

XIV. HAZAI LCA KONFERENCIA

ÉMI, Szentendre

2019. november 18.

Előadás:

ERŐMŰ TECHNOLÓGIÁK ÉLETCIKLUS ALATTI ANYAG ÉS ENERGIA FELHASZNÁLÁSA

Dr. Korényi Zoltán

okl. gépészmérnök (BME)

TARTALOM

- I. A „LCA” DEFINÍCIÓI**
 - II. EMBERI LÉTEZÉSÜNK FORRÁSAI**
 - III. ERŐMŰVEK FAJLAGOS NYERSANYAG FELHASZNÁLÁSA**
 - IV. ERŐMŰVEK FAJLAGOS FÖLDTERÜLET FELHASZNÁLÁSA**
 - V. ERŐMŰVEK FAJLAGOS ENERGIA FELHASZNÁLÁSA**
 - VI. ERŐMŰVEK KÁROSANYAG KIBOCSÁTÁSAI**
 - VII. ERŐMŰVEK HATÁSA AZ EMBERI EGÉSZSÉGRE**
- **ÖSSZEGZÉS**
 - **TEENDŐINK**

I. LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) - Definíciók

Különböző definíciók léteznek. Pl.:

- (1) Termék életciklus – közgazdaságtanban
- (2) Biológiai életciklus
- (3) Software életciklus
- (4) Épületek életciklusa – építéstől a lebontásig
- (5) Szociális életciklus – egészség, munkahelyek, közösségek

(6) A környezeti hatásokat vizsgáló életciklus elemzés (LCA)

Cél: az emberi tevékenység földi környezetünkre gyakorolt hatásai.

Egy vizsgálati módszer, amely a mesterséges alkotások környezeti hatásait számszerűsíti. Magába foglalja:

- nyersanyagok kinyerését (bányányítás, bányászat, szállítás);
- nyersanyaggyártás, félkész termékek előállítása;
- alkatrész gyártás és berendezések előállítása;
- szállítások;
- építés, szerelés, üzembe helyezés;
- üzemeltetés és karbantartás;
- lebontás, ártalmatlanítás, újrafeldolgozás.

INPUT: anyagok és energiák

OUTPUT: környezeti kihatások, kibocsátások

Technológiák értékelése: benchmarking

ISO 14040:2006: Environmental management — Life cycle assessment.

II/1. EMBERI LÉTEZÉSÜNK FORRÁSAI - 7.6 milliárd ember (2017)



**Energia forrásunk:
NAP**

**Anyagi forrásunk:
FÖLD**



$D = 12\,756 \text{ km};$
 $V \approx 1083 \text{ milliárd km}^3$
 $A \approx 511 \text{ millió km}^2$
(Ennek 29%-a szárazföld)
 $M \approx 5,97 \cdot 10^{24} \text{ tonna}$
 $\rho \approx 5,5 \text{ t/m}^3$

A NAP, mint energia forrás: kimeríthetetlennek tartjuk.

A FÖLD végessége: a geometriája:

- **O₂ kincsünk / CO₂ készletünk;**
- **Víz kincsünk;**
- **Humusz kincsünk (a talaj termékenysége).**
- **Nyersanyagforrásunk (olaj, földgáz, ásványi ércek, anyagok)**

$$V_{\text{gömb}} = \frac{D^3 \cdot \pi}{6}$$

$$A_{\text{gömb}} = D^2 \cdot \pi$$

II/2. ELFOGYASZHATÓ PLANÉTÁNK

- (1) Földünk tömege: $M \approx 6$ yotta tonna (6×10^{24} tonna)
- (2) A Föld élelmiszertermelő területei 2000-ben (NASA) – max.10%



II/3. LCA – LCC + LCR és az élet törvénye

A ÉLET TÖRVÉNYE: élni ma, holnap és holnap után !!!

MILYEN TÉRBEN?

**Az élet forrása:
GLOBUSZUNK + NAPENERGIA**

ÉRDEKVEZÉRELT VILÁGGAZDASÁG

GDP szint = országon belüli jövedelem

EGYÉN JÖVEDELME: 750 EUR/hó, fő, nettó - 2300 EUR

Új fogalom:

LCR: Life Cycle Revenues

II/3. A „MEGÚJULÓ” ENERGIAFORRÁSOK FIZIKÁJÁRÓL

- 1. ALAPTÉTEL:** az energiahasznosítás csak anyagfelhasználással lehetséges.
 - Az energia forrása: **a NAP;**
 - Az anyagforrás: **a FÖLD** – berendezések gyártásához / + humusz!
- 2. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS HASZNOSÍTÁS ALAPTULAJDONSÁGAI:**
 - (1) Az „ingyen” érkező napenergia: 1000 W/m²; 1200-1500 kWh/m²,év;**
Kicsi az energia intenzitása, kicsi a hatásfoka, kicsi hasznos energia.
 - (2) Nagy az anyagfelhasználás intenzitása** (Földünket zabáljuk) [1.0], [2]:
 - Szélpark **acélfelhasználása: 20-25-szerese** egy atomerőműnek (kWh-ra);
 - Szélpark **betonfelhasználása: 15-20-szerese** egy atomerőműnek;
 - Naperőmű **rézfelhasználása: 100-120-szorosa** egy atomerőműnek;
 - Naperőmű **CO₂ kibocsátása >10-szerese** egy atomerőműnek.
(Kiterjesztett teljes életciklusra vonatkoztatva. A bányától a lebontásig!)
 - (3) Időjárás függés** - kicsi a kapacitáskihasználási tényező (kb. 1000 – 2000 h/a).
 - (4) Energianövény** (300 GJ/ha,a; zsinórban, egy év után, egy évig 9,5 kW/ha):
 - A biomassa villamosenergetikai hatásfoka: **< 0,2%**

III. ERŐMŰVEK RELATÍV ANYAGFELHASZNÁLÁSA

$$\text{Arány} = \frac{\text{erőmű}}{\text{ATOMERŐMŰ}}$$

ERŐMŰVEK		BETON	ACÉL	AL	RÉZ
		az anyagigény szorzószámai			
A)	SZÉLPARK	21	25	151	53
B)	NAPERŐMŰ	-	3,4	3037	114
C)	KOMBINÁLT CIKLUSÚ	0,3	1,7	2,3	0,7
D)	ATOMERŐMŰ	1,0	1,0	1,0	1,0

IV. ERŐMŰVEK FAJLAGOS FÖLDTERÜLET FELHASZNÁLÁSA

Kivont földterületek (ökológiai lábnyom)

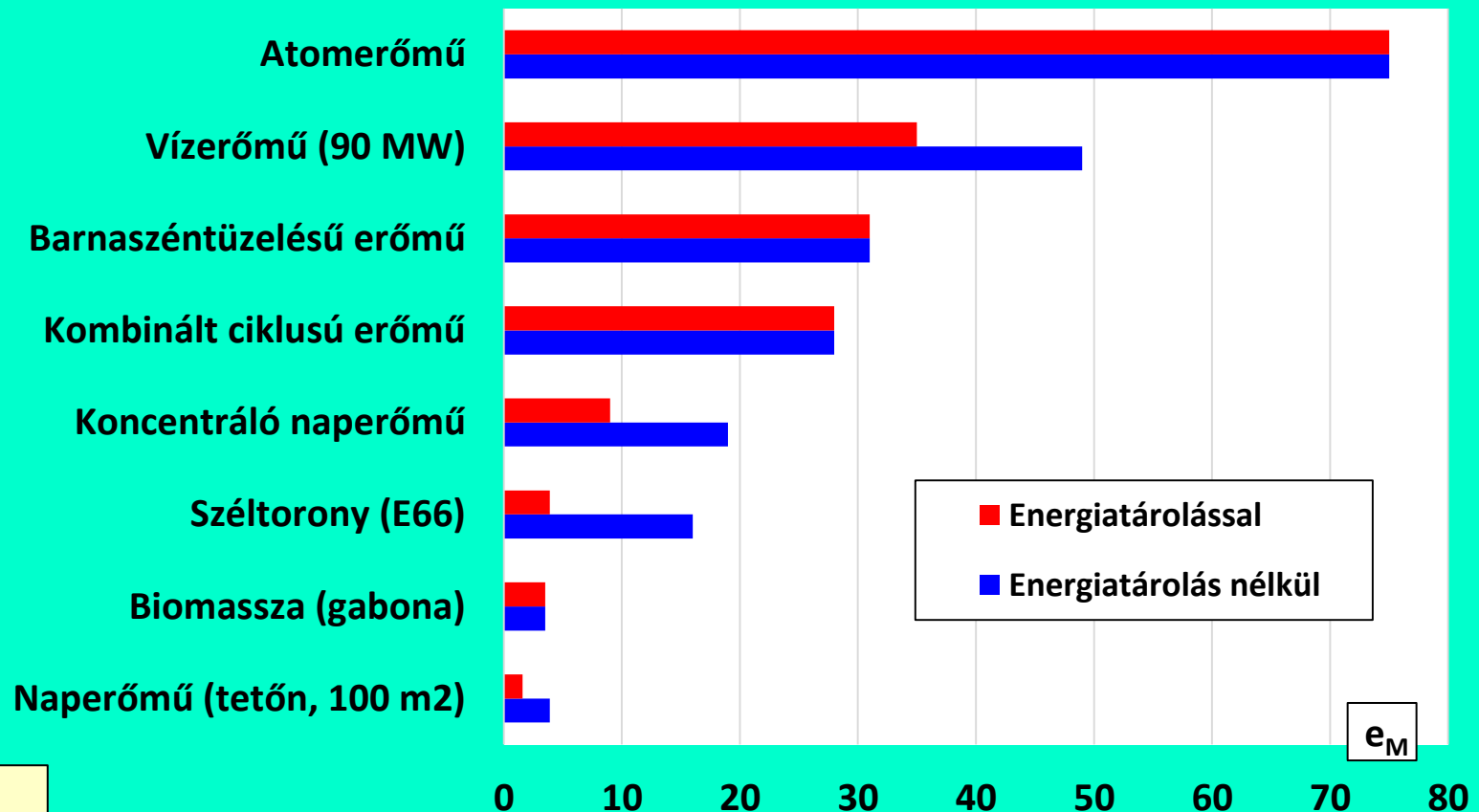
Erőművek területfoglalása direkt / kiterjesztett élelciklusra (LCA)

ERŐMŰVEK TERÜLET IGÉNYE, m ² / MW _e			
	Erőmű fajtája	ERŐMŰ helyigénye	Globális: teljes techn. láncolat
1.	Kombinált ciklusú erőmű - földgáz	150	5 000
2.	Gőzkörfolyamatu erőmű – fekete szén	250	30 000
3.	Atomerőmű	280	20 000
4.	Szélpark	2 000	50 000
5.	Naperőmű (10-20 ha mezőn)	10 000	150 000?
6.	Biomassza, fatüzeléssel	300	3 millió
7.	Biomassza: silókukorica + gázmotor	5000	2 millió
8.	Geotermikus, ORC	1300	10 000

V. ERŐMŰVEK FAJLAGOS ENERGIA FELHASZNÁLÁSA (e_M)

e_m : az életciklus alatt megtermelt / elfogyasztott villamosenergia aránya

Energiamegtérülési tényezők kiterjesztett életciklusra (e_M)



Forrás:
Weißbach
és társai [2]

V.1 ERŐMŰVEK ENERGIAMEGTÉRÜLÉSI TÉNYEZŐI (e_M)

Weißbach és társainak a vizsgálataiból: [1], [2], [3] (tároló nélkül):

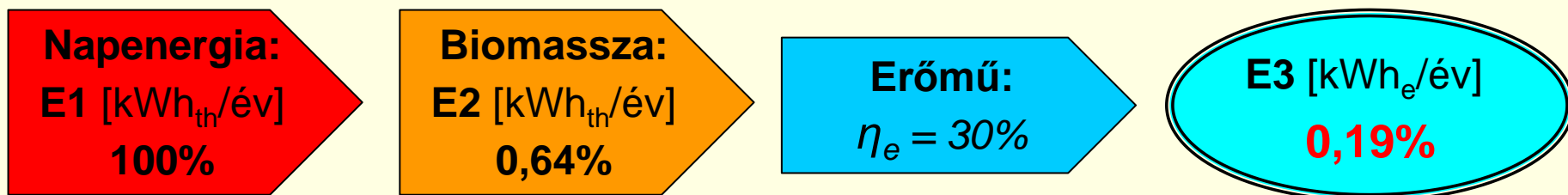
	Erőmű	e_M (EROI) [-]	τ_M (EPBT) [hónap]	Referencia erőmű paraméterek
1.	Atomerőmű	75	2	1340 MW, 8000 h/a, 60 év
2.	Vízerőmű - folyami	49	24	90 MW, 3000 h/a, 100 év
3.	Barnaszén erőmű-külszíni fejtés	31	2	500 MW, 7500 h/a, 50 év
4.	Kombinált ciklus	28	0,3	820 MW, 7500 h/a, 35 év
5.	Szélerőmű	16	14	1,5 MW, 2000 h/a, 20 év
6.	Fotovillamos (tető, 100 m ²)	4	71	1350 kWh/a, 1000h/a, 25 év
7.	Biomassza (kukorica)	3,5	-	kukorica, 55 t/ha

ÜZENET: e_M és τ_M tényezők fenntartásokkal kezelendők (az alapadatok bizonytalanok, berendezés és üzemidő függőek!).

V.2 A BIOMASSZA ALAPÚ VILLAMOSENERGIA TERM. HATÁSFOKA

Megújuló energiát hasznosító erőművek hatásfokai:

Erőműfajta		η_e	Megjegyzés
1.	Fotovillamos erőművek	10 – 30 %	
2.	Szélerőművek	10 – 30 %	a szél kinetikus energiájára vonatkoztatva
3.	Vízerőművek	80 – 90 %	
4.	Geotermikus erőművek	5 – 15 %	bemenő termásvíz hőjére vonatkoztatva
5.	Biomassza tüzelésű gőzerőmű	20 – 30 %	eltüzelt biomassza hőjére vonatkoztatva



(Input a fotoszintézishez: 1300 kWh/m²a; Energianövény: 300 GJ/ha,a)

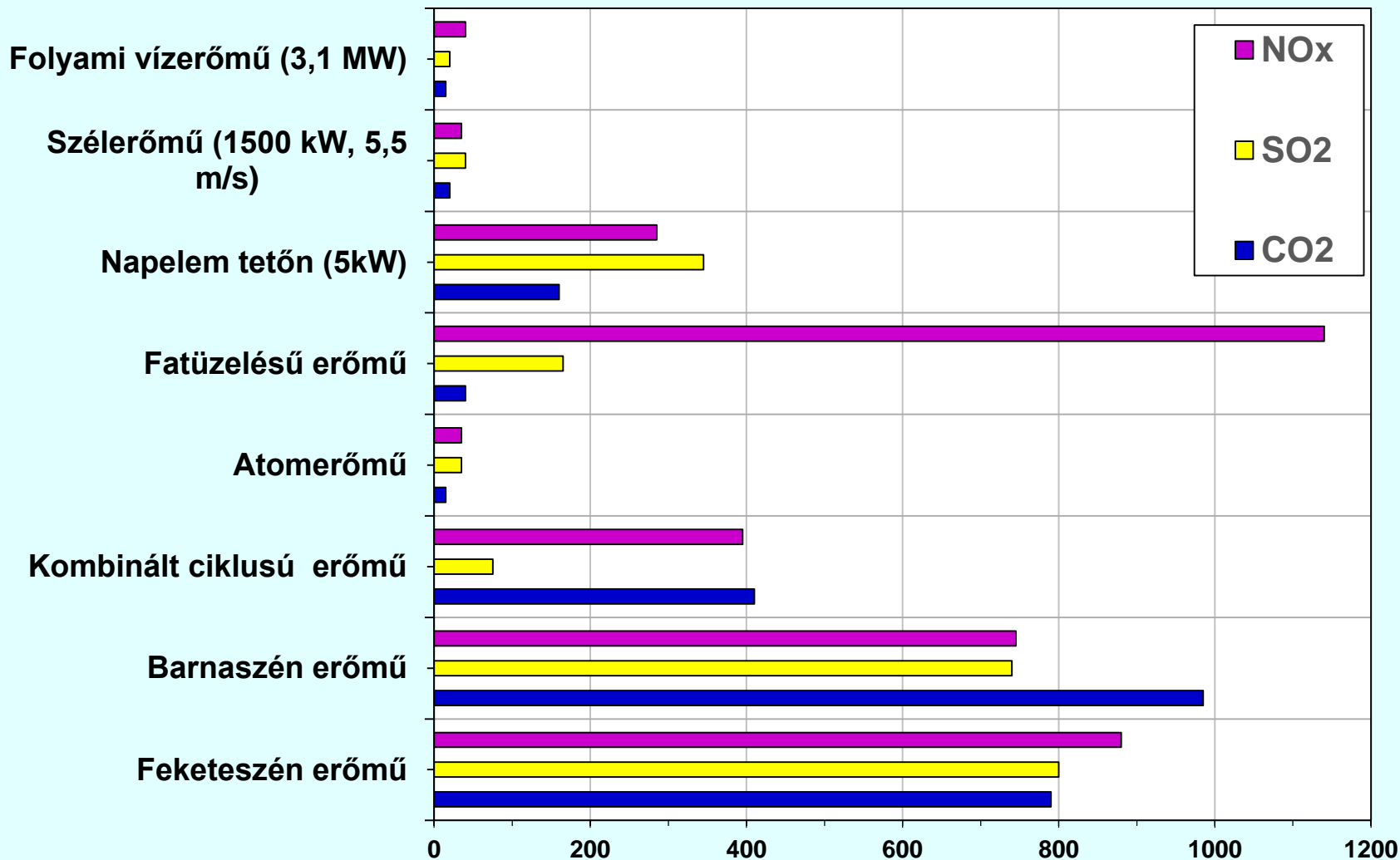
? !!!

A napenergia energetikai hasznosítási foka: 0,19%.

**ÜZENET: a termőföld nem energiatermelő forrás!
 Használj helyette biomassza hulladékot!**

VI. ERŐMŰVEK FAJLAGOS KÁROSANYAG KIBOCSÁTÁSAI

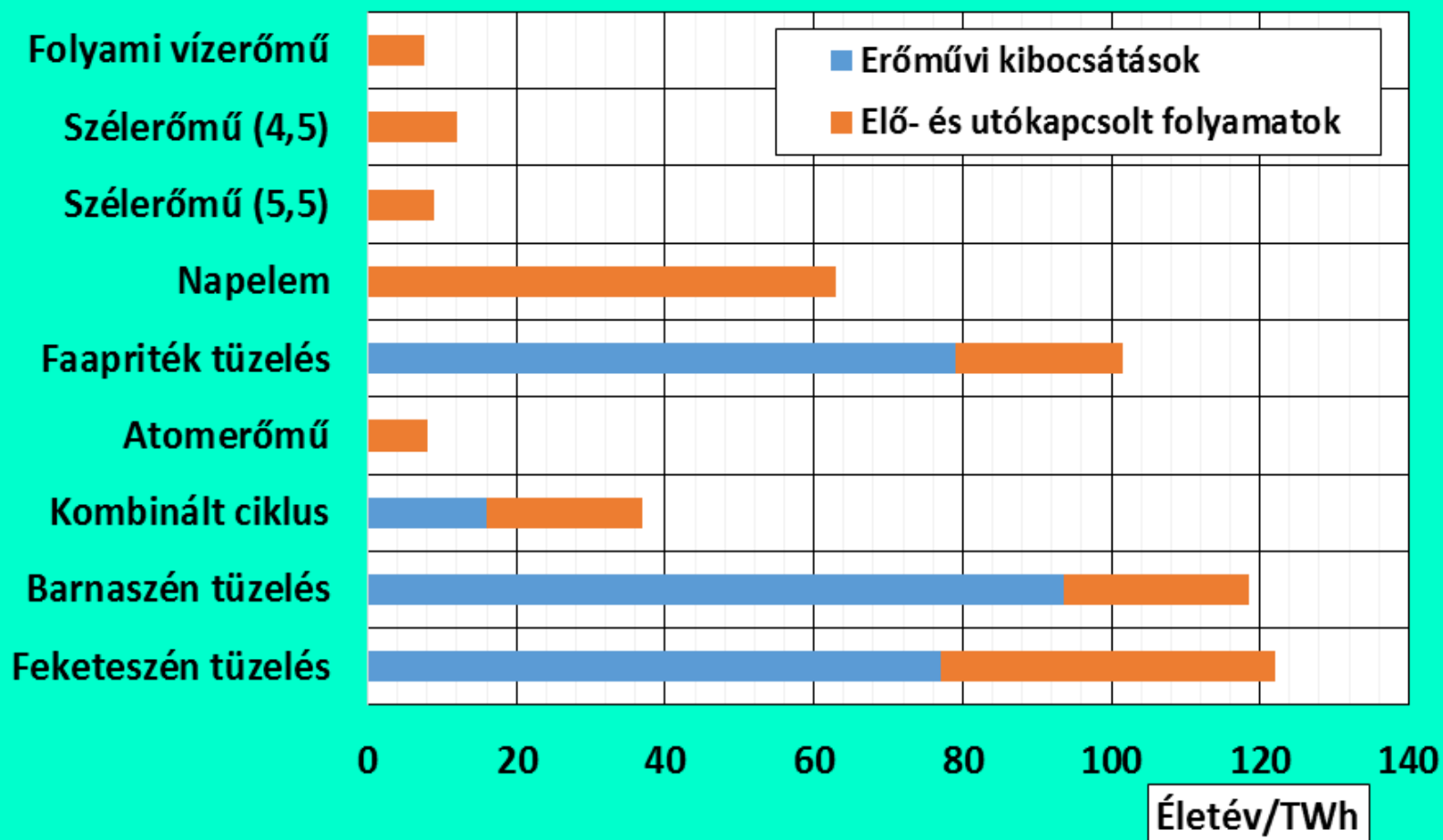
KIBOCSÁTÁSOK: NO_x és SO₂ [mg/kWh]; CO₂ [g/kWh] [2]



VII. EMBERI EGÉSZSÉG – Elvesztett emberi életévek

Egészség kockázatok: Years of Life Lost, (YOLL)

FAJLAGOS ELVESZETT ÉLETÉVEK [YOLL/TWh]



ÖSSZEĞZÉS

1. SZÁMOLJUK KI A PRIMERENERGIA LC HOZAMÁT!
2. SZÁMOLJUK KI AZ ENERGIAÁTALAKÍTÓK LC ANYAGFELHASZNÁLÁSÁT!
3. TÖRŐDJÜNK A LCR (month/cap)

FORRÁSJEGYZÉK

[1.0] Wetzel, Manuel: Materialbedarf von Stromerzeugungsanlagen. Forschungsarbeit. 2015. – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt; Universität Stuttgart.

[1] O. Mayer-Spohn, S. Wissel, A. Voß, U. Fahl, M. Blesl: Lebenszyklusanalyse ausgewählter Stromerzeugungstechniken, IER, Stuttgart, 2005-2007.

[2] D. Weißbach, G. Ruprecht, A. Huke, K. Czerski, S. Gottlieb, A. Hussein: Energy intensities, EROIs, and energy payback times of electricity generating power plants. Berlin, 2013

[3] Joachim Grawe: Energieerntefaktoren bei der Erzeugung elektrischer Energie. <http://www.energie-fakten.de/html/erntefaktor.html>

[4] Projected Costs of Generating Electricity 2015. IEA, NEA, OECD

[5] Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2016. International Renewable Energy Agency (IRENA)

[6] Dr. Andreas Dumm-Dr. Detlef Ahlborn-Rolf Schuster: Energiewende Erfolgreich gemacht? <http://www.vernunftkraft.de/de/wp-content/uploads/2016/03/Erfolgskontrolle.pdf>

[7] Dr. Varjú György emeritus professzor előadása: A decentralizált energiatermelés kockázatai és korlátai. <http://realzoldek.hu/modules.php?name=News&file=article&sid=4489>

[8] Dr. Korényi Zoltán: Megújuló energiát hasznosító erőművek komplex értékelése. Magyar Energetika, 2017. április, 2. szám

KÖSZÖNÖM SZÉPEN MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!

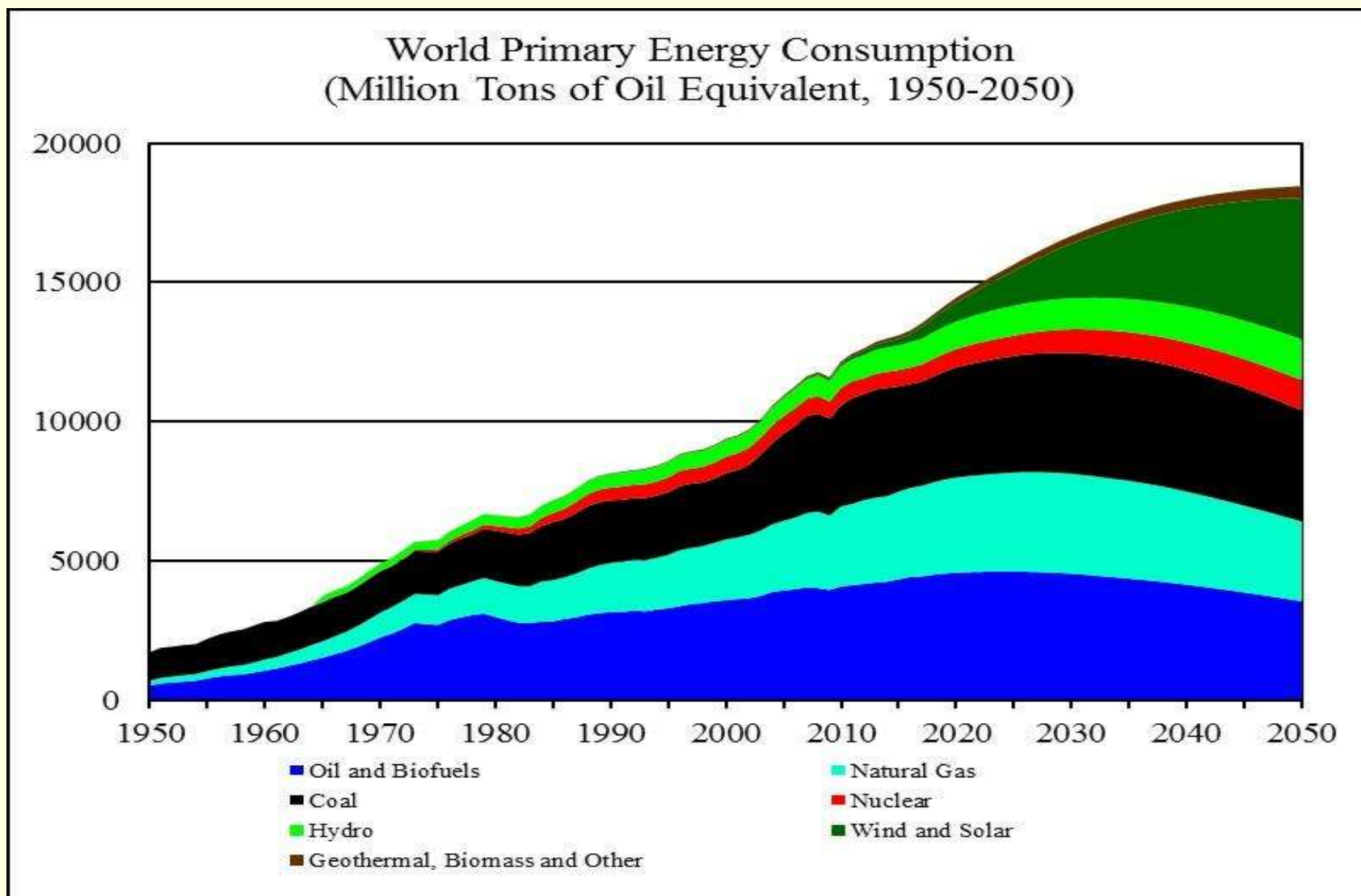
korenyi.zoltan.2@t-online.hu

KÉSŐBBI UTÁNA NÉZÉSHEZ

HÁTTÉR - ANYAG

korenyi.zoltan.2@t-online.hu

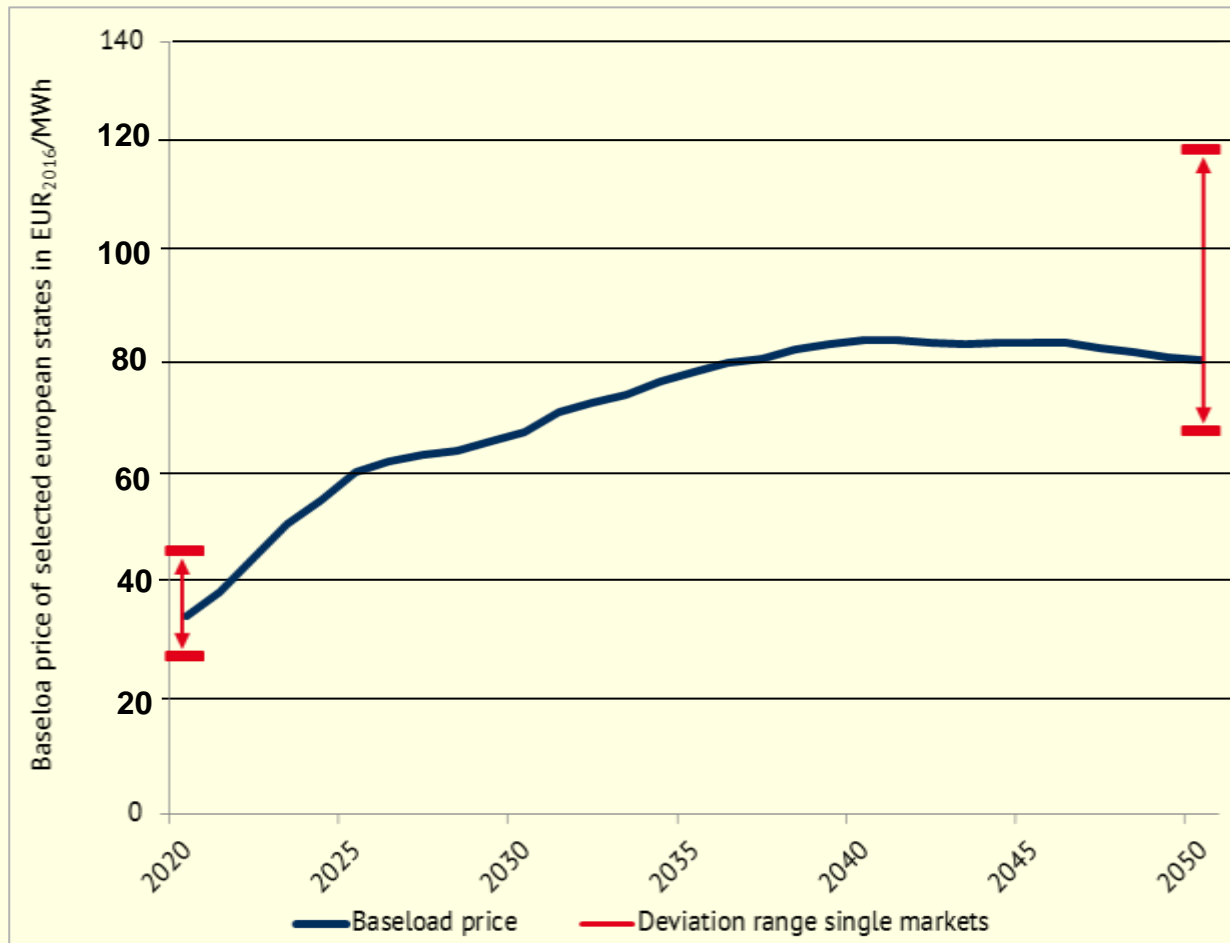
0.1 A VILÁG PRIMÉR ENERGIA FELHASZNÁLÁSA



Forrás: <https://seekingalpha.com/article/4083393-world-energy-2017minus-2050-annual-report>

Dr. Minqi Li, Professor, Department of Economics, University of Utah: World Energy 2017-2050 (BP, EIA)

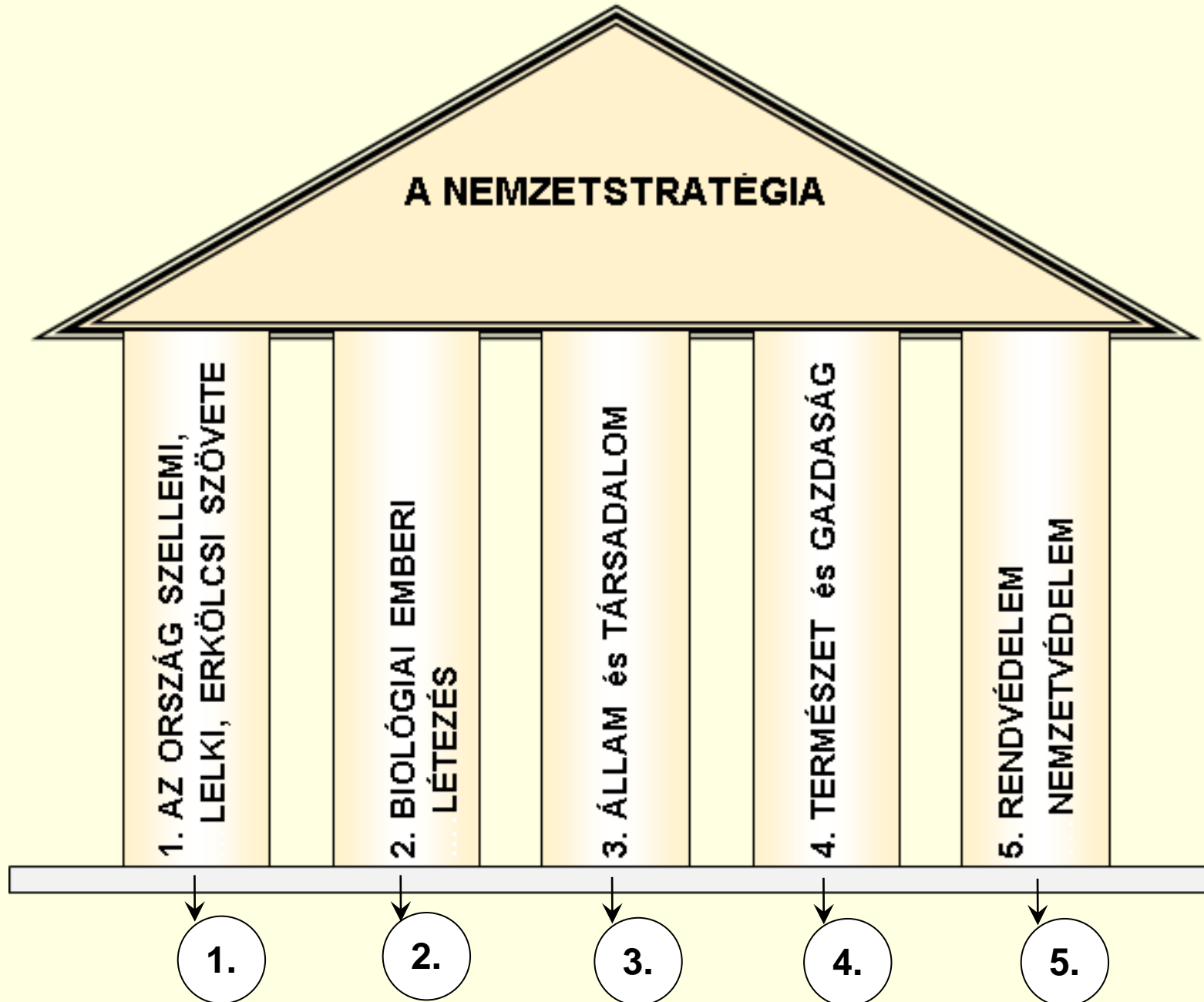
0.2 ELŐSZÓ: EURÓPA MA – Jellemző folyamatok (2017)



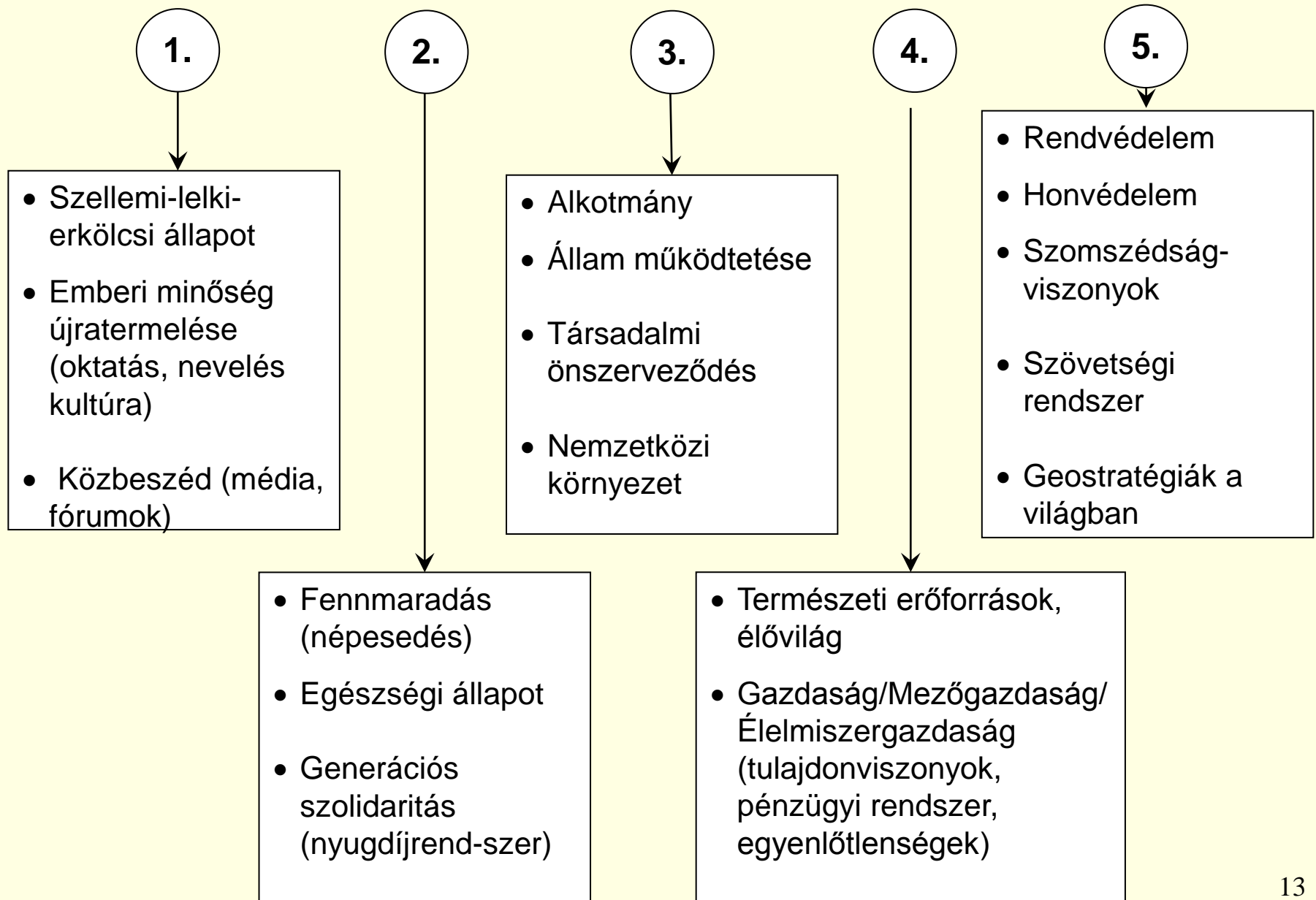
The development of average electricity prices

Figure 4: Annual baseload prices and the range of deviations of national markets of selected countries in Europe on average, Source: Energy Brainpool

10. A NEMZETSTRATÉGIA ALAPELEMEI



10.1. A NEMZETSTRTÉGIA RÉSZELEMEI



10.2 A NEMZETSTRATÉGIA LEGÉGETŐBB KÉRDÉSEI

1. **Az emberi minőség és annak újratermelése:**

- 1950-70-es években: az emberi szellem és a lelkek kollektivizálása;
- 2000-es években: szükség lenne egy szellemi-lelki „reprivatizációs” folyamatra – ezzel senki sem foglalkozik;
- A korszerű oktatás és képzés a jövő kulcsa!

2. **Demográfia** (a szülések száma és elvándorlás).

**Min. 20 éves, stabil
stratégiai terv kidolgozása
szükséges!**

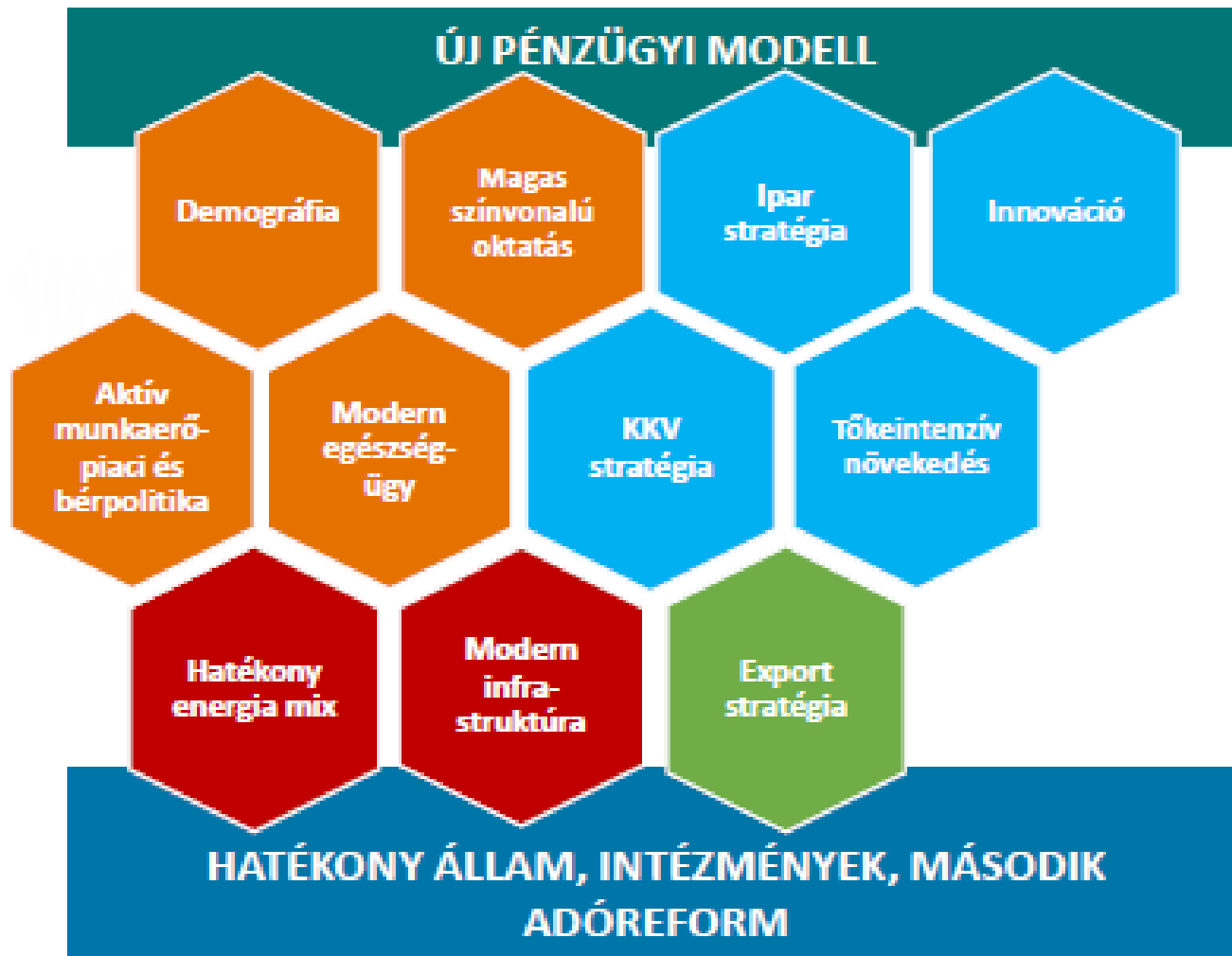
3. **Kisközösségek serkentése, létrehozása** (lelki-szellemi folyamatok).

4. **Erőforrások feltárása / hazai hozzáadott érték termelése:**

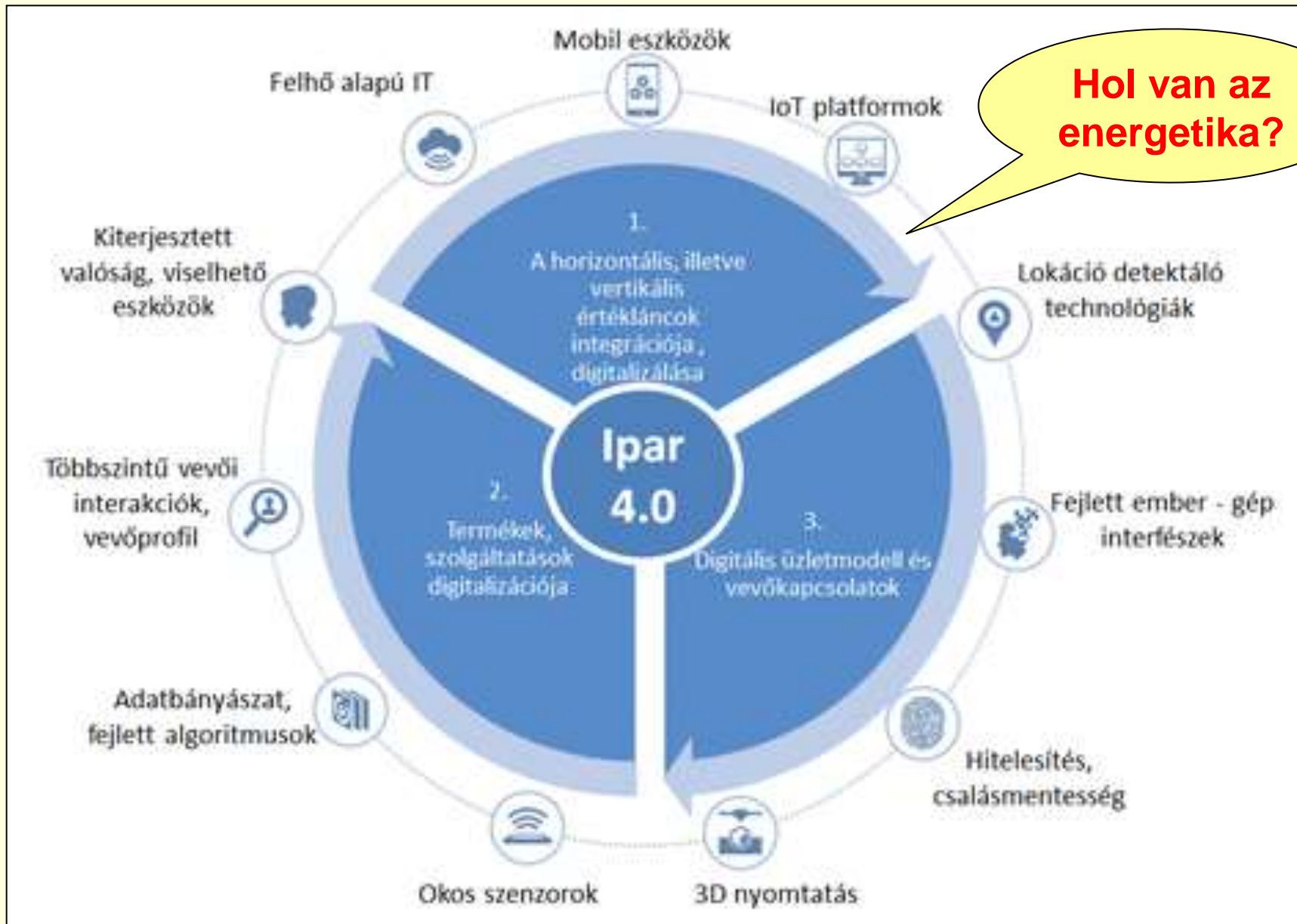
- Hazai nyersanyag és energiaforrások számbavétele és időrendbe állítása (pl. a lignit mienk, vagy a dédunokánké?)
- **Hazai hozzáadott érték termelése** (erős KKV szektor létrehozása)
- **Hazai pénzállomány növelése**
- **Adósságállomány csökkentése !!!!!**

5. **Ország védelem megerősítése – szövetségesek bekapcsolása**

REFORMTERÜLETEK



10.4. Az Ipar 4. Stratégia elemei



10.5 A GAZDASÁGSTRATÉGIA FELADATAI

ALAPCÉL: A GAZDASÁGI LESZAKADÁS OKAINAK FELSZÁMOLÁSA

1. A hazai hozzáadott érték növelése (**GNI**). - **EIT feladatterv kidolgozása !**
2. **Export**bevételek növelése – iparfejlesztés. - **EIT feladatterv kidolgozása !**
3. **Import**kiadások csökkentése. - **EIT feladatterv kidolgozása !**
4. **GNI > GDP** állapot elérése. - **EIT feladatterv kidolgozása !**
5. Államadósság csökkentése.
6. EU támogatások prioritásai a jelen szempontok alapján.
7. Beruházások **finanszírozása** hazai hitelforrásokból.
8. A **humán tőke** fejlesztése (oktatás, szakmai továbbképzés, nevelés, tudatformálás, mentalitás formálás). **EIT feladatterv kidolgozása !**

10.6. ÖSSZEFOGLALÁS: MI AZ ORSZÁG GAZDASÁGI ÉRDEKE?



CÉL:

**Jövedelem
termelés!!!**

**Hazai
pénzállomány
növelése!**

min.

max.

A polgárok, az ország érdeke: a GNI növelése! Hogyan?:

- (1) A hazai hozzáadott érték növelése** (termelés, új termékek, szolgáltatások)
- (2) Exportbevétel növelése**
- (3) Importkiadás csökkentése** (pl. földgáz csökkentése, hazai beszállítók ösztönzése)
- (4) Külföldre áramló elsődleges jövedelmek csökkentése** (pl. osztalék, támogatás)
- (5) Finanszírozás országon belüli megtakarításokból** (hazai hitelforrások!)

11. AZ ENERGETIKA HELYE A NEMZETGAZDASÁGBAN

NEMZETSTRATÉGIA

GAZDASÁGSTRATÉGIA

**EIT
területek
azonosítása**

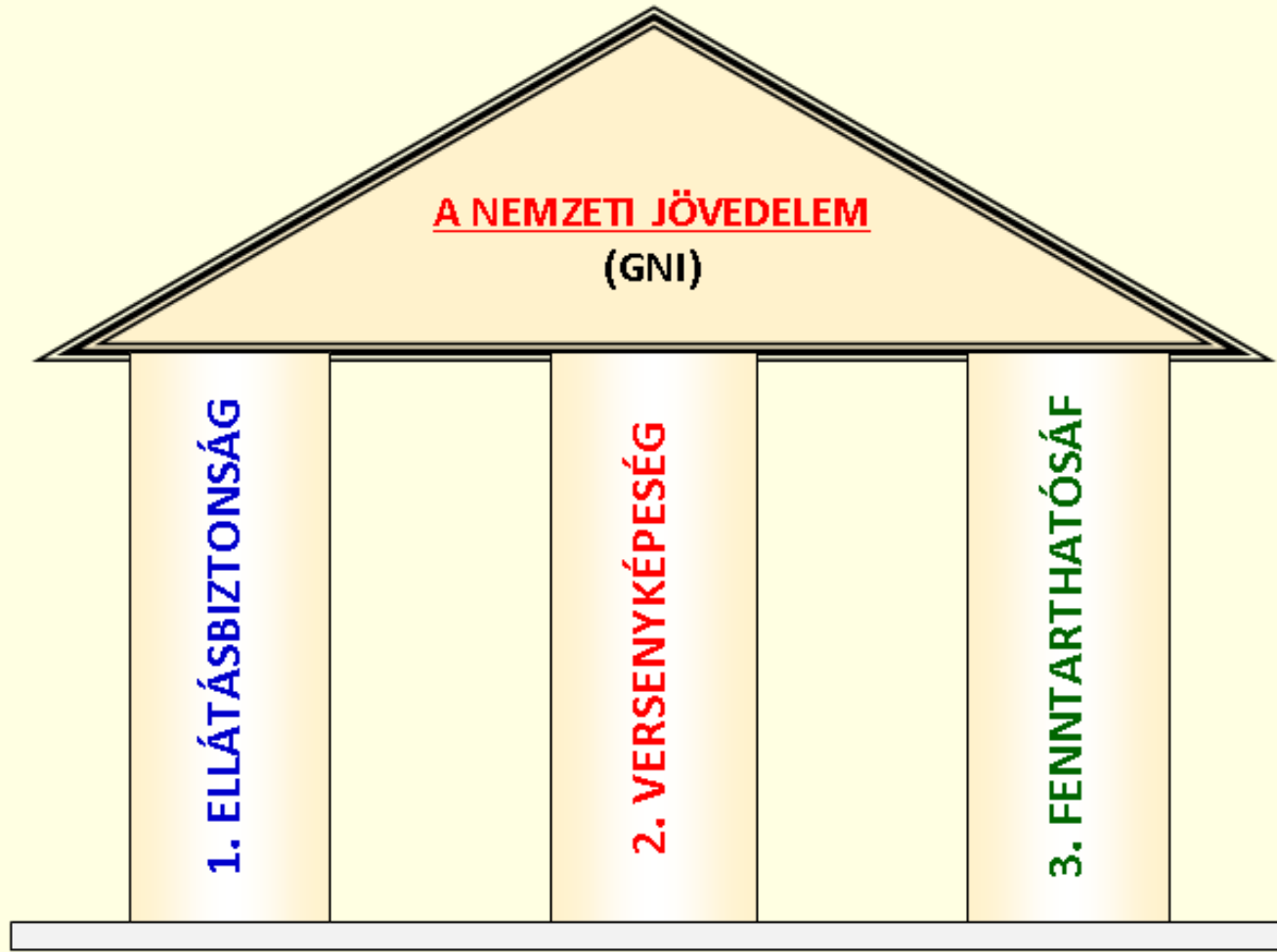
Energetikai stratégia

**Energia
szolgáltatás**

**Energetikai
ipar**

11.1 AZ ENERGETIKA STRATÉGIAI ALAPKÖVETELMÉNYEI

A) ENERGIA SZOLGÁLTATÁS – alapcél a GNI növelése



B) ENERGETIKAI IPAR – alapcél a GNI növelése

12. ENERGETIKAI INNOVÁCIÓS STRATÉGIA - területei

A) ENERGIA SZOLGÁLTATÁS TERÜLETÉN:

- Energiafogyasztói kör (energiahatékonyság) – kiemelten: pazarló épületek
- Elosztó rendszer (DSO);
- Átviteli rendszer;
- Energiatermelés;
- Energia kereskedelem;
- Jogi szabályozás;
- Oktatás / kutatás: az egyetemi és vállalati szféra kötelező összekapcsolása;
- Finanszírozás.

B) ENERGETIKAI IPAR TERÜLETÉN

- Oktatás / kutatás / fejlesztés: egyetemi és vállalati szféra kötelező összekapcsolása;
- Új szolgáltatások, szoftverek, stb.
- Szabadalmak vizsgálata – termékfejlesztési cél;
- Korszerű külföldi eljárások átvétele, továbbfejlesztése **(karbantartás !)**
- Új lehetőségek: környezeti ipar és a megújuló energiahasznosítás termékek 21

12.1 ENERGETIKAI INNOVÁCIÓS STRATÉGIA - megtérülések

AZ INNOVÁCIÓ ALAPVETÉSEI:

- (1) Az **innováció = befektetés** jövedelemtermelési céllal (GNI).
- (2) A befektetésnek **meg kell térülnie**. Négy megtérülési kategória:
 - A) Rövid távon: < 5 év
 - B) Közép távon: 5 – 10 év
 - C) Hosszabb távon: > 10 év
 - D) Magasabb szintű ország érdek
- (3) **Finanszírozás** és kockázatkezelés módszerei

GDP ≈ 40 000 mrd. Ft

Ebből K+F+I:

720 mrd. Ft (2020: 1,8%)

- Vállalkozások: 1,2%
- Egyetemek, kutatóint.: 0,35%

13. ENERGIAHATÉKONYSÁG – innovatív veszteségfeltárás

MAGYARORSZÁG HATÁSFOKA – 2016. év:

I. Primer energiafelhasználás: 1081 PJ

II. Végső energiafelhasználás: 731 PJ

Magyarország energetikai hatásfoka: 67,6 %

Primer energia veszteségünk: 32,4 %

Értéke: kb. 500 mrd. Ft

Hová kerül a veszteség?

Melegíti a Földünket és annak légkörét !!!

14. ERŐMŰVEK és a GNI kapcsolata

Mi gyarapítja a hazai pénzállományt?

I. Beruházási szakaszban:

- Hazai előállítású termékek arányának növelése
- Hazai szolgáltatások arányának növelése
- Hazai munkaerő foglalkoztatása
- Finanszírozás hazai tulajdonú bankokból és hazai megtakarításból

II. Üzemeltetési szakaszban:

- Hazai primer energia felhasználása
- Adók (az állam és az önkormányzat részére)
- Adósságszolgálat fizetése hazai tulajdonú bankoknak
- Hazai munkaerő foglalkoztatása
- Szolgáltatások vásárlása hazai tulajdonú cégektől (pl. karbantartás)
- Áramexport (a külföldi pénzbeáramlás növelése)
- Osztalékfizetés hazai tulajdonosoknak (visszaforgatás !)

CÉL:

(1) $GNI > GDP$ arányra való törekvés!

(2) Energiafogyasztók kifizetései országon belül maradó részének növelése.
Domestic use of Revenues /DuR/ maximálása !

AZ ÉRTÉKELŐ MÁTRIX FELÉPÍTÉSE ÉS ELEMEI

S. SZ.	SZEMPONTOK	ÉRDEKHORDOZÓK (akiket közvetlenül, vagy közvetetten érint)				
		A) Fo- gyasztó	B) Gyártó	C) Befekte- tő	D) Orszá- gunk	E) Földünk
(1)	Energiaátalakítási hatásfok		igen	igen	igen	igen
(2)	Energiamegtérülési tényező		igen		igen	Igen
(3)	Rendelkezésre állás	igen	igen	igen	igen	
(4)	Energia költségek, árak	igen	igen	igen	igen	
(5)	Hazai hozzáadott érték, GNI	igen			igen	
(6)	Planéta (Földünk) fogyasztásunk				igen	igen
(7)	Károsanyag / hulladék kibocsátás				igen	igen
(8)	Tartalék kapacitások szükségessége		igen	igen	igen	
(9)	A villamos hálózatra gyakorolt hatás		igen	igen	igen	
(10)	Egészségi kockázatok (YOLL)	igen			igen	