

Megéri-e közel nulla energiaigényű épületeket építeni?

BME – MET
Előadó:

2014.10.04
Szalay Zsuzsa PhD adjunktus, BME Magasépítési Tanszék

Közel nulla energiaigényű épületek

2010/31/EU irányelv az épületek energiahatékonyságáról „EPBD Recast”

- 2020. december 31-ig **valamennyi új épület közel nulla energiaigényű épület legyen;**
- 2018. december 31. után a **hatóságok által használt vagy tulajdonukban levő új épületek közel nulla energiaigényű épületek legyenek;**
- A tagállamoknak nemzeti terveket kell készíteni a közel nulla energiaigényű épületek számának növelésére

A közel nulla energiaigényű épület definíciója:

- Energetikai minősége magas
- Az energiaigény közel nulla vagy nagyon alacsony
- Az energiaigényt nagyon jelentős mértékben megújuló energiából kell fedezni

Pontos követelményt a tagállamoknak kell kidolgozni

20/2014. (III. 7.) BM rendelet

Költségoptimalizált szint

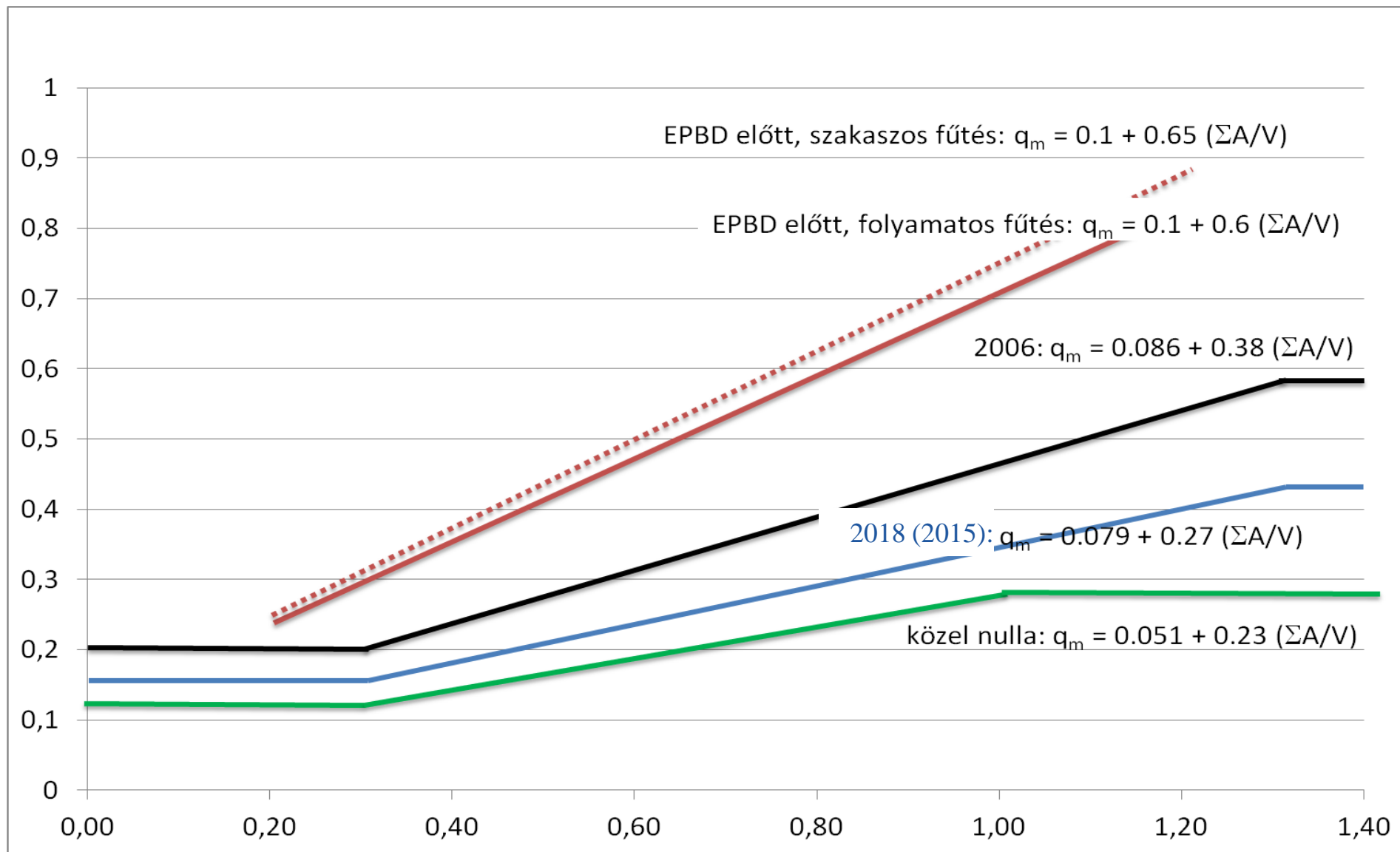
2015. január 1-től: Az energia-megtakarítási célú hazai vagy uniós **pályázati forrás vagy a központi költségvetésből származó támogatás** igénybevételével megvalósuló bármilyen rendeltetésű

- a) meglévő épület nem jelentős mértékű felújítása esetén az építési-szerelési munkával érintett épületelemek energetikai jellemzőinek meg kell felelniük a költségoptimalizált szintű U- értékeknek és az épületgépészeti rendszerre vonatkozó előírásoknak,
- b) új épület építése vagy meglévő épület jelentős mértékű felújítása esetén az épület energetikai jellemzőinek meg kell felelniük a költségoptimalizált követelmény valamennyi szintjének.

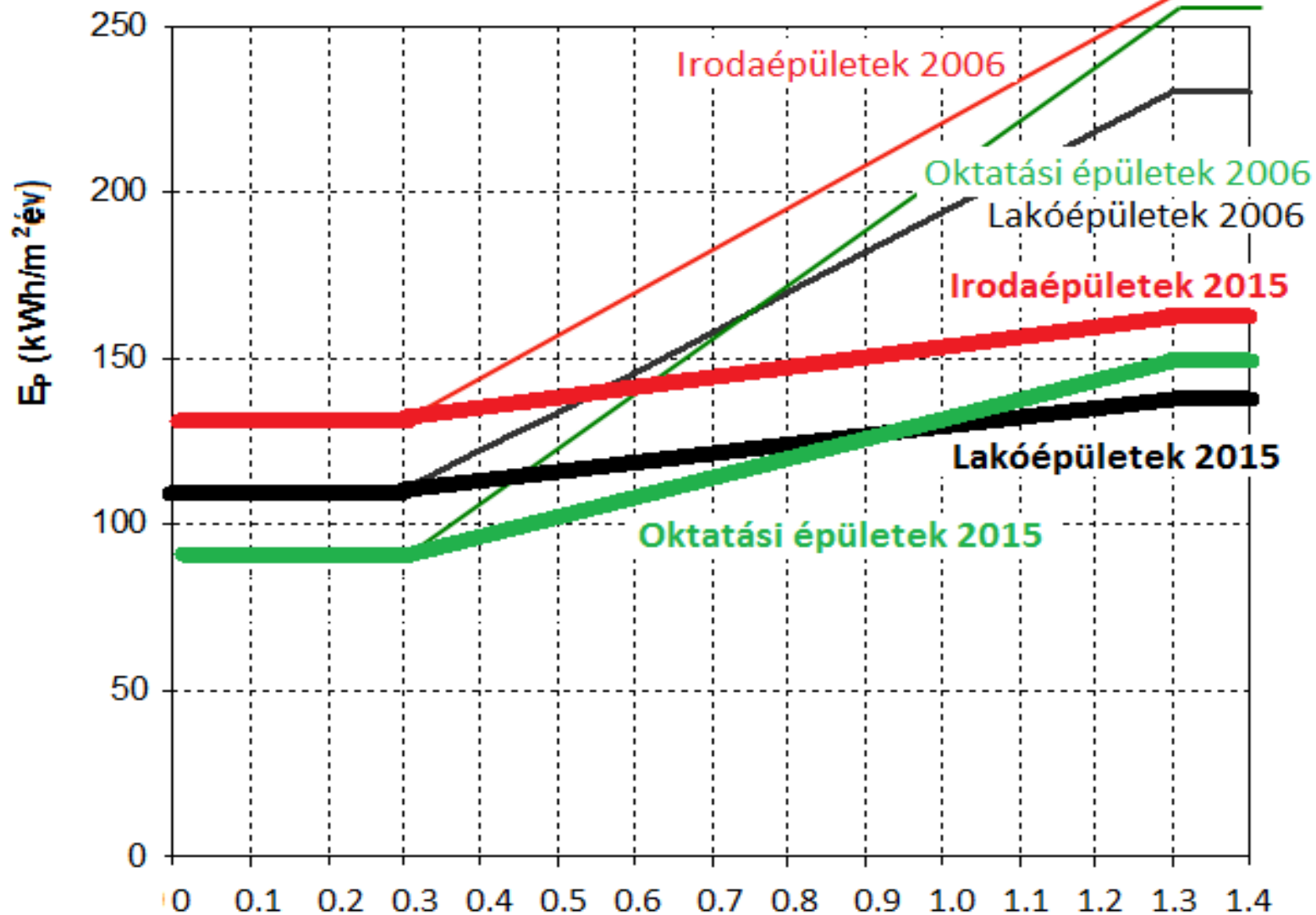
Költségoptimalizált követelményszint általánosan 2018-tól

Épülethatároló szerkezetek (kivonat)		A hőátbocsátási tényező követelmény- értéke U_m [W/m ² K]	
		2006	2015/ 2018
	Homlokzati fal	0,45	0,24
	Lapostető	0,25	0,17
	Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,25	0,17
	Padlás és búvótér alatti födém	0,30	0,17
	Árkád és áthajtó feletti födém	0,25	0,17
	Alsó zárófödém fűtetlen terek felett	0,50	0,26
	Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati nyílászáró	1,60	1,15
	Fém keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	2,00	1,40
	Homlokzati üvegfal, függönyfal	1,50	1,40

2015 (pályázatok)/ 2018: Fajlagos hőveszteség tényező követelményértéke



2015 (pályázatok)/ 2018: Összesített energetikai jellemző követelmény



Közel nulla energiaigényű épületek

20/2014. (III. 7.) BM rendelet

Közel nulla energiaigényű épület definíciója:

„Az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló kormányrendelet szerinti költségoptimalizált szinten megvalósult vagy annál energiahatékonyabb épület, amelyben **a primerenergiában kifejezett éves energiaigény legalább 25%-át olyan megújuló energiaforrásból biztosítják, amely az épületben keletkezik, az ingatlanról származik vagy a közelben előállított.**”

Épülethatároló szerkezetek (kivonat)	A hőátbocsátási tényező követelményértéke U_m [W/m ² K]					
	2006		2015/ 2018		2019/ 2021 (javaslat)	
	U	d (cm)	U	d (cm)	U	d (cm)
Homlokzati fal	0,45	7	0,24	16	0,20	20
Lapostető, fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,25	15	0,17	24	0,14	30
Padlás és búvótér alatti födém	0,30		0,17		0,14	
Alsó zárófödém fűtetlen terek felett	0,50		0,26		0,22	
Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati nyílászáró	1,60		1,15		1,00	
Homlokzati üvegfal, függönyfal	1,50		1,40		1,30	
Talajon fekvő padló (új épületeknél)	0,5	6	0,3	12	0,25	15

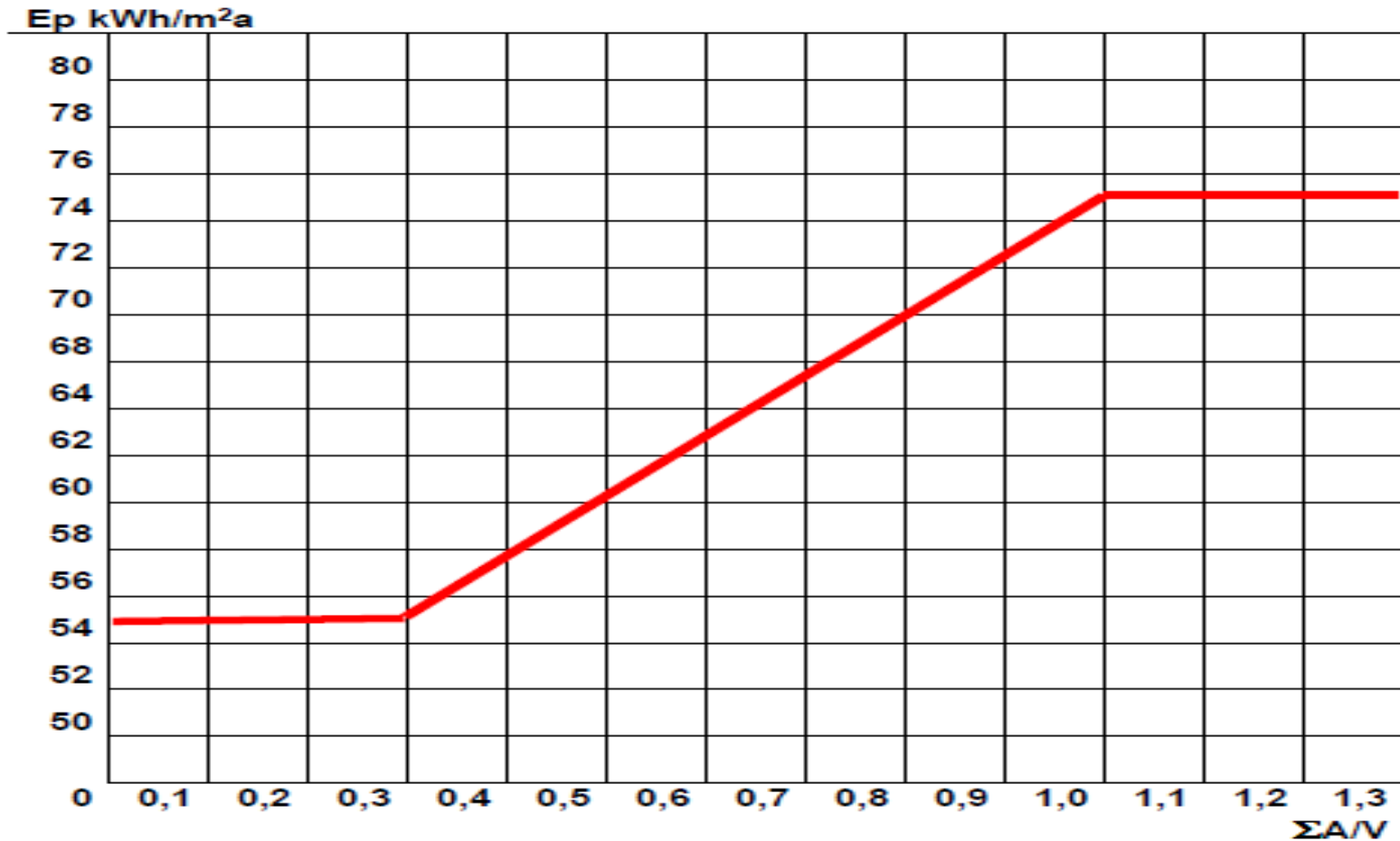
**KÖZEL NULLA: Összesített energetikai jellemző követelmény; 1. opció
(JAVASLAT)**

Szintszám	Összesített energetikai jellemző kWh/m ² a LAKÓ
1	75
2	65
3 és 4	55
5 és több	50

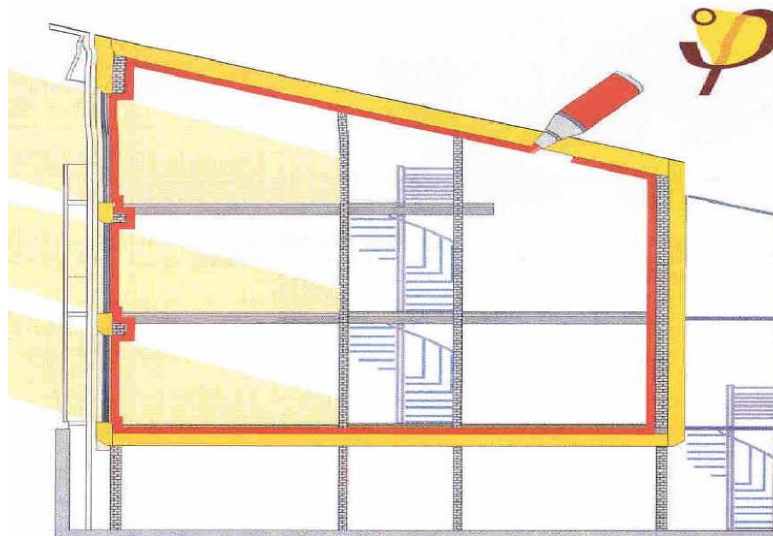
Szintszám	Összesített energetikai jellemző kWh/m ² a „B” kat. IRODA
1	75
több	65

Szintszám	Összesített energetikai jellemző kWh/m ² a OKTATÁSI
1	60
több	50

KÖZEL NULLA: Összesített energetikai jellemző követelmény (lakó); 2. opció (JAVASLAT)



Épületszerkezeti megoldások



Forrás: www.passiv.de

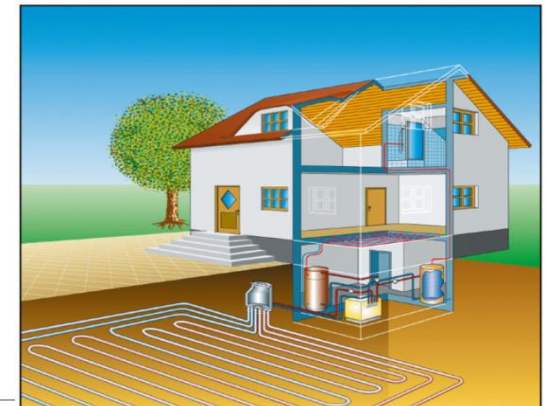
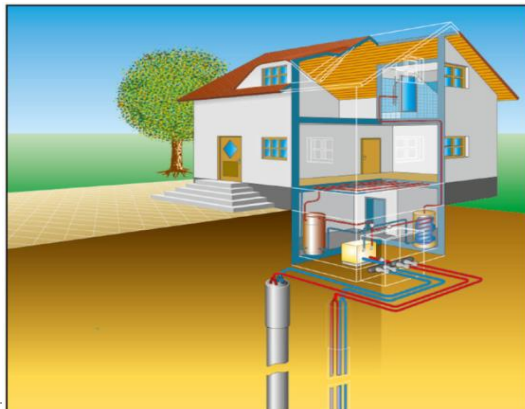
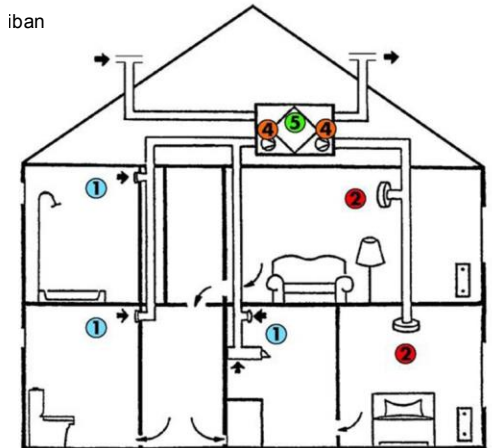


Épületgépészeti rendszerek



Kiegyenlített szellőzőrendszer hővisszanyerővel

dőben
iban

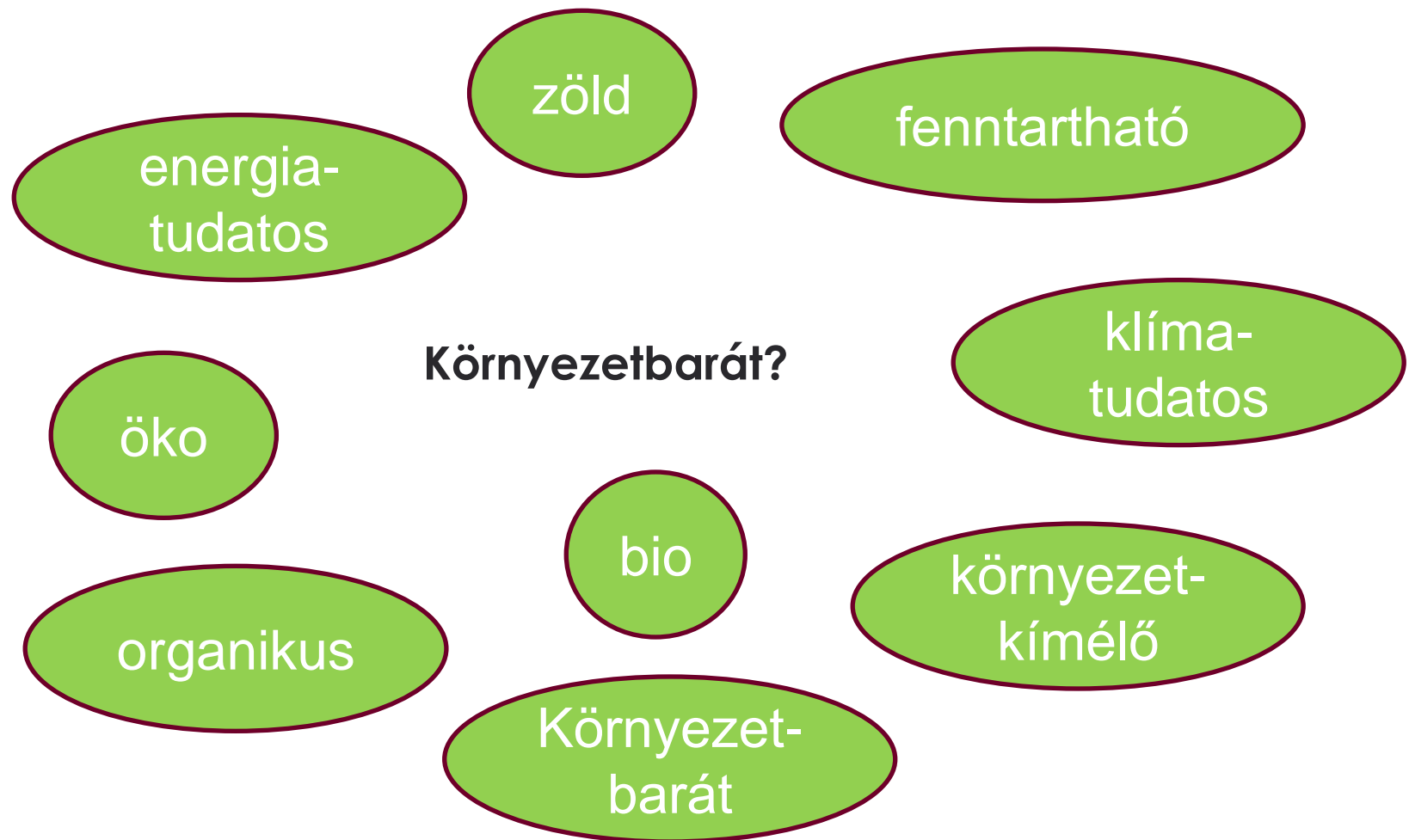


MEGÉRI-E?



költség

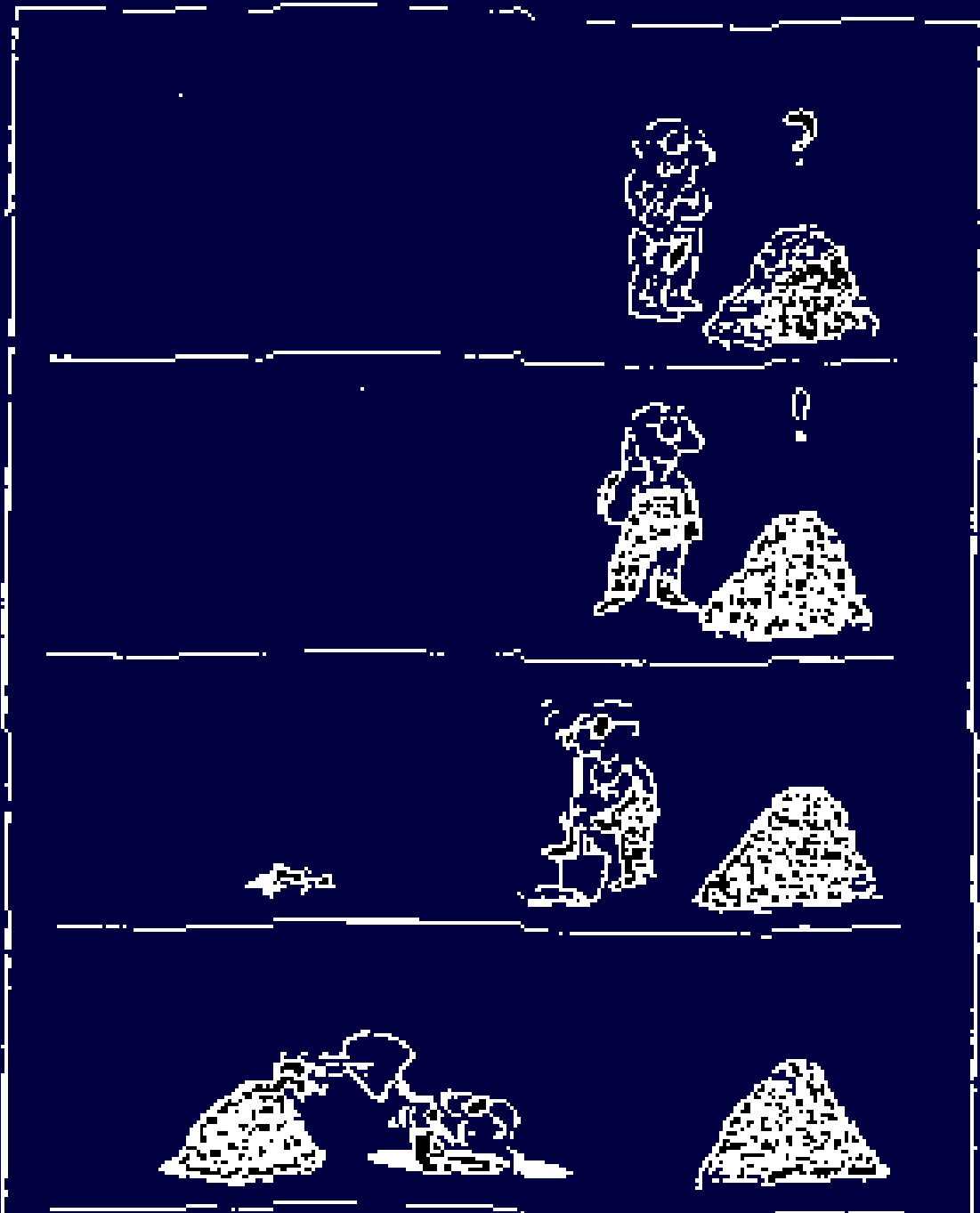
környezeti hatás



Környezetbarát?



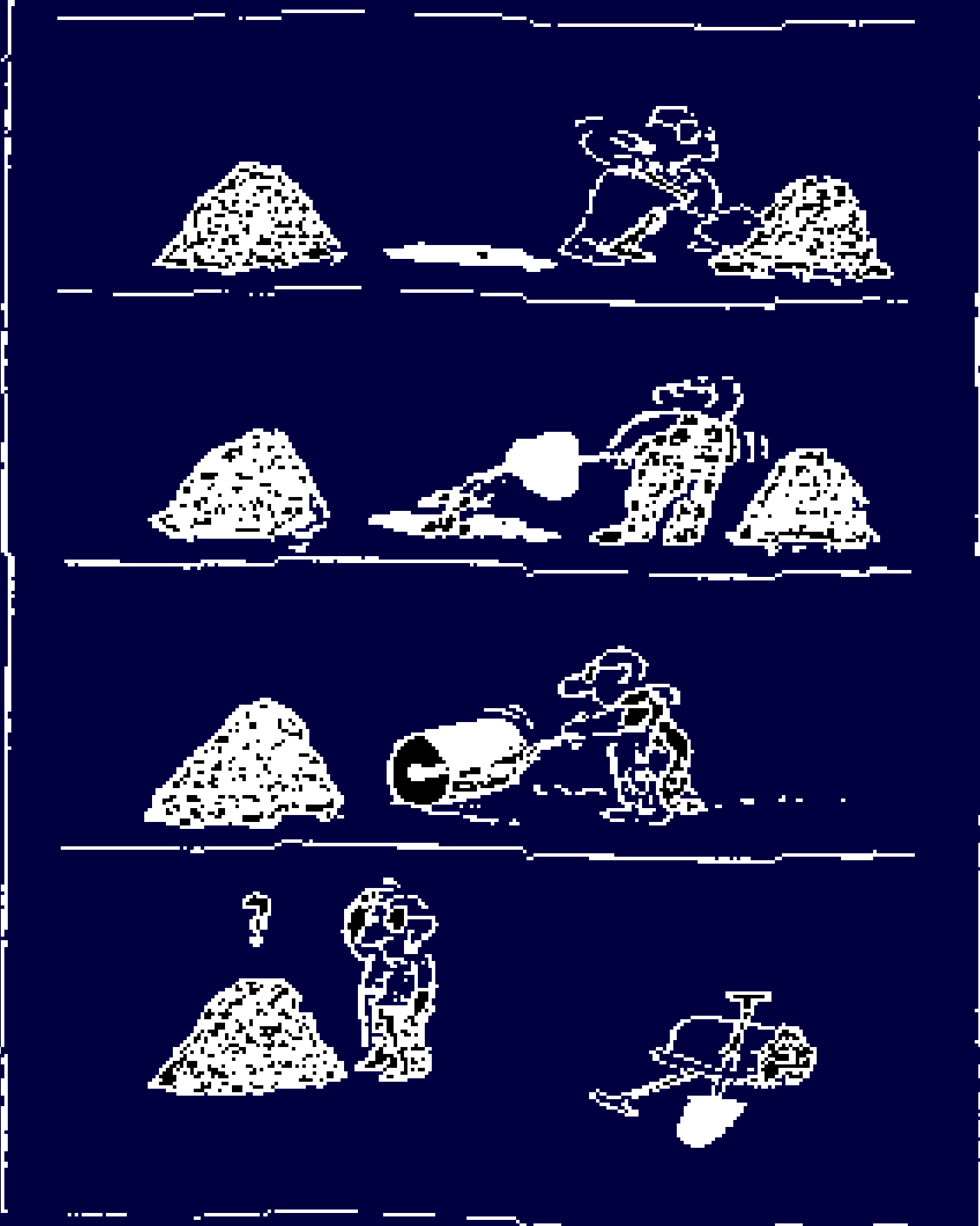
MÉRHETŐSÉG



Egy probléma
megoldása...

... nem vezet

egy újabb problémához





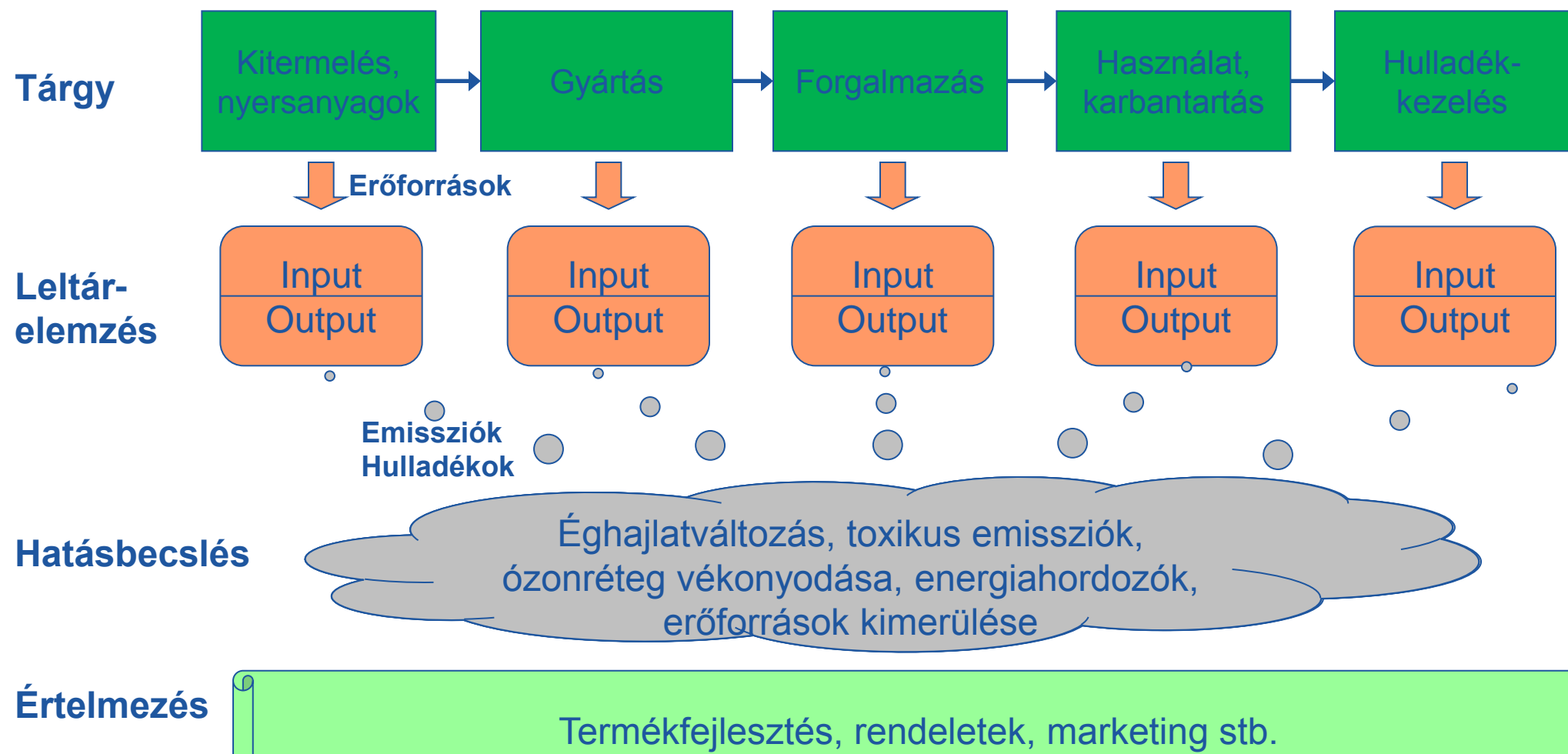
A környezetterhelés vizsgálatának le kell fednie a termék teljes életciklusát

Életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment)

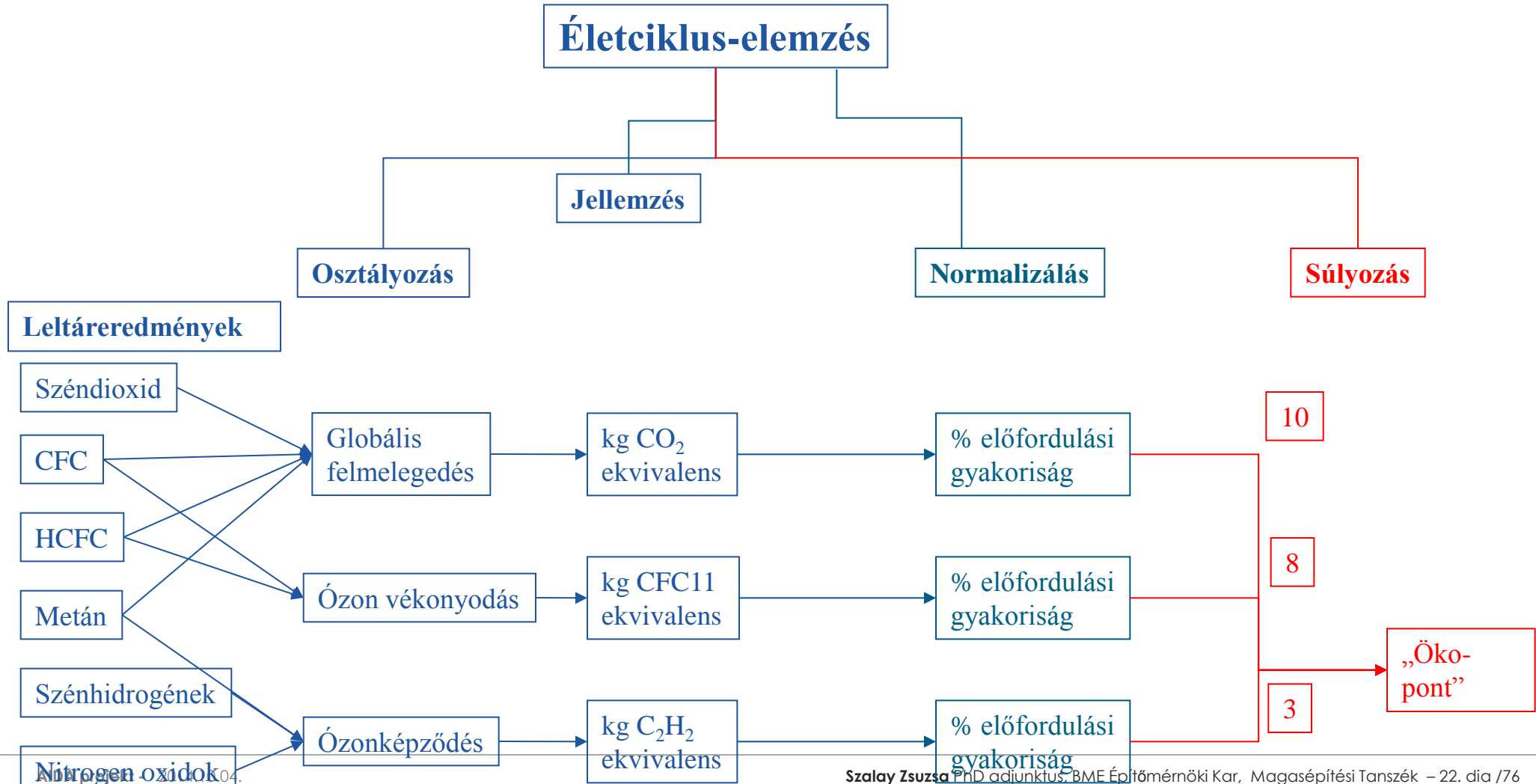


Alapelvek

Cél



Környezeti hatások



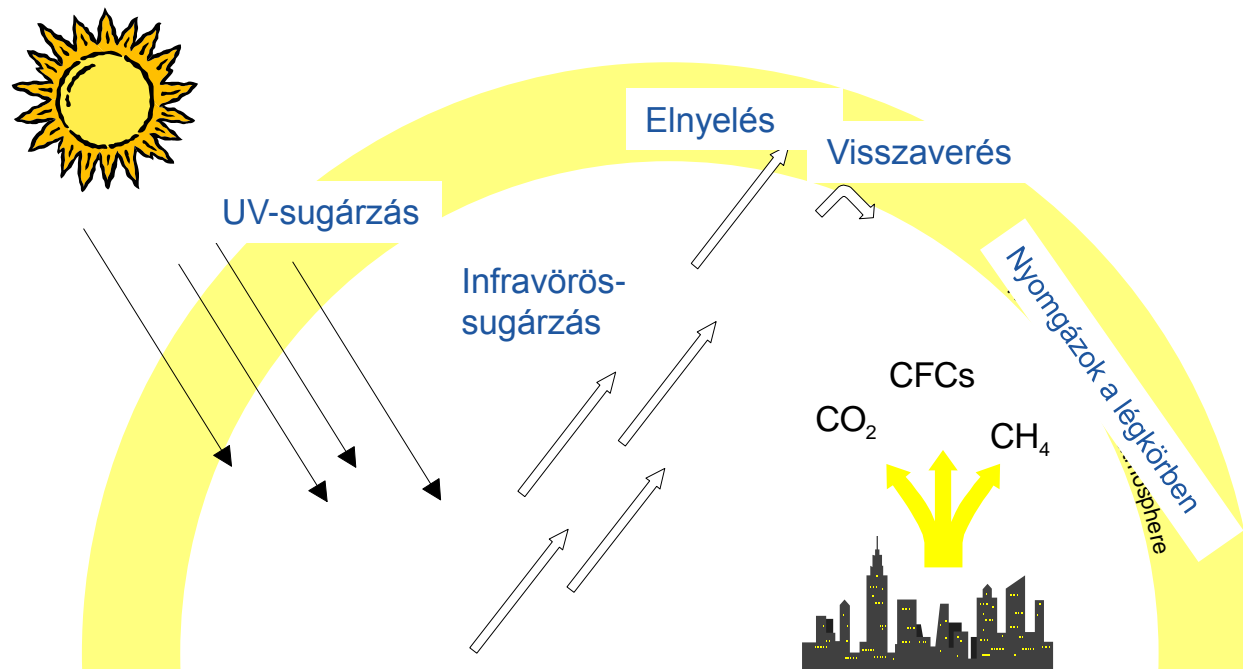
Globális felmelegedés (GWP)

Hatás: A troposféra felmelegedése az antropogén üvegházhatású gázok kibocsátása következtében, pl. fosszilis tüzelőanyagok égetése

Referenciaanyag: Szén-dioxid (CO₂)

Referenciaegység: kg CO₂-ekvivalens

Forrás: IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change)



A potenciális hatás számítása

Leltáreredmény	*	GWP tényező	=	Hatáspotenciál
25 kg CO ₂	*	1	=	25 [kg CO ₂ -ekvivalens]
2 kg CH ₄	*	21	=	42 [kg CO ₂ -ekvivalens]
...	*	...	=	...
Total:				67 [kg CO ₂ -ekvivalens]

1 kg CH₄ hatása 21 kg CO₂ kibocsátással egyenértékű



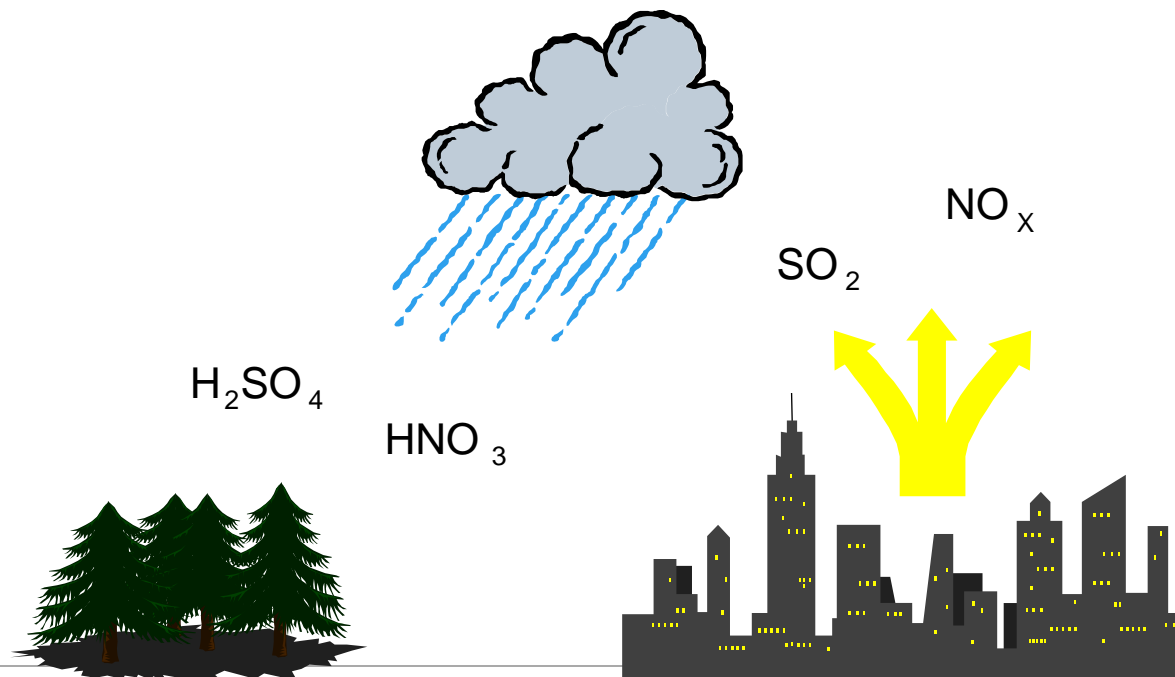
Savasodás (AP)

Hatás: a csapadék pH-értékének megváltozása a kén-dioxid (SO_2), nitrogén-oxidok (NO_x) stb. oxidációja révén

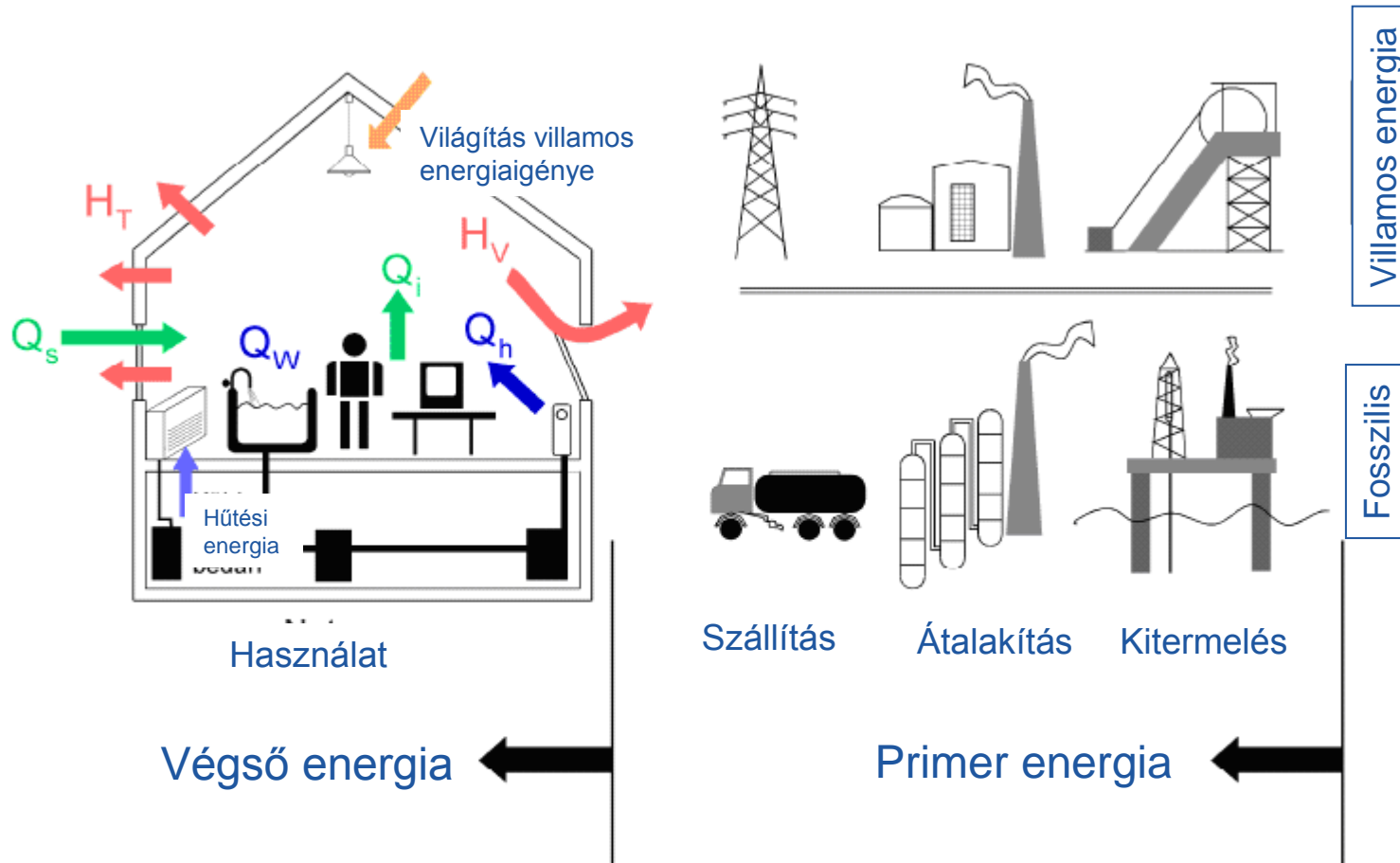
Referenciaanyag: Kéndioxid (SO_2)

Referenciaegység: kg SO_2 -ekvivalens

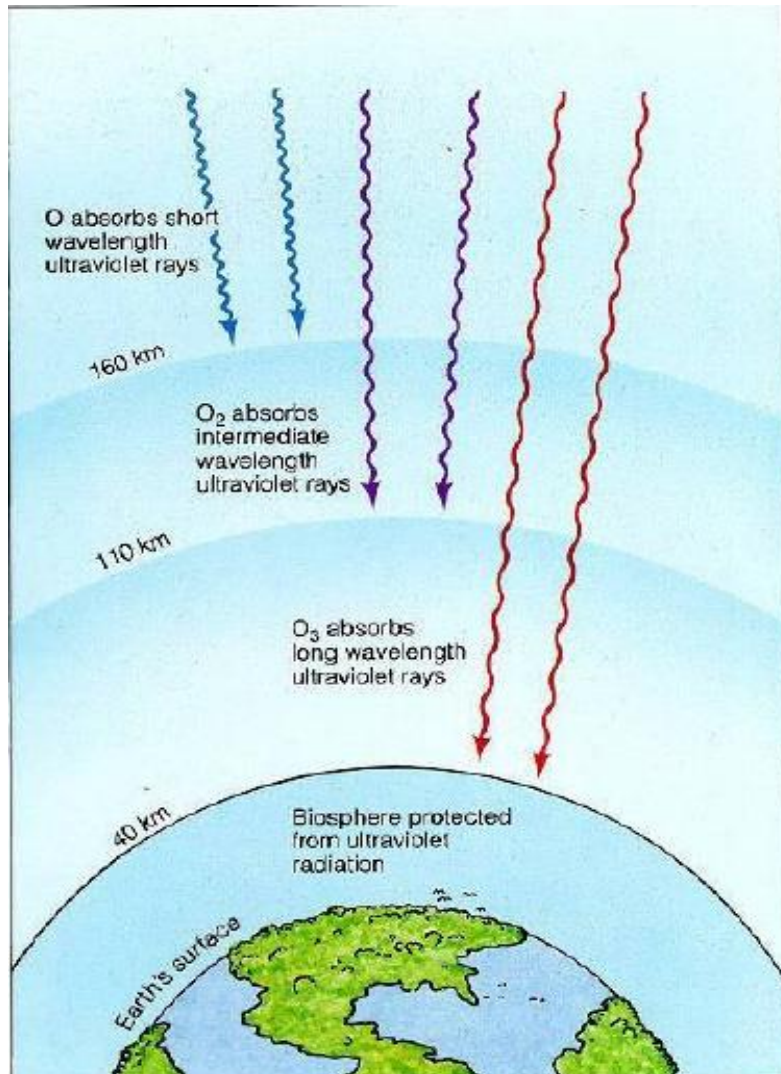
Forrás: CML, (Heijungs, Centrum voor Milieukunde Leiden), 1992



Kumulatív energiaigény



Ózonréteg vékonyodása



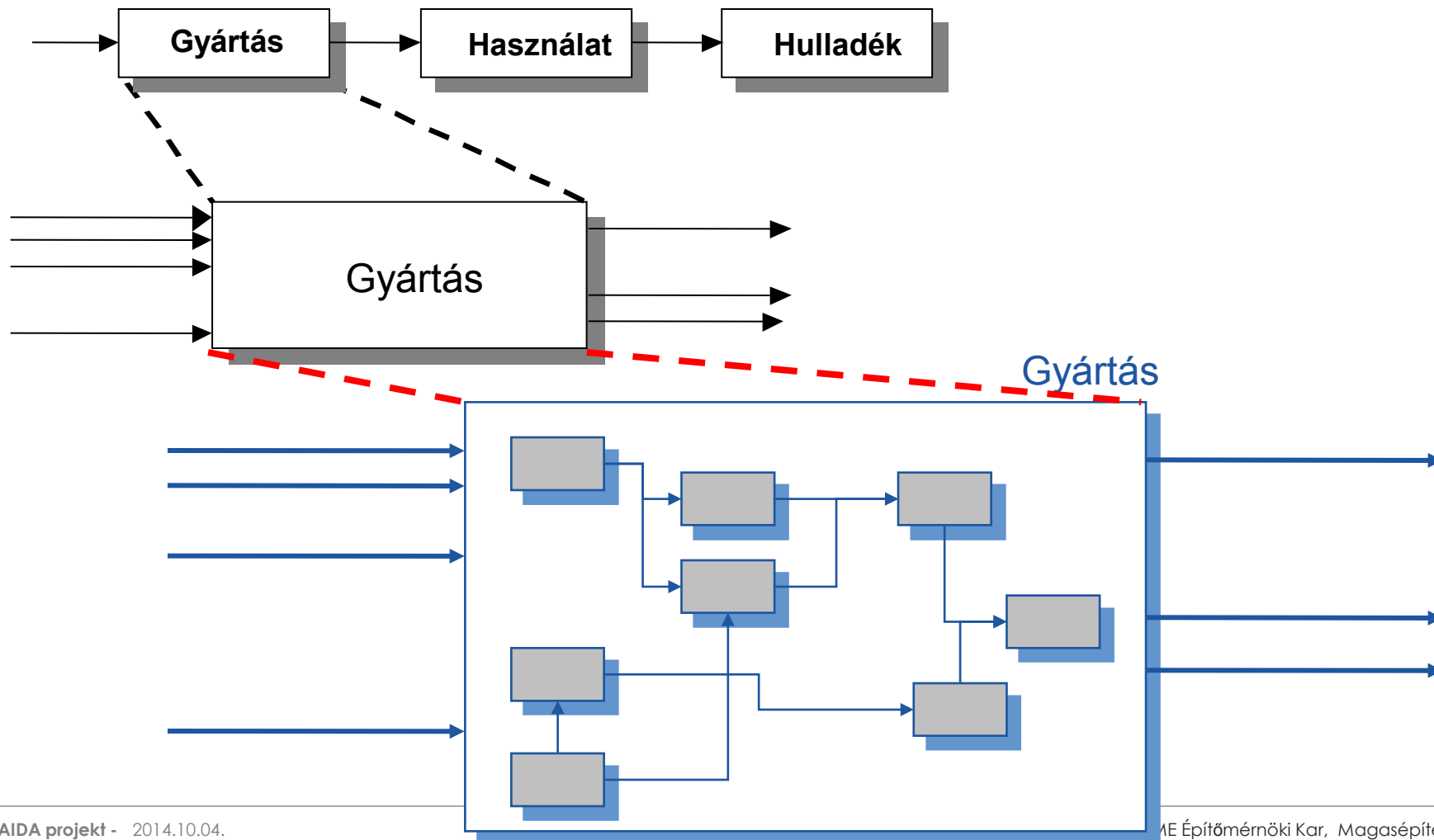
Nyári szmog



Eutrofizáció



Leltárelemzés



Az épületállomány és az építőipar szerepe

- Az Európai Unió teljes energiafelhasználásának 40%-a
- a CO₂-emissziók 33 %-a
- a faanyag felhasználás 25 %-a
- a nyersanyag felhasználás 40-50 %-a
- a keletkező hulladék 25 %-a

ÉPÜLETEKHEZ KÖTŐDIK!

Az épületek élettartama nagyon hosszú!

CSALÁDI HÁZAK VIZSGÁLATA

Családi házak vizsgálata

Kétszintes családi házak környezetterhelése 50 év alatt

Viszonyítási alap: hatályos szabályozásnak éppen megfelelő épület

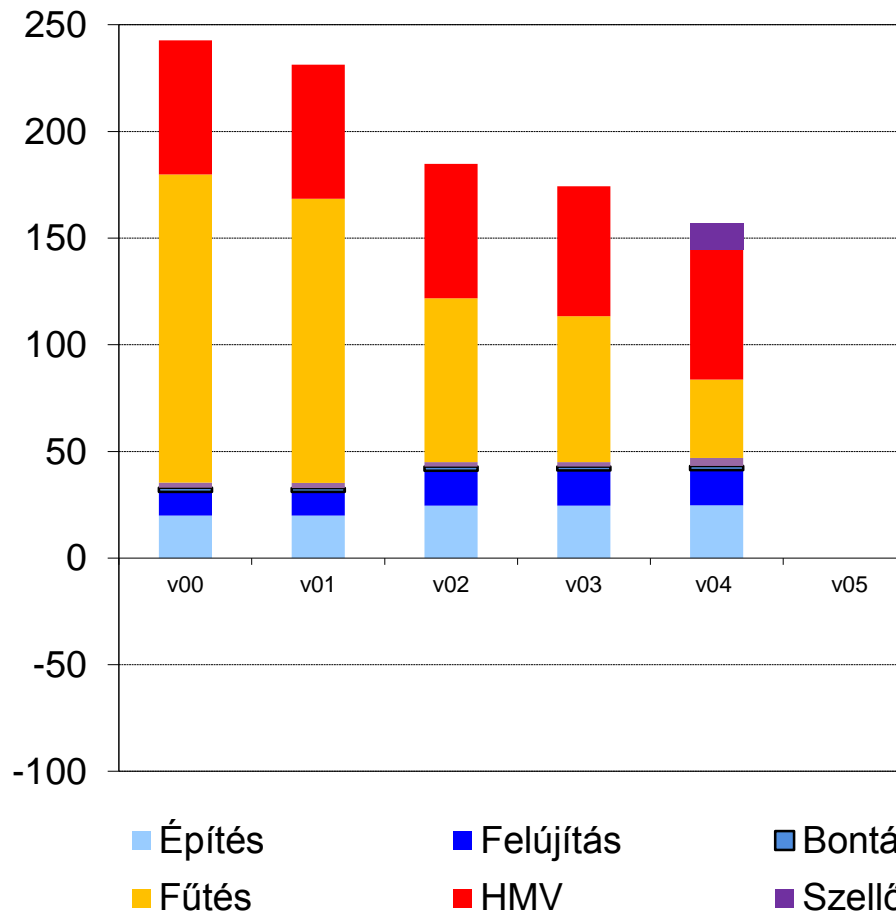
Üzemeltetési energiaigények számítása

- TNM 7/2006 módszertana szerint

Életciklus-elemzés:

- ecoinvent adatbázis a magyar viszonyokra adaptálva
- ISO 14040 és 14044 szerint

Kumulatív energiaigény (kWh/m²a)



V01: jobb tájolás
40-60% D, 20-30% K-
Ny, többi É

V02: jobb hősziget.
 $U_{fal}=0,2$; $U_{padlás}=0,15$;
 $U_{pince}=0,25$; $U_{ablak}=1,0$
W/m²K

V03: kondenzációs
kazán

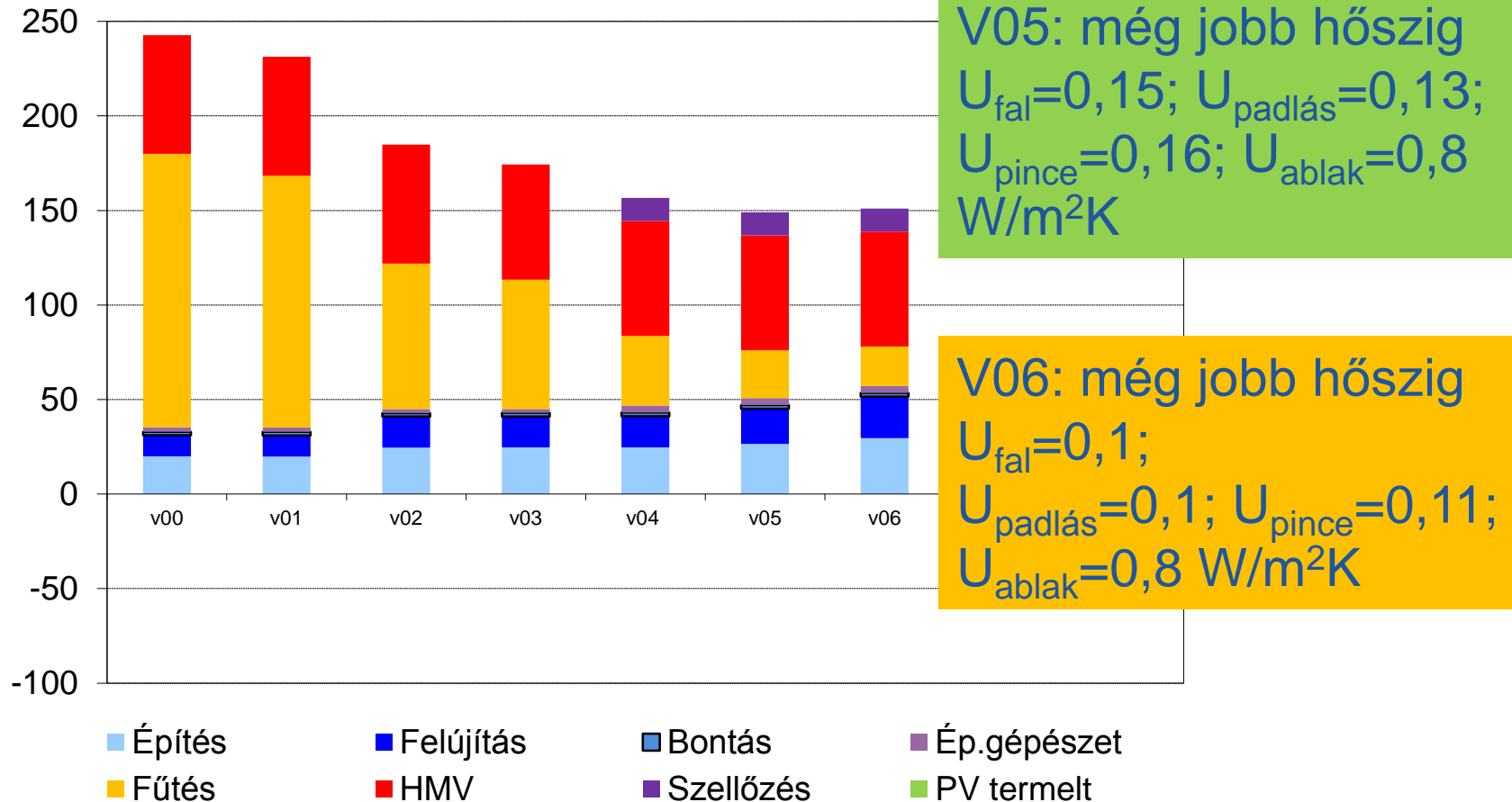
V04: hővisszanyerős
szellőzés
80% hatásfok,
villamos energiaigény
0,45 Wh/m³

Kétszintes családi házak vizsgálata

Forrás: Szalay Zsuzsa: *Megéri-e közel nulla energiaigényű épületeket építeni?*
- *Életciklus elemzés*. Magyar Épületgépészet 61:(11) pp. 3-6. (2012)

Kumulatív energiaigény (kWh/m²a)

P
A
S
S
Z
Í
V
H
Á
Z

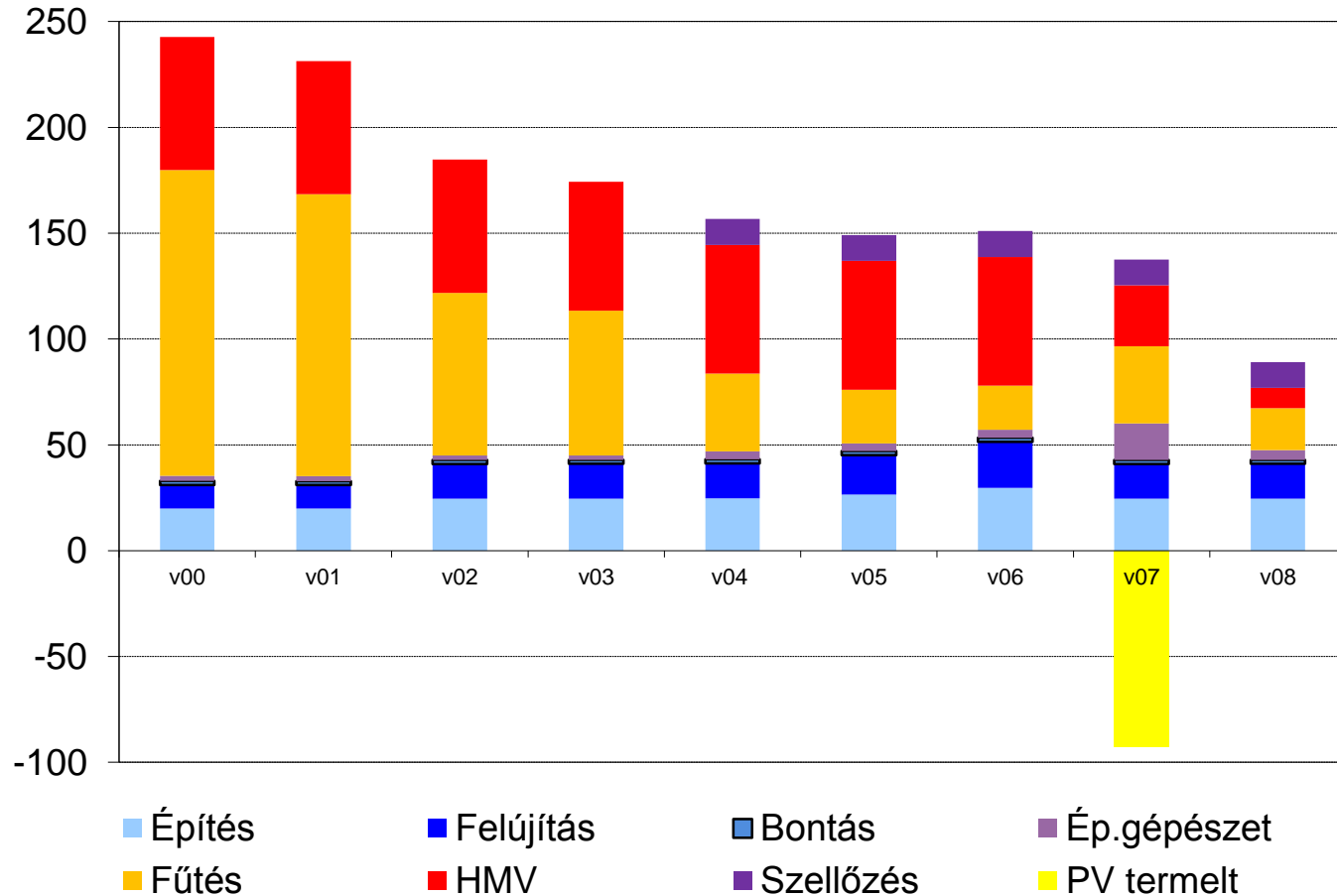


Kétszintes családi házak vizsgálata

Forrás: Szalay Zsuzsa: *Megéri-e közel nulla energiaigényű épületeket építeni?*
 - *Életciklus elemzés*. Magyar Épületgépészet 61:(11) pp. 3-6. (2012)

Kumulatív energiaigény (kWh/m²a)

K
Ö
N
Z
E
L
L
U
N
L
L
A

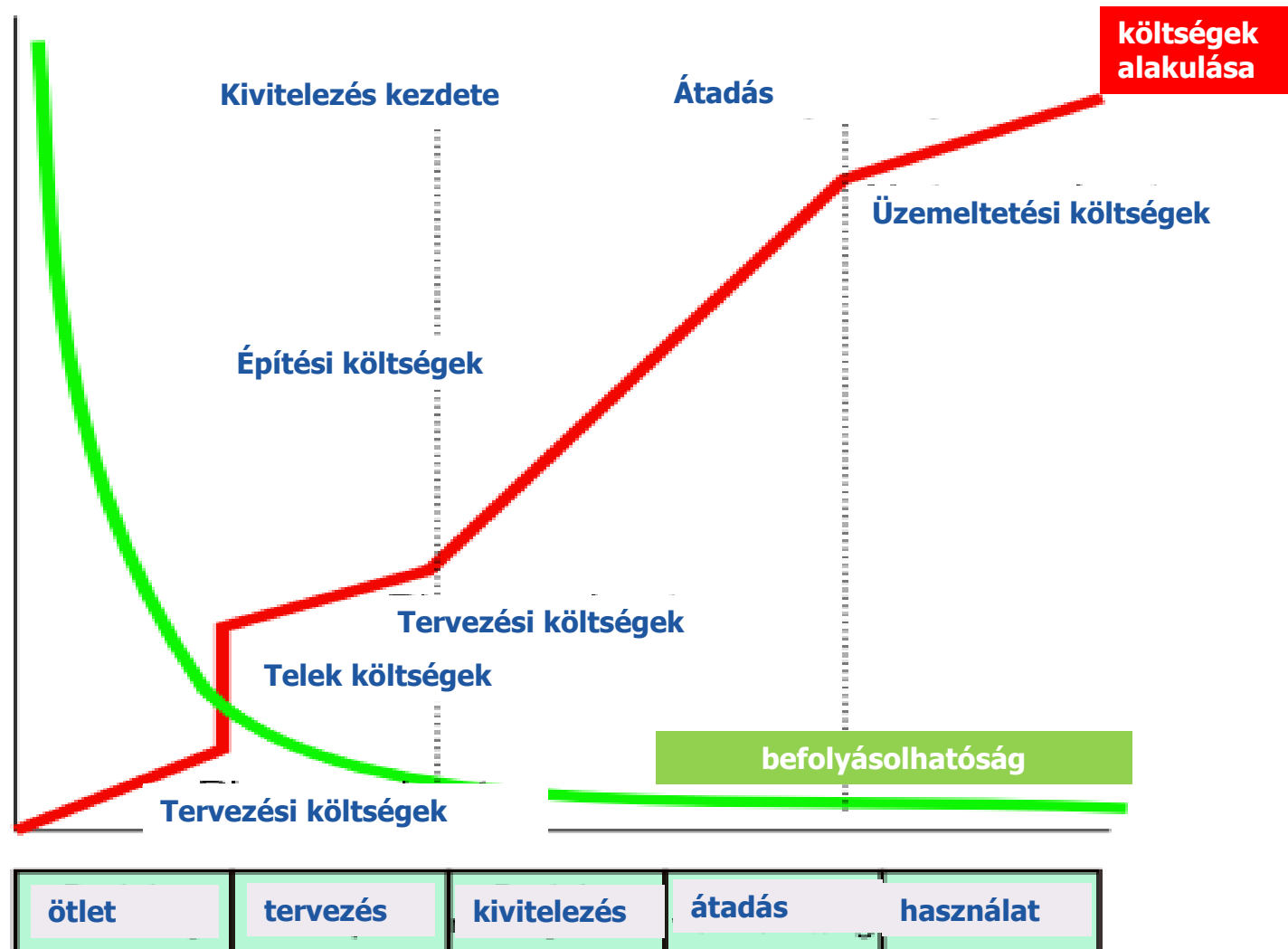


V07: napkollektorok és napelemek

V08: pelletkazán

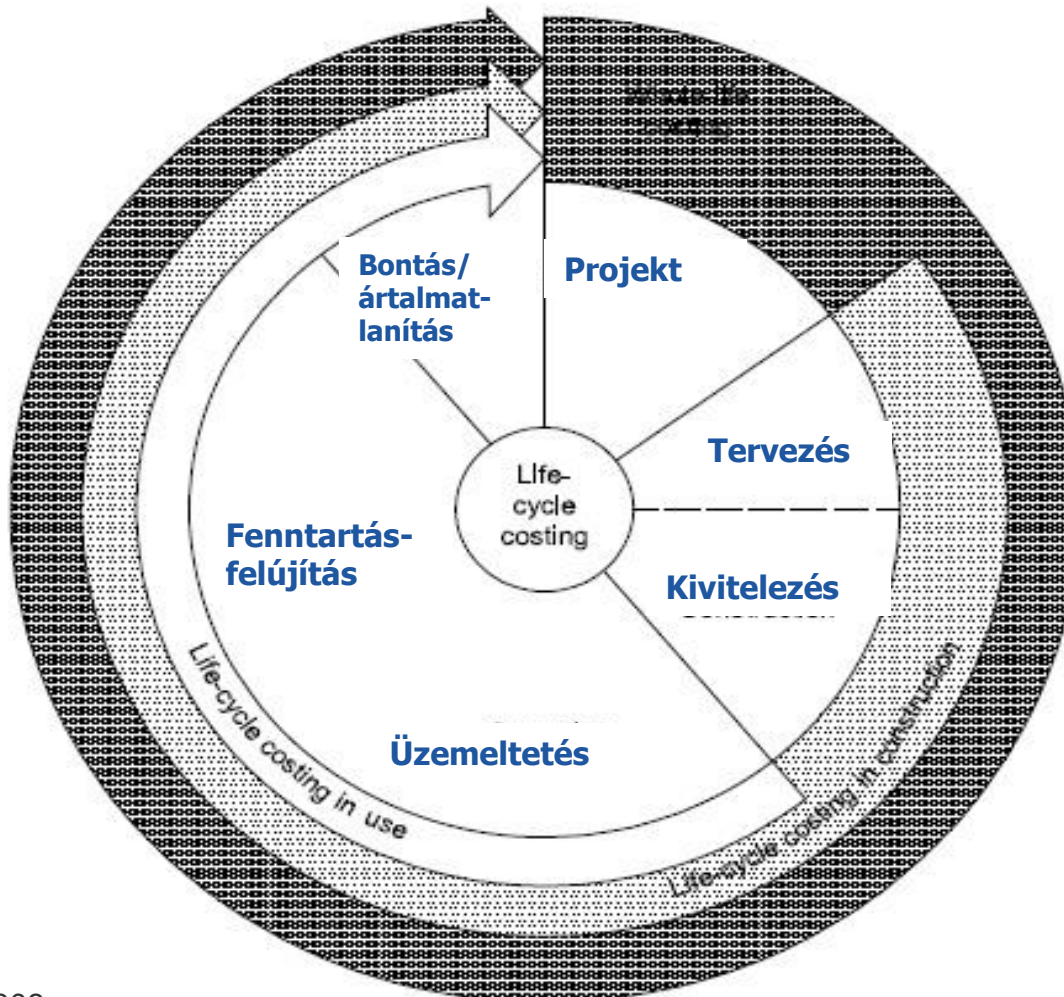
KÖLTSÉG?

Teljes élelciklus



Forrás: DGNB

Teljes életciklus



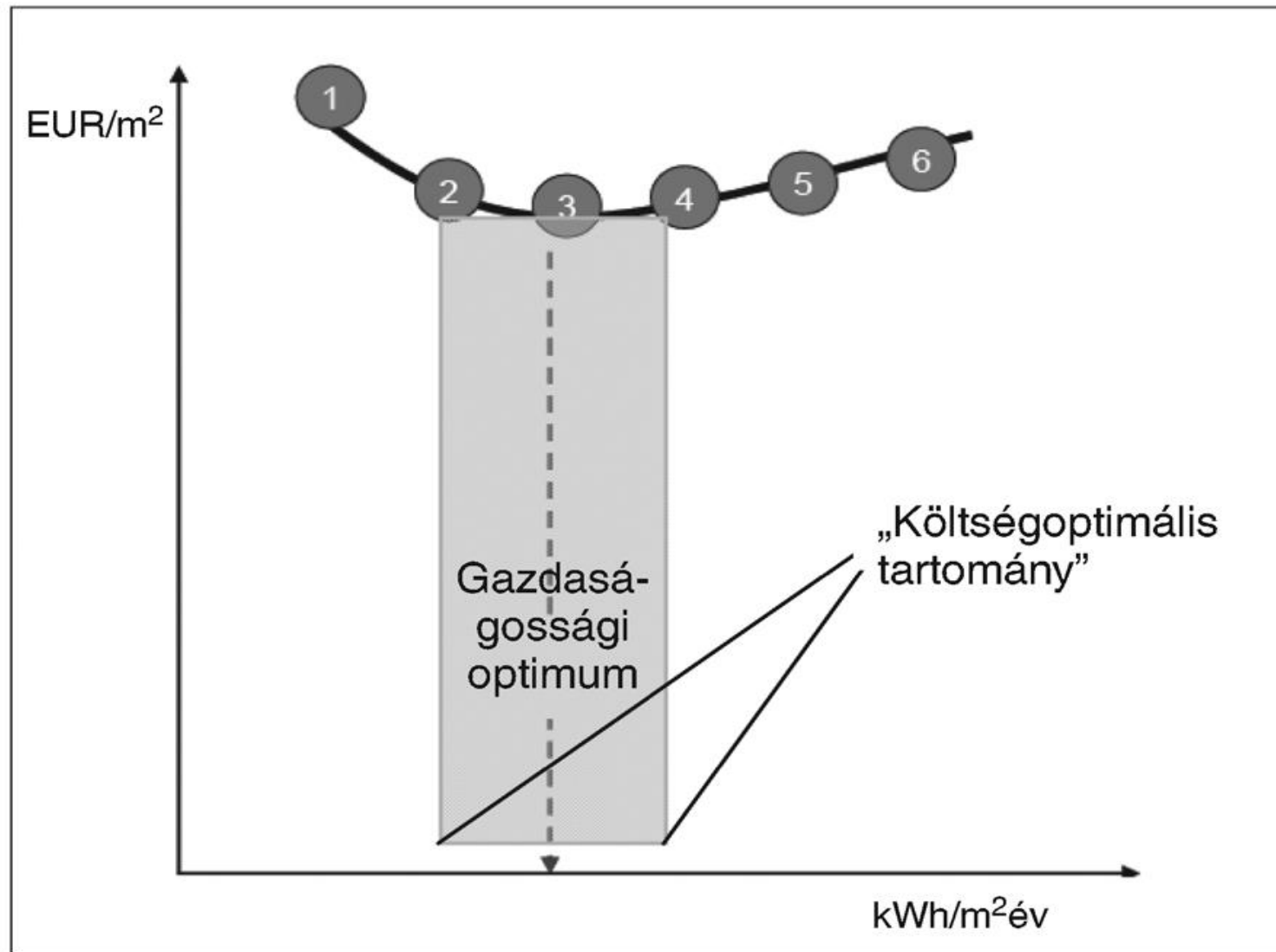
Forrás: EN ISO 15686-5:2008

Költséghatékonyság az EPBD recastban

2010/31/EU irányelv az épületek energiahatékonyságáról

Az épületek energiahatékonyságának további javítására irányuló intézkedéseknek figyelembe kell venniük a klimatikus és a helyi feltételeket, valamint a beltéri klimatikus viszonyokat és a **költséghatékonyságot** is.

Kizárólag a tagállamok felelőssége, hogy minimumkövetelményeket határozzanak meg az épületek és az épület- elemek energiahatékonyságára vonatkozóan. A követelményeket arra tekintettel kell meghatározni, hogy a **költségek szempontjából optimális egyensúly jöjjön létre a szükséges beruházások és az épület teljes élettartamára vetített energiaköltség-megtakarítás között**, a tagállamok azon jogának sérelme nélkül, hogy a költségoptimalizált energiahatékonysági szinteknél nagyobb energiahatékonyságot biztosító minimumkövetelményeket határozhatnak meg.



Forrás: Iránymutatás (2012/C 115/01)

Költséghatékonyság az energetikai tanúsításban

176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról, 2013-ban hatályba lépett új paragrafus:

A tulajdonos kérésére az adott épület gazdasági élettartama alatti **költséghatékonysági számítás is készíthető**

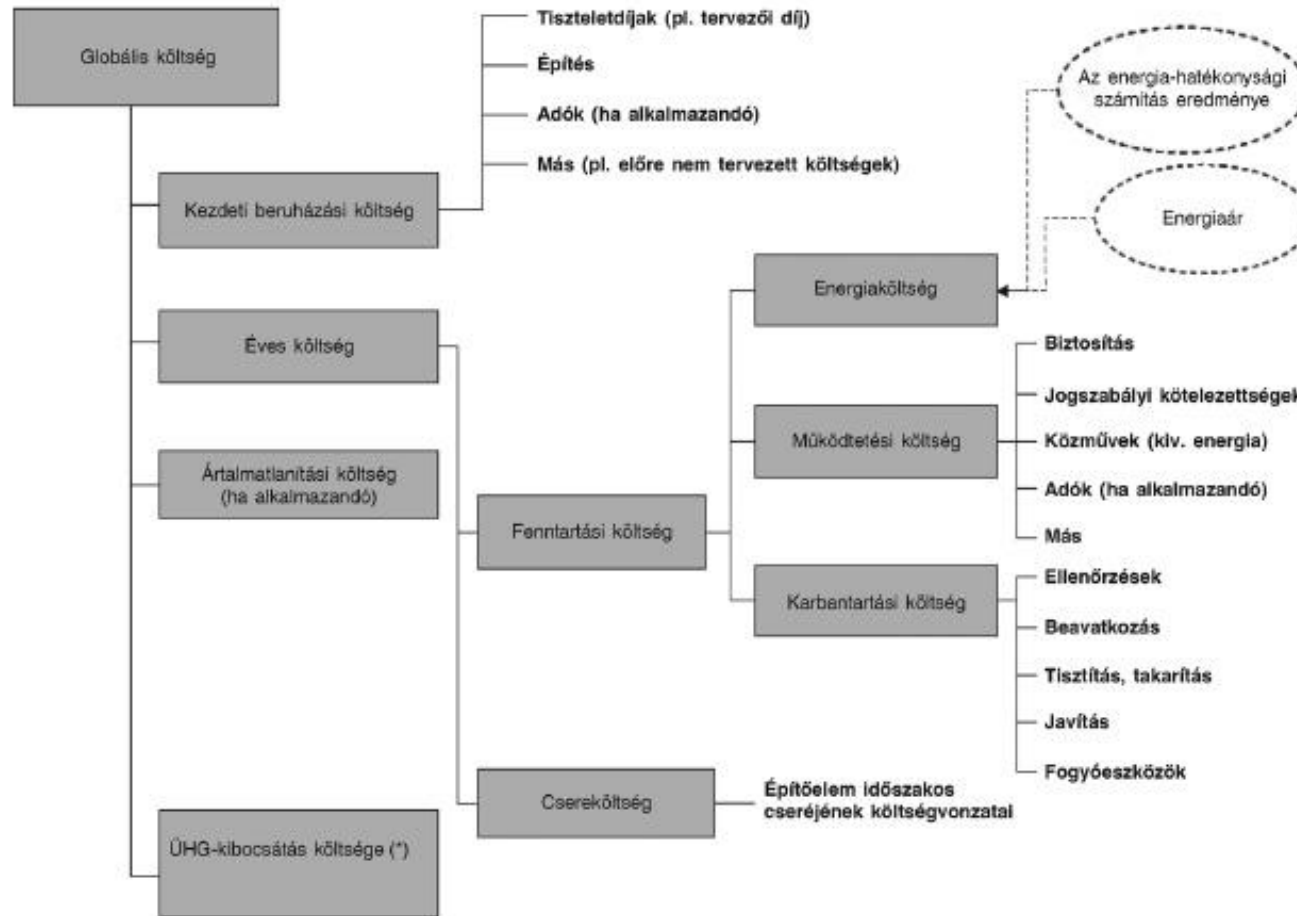
- a) az MSZ EN 15459 szabványban leírt vagy azzal egyenértékű módszerrel, vagy
- b) az Európai Bizottság 244/2012/EU felhatalmazáson alapuló rendeletében meghatározott módszertan szerint.

A számításban a legalacsonyabb költséget **az energiához kapcsolódó befektetési költségek, a karbantartási és üzemeltetési költségek** (ezen belül az energiaköltségek és -megtakarítások, az épület fajtája és adott esetben az előállított energiából származó bevételek), valamint az ártalmatlanítási költségek figyelembevételével kell meghatározni.

Amennyiben a tanúsítvány javaslata nem tartalmaz költséghatékonysági számítást, a tanúsítványban **fel kell tüntetni, hol kaphat a tulajdonos**, illetve a bérlő további információt a felújítások gazdaságosságára és megvalósítására.

Globális költség

Költségkategóriák a módszertani kerethez

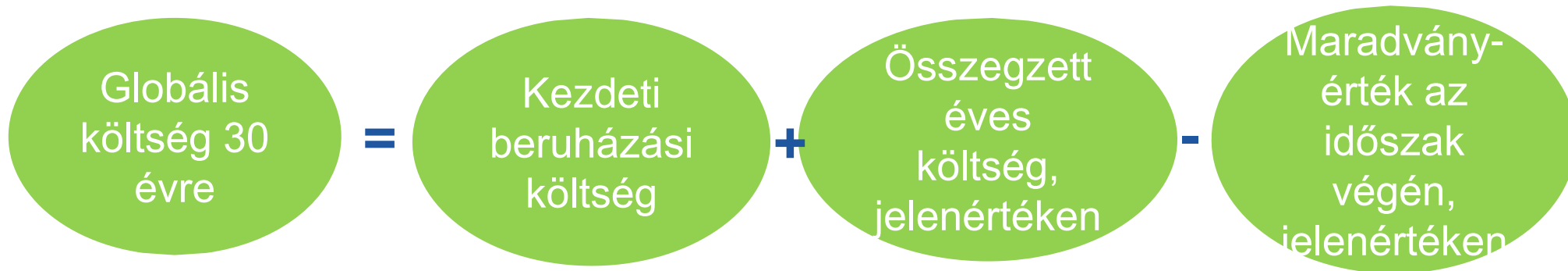


(*) Csak a makrogazdasági szintű számításban

Az Európai Bizottság 244/2012/EU felhatalmazáson alapuló rendelete

Globális költség

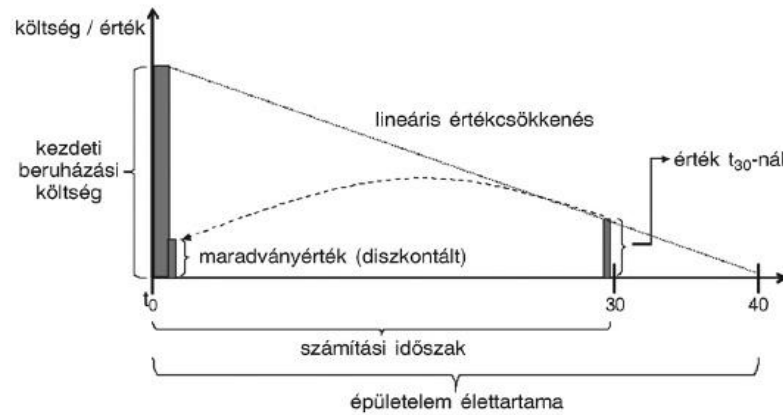
30 éves számítási időszakra



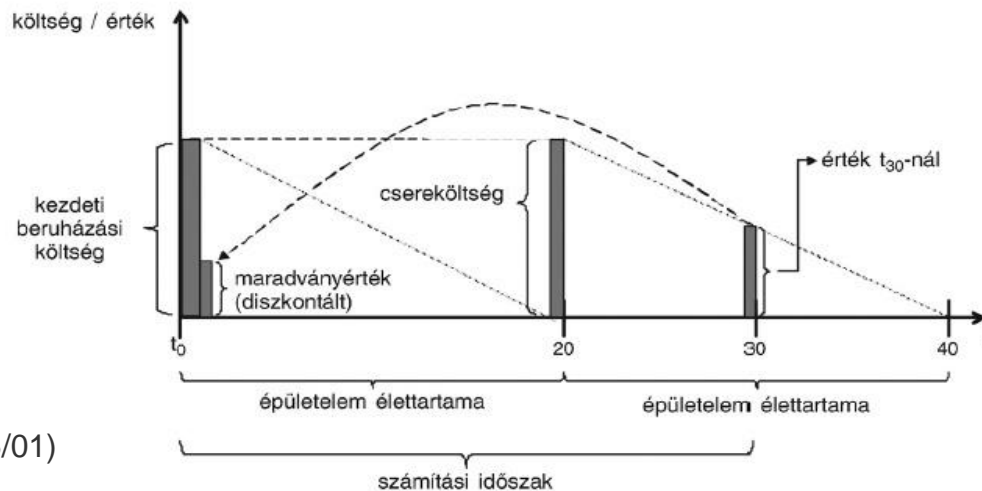
Az Európai Bizottság 244/2012/EU felhatalmazáson alapuló rendelete

Maradványérték

Épületelem maradványértékének meghatározása abban az esetben, ha élettartama hosszabb a számítási időszaknál



Épületelem maradványértékének meghatározása abban az esetben, ha élettartama rövidebb a számítási időszaknál



Forrás: Iránymutatás (2012/C 115/01)

ÉPÜLETGÉPÉSZETI RENDSZEREK

Családi ház épületgépészeti rendszerei

- 130 m²-es kétszintes családi ház
- Épületszerkezetek megfelelnek a tervezett közel nulla követelményeknek



Globális költség számítása:

- 244/2012 EU rendelet szerint
- Számítási időszak 30 év
- Diszkontráta 3%
- Két energiár emelkedési forgatókönyv



Tervek: Hess Nóra

Rendszerárak

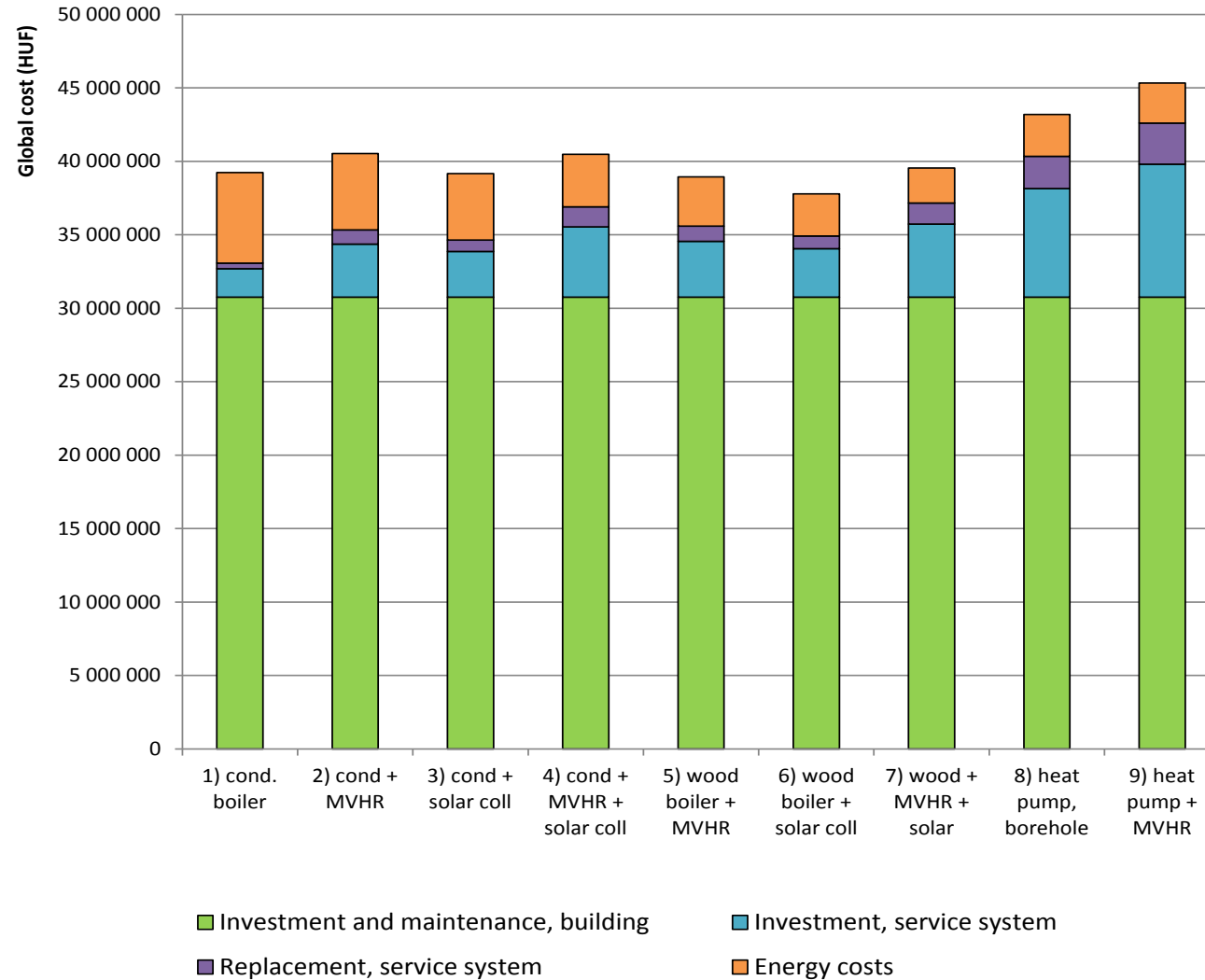
Épület beruházási költsége: 28 millió Ft

Rendszer	Ár (bruttó)	Élettartam
	Ft	év
Kondenzációs kazán, radiátorok	1, 932 M	20 (rad. 40)
Hővisszanyerős szellőző rendszer (hatásfok 80%)	1,670 M	20 (filter 1)
Faalgázosító kazán, radiátorok, Ck = 1.2	2,29 M	15
Napkollektoros rendszer HMV-re, 4.6 m ² , 300 l tartály	1,168 M	25
Talajszondás hőszivattyú, padlófűtés, COP = 4.3	7,379 M	20 (padlófűtés 50)

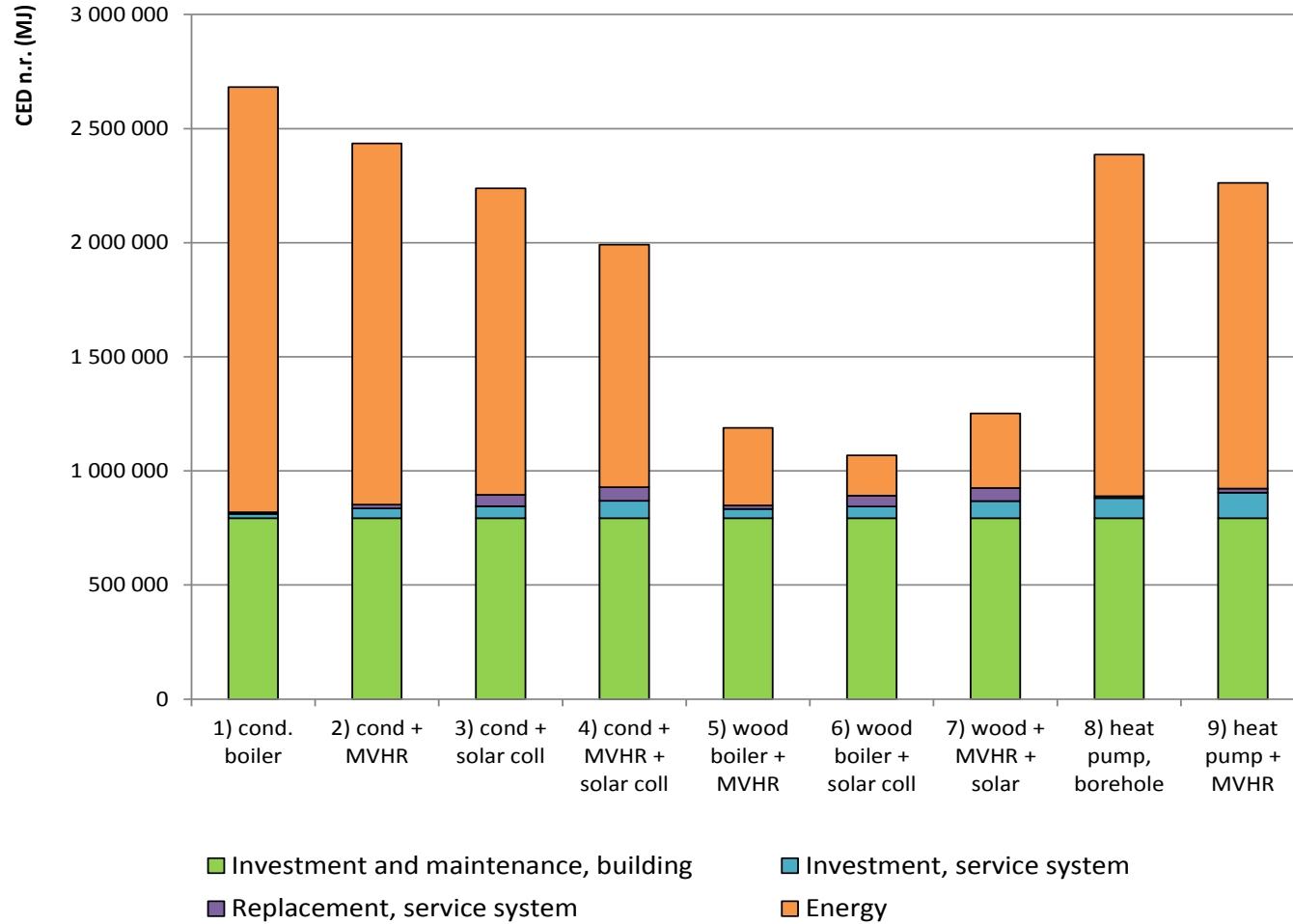
Energiaárak (2012)

	Energiaárak (bruttó)	Áremelkedés	
	Ft/kWh	1. szcenárió (%)	2. szcenárió (%)
Földgáz	16	4,3	2,8
Villamos energia	50	5,0	2,0
Villamos GEO	32	5,0	2,0
Tűzifa	9	5,0	2,8

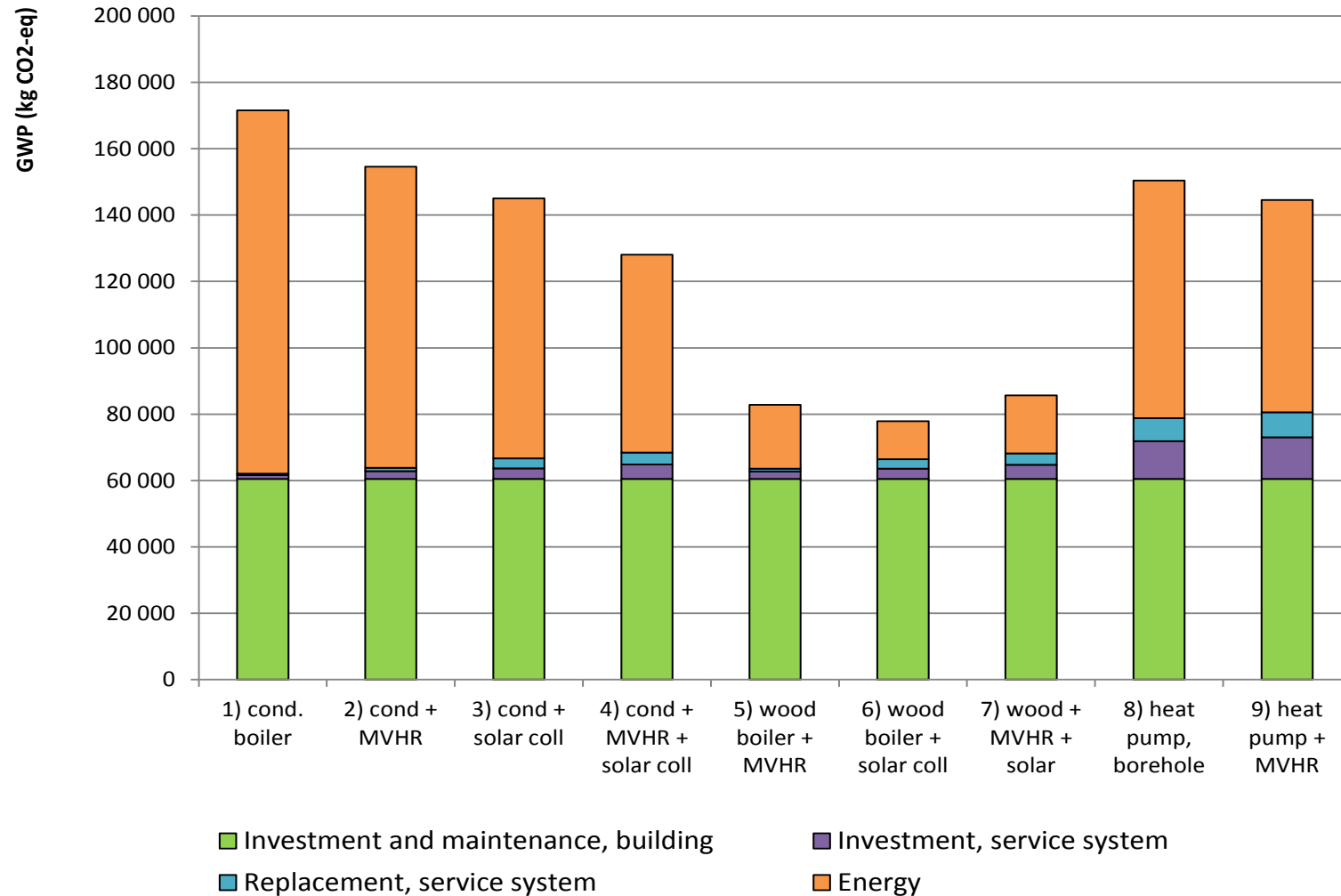
Globális költség 30 évre (Ft)



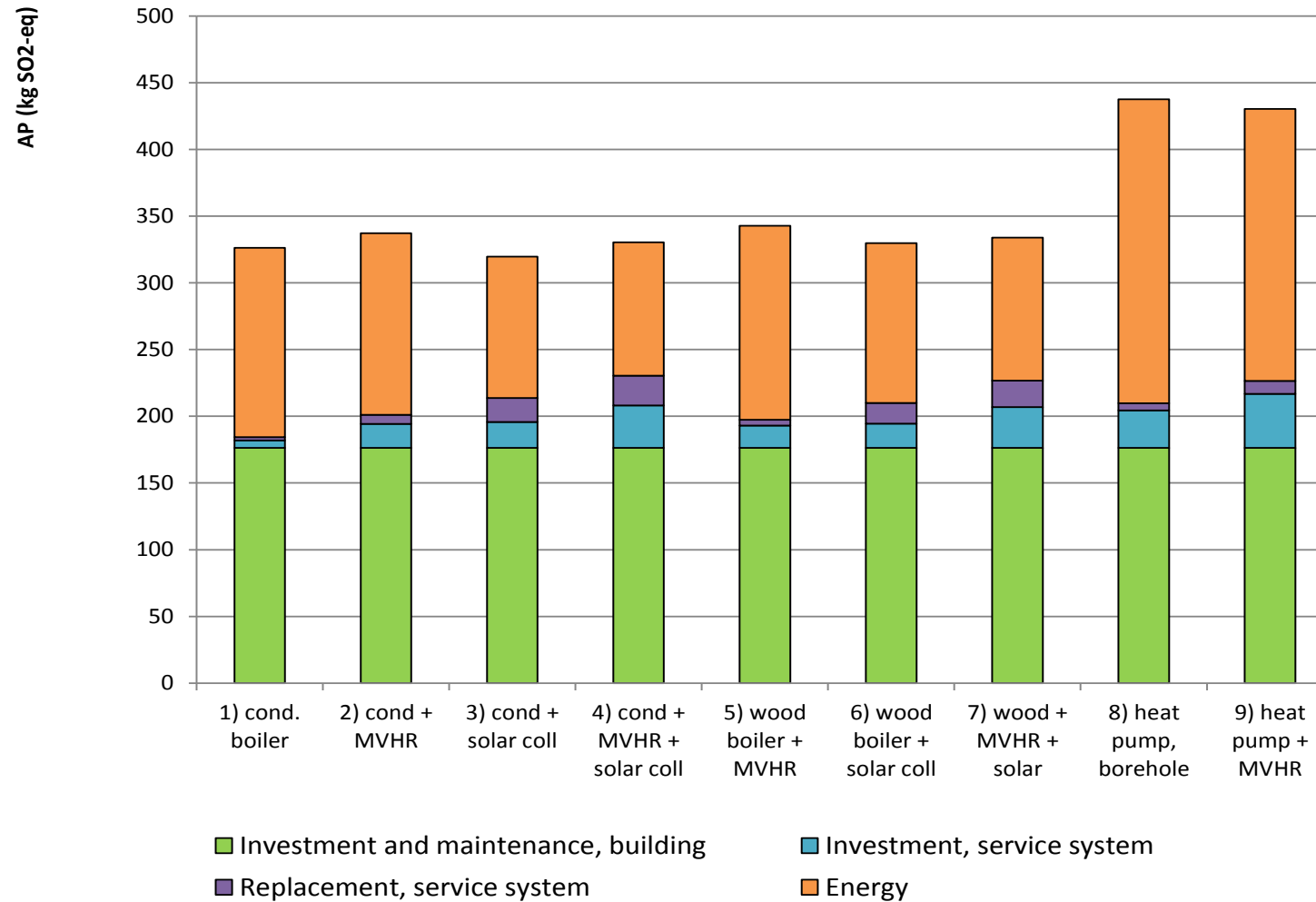
Kumulatív energiaigény 30 évre (MJ)



Globális felmelegedési potenciál 30 évre (kg CO₂-eq)



Savasodási potenciál 30 évre (kg SO₂-eq)



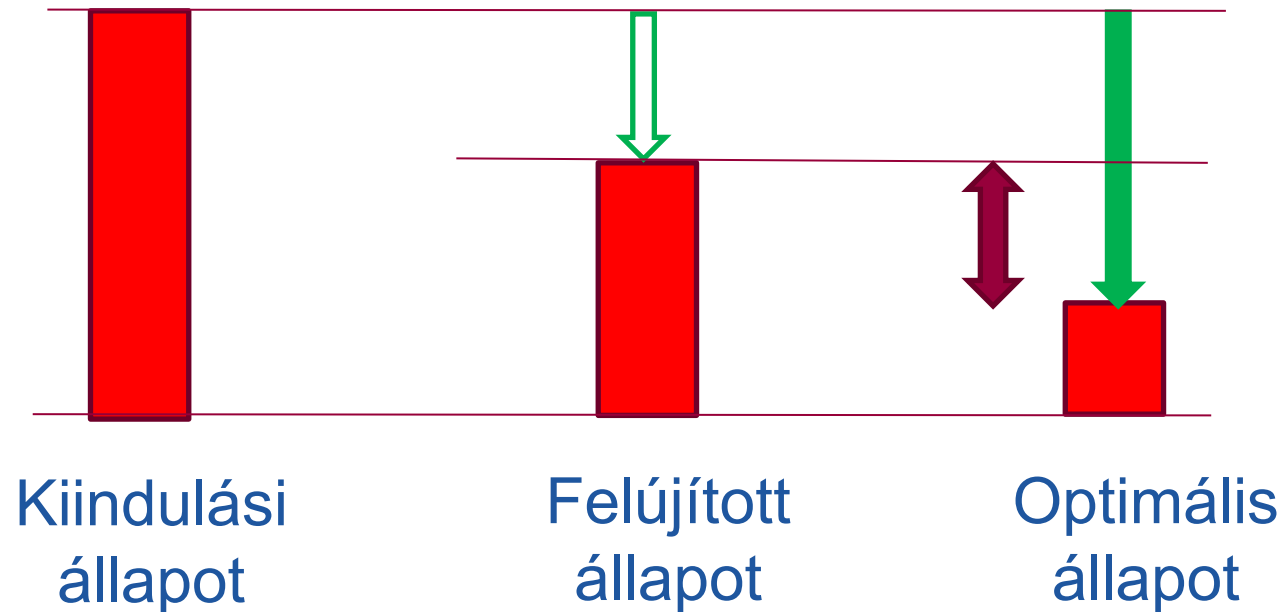
OPTIMÁLIS???

Milyen az **optimális** energetikai célú épületfelújítás?



Korlátos erőforrások

Milyen az optimális energetikai célú épületfelújítás?



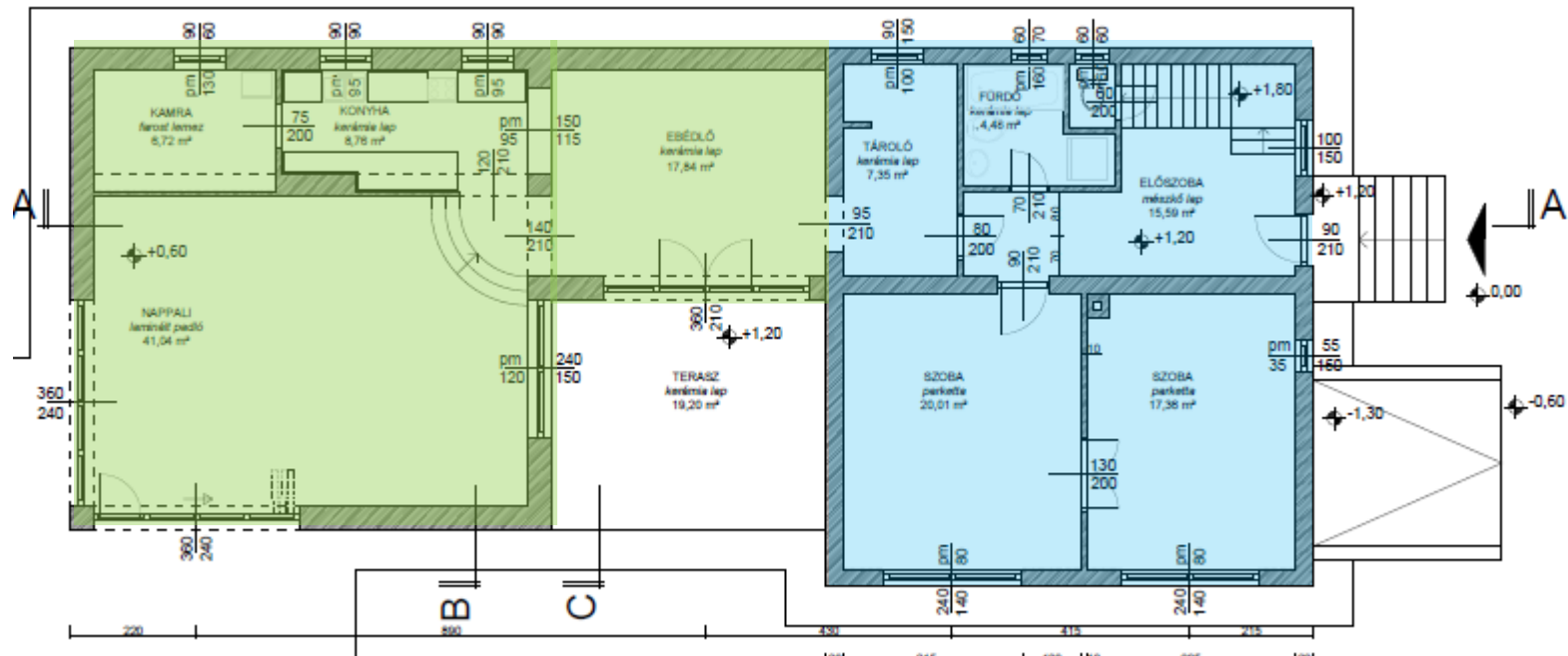
Cél: a rendelkezésre álló erőforrások minél hatékonyabb használata

Családi ház, Felsőgöd



Forrás: Váraljai Eszter, MSc szakdolgozat, BME 2014

Családi ház, Felsőgöd



Kétszintes családi ház beépített tetőtérrel és részleges pincével

- Épült két szakaszban: 1972-1974, ill. 1992
- Teljes nettó alapterület 260 m²

Forrás: Váraljai Eszter, MSc szakdolgozat, BME 2014

Szerkezetek

Szerkezet	Anyagok	U-érték (W/m ² K)	Követelmény U (W/m ² K)
R1- Külső fal	30 cm B30 fal	1,23	0,45
U1- Külső fal	38 cm Porotherm N+F fal	0,4	0,45
R3- Magastető	15 cm hőszigetelés szarufák között, bitumenes zsindeletető	0,27	0,25
U5 – Magastető	15 cm hőszigetelés fatartók között, bitumenes zsindeletető	0,26	0,25
R4 – Pincefödém	Horcsik födém salakfeltöltéssel	1,18	0,5
U4 – Pincefödém	18 cm mon. vb födém, úsztatott aljzattal	0,59	0,5
R - Nyílászárók	Kapcsolt gerébtokos és egyesített szárnyú ablakok	2,7-2,8	1,6
U - Nyílászárók	Kétrétegű hőszigetelt ablakok	2,6	1,6

Energetikai tanúsítás energopttal

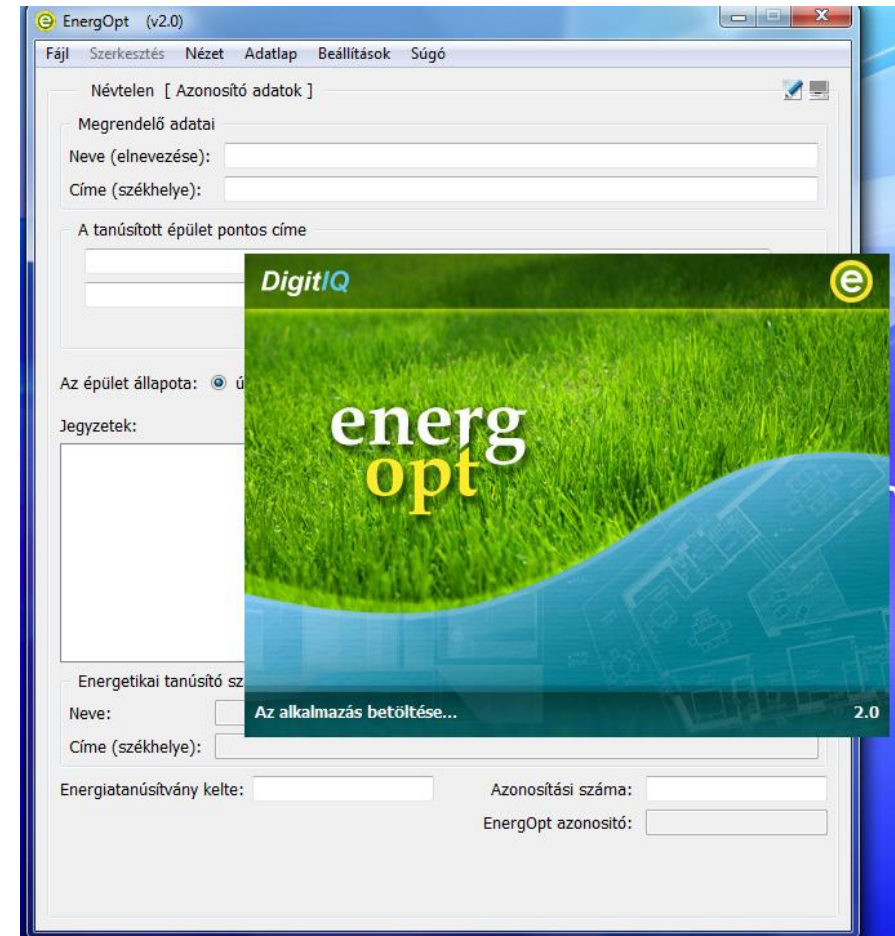
Fűtés:

Régi részben fatüzelésű kazán

Új részben: áll. hőmérsékletű gázkazán

Energiaigény:

- Primer fűtési energiaigény:
189 kWh/m²év
- „E” energetikai besorolás
(átlagosnál jobb)



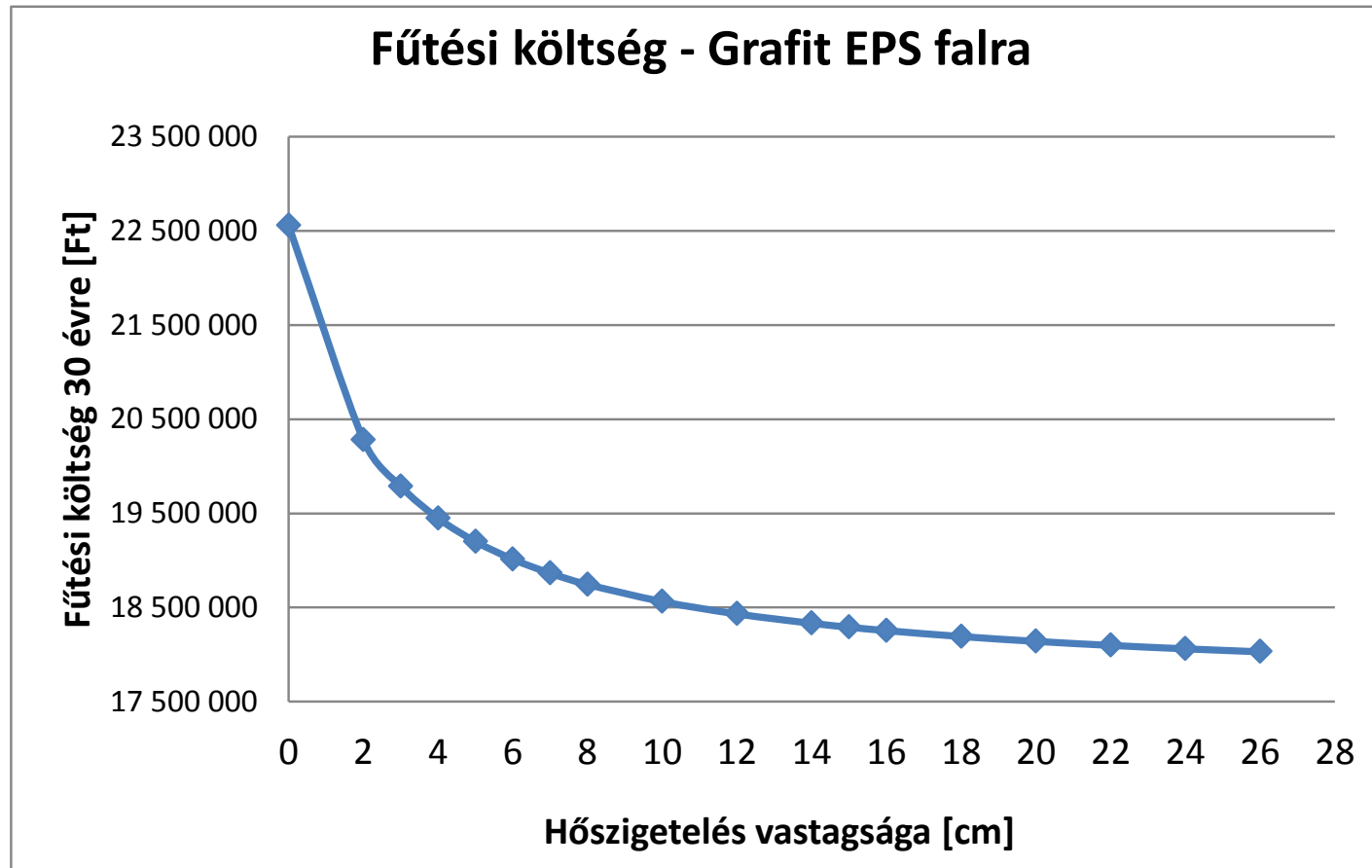
Milyen az optimális energetikai célú épületfelújítás?



Számított fűtési energiaköltség: 695e Ft/év !

Csökkentsük minél nagyobb mértékben a fűtési energiaköltséget és a globális költséget!

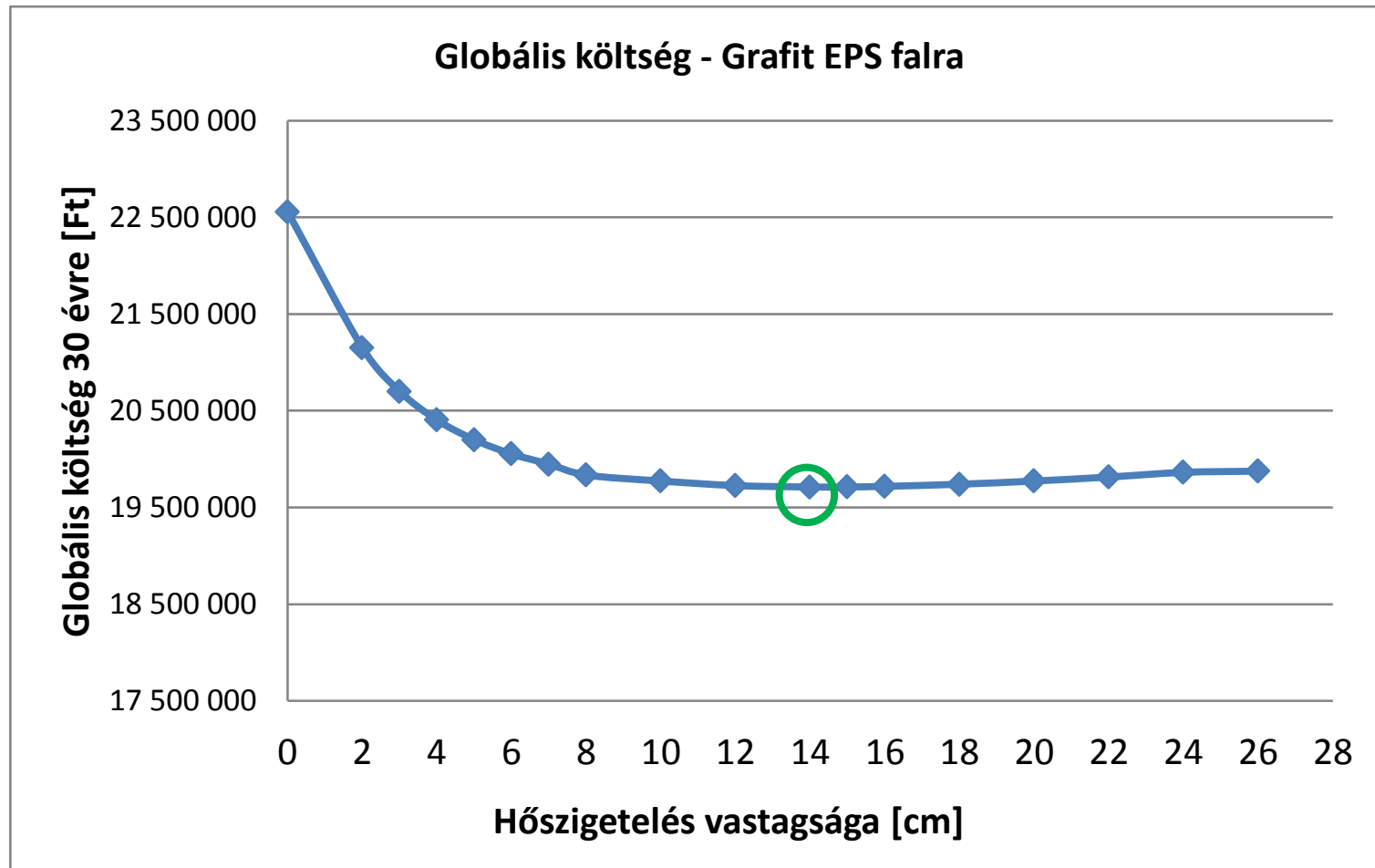
Mérnöki optimalizáció: szerkezetenként



**Hol a
minimum
pont?**

A külső „rég” fal hőszigetelése grafit EPS hőszigetelő anyaggal,
eredeti $U=1,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

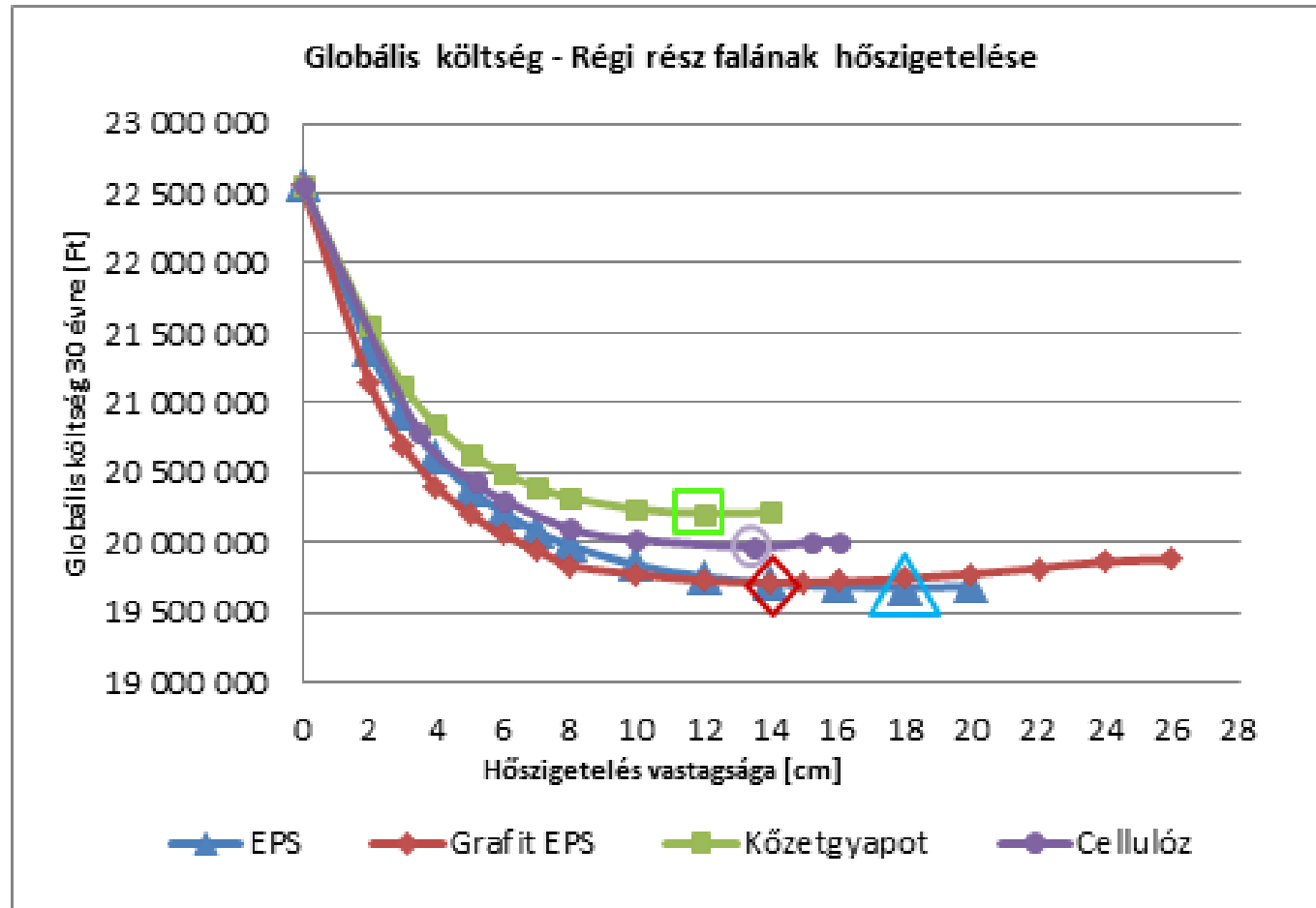
Globális költség 30 év alatt



A külső „régi” fal hőszigetelése EPS hőszigetelő anyaggal,
eredeti $U=1,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Forrás: Váraljai Eszter, MSc szakdolgozat, BME 2014

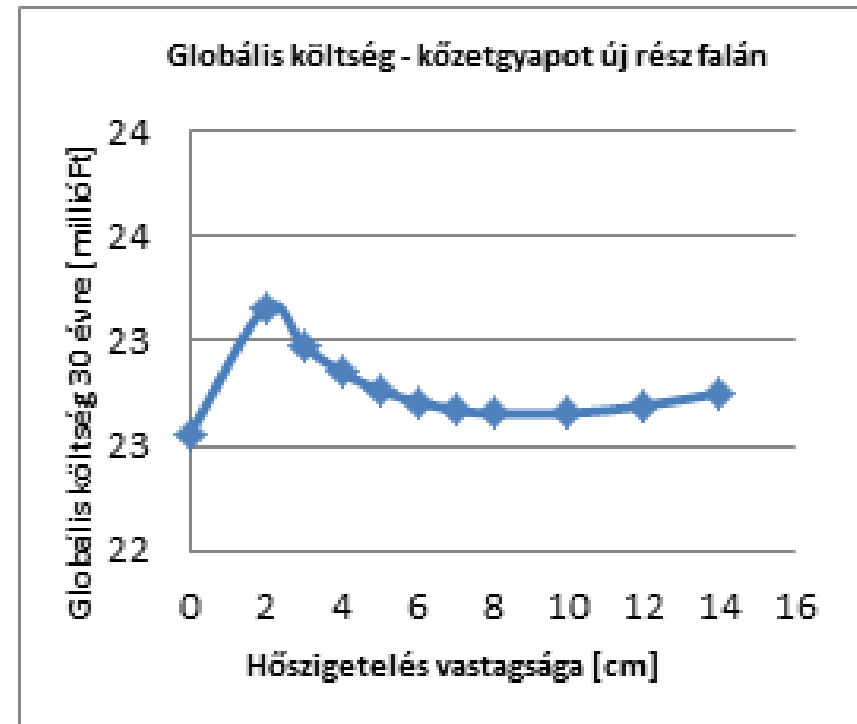
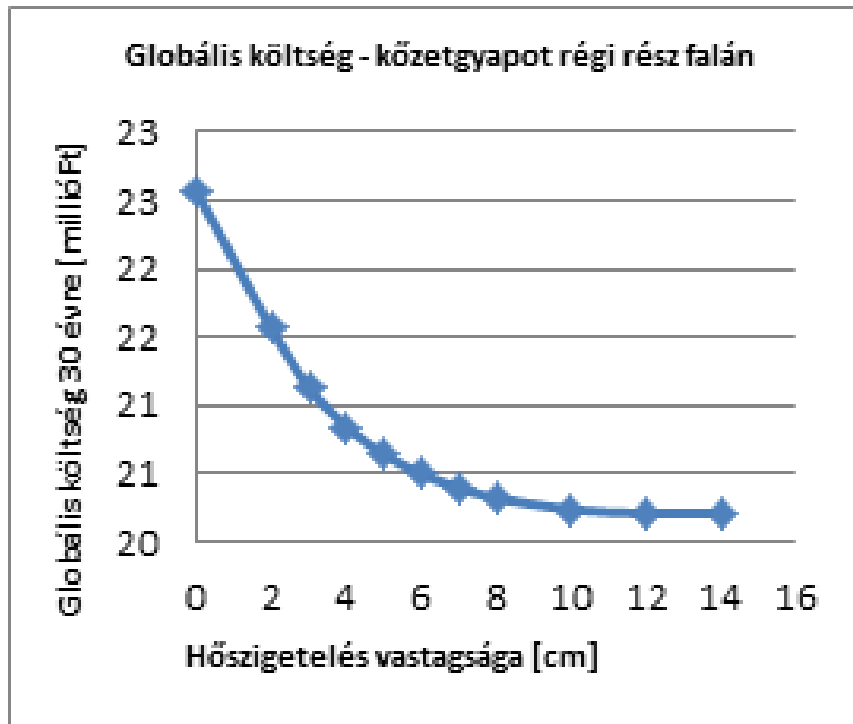
Egy fal – különböző anyagok



A külső „rég” fal hőszigetelése különböző hőszigetelő anyagokkal

Forrás: Váraljai Eszter, MSc szakdolgozat, BME 2014

Egy fal – különböző anyagok



Hőszigetelés közetgyapottal a „régi” ($U=1,23 \text{ W/m}^2\text{K}$) és az „új” rész falán ($U=0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Forrás: Váraljai Eszter, MSc szakdolgozat, BME 2014

Felújítási kombinációk

Az épület lehűlő szerkezetei:

- Külső fal: 2 féle
- Magastető: 2 féle
- Pincefödém: 2 féle
- Padló/ lábazat: 2 féle
- Terasz: 2 féle
- Nyílászáró: 23 féle

Fűtési rendszer: 2 féle



Felújítási lehetőségek:

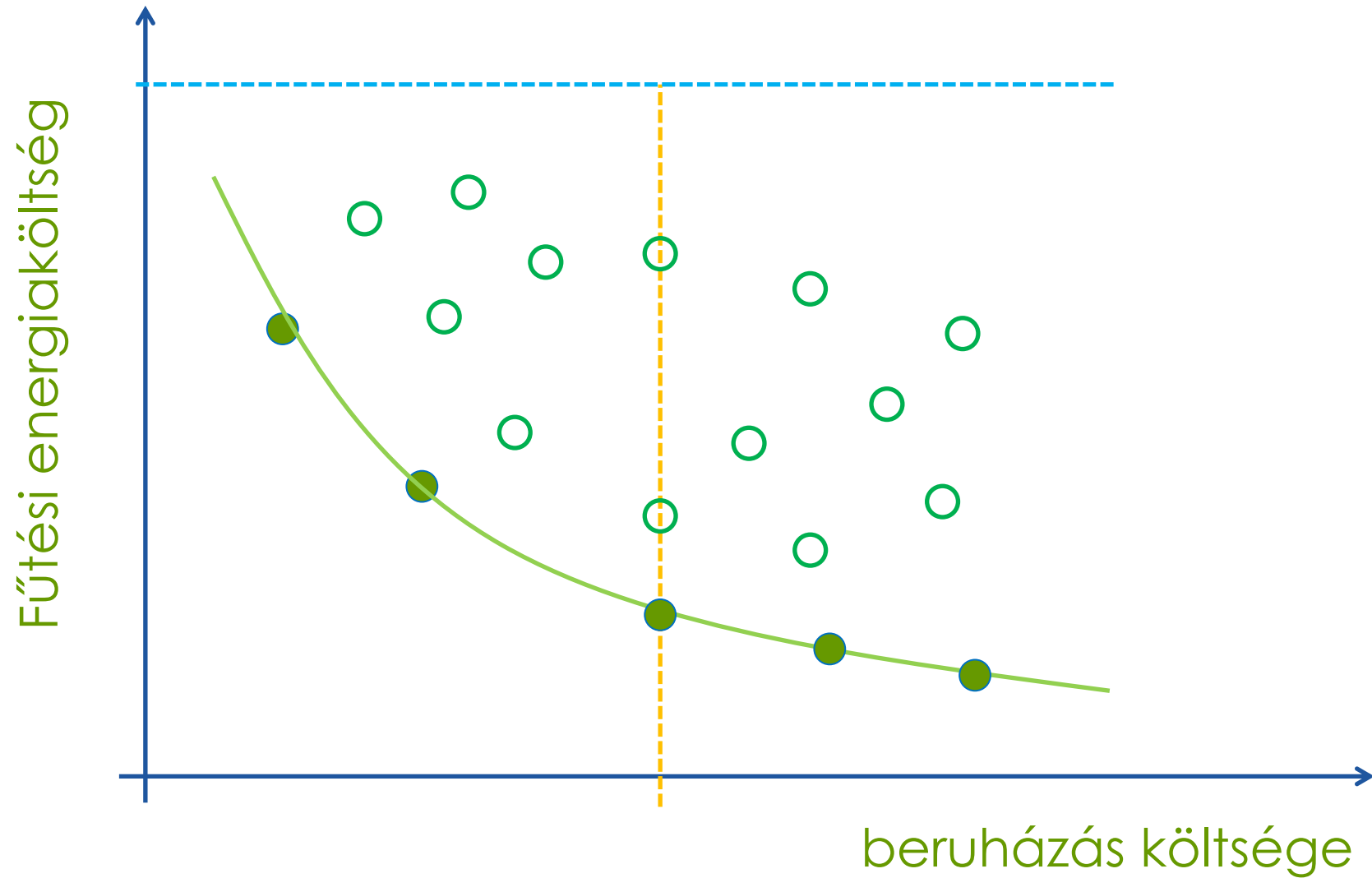
- Hőszigetelő anyagok: sokféle
- Hőszigetelés vastagsága: 2 - ? cm
- Nyílászárók: sokféle

Fűtési rendszer: sokféle



$10^{30} - 10^{40}$ kombináció!!!

Optimális felújítás



Épületenergetikai optimalizáció matematikai modellezése

Jól definiált, determinisztikus,
parametrizált probléma

1. LÉPÉS

Energetikai modell

- ~~Termodinamikai modell~~
- Egyszerűsített modell

2. LÉPÉS

Célfüggvény meghatározása

- q-érték
- EP-érték
- Globális költség

3. LÉPÉS

Adatbázisok

- Anyag adatbázis
- Munkaerő adatbázis

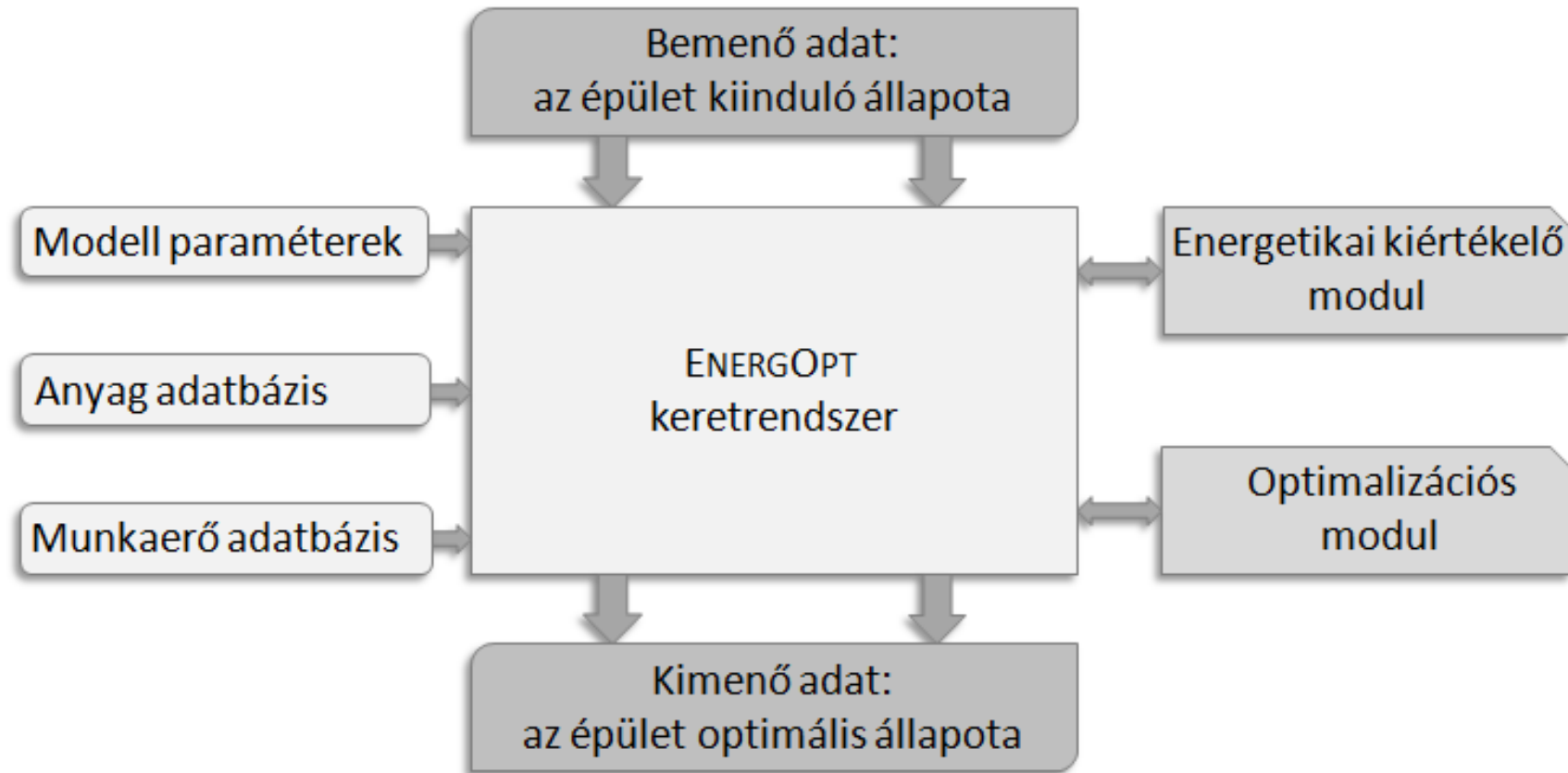
4. LÉPÉS

Optimalizációs eljárások

- Próbálgatás
- Klasszikus (egzakt)
- Heurisztikus (kvázi)

www.energopt.hu

Az energopt szakértői rendszer



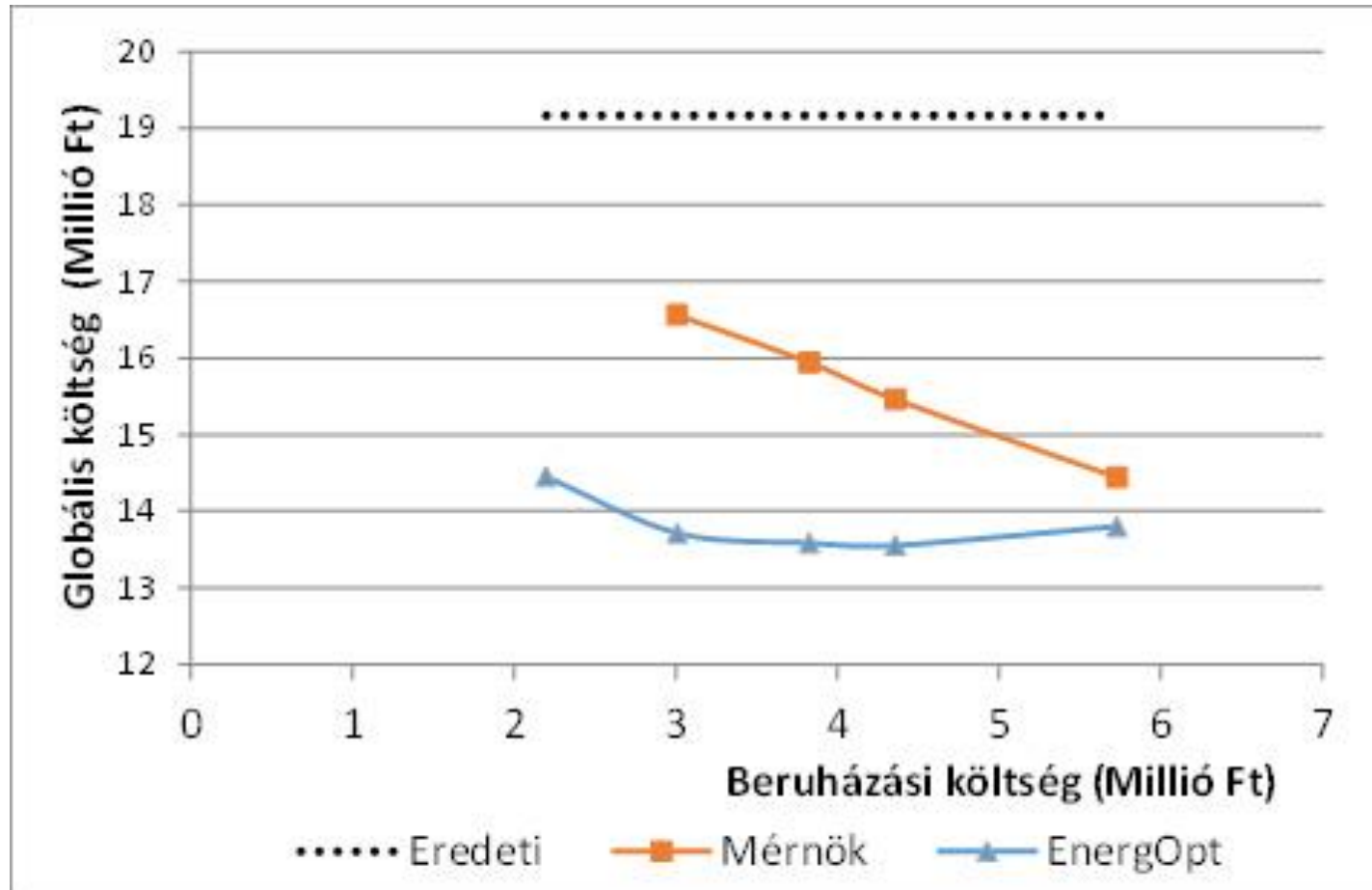


Source: <http://blogs.varsity.co.uk/wp-content/uploads/2011/02/Deep-Blue.gif>

Mérnök kontra energopt

- 1. lépés:** A meglévő épület fűtési energiaigényének számítása a szakértő rendszer energetikai kiértékelő moduljával
- 2. lépés:** Beruházási költség meghatározása (2-5 M Ft)
- 3. lépés:** Optimalizáció
 - Azonos adatbázis
 - Csak az épületburokhoz kötődő intézkedések
 - Egy gépi optimalizáció időigénye 3 perc egy laptopon, a teljes beruházási költség tartományra kb. 2 óra (Windows 7 operációs rendszer és Intel core i5-450M CPU, 2.4 GHz)
 - A mérnök ez esetben egy diplomázó hallgató, a rendelkezésre álló idő 1 hónap

Az optimalizáció eredménye – összehasonlítás

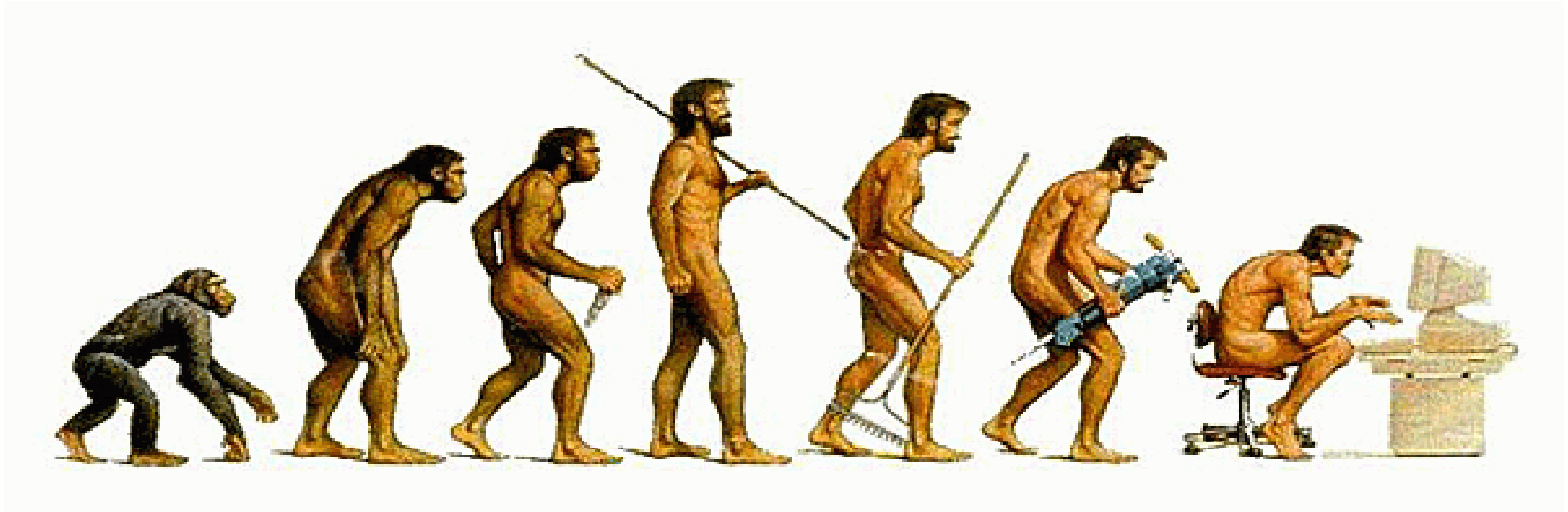


Energopt rendszer előnyei

- Az épületek energiamegtakarítási potenciál mértékének matematikai módszerekkel történő, tudományosan megalapozott meghatározása
- Gyors, automatizált
- Genetikus optimalizációs algoritmus
- Energetikai tanúsításra is használható

Alkalmazási lehetőségek

- Optimalizált költség- és energiahatékony felújítások automatikus tervezése
- A fűtési energia és költségmegtakarítás maximalizálása nemzeti és egyéni szinten
- Környezetterhelés csökkentése
- A felújítás optimális beruházási költségének tervezése
- Energiahatékonyt ösztönző támogatási, pályázati rendszer informatikai hátterének megalapozása
- Banki hitelkonstrukciók hitelkockázat csökkentése



Köszönöm a figyelmet
szalay.zsuzsa@met.bme.hu