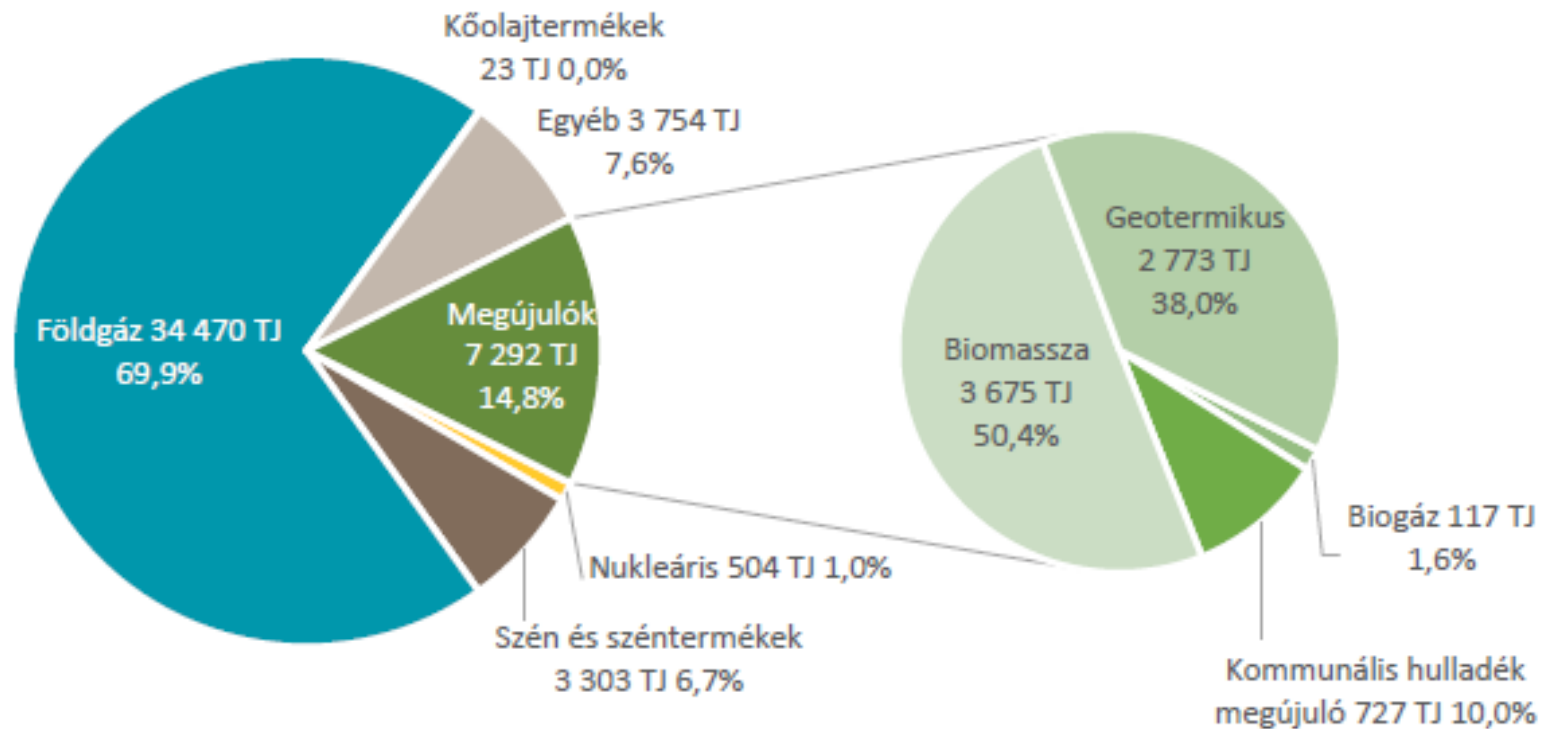


8. ábra Bruttó villamosenergia-termelés megoszlása energiahordozók szerint



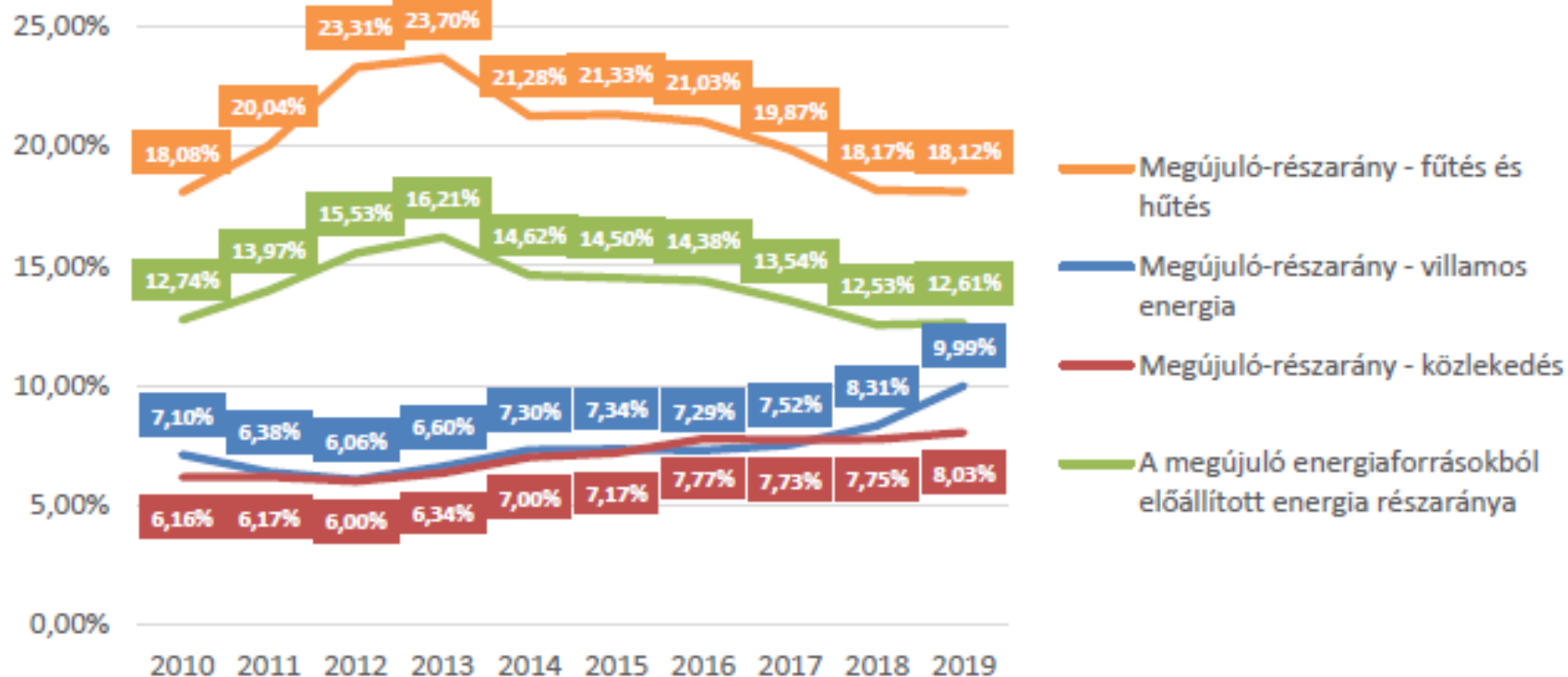
Teljes bruttó villamos energia felhasználás: 45,1 TWh

## Hőenergia termelés megoszlása energiahordozók szerint, 2020 (TJ)



10. ábra Hőenergia termelés megoszlása energiahordozók szerint (Forrás: [5.1 Hőenergia-termelés éves adatai 2014-2020.](#))





2. ábra – A megújuló energia részaránymutatók alakulása (2010–2019)

Az energiainfó dimenziói	Indikátorok	Helyzetkép (2017)	Célok 2030-ra
Delkarbonizáció	UHG kibocsátás csökkentés 1990-hez képest	-31,9%	min. -40%
	A GDP ÜHG intenzitása	1,98 t CO <sub>2e</sub> /millió Ft	az UHG intenzitás folyamatos csökkentése
	A nem-ETS kibocsátások csökkentése 2005-höz képest	-9,3%	min. -7%
	A megújuló energia részaránya a bruttó végsőenergia-felhasználáson belül	13,33%	min. 21%
Energiehatékonyság	Végsőenergia-felhasználás	775 PJ	max. 785 PJ a cél feletti végső energiafelhasználás forrása csak karbonsemleges energiaforrás lehet 2030 és 2040 között
	A GDP végsőenergia-intenzitása	0,579 toe/millió Ft	0,429 toe/millió Ft
Energiebiztonság	Nettó importfüggőség – földgáz	~96% <sup>8</sup>	~70%
	Nettó importfüggőség – kőolaj	~86%	max. 85%
	Nettó importfüggőség – villamos energia	32-33%	max. 20%
	N-1 szabály a földgáz-infrastruktúrára	143%	min. 120%
Belső energiapiac	Villamosenergia-rendszerösszeköttetések aránya	~50%	min. 60% (EU kötelező célszám min. 15%)
Kutatás, innováció, versenyképesség	Végrehajtott innovációs pilot projektek száma	0 db	min. 20 db
	A pilot projektek végrehajtása során bejegyzett nemzetközi szabadalmak száma	0 db	min. 10 db

# Magyarországon energiapolitikai célkitűzései a különböző szektorokban 2030-ra



**Gázpiac**

- ❖ **Gázfogyasztás: 10 Mrd m<sup>3</sup>-ről ~8,7Mrd m<sup>3</sup>-re csökken** (2040: 6,3 Mrd m<sup>3</sup> alatt)
- ❖ **Gázimport-arány 2030-ban: ~70%** (2040: 70% alatt)
- ❖ **Földgázarány a távhőtermelésben: ~50%**
- ❖ **Villamosenergia-termelés gázfelhasználása 2040-ben: 1 Mrd m<sup>3</sup> alatt** (erőművi mix átalakulása)



**Árampiac**

- ❖ **Karbonsemleges hazai villamosenergia-termelés részaránya 2040-ben 90%**
- ❖ **Beépített PV kapacitás: min. 4000 MW** (2040: min. 7000 MW)
- ❖ **1 millió okos fogyasztásmérőt telepítése**
- ❖ **20% alatti importarány 2040-ben.**







**Dekarbonizáció**

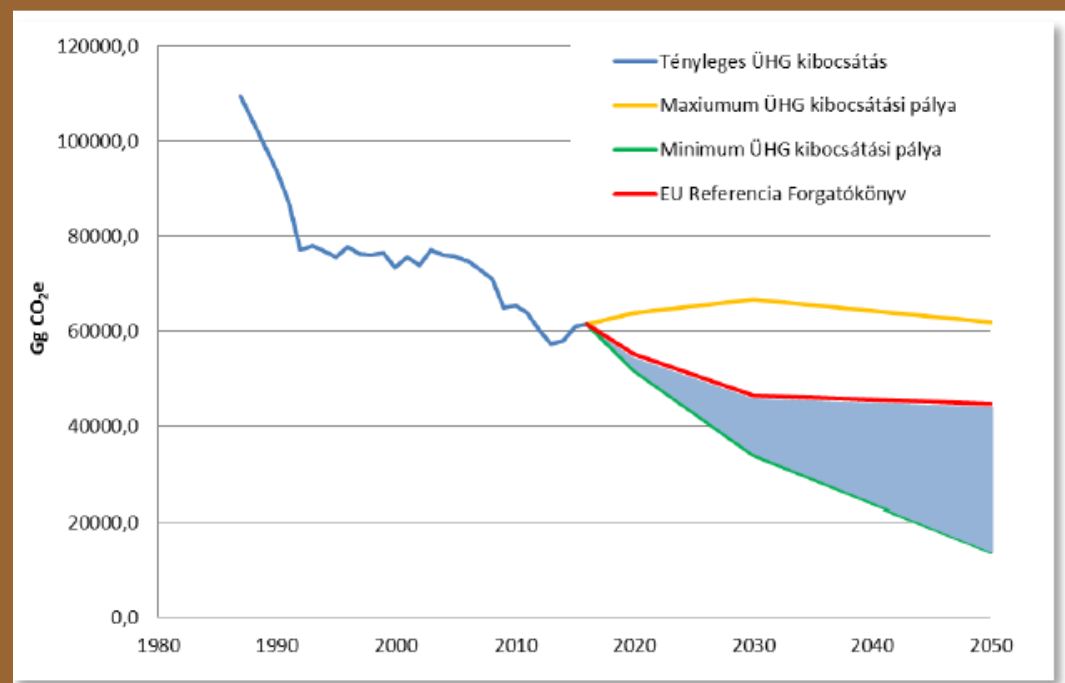
- ❖ **Megújuló energia arány: 21%**
  - Közlekedés: min. 14%
  - Fűtés-hűtés: ~30%
  - Áram: ~25%
- ❖ **ÜHG-kibocsátás 1990-hez képest: min.-40%.**
- ❖ **Nem-ETS kibocsátások csökkentése 2005-höz képest: min. -7%.**



**Energiahatékonyság**

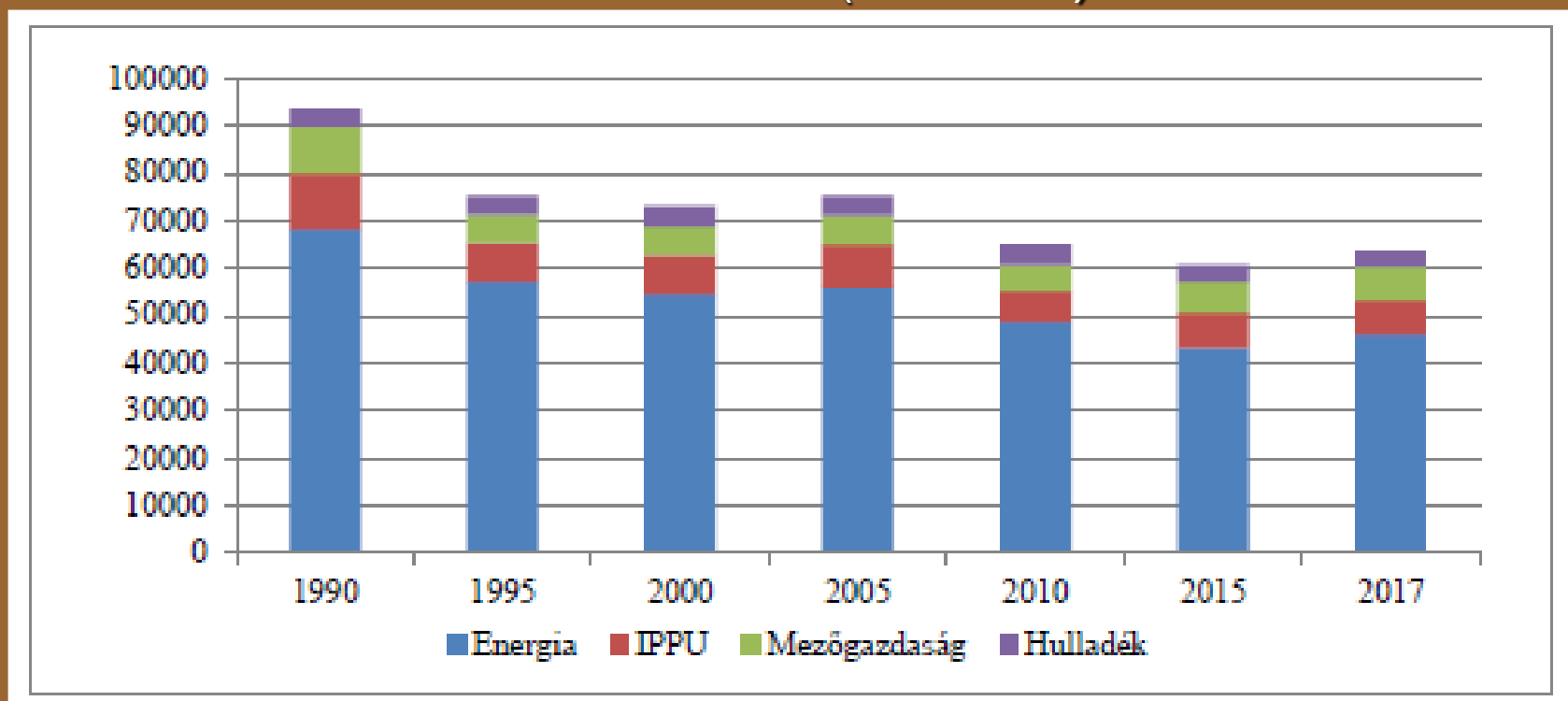
- ❖ **Végső energia felhasználás max. 785 PJ (2005-ös szint!)**
- ❖ **Ha 2030 után nő a végső energia felhasználás, forrása megújuló alapú termelés lehet.**

Célkitűzéseink összehasonlítva az EU célkitűzéseivel		2020		2030		A nemzeti célkitűzéseket támogató főbb intézkedések
						
A megújuló energia részaránya		20%	14,65%	32%	20%	Napelem (PV), Közlekedés zöldítése (E-mobilitás) Hőpiac (távhő) korszerűsítése
Energiahatékonyság – Energiafelhasználás csökkentés		20 % indikatív <sup>1</sup>	1009 PJ <sup>2</sup>	32,5% indikatív <sup>3</sup>	8-10% <sup>4</sup>	Végfelhasználás csökkentése (Épületenergetika) Ipari energiahatékonysági beruházások ösztönzése
ÜHG kibocsátás változás	Teljes bruttó vs 1990	-20%	-	-40%	-40%	Villamos energia mix klímabarát átalakítása
	ESD/ESR vs 2005	-10%	+10%	-30%	-7%	



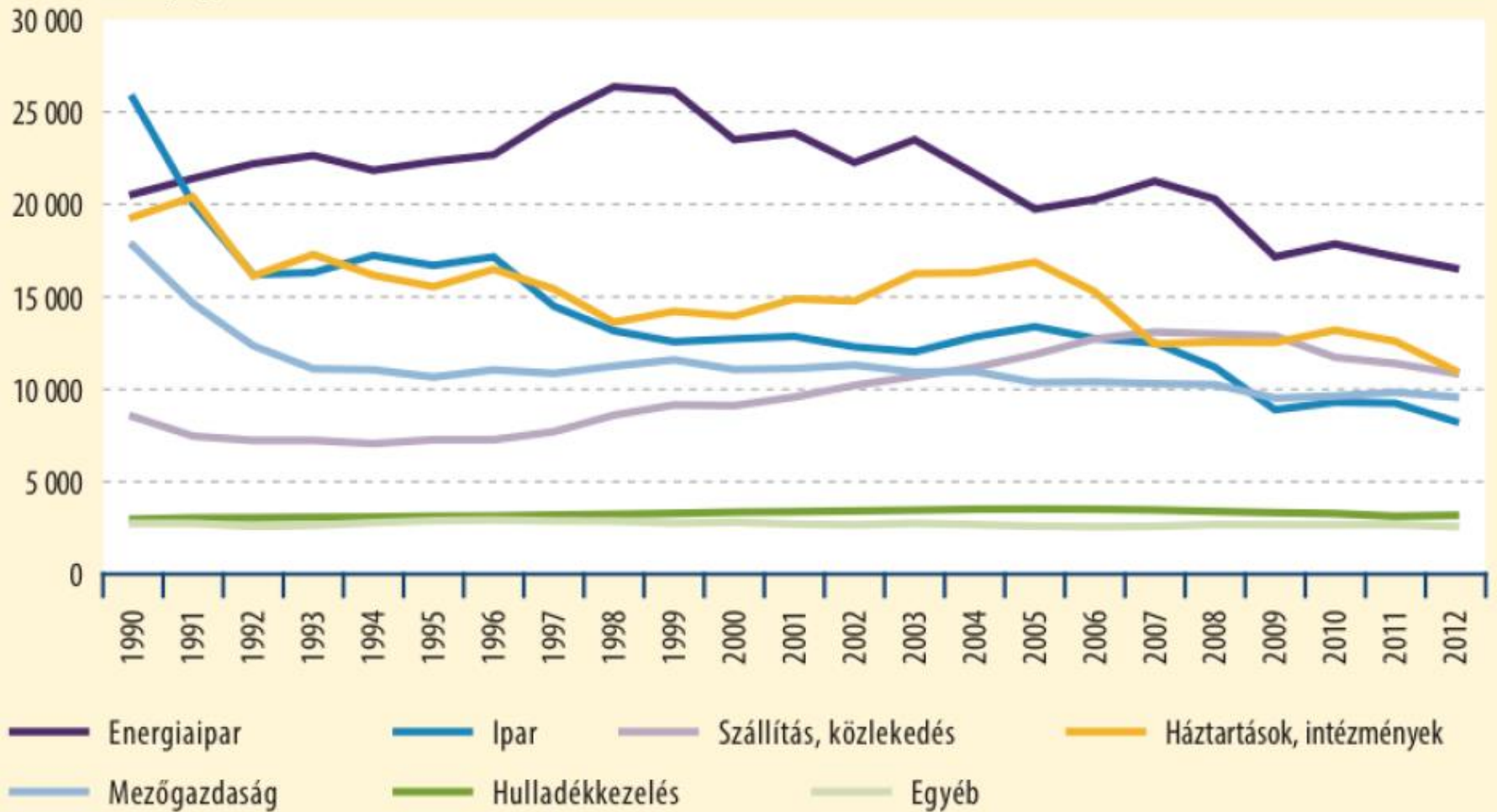
(%)	2017	2020	2025	2030
<b>A megújuló energia részaránya a bruttó végső energiafelhasználásban - összesen</b>	13,3	13,2	16,4	21
<b>Szektoronkénti részarányok</b>				
<i>Villamos energia</i>	7,5	10,8	16,4	21,3
<i>Fűtés-hűtés</i>	19,6	18,2	20,7	28,7
<i>Közlekedés</i>	6,8	6,6	16,8	16,9

## Az üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulás szektoronként (kt CO<sub>2</sub>e)



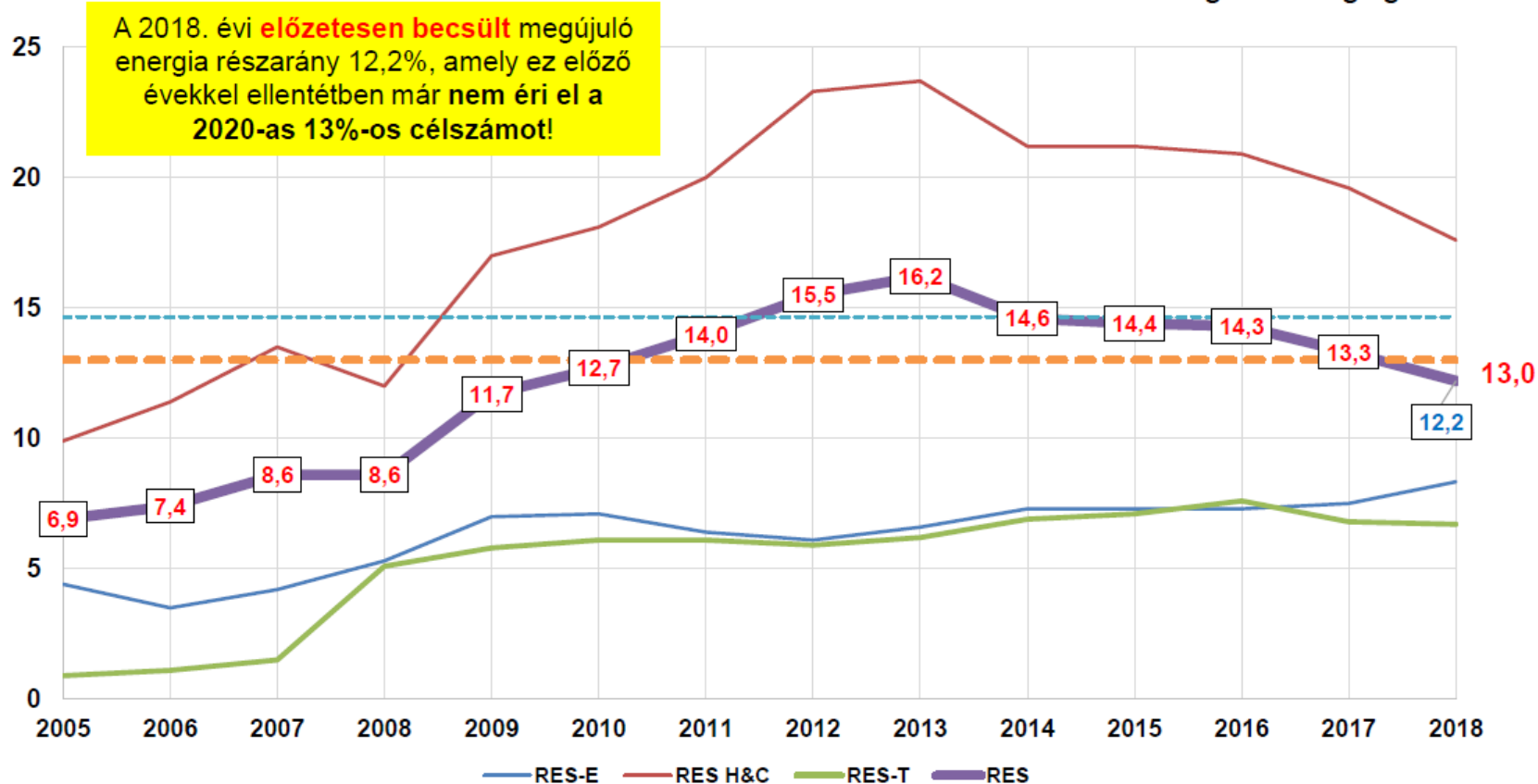
## Magyarország gazdasági ágazatainak kibocsátás értéke

Ezer tonna, CO<sub>2</sub>-egyenérték



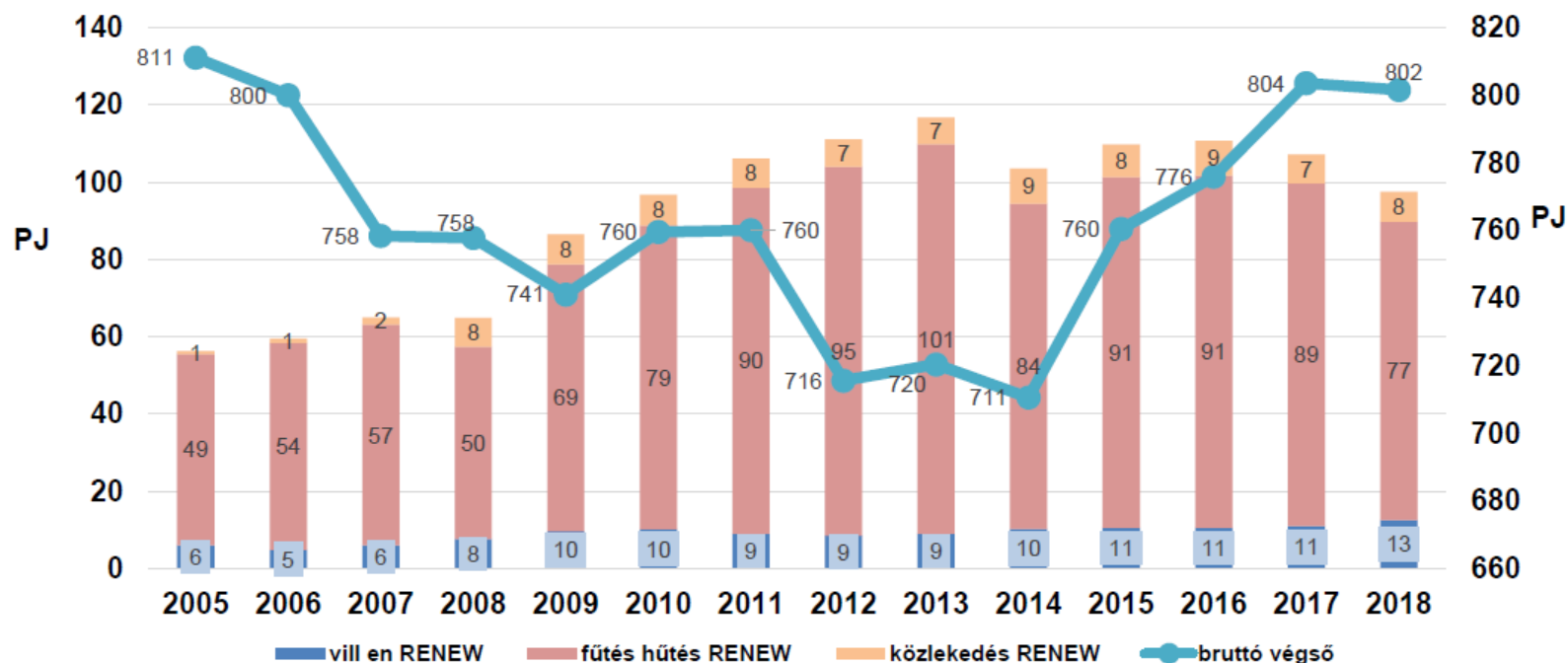
# Megújuló energia részarány

2018. évről még nincs végleges adat!



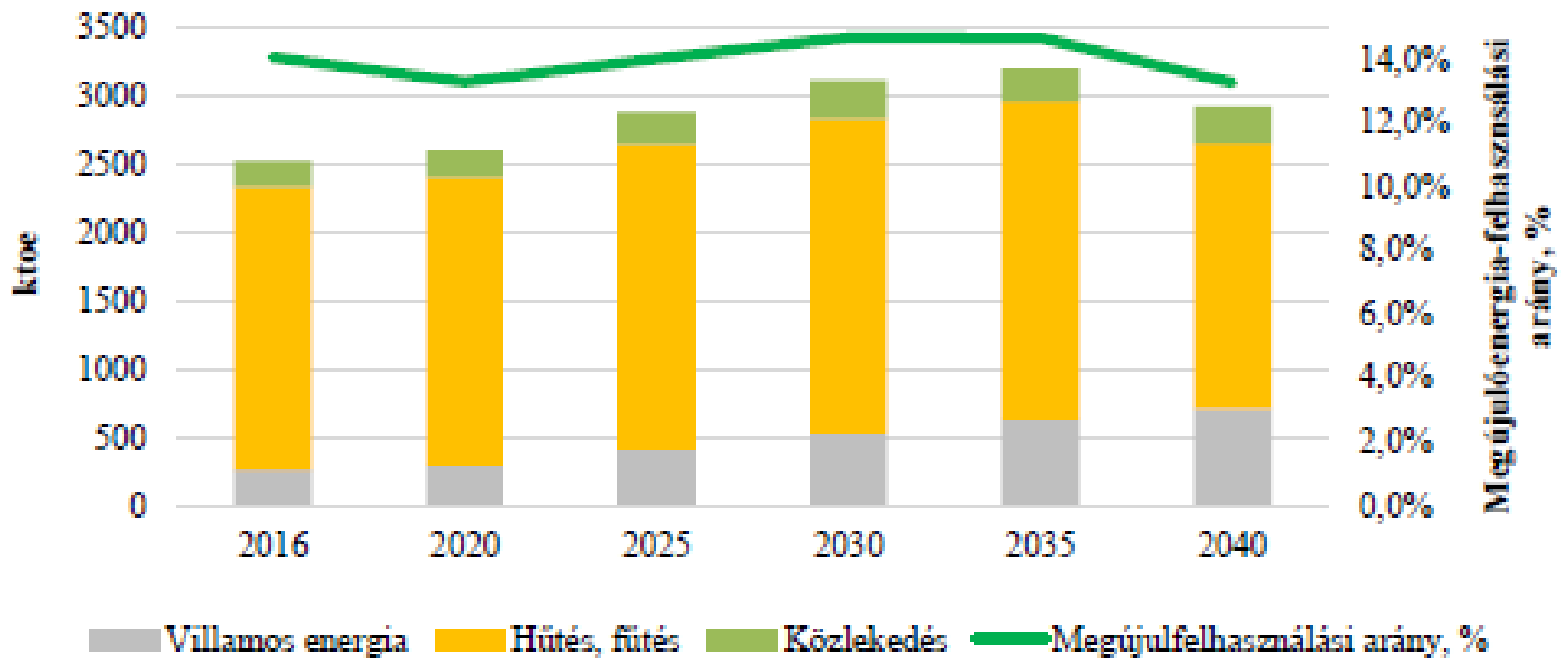
# Megújulóenergia-felhasználás I.

- Bruttó végső energiafelhasználás növekvő tendenciát mutat, miközben a megújuló energia felhasználás csökken, ennek eredménye a megújuló energia részarány csökkenése
- **Előzetesen becsült** bruttó végső megújulóenergia-felhasználás 2018-ban: ~98 PJ
- Jelentős része a fűtés-hűtés szektorban hasznosul

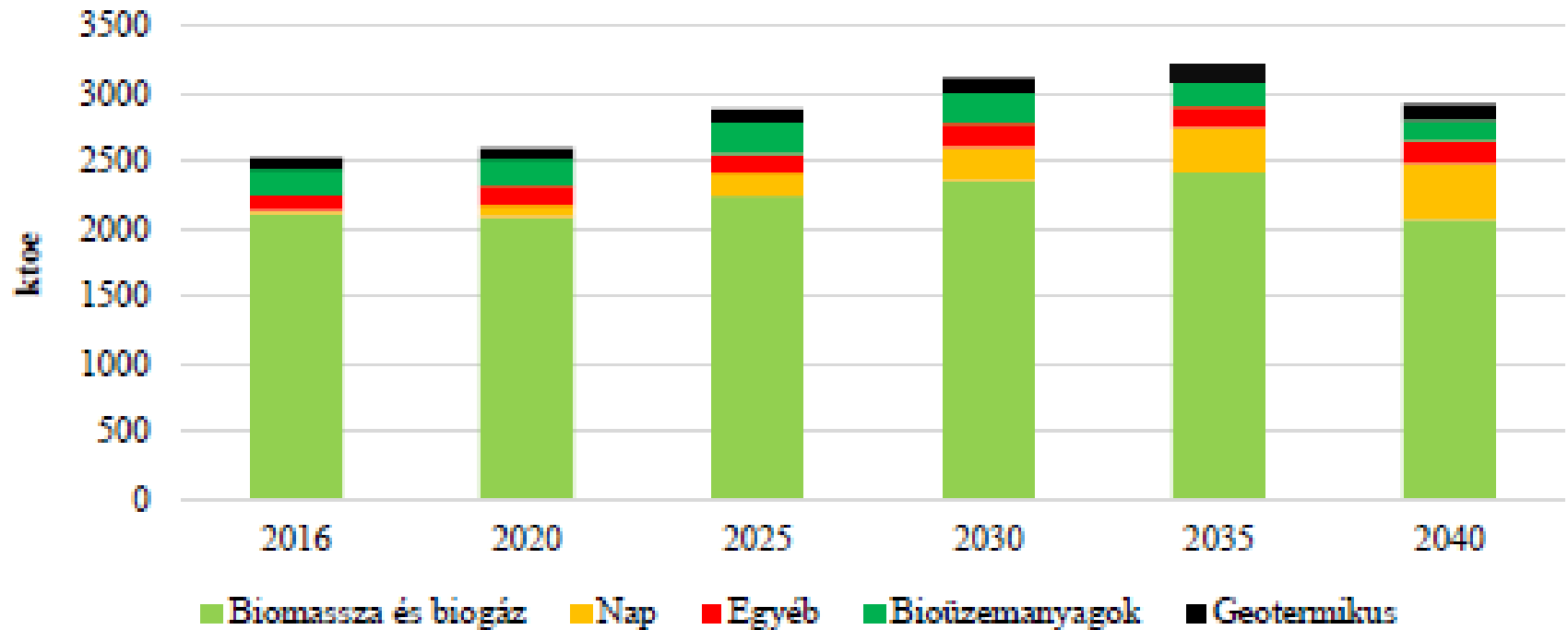




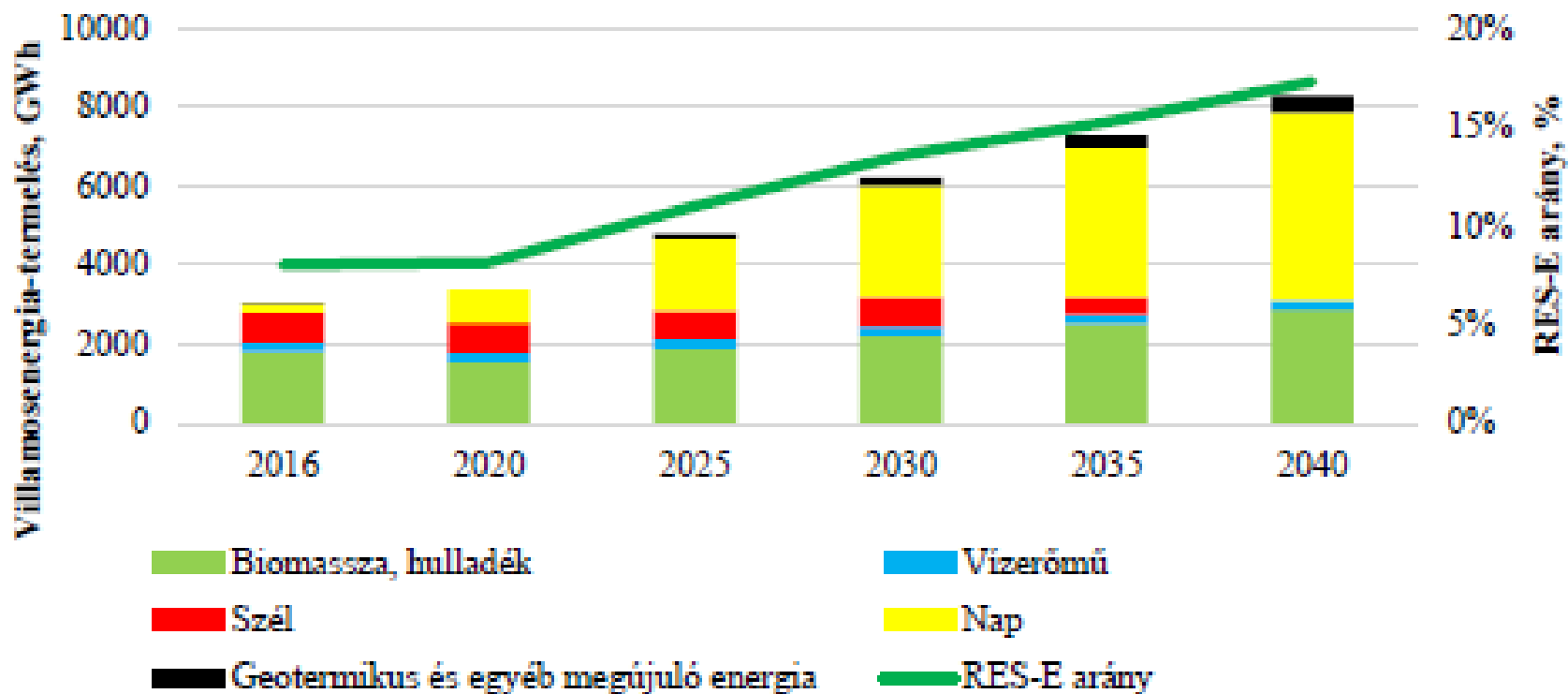
# Megújuló energiaforrások felhasználása az egyes szektorokban (ktoe), illetve a teljes megújulóenergia felhasználási arány (%)



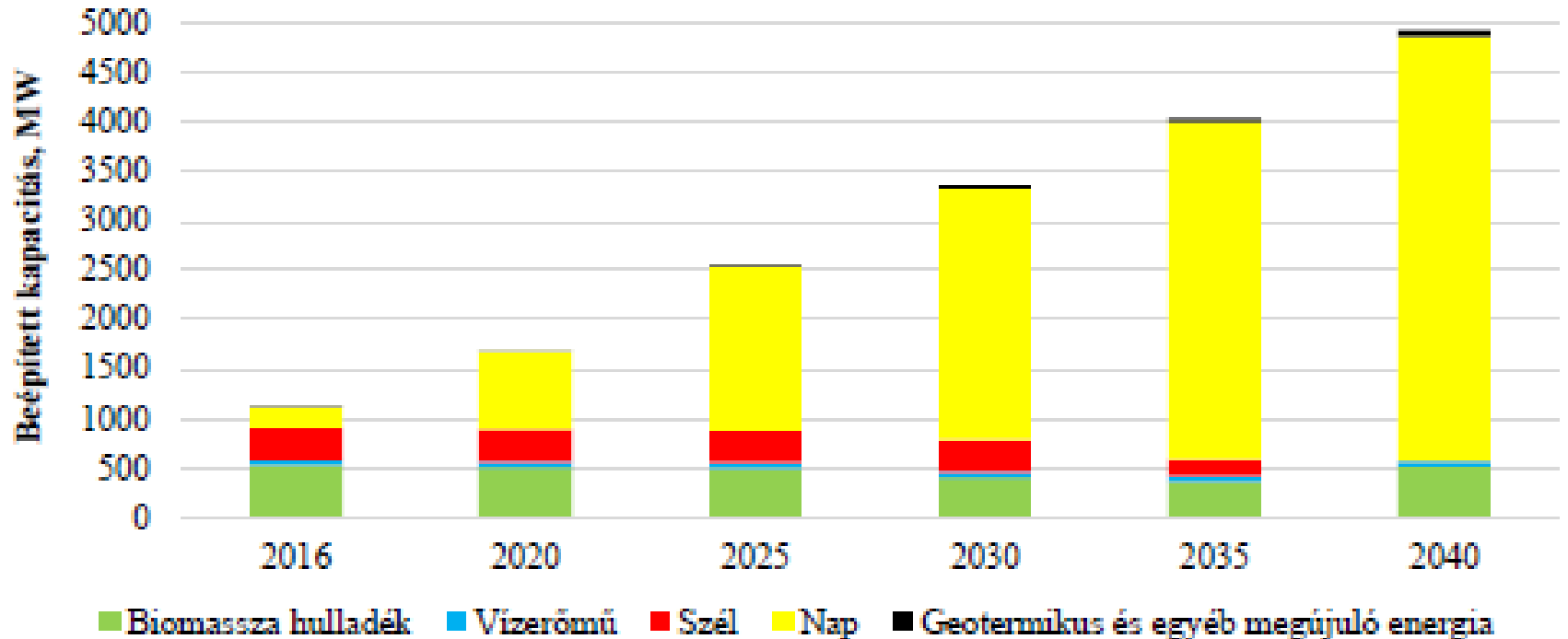
# Megújuló energiaforrások felhasználása tüzelőanyag szerinti bontásban, ktoe



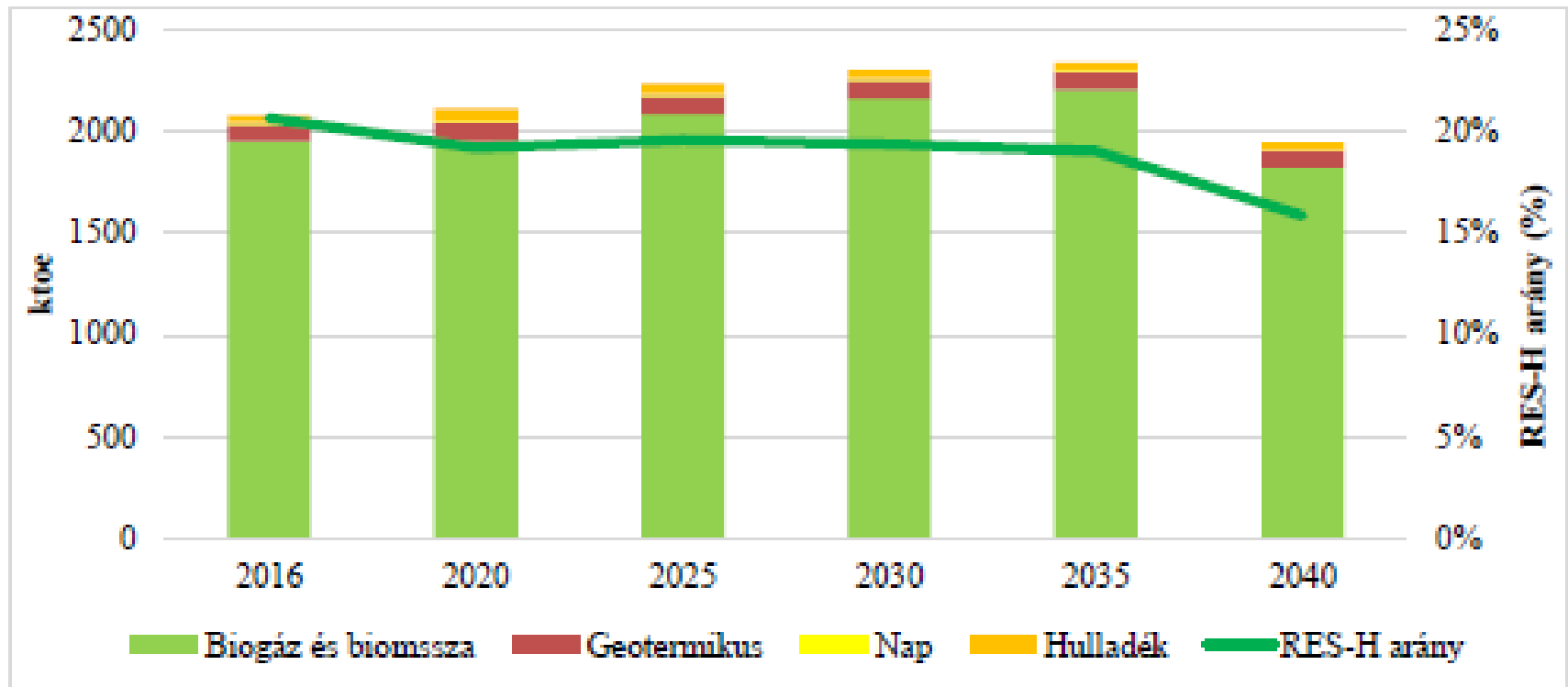
# Megújuló energiafelhasználás a villamosenergia termelésben (ktoe), megújuló energia részarány (%)



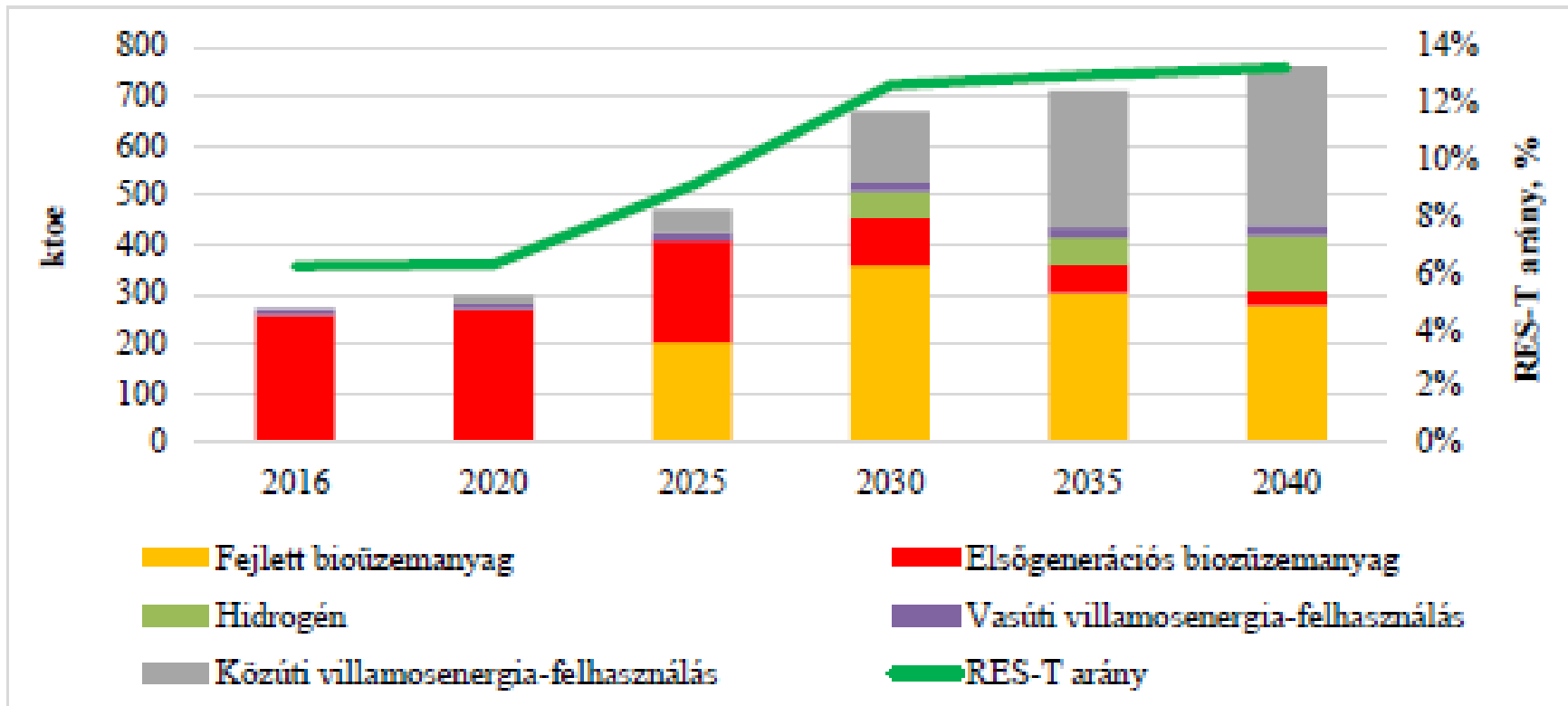
# Megújuló energiaforrások beépített kapacitása, MW



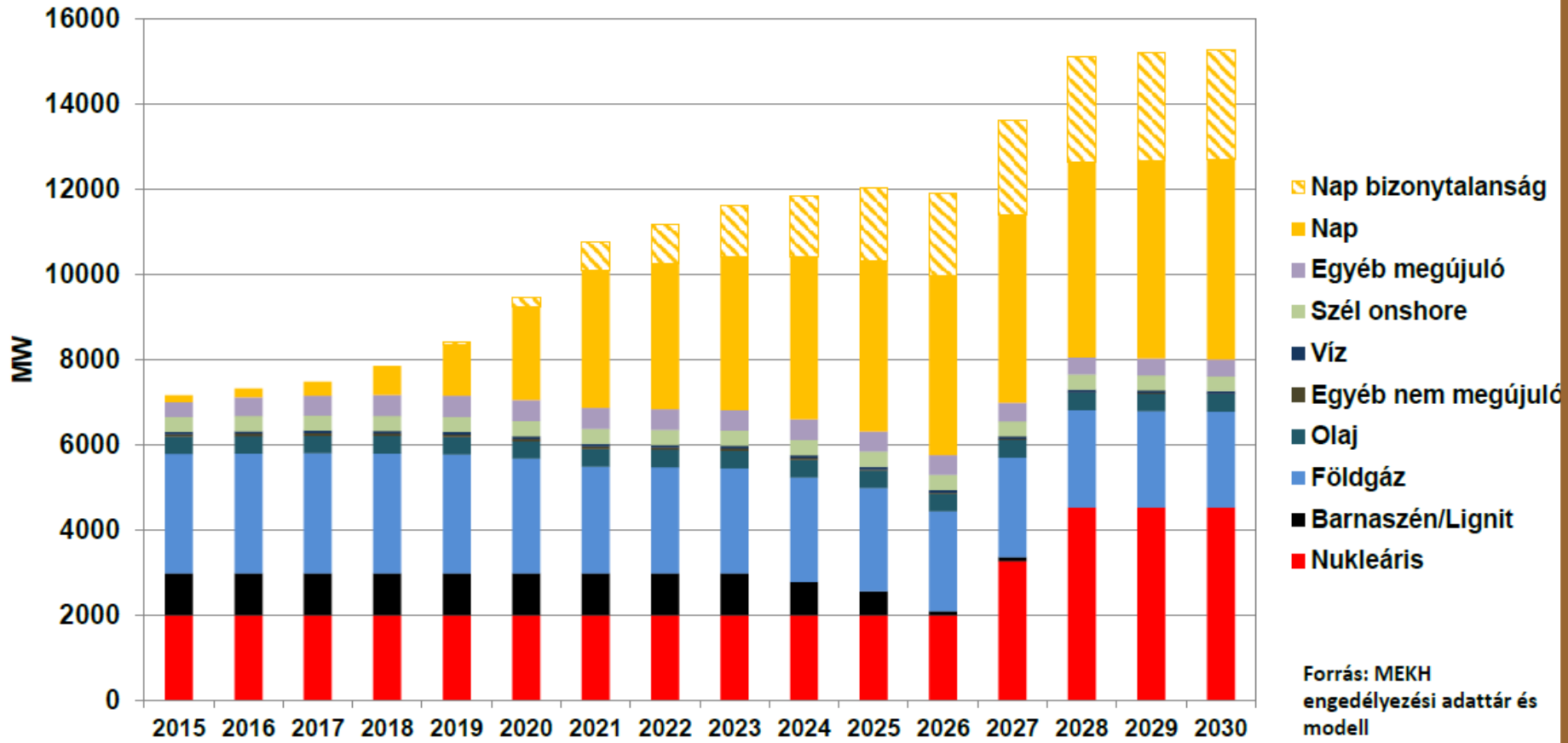
# Megújuló energiafelhasználás a fűtés-hűtés szektorban (ktoe), megújuló energia részarány (%)



# Megújuló energiafelhasználás a közlekedési szektorban (ktoe), megújuló energia részarány (%)

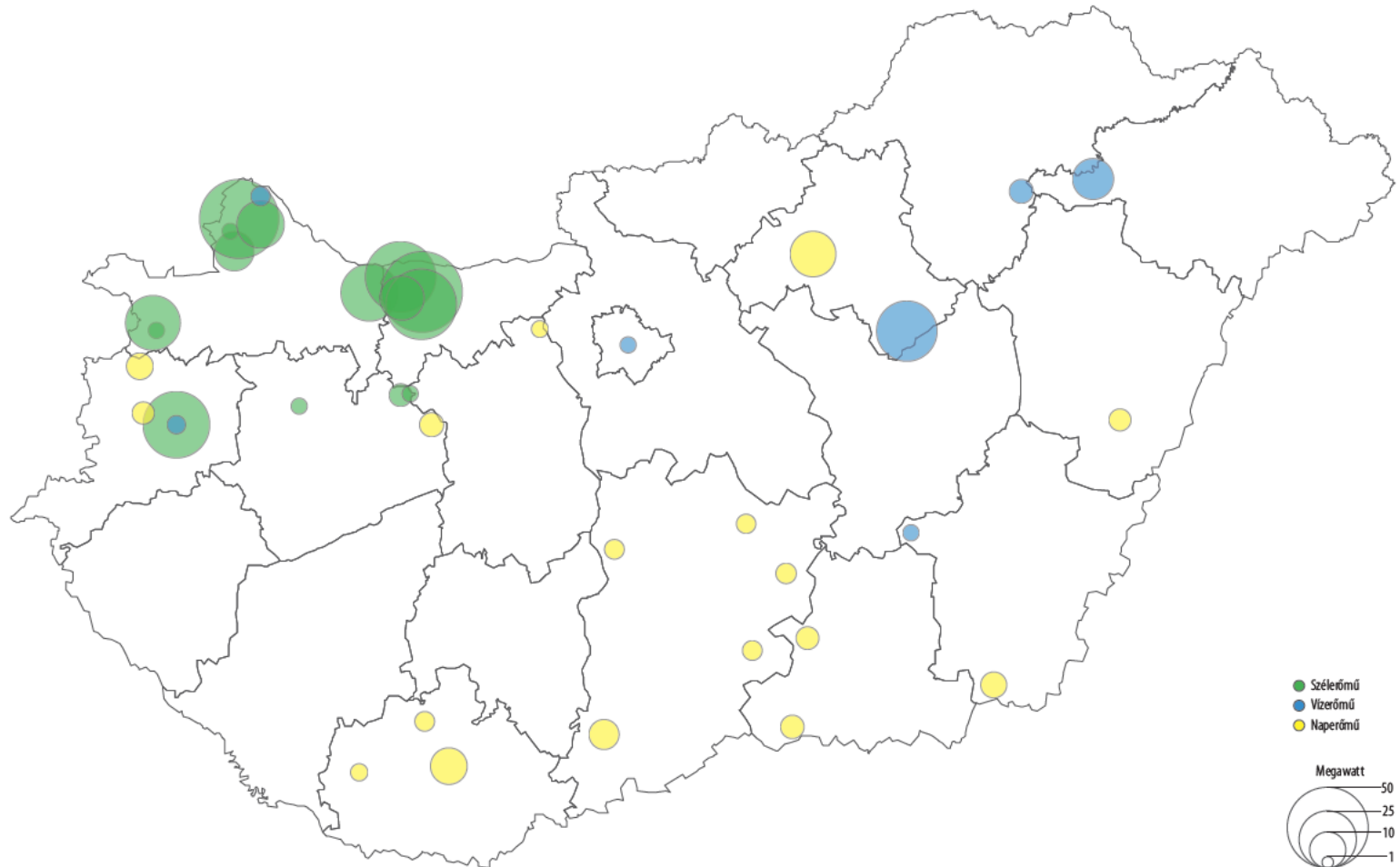


# Beépített teljesítőképesség Magyarországon (MW)



# A legalább 2MW beépített teljesítőképességű villamos energiát termelő nap-, szél- és vízerőművek

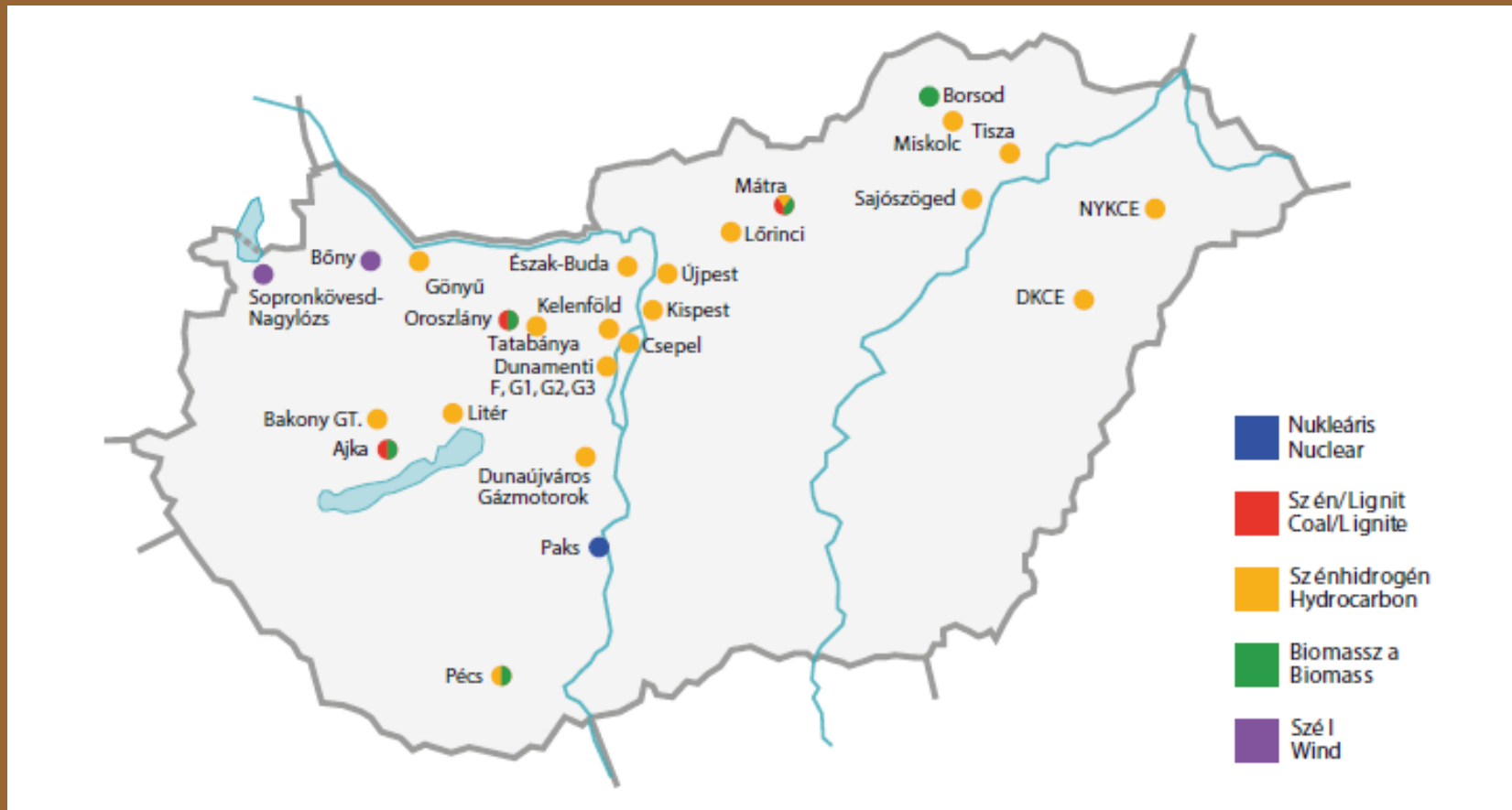
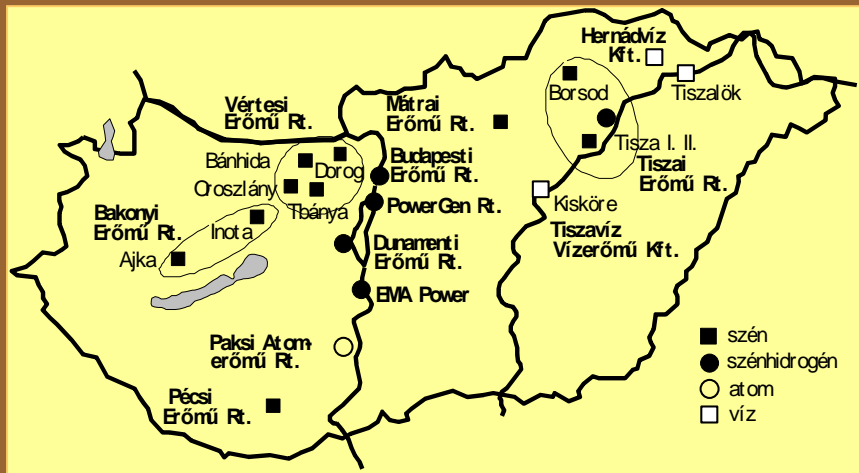
1.98. A legalább 2 megawatt beépített teljesítőképességű villamos energiát termelő nap-, szél- és vízerőművek, 2017\*



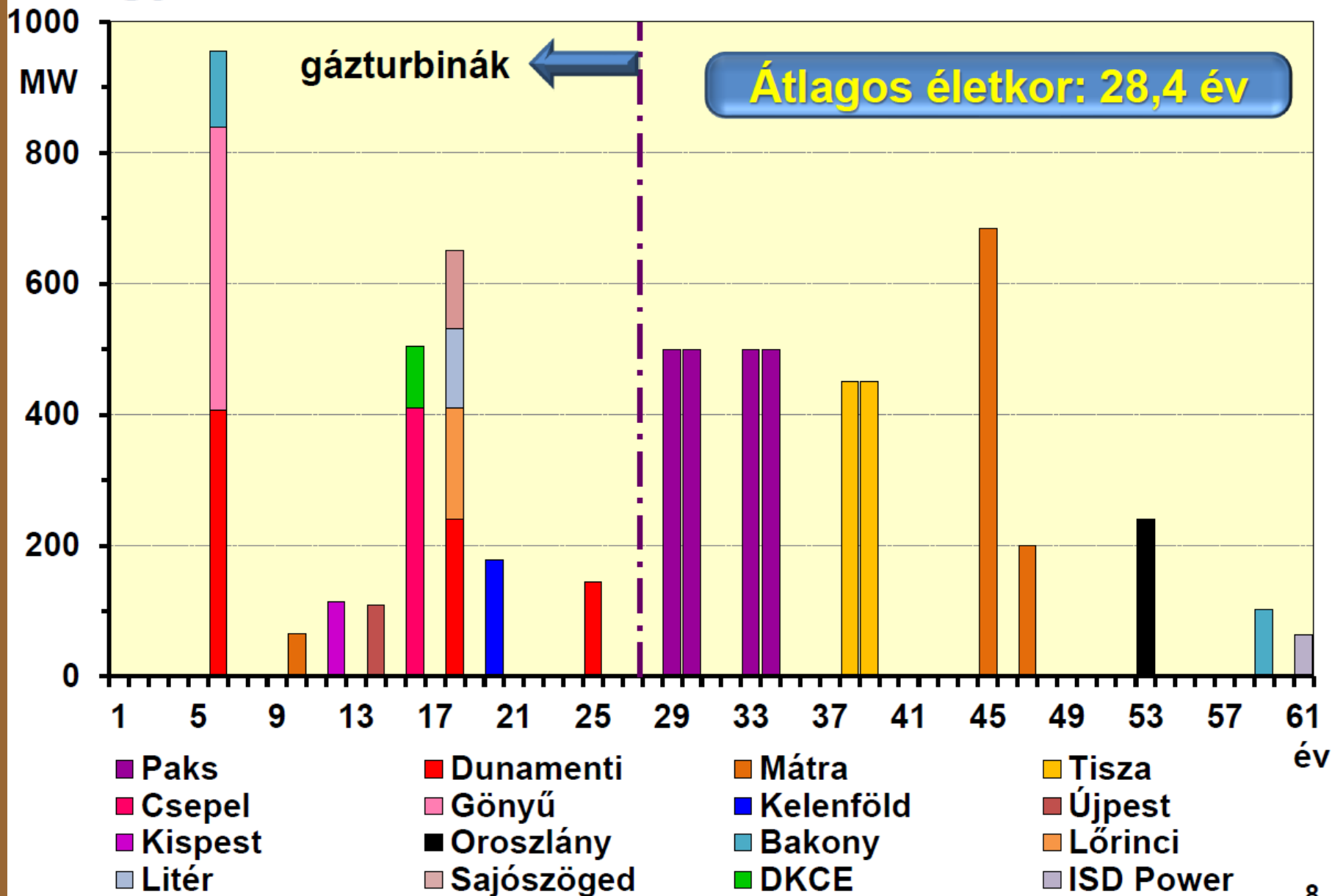
\* Forrás: Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal.



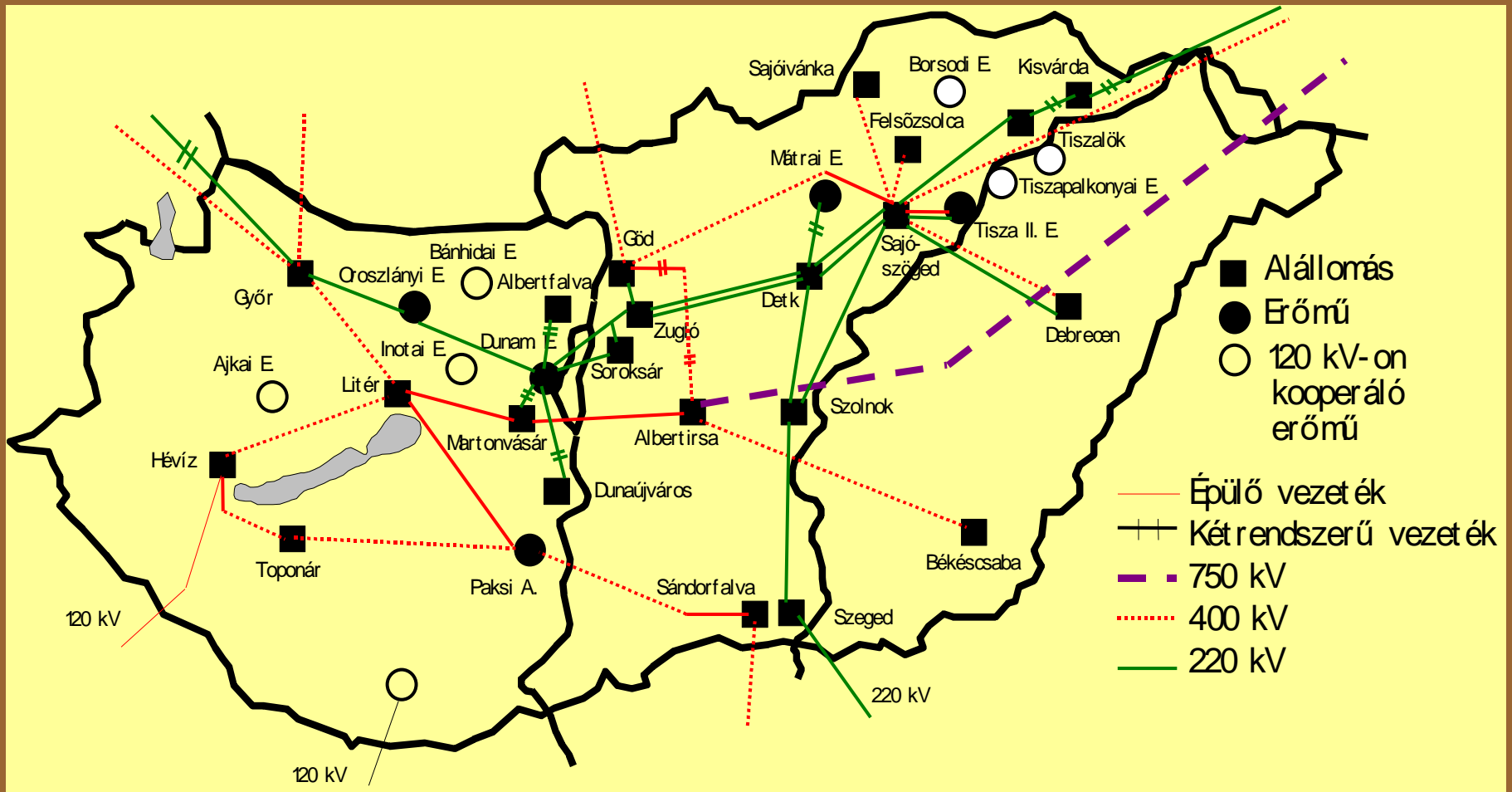
# Magyarország fontosabb erőművei



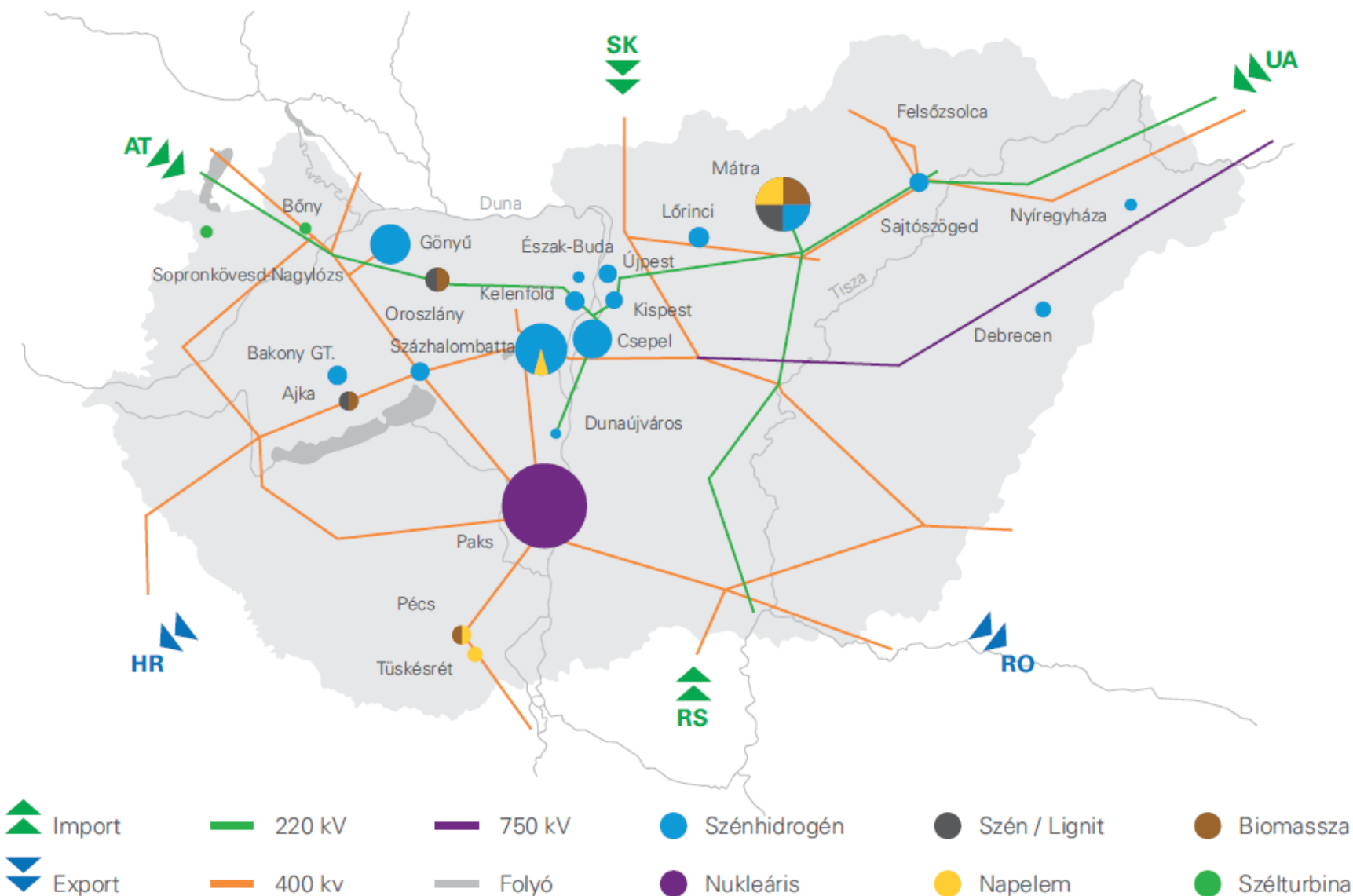
# Nagyerőműveink életkora 2016-ban (6930 MW)



# Villamos alaphálózat

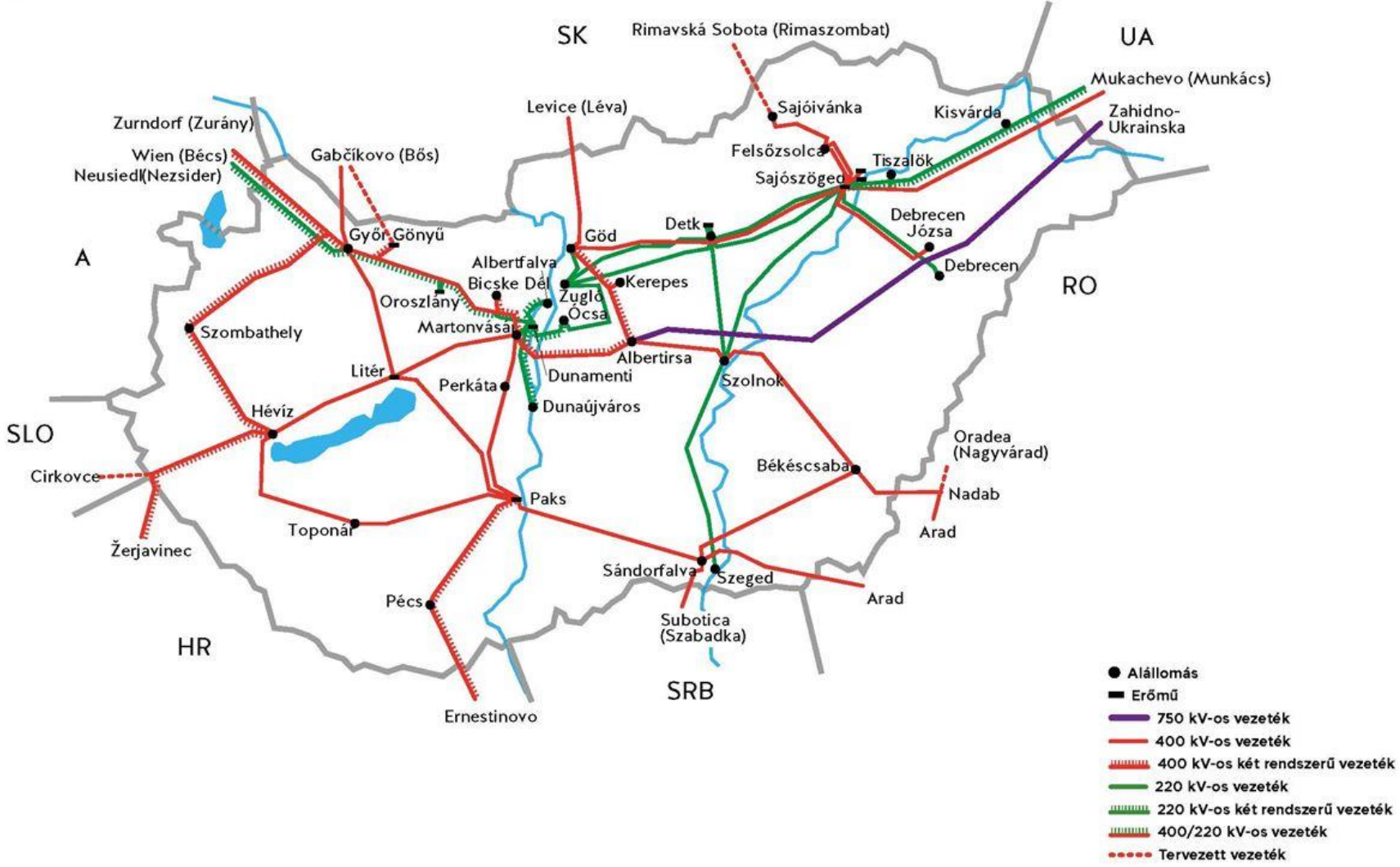


# Magyarország villamosenergia-átviteli hálózata és főbb erőművei

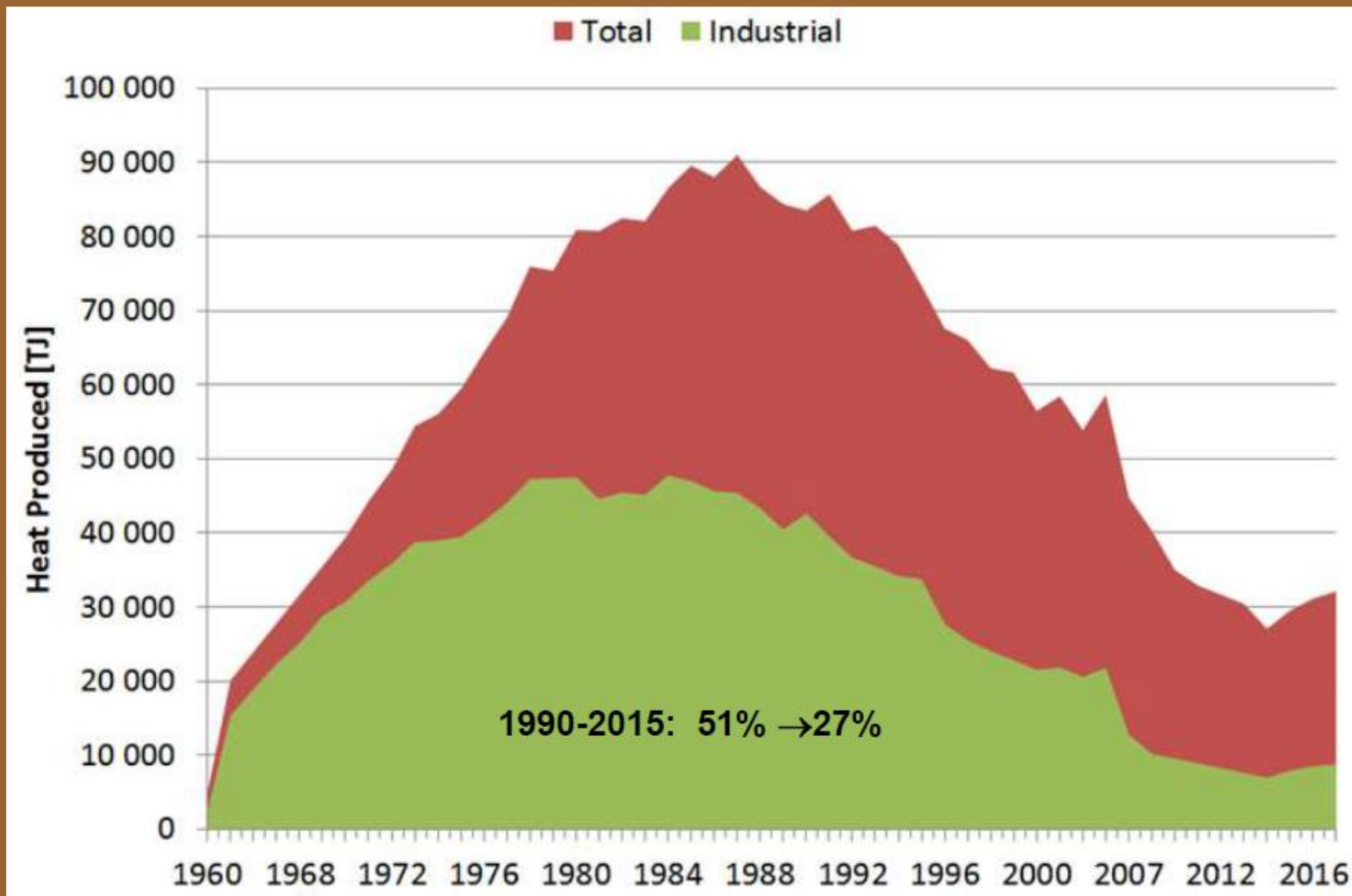


# A MAGYAR ÁTVITELI HÁLÓZAT

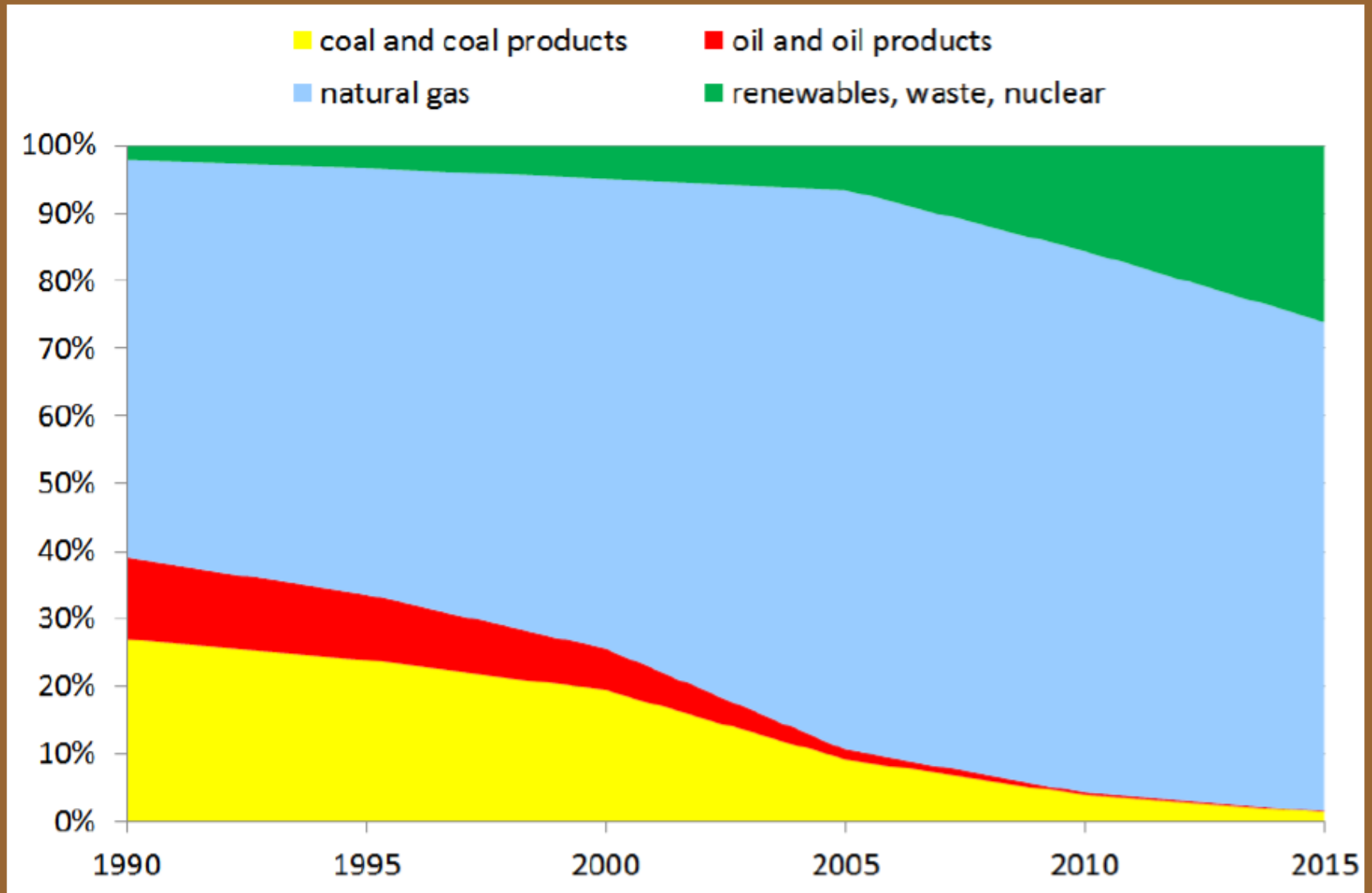
2016. november 11-én aktuális állapot



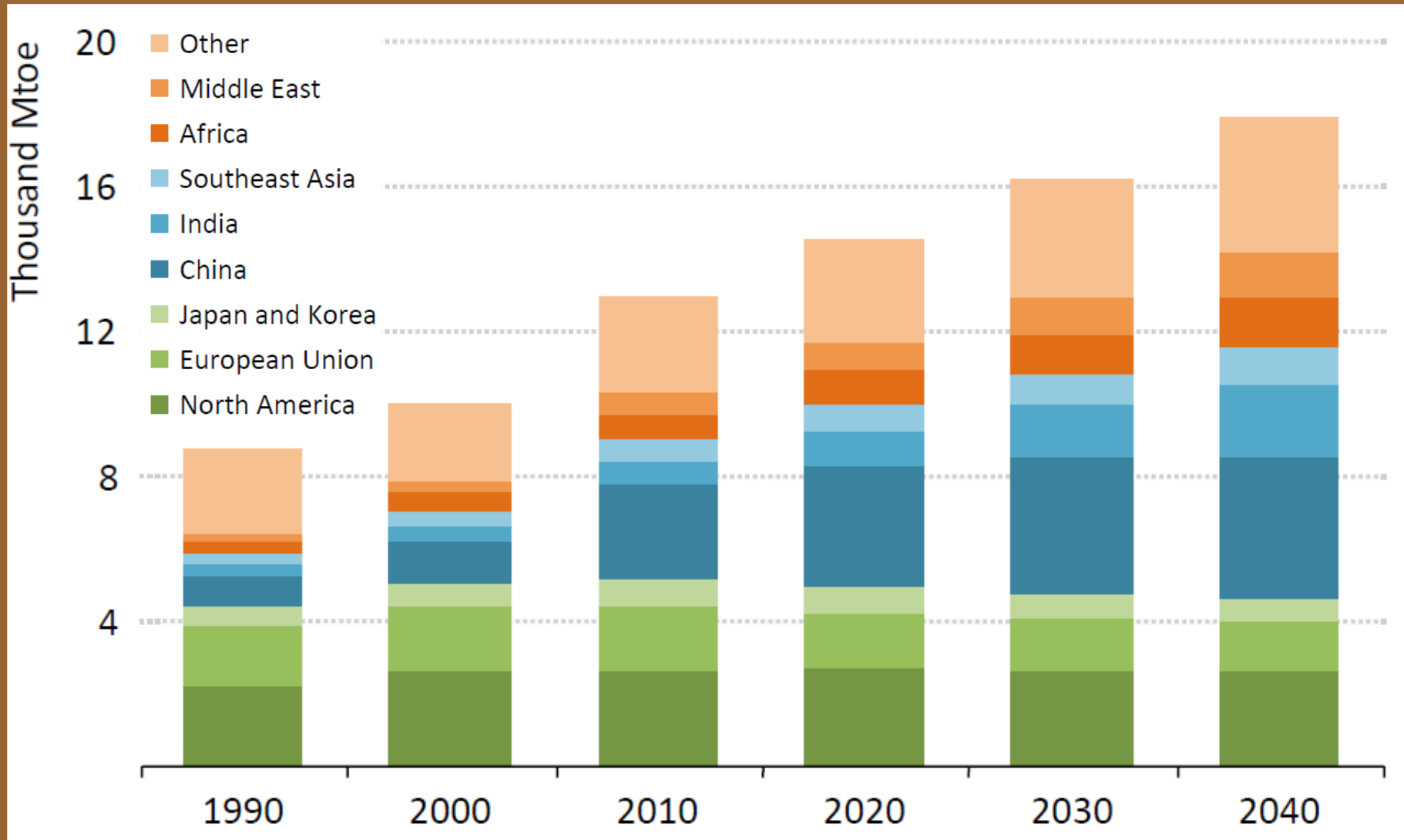
# Termelt távhő mennyiség



# Tüzelőanyag portfólió

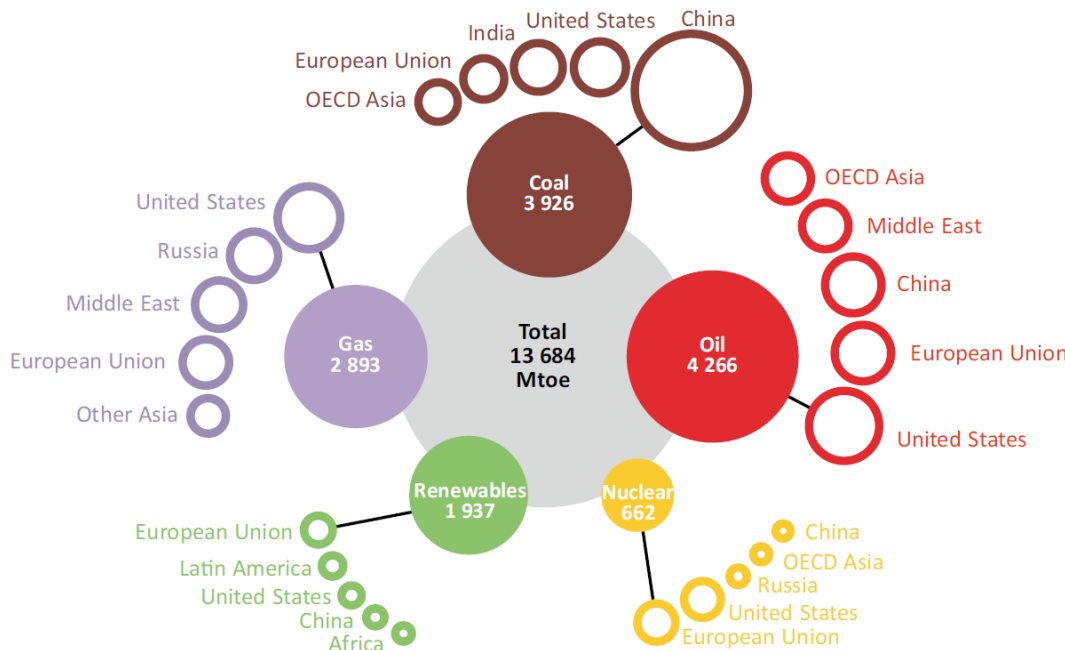


# A világ primerenergia-igénye



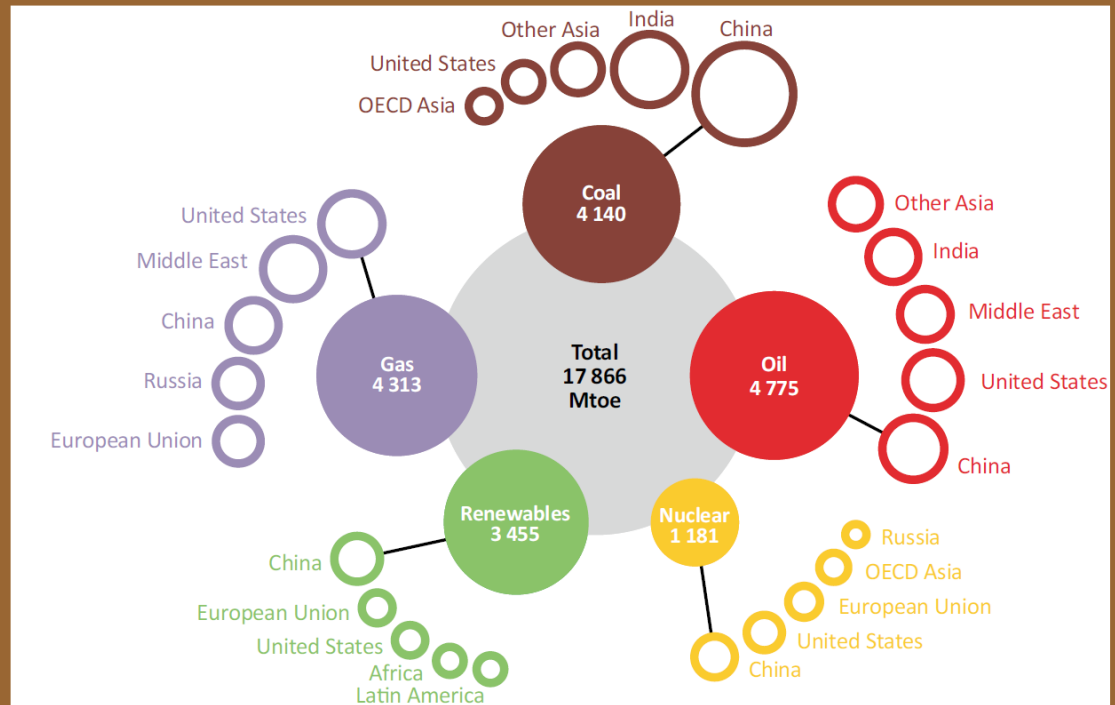


# Energiahordozó mix, 2014

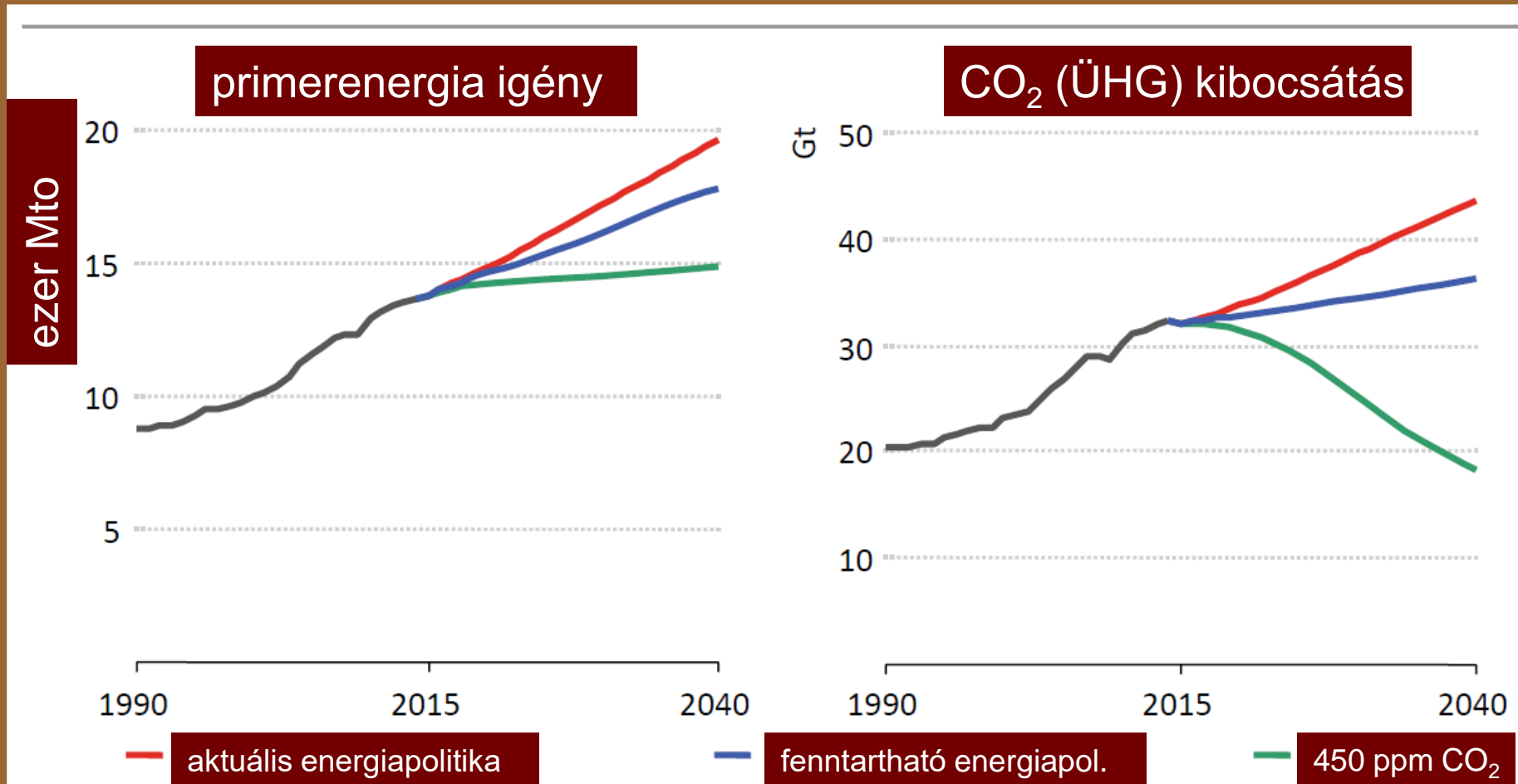


Forrás: OECD/IEA – WEO 2016 – Fig 2.4

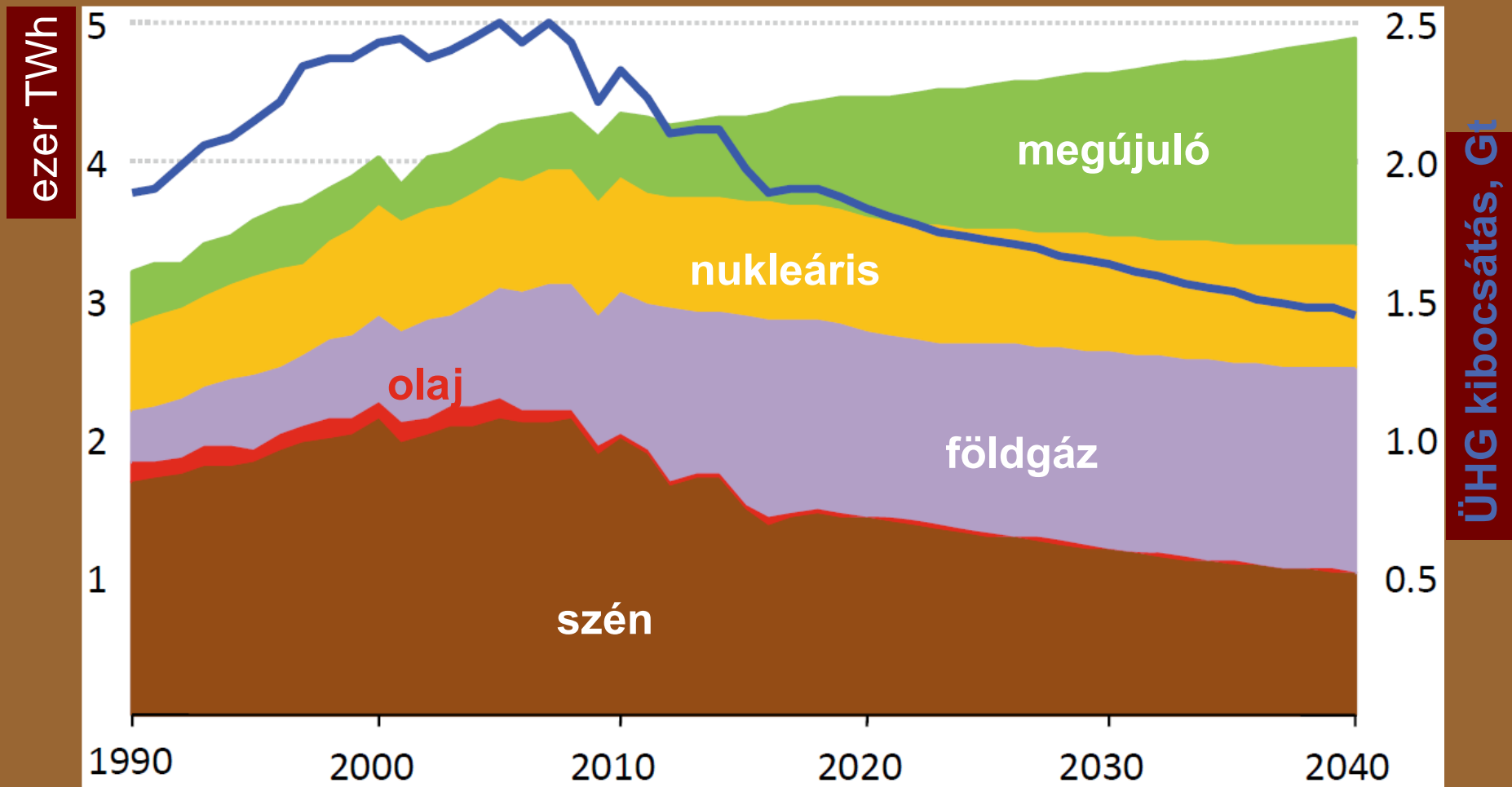
# Energiahordozó mix, 2014



# Merre tart a világ?



# Miből lesz/legyen villany?



## **A sikeres dekarbonizáció útja A.**

A jövőben az EU villamos-, hőenergia- és üzemanyag ellátás dekarbonizációja várhatóan csak az alábbi modellben lehet sikeres:

- 1. Az alaperőművi feladatokat **atomerőművek** látják el; az atomerőművek leállítását abba kell hagyni; **új atomerőműveket** kell építeni;
- 2. A **megújuló energiákat óvatos tempóban** kell fejleszteni; meg kell várni, amíg az **új technológiákat** (pl. energia tárolás) **kifejlesztik**;
- 3. A kiegyenlítő energiákat **földgáz erőművek vagy új technológiák** termelik meg.
- 4. Megújulók további növekedése a lakosság és a távhőtermelésben. Okoshálózatok elterjesztése.
- 5. Bioüzemanyagok felhasználásának ösztönzése.

## **A sikeres dekarbonizáció útja B.**

A jövőben az EU villamos-, hőenergia- és üzemanyag ellátás dekarbonizációja várhatóan csak az alábbi modellben lehet sikeres:

- 1. Az alaperőművi feladatokat megújuló energiák szolgáltatják (megújuló energiamix);
- 2. A megújuló energiákat egyre növekvő tempóban kell fejleszteni; növelni kell az új technológiákat (pl. energia tárolás);
- 3. A kiegyenlítő energiákat földgáz és/vagy atomerőművek vagy új technológiák termelik meg.
- 4. Megújulók további növekedése a lakosság és a távhőtermelésben. Okoshálózatok elterjesztése.
- 5. Bioüzemanyagok felhasználásának ösztönzése.



## 6.1. Megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya a bruttó végső energia fogyasztáson belül

(százalék)

Megnevezés	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
A megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia részaránya a bruttó végső villamosenergia-fogyasztáson belül	4,4	3,5	4,2	5,3	7,0	7,1	6,4	6,1	6,6	7,3	7,3	7,3	7,5	8,3
A megújuló energiaforrásokból előállított energia fűtési és hűtési célú bruttó fogyasztásának a részaránya a fűtésben és hűtésben	9,9	11,4	13,5	12,0	17,0	18,1	20,0	23,3	23,7	21,2	21,2	20,9	19,7	18,1
A megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya a közlekedésben	0,9	1,1	1,5	5,1	5,8	6,1	6,1	5,9	6,2	6,9	7,1	7,6	7,7	7,7
A megújuló energiaforrásokból előállított energia felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztásban	6,9	7,4	8,6	8,6	11,7	12,7	14,0	15,5	16,2	14,6	14,4	14,3	13,5	12,5



## 6.2. Elsődleges megújuló energiahordozók termelése és felhasználása

(terajoule)					
Termelés	2014	2015	2016	2017	2018
Kommunális hulladék megújuló	1 845	2 756	2 766	1 930	1 626
Szilárd biomassza	98 928	105 221	100 570	98 952	89 262
Biogáz	3 323	3 335	3 708	4 141	3 850
Bioüzemanyagok	12 823	16 030	17 187	17 629	18 699
Napenergia	647	956	1 346	1 749	2 759
Geotermikus energia	3 800	4 426	5 026	5 578	5 443
Víz	1 084	842	932	792	799
Szél	2 365	2 495	2 462	2 729	2 185

(terajoule)

Primer felhasználás	2014	2015	2016	2017	2018
Kommunális hulladék megújuló	2 249	3 123	3 482	2 766	2 907
Szilárd biomassza	98 388	103 914	101 026	99 547	90 062
Biogáz	3 323	3 335	3 708	4 141	3 850
Bioüzemanyagok	7 890	7 332	7 835	7 015	8 144
Napenergia	647	956	1 346	1 749	2 759
Geotermikus energia	3 800	4 426	5 026	5 578	5 443
Víz	1 084	842	932	792	799
Szél	2 365	2 495	2 462	2 729	2 185