



# A megújuló energia ára

Dr. Kádár Péter

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

Villamosenergetikai Intézet

[kadar.peter@kvk.uni-obuda.hu](mailto:kadar.peter@kvk.uni-obuda.hu)



# Mindenkinek igaza van

**A nap éjjel nem süt!**

**Mennyibe kerül?**

**Egyre drágább!**

**Ez megéri!**

**A szél sokba kerül!**

**Az atom olcsó!**

**Ez aztán a befektetés!**

**A biomassza olcsóbb!**

**Ez nem bocsát ki ÜHG-t!**

**Ez nem térül meg!**



## Na de melyik a legolcsóbb?

Nem az árakat mondjuk meg, hanem hogy

- *Milyen árak léteznek?*
- *Mit jelentek ezek az árak?*
- *Hogyan számítják ezen árakat?*



# Árak – Ft – EUR - USD

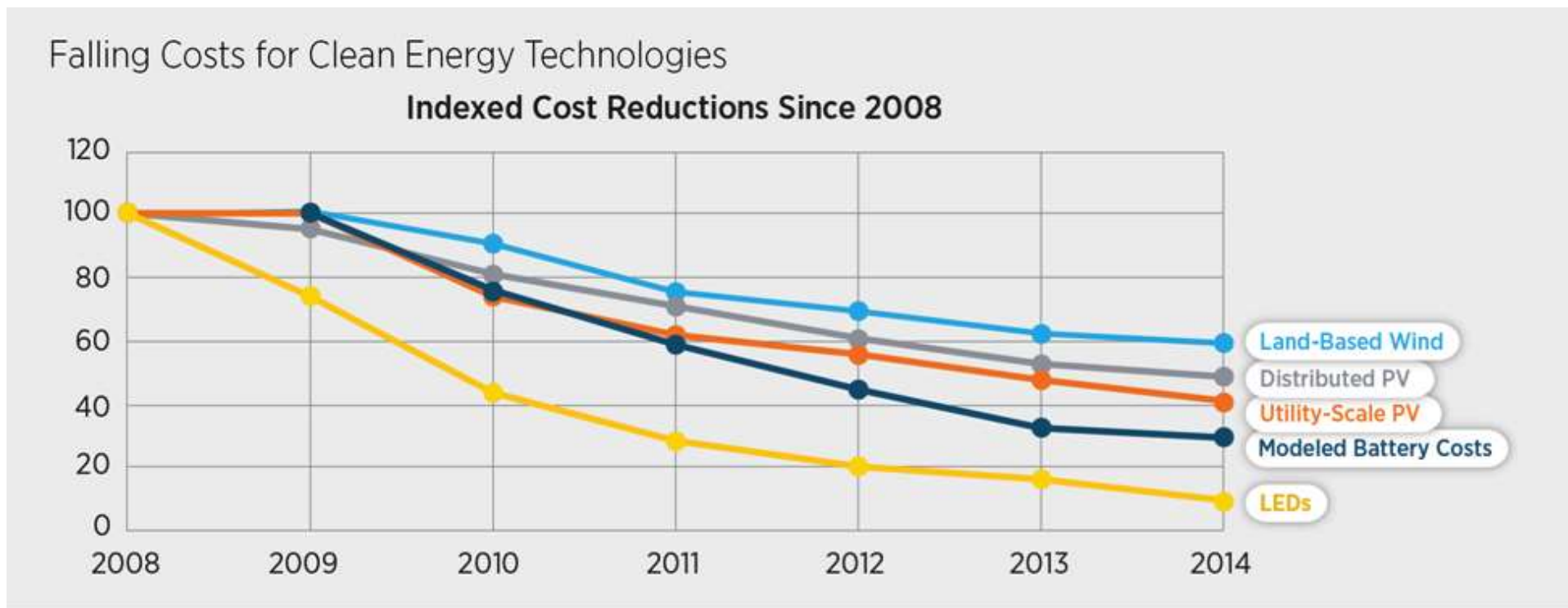
- Az árak időbeli változása
- Az externális költség
- Fajlagos létesítési költség
- Egység létesítési költség
- Termelési költségek
- Végfelhasználói ár
- KÁT
- Piaci ár
- Nem piaci ár
- LCOE
- LACE



# Az árak időbeli változása



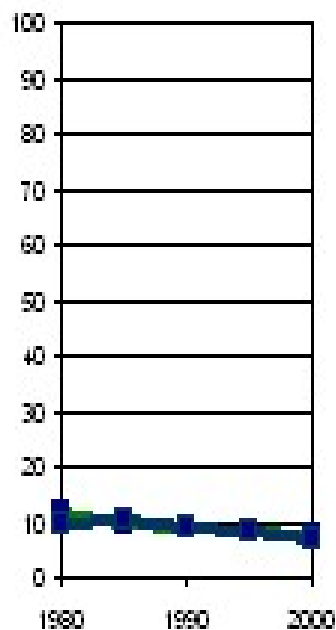
# Az árak időben változnak



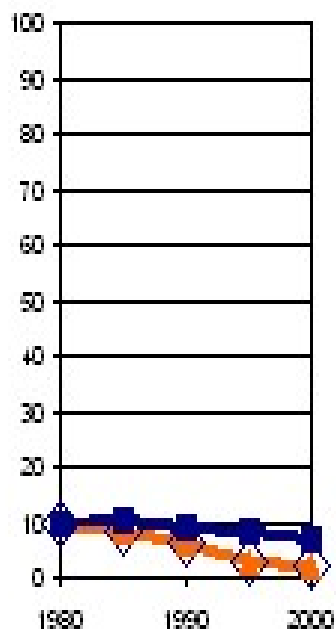
Investments in Renewable Energy Are Paying Off and Paving the Way for Ambitious Climate Action, NOVEMBER 13, 2015 AT 3:29 PM ET BY DAN UTECH



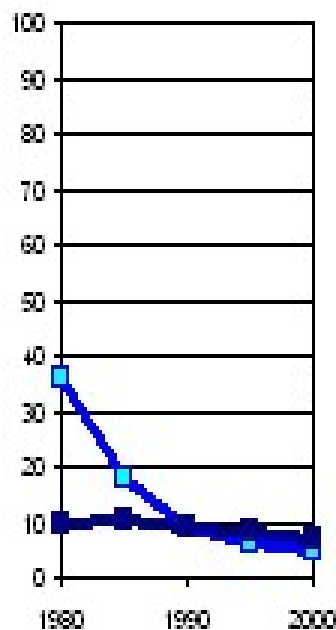
# Az energiaárak alakulása 1980 óta, a fosszilis energiahordozókhoz viszonyítva



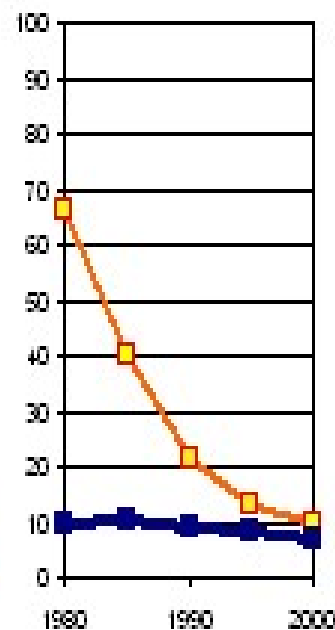
geotermikus



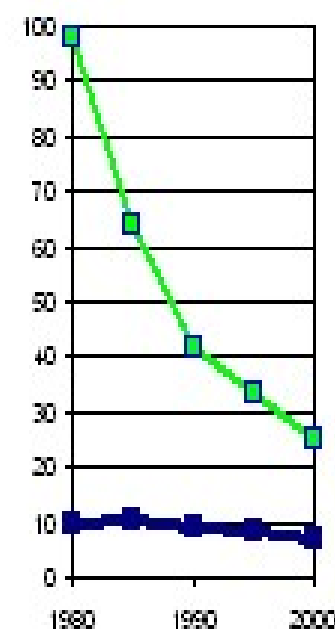
biomassza



szél



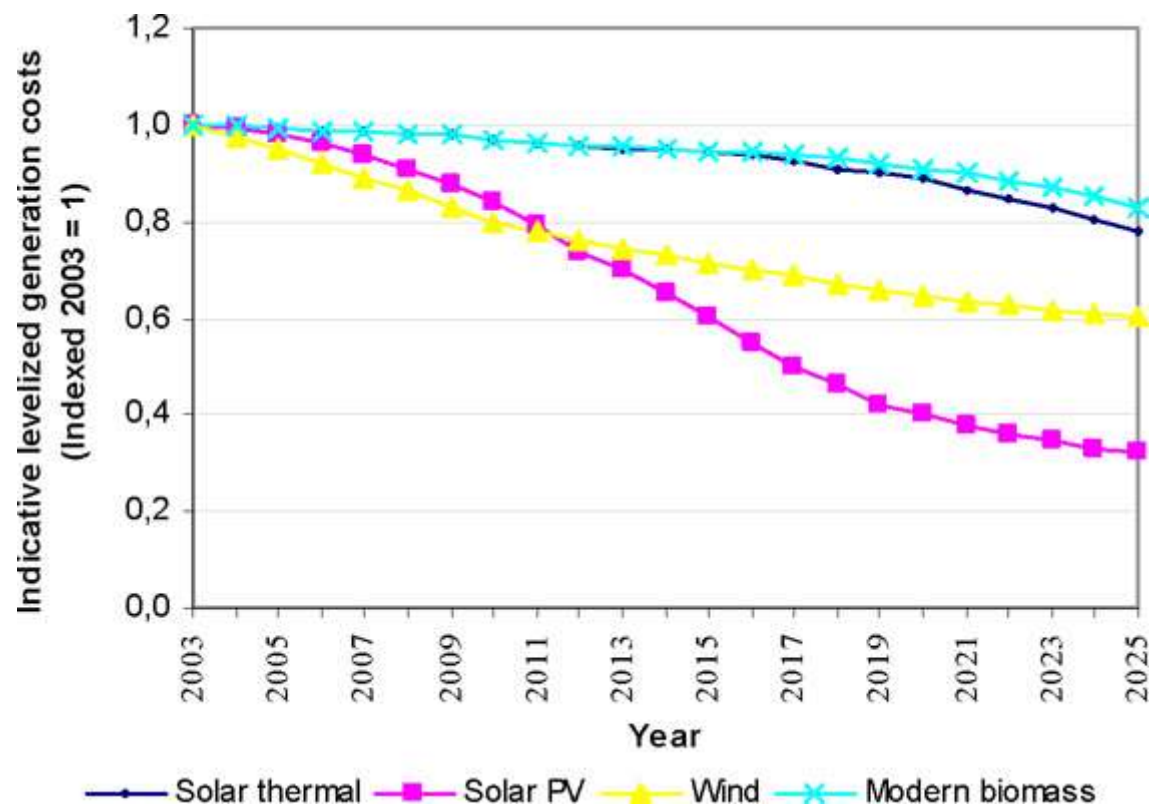
napenergia



fotoelektromos



# Az árak időben változnak



Global CCS Institute

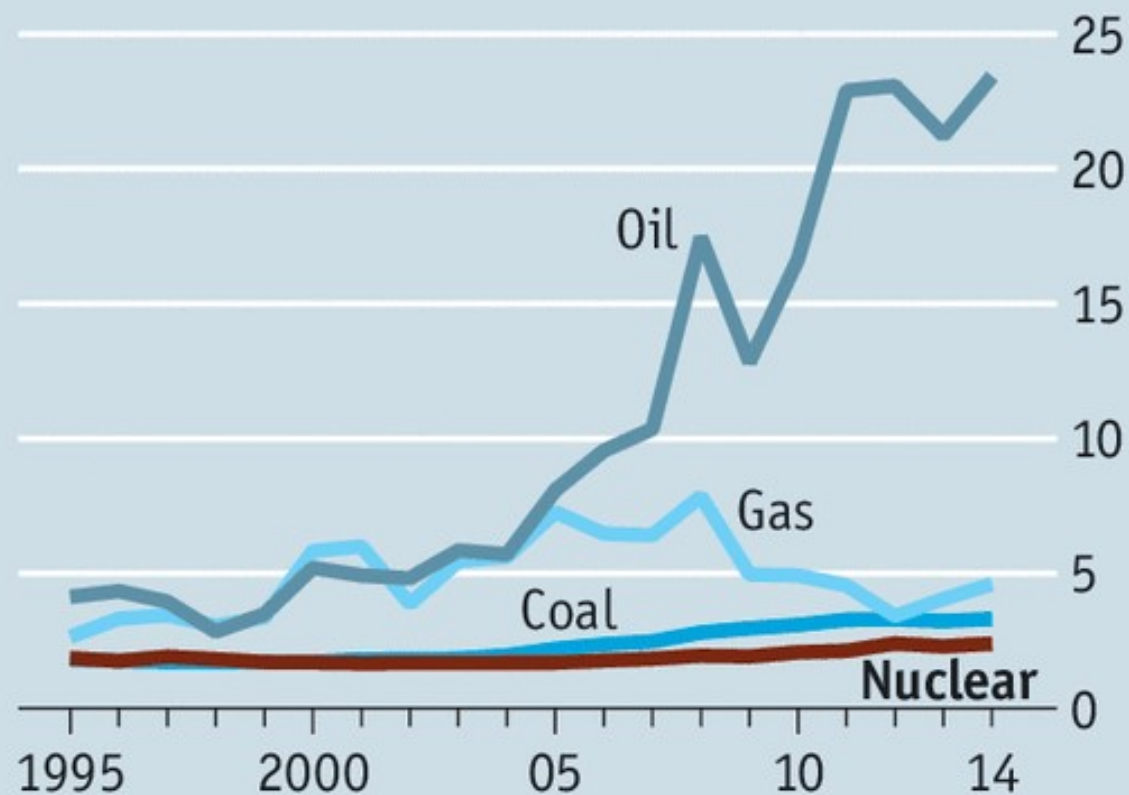




# Egyik csökken/másik nő - tényadatok

## Making less cents

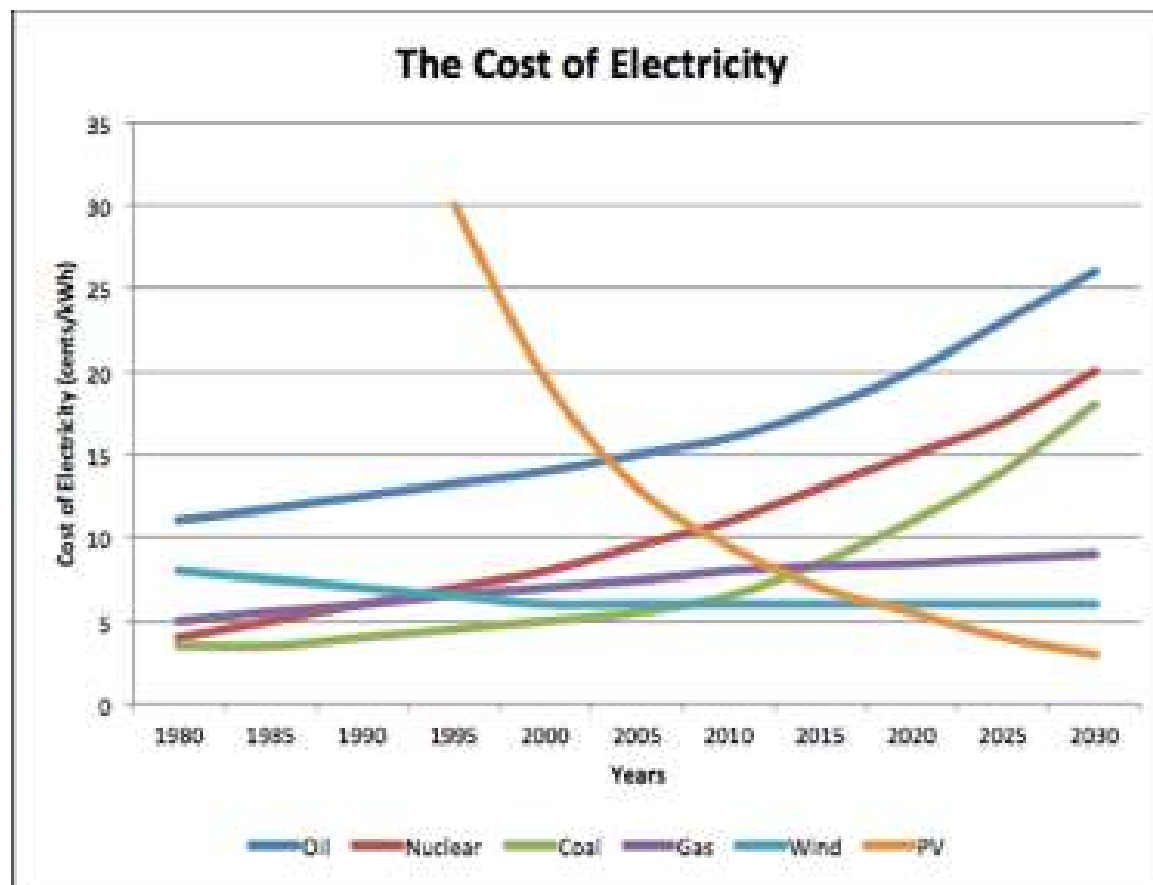
US electricity production cost  
2014 cents per kWh



Source: ABB Velocity Suite



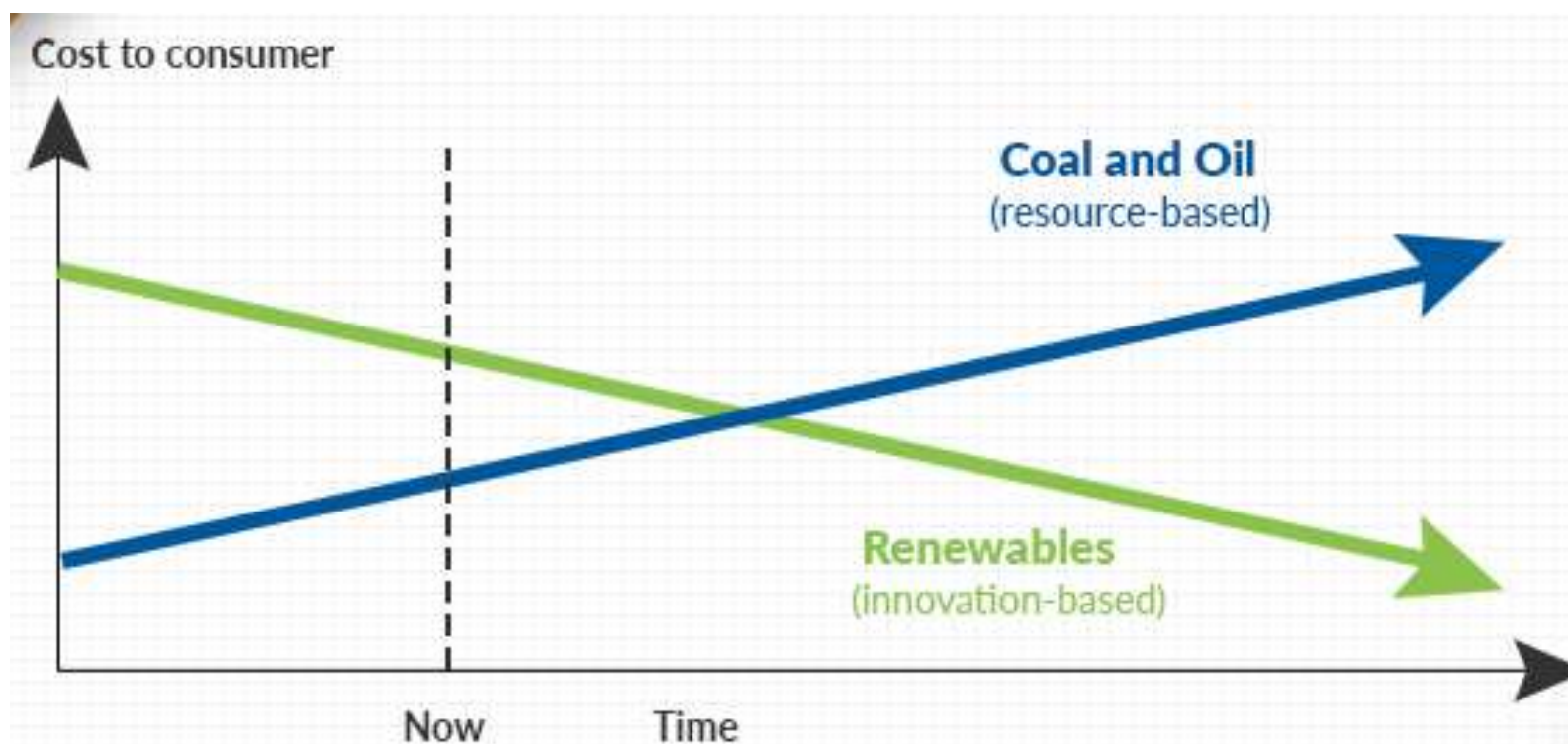
# Egyik csökken/másik nő - előrejelzés



<http://peakoil.com/alternative-energy/trends-in-the-cost-of-energy>



# Tendencia





# Externális költség



# Externália

Externáliának nevezzük azokat a költségeket, amelyek ma a termék árában nem szerepelnek, de majd a társadalomnak később kell megfizetnie, pl.:

- Egészségügyi károsodás
- Környezetkárosítás (vízszennyezés, radioaktív hulladék elhelyezés, stb.)
- Széndioxid kibocsátás

Internalizálás: díjak beépítése az árba, a megelőzésre, a kezelésre: autógumi, akkumulátor, napelem , PET palack termékdíj



# Externális hatás

125 millióra becsülik azon emberek számát a világon, akik súlyos egészségügyi problémáktól szenvednek az ipari szennyezés miatt. Egyes térségekben már népegészségügyi probléma az ipar jelenléte.

<http://www.greenfo.hu/hirek/2012/12/05/a-fogyasztoi-globalizmus-mergezo-ara>



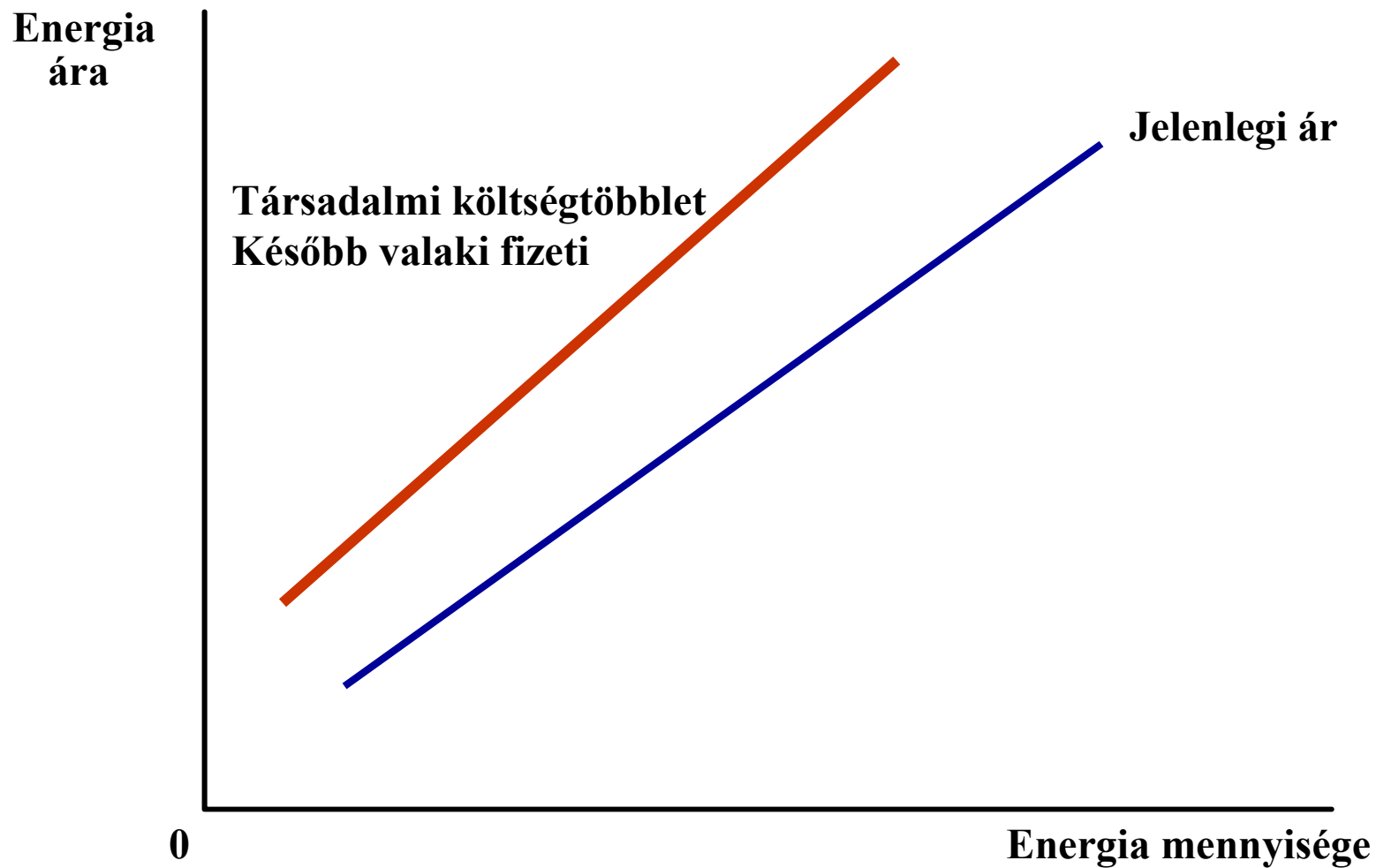
# Externália

Közgazdasági értelemben externáliáról beszélünk, amikor valamely gazdasági tevékenység társadalmi költségei, illetve hasznai és a magánköltségek, illetve hasznok között különbség van. Vagyis egy gazdasági tranzakció költségei, vagy hasznai harmadik fele(ke)t érintenek. Ha a társadalmi költség nagyobb, mint a haszna, akkor az externália negatív, fordított esetben pozitív externáliáról beszélünk. Mindkét esetben csökken a gazdasági hatékonyság, piaci kudarcról beszélhetünk.

- Pl. pozitív externália: A kiskörei duzzasztás létre hozta a Tisza-tavat
- Pl. negatív externália: A lignitbányászat átrendezi a hagyományos felszínt



# Energiaár (most és majd)







## Negatív externáliák között CO<sub>2</sub>



**Mortalitás**

**Morbiditás**

.....

**Globális klímaváltozás**

**ÜHG (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, stb):**  
**Tartós hatás légkörben**  
**Globális hatás**  
**Komplex hatásút**  
**Nagyfokú bizonytalanságok a kárértékek számszerűsítésében**



# A környezeti hatások – CML 2001

Hatáskategóriák	Referencia
Globális felmelegedésre gyakorolt hatások	kg CO <sub>2</sub> -Egyenérték
Savasodási Potenciál	kg SO <sub>2</sub> -Egyenérték
Eutrofizációs Potenciál	kg Foszfát-Egyenérték
Humán Toxicitási Potenciál	kg DCB-Egyenérték
Fotokémiai Ózonképződési Potenciál	kg Etilén-Egyenérték
Ózonréteg vékonyodás	kg CFC11-Egyenérték
Erőforrások csökkenése	kg SB-Egyenérték
Földi ökototoxicitás	kg DCB-Egyenérték
Tengervízi ökototoxicitás	kg DCB-Egyenérték
Édesvízi ökototoxicitás	kg DCB-Egyenérték



- Az életciklus elemzés:
  - Berendezések, nyersanyagok létrehozása (nem pénzügyi értelemben)
  - Üzemeltetés
  - Karbantartás
  - Elbontás
- Kibocsátások az életciklus során
- Erőforrások igénybevétele
- Területigény
- Vízfelhasználás, stb.



# Kárértékek lehetséges számítása

**TABLE 5-8 Marginal Global Damages from GHG Emissions: Estimates from Widely Used Models**

Model	Study	Marginal GHG Damage (\$/ton CO <sub>2</sub> )	Discount Rate (%) <sup>a</sup>	Climate Warming Scenario <sup>d</sup>	Total Global Climate Damage (% GDP)
DICE	Nordhaus (2008)	8 <sup>e</sup>	~4.5	No control: 3.1°C in 2100; 5.3°C in 2200	-1.8% @2.5°C
		8		Optimal: 2.6°C in 2100; 3.5°C in 2200	-4.5% @4.0°C
					-7.1% @5.0°C
FUND	ToI (2003) <sup>d</sup>	0	5	No control: 3.7°C in 2100; 6.7°C in 2200	-10.2% @6.0°C
		2	3		-0% @2.5°C
		6	2		~-1% @4.0°C
PAGE <sup>b</sup>	Hope (2006) <sup>c</sup> Hope and Newbery (2008) Stern et al. (2006)	6 (1-17)	~4.5	No control: 4.1°C in 2100; 7.9°C in 2200	~-1% @5.0°C
		22 (4-60)	~3		-1.0% @2.5°C
		108 (21-284)	~1.5		-2.6% @3.9°C
		102 36	1.4	No control: 3.9°C in 2100; 7.4°C in 2200 Stabilize at 550 ppm CO <sub>2</sub> -eq: eventual 3°C	-11.3% @7.4°C

<sup>a</sup>Discount rate changes over time in Nordhaus (2008) and Hope (2006); the approximate effective discount rate is given.

<sup>b</sup>For PAGE model, mean global GDP impacts are given in Dietz et al. (2007), including market, non-market, and risk of catastrophic impacts.

<sup>c</sup>Mean estimate for 2001 emissions with 5th-95th percent confidence interval from uncertainty analysis in parentheses.

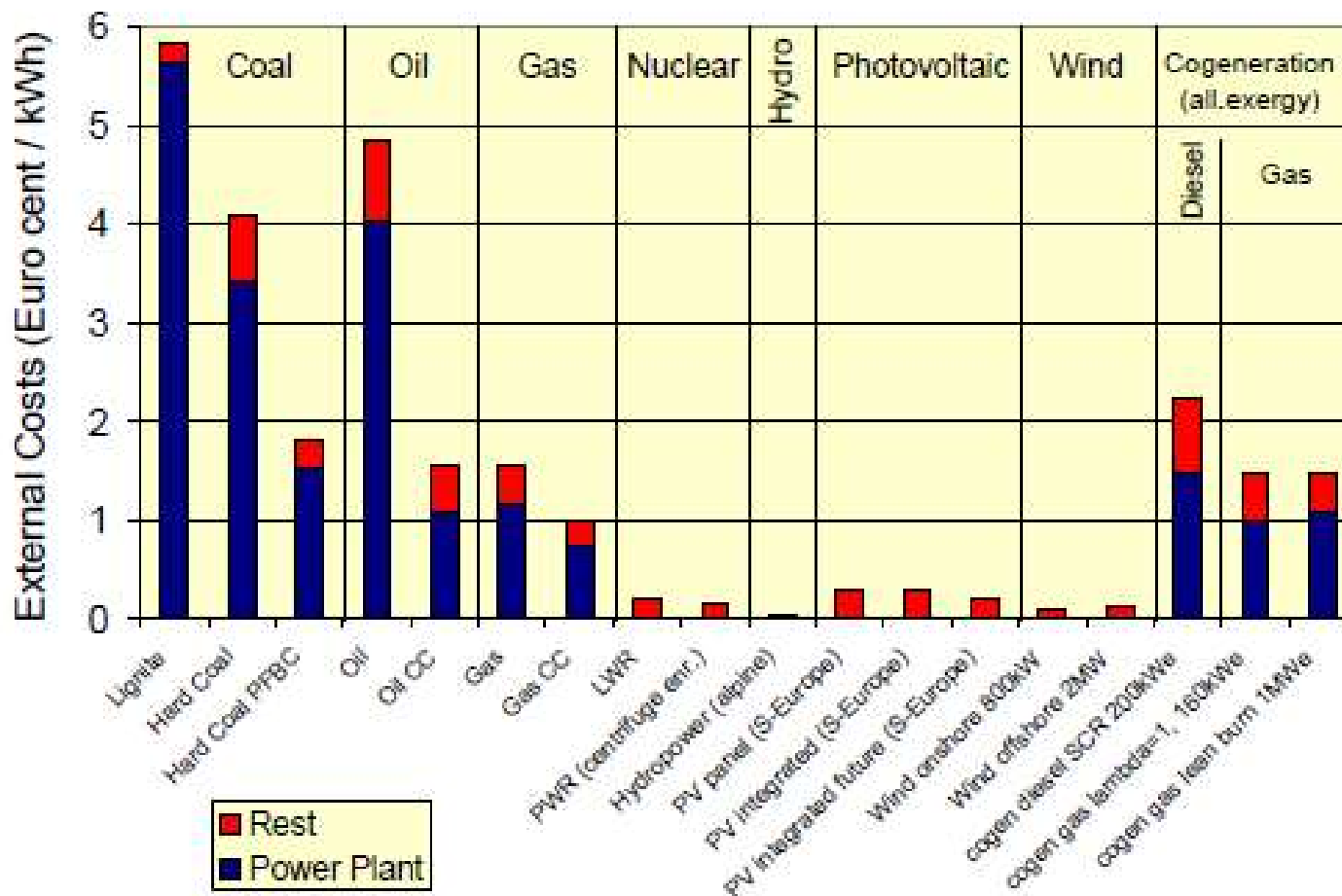
<sup>d</sup>Estimate is for emissions in 2000 from FUND version 2.4.

<sup>e</sup>Estimate is for emissions in 2005.

Note: Negative numbers indicate a negative impact on GDP.

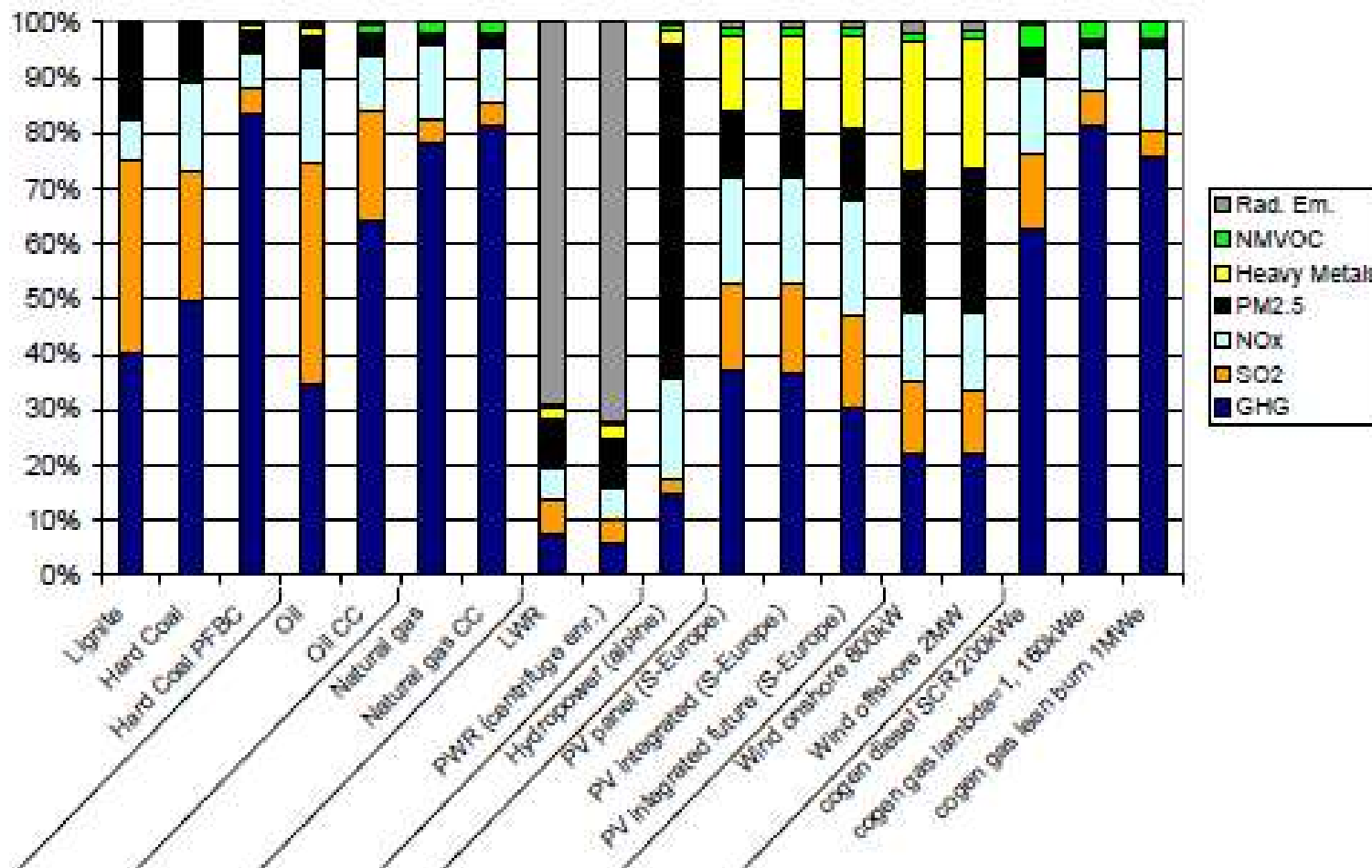


# Externális költségek





# Költségarányok





# Hazai externália értékek

Technológia	Alkategóriák	CO2 kibocsátás	Megjegyzés	Teljes technológiai láncra vetített externális ktg. c€/kWh
		g/kWh		
Vízermű – vill.	5 MW alatt	15 (10-20)	főleg gyártás során	0,2 – 0,45
	5 MW felett	15 (10-20)	főleg gyártás során	0,2 – 0,45
Szél– vill.	háztartási (20 kW - 50 kVA)	25 (10-40)	főleg gyártás során	0,1 – 0,3
	nagyobb	25 (10-40)	főleg gyártás során	0,1 – 0,3
Biomassza	Hő – háztartási	400 (350-600)		0,1 – 1,0
	Hő – központosított	350 (300-500)		0,1 – 1,0
	Villamos	1000 (550-1000)	jelentős a nem visszaforgatható CO2	0,1 – 1,0
	Kapcsolt	1000 (550-1000)	több esetben ez még magasabb is	0,1 – 1,0
Biogáz – vill.	Szennyvíziszap	„0” (800)	negatív is lehetne	
Hulladékégetés – vill.		1000 (400-1000)		
Fotovoltaikus – vill.	háztartási	130 (50-200)	50-300 közt gyártás során	0,1 – 0,6
	erőmű	130 (50-200)	50-300 közt gyártás során	0,1 – 0,6
Szén – vill.		1100 (660-1200)	főleg üzem közben	1,5 – 4,5
Földgáz – vill.		520 (370-580)	főleg üzem közben	0,4 – 2,5
Nukleáris – vill.		10 (5-15)	nem üzem közben	0,007 – 1,0

IX. Napenergia-hasznosítás az  
épületgépészetben - 2018.03.08.

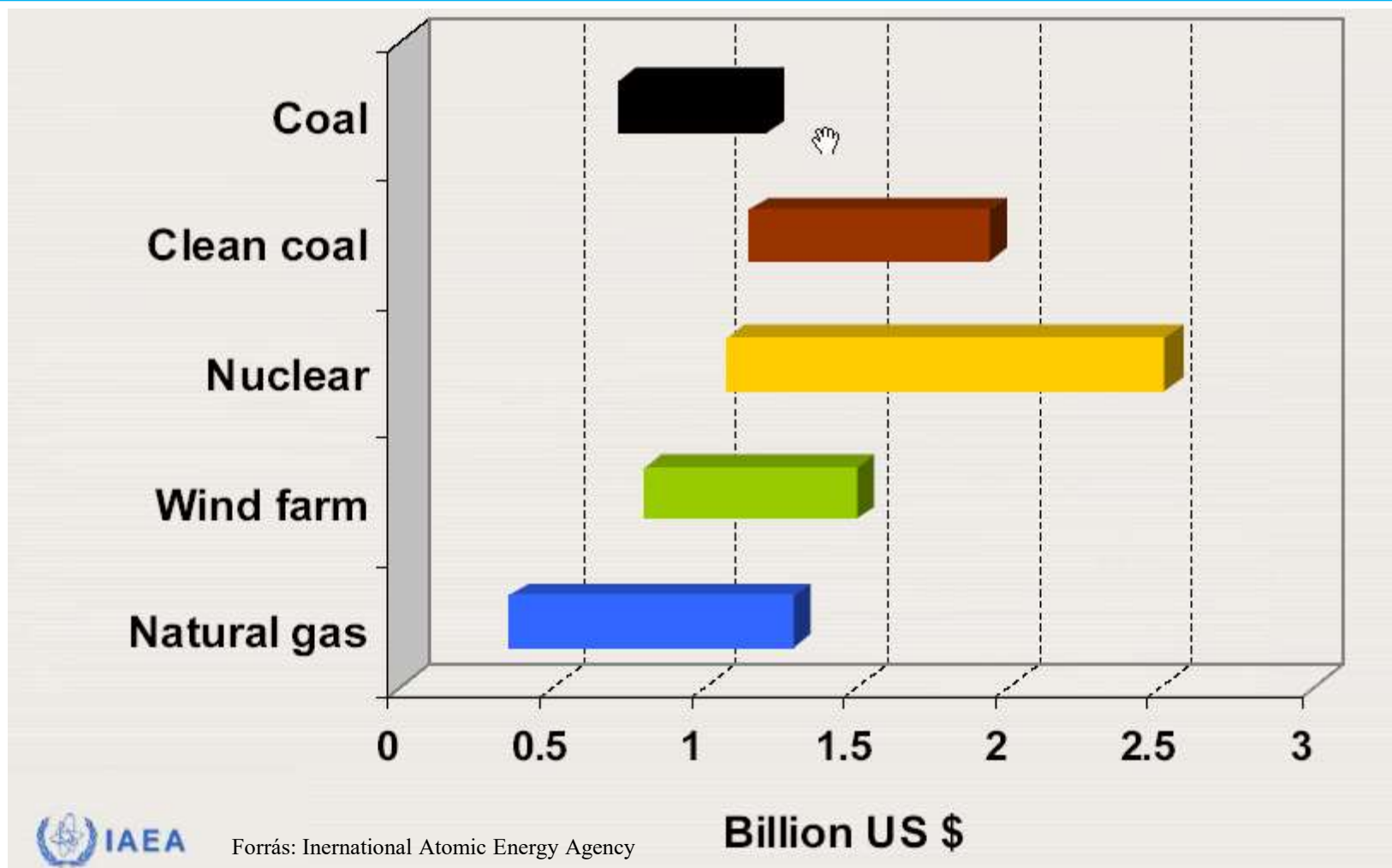


# Fajlagos létesítési költség





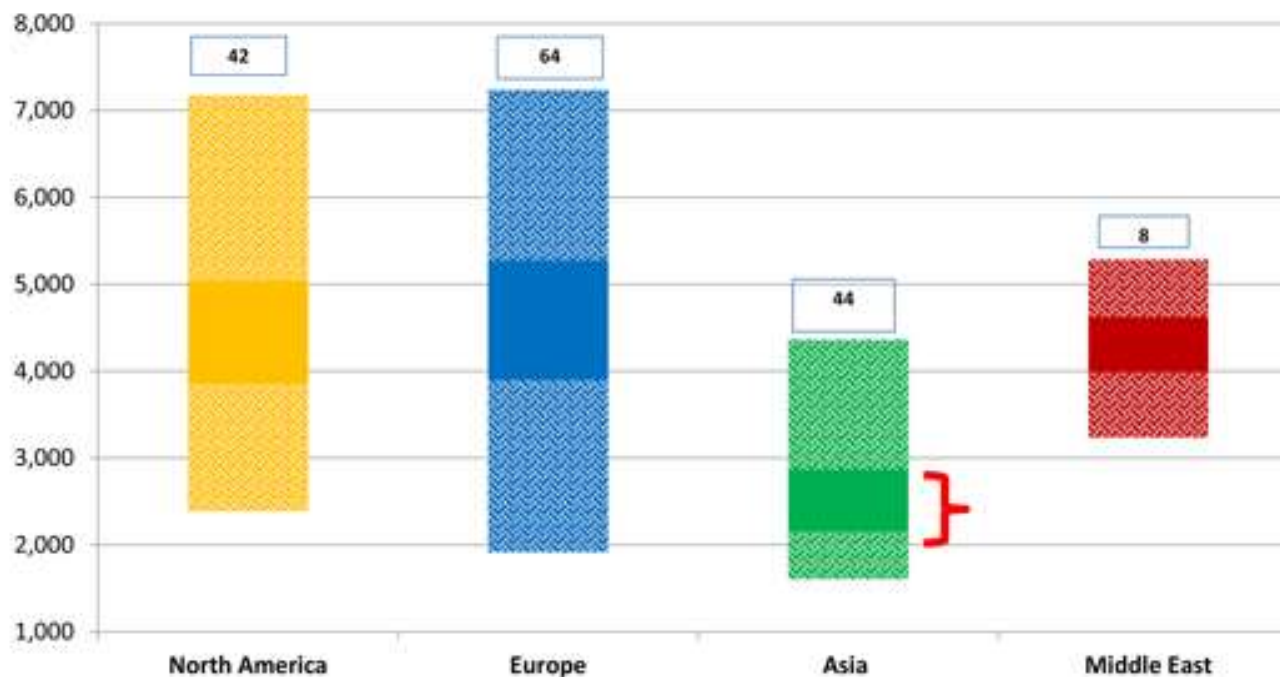
# Fajlagos létesítési költségek /MW





## Challenge: NPP investment cost uncertainty

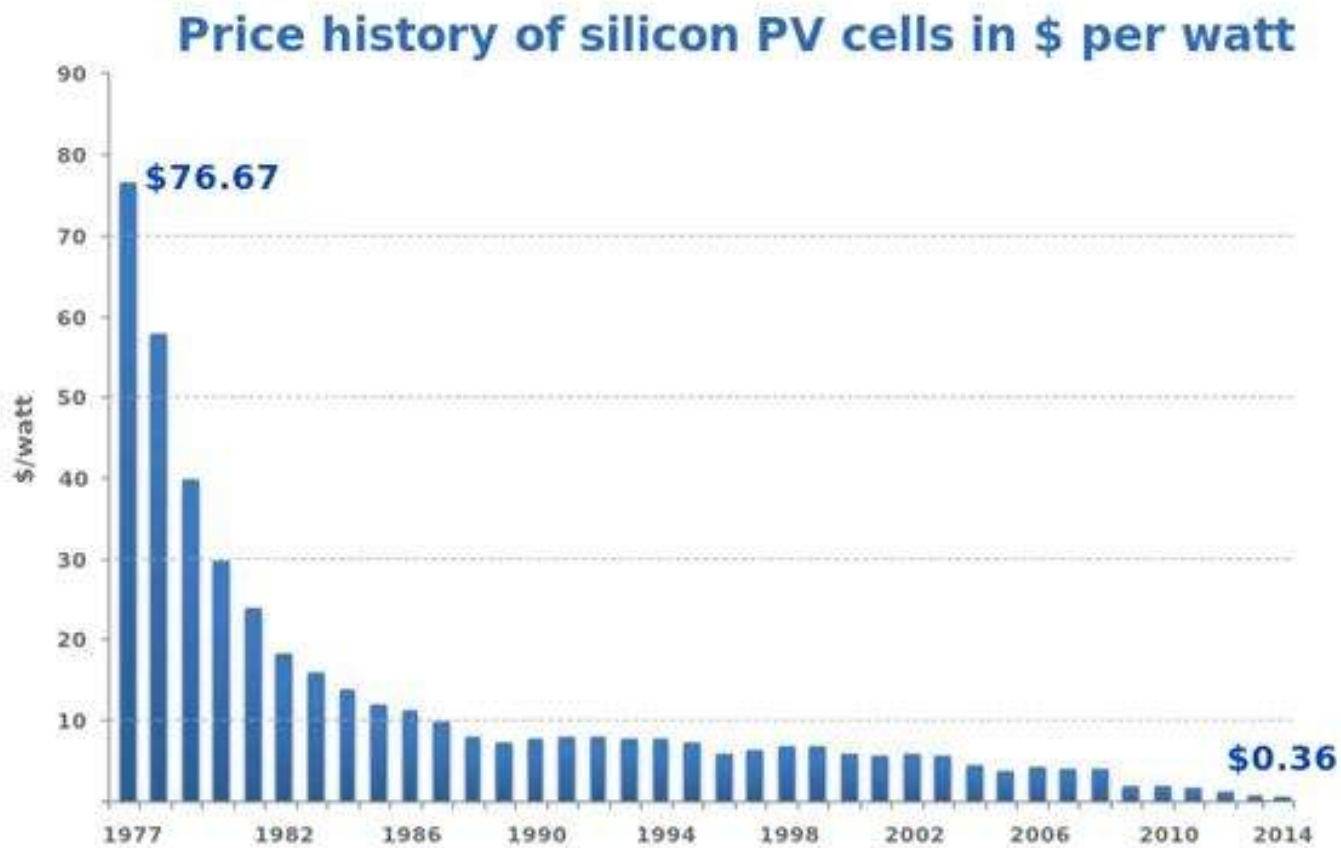
Overnight capital cost range by region (US \$/kW)



Note: Data collected from various publications and studies to keep track of nuclear power plants investment costs, since 2008 (updated August 2014), all data in 2013 USD



# 1 W-nyi napelem cella végfelhasználói árának változása

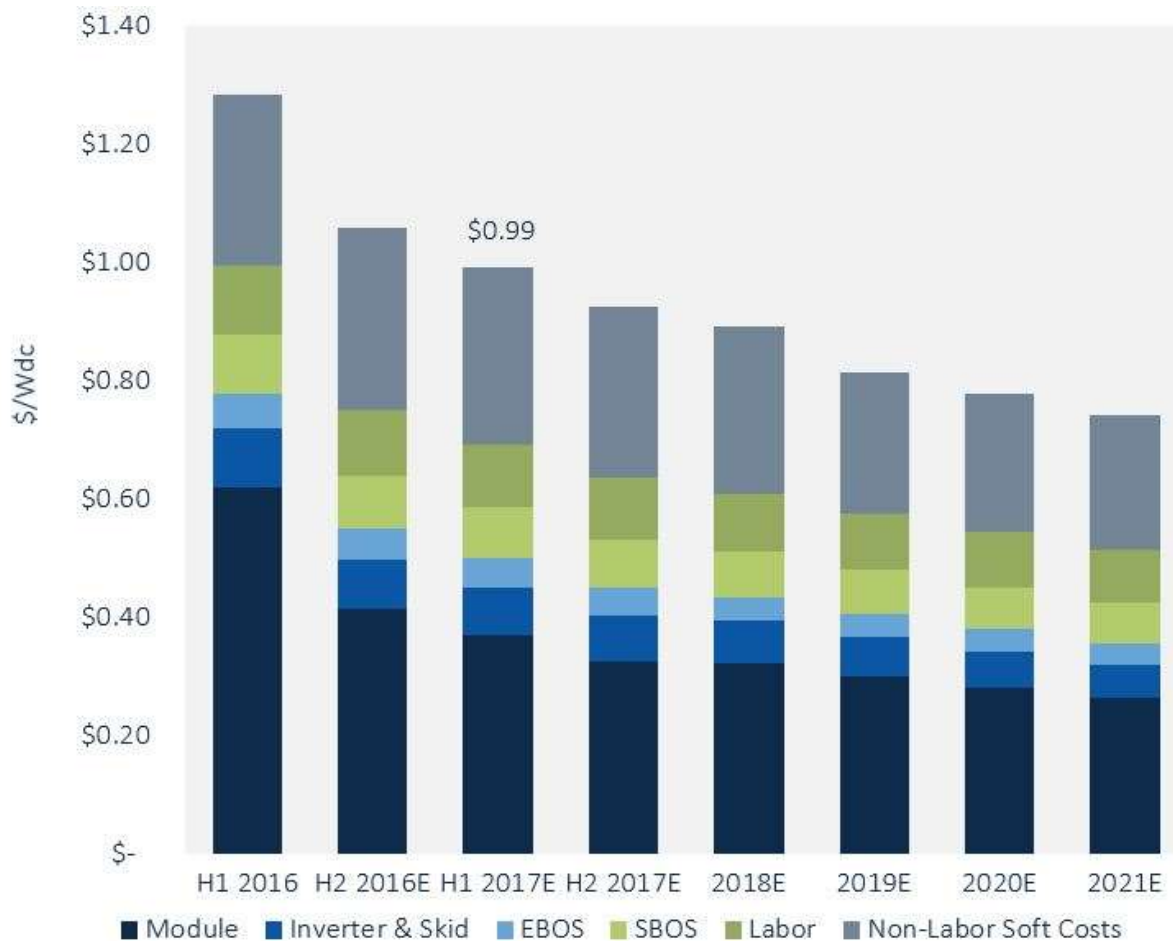


Source: Bloomberg, New Energy Finance & pv.energytrend.com



# U.S. Utility PV Fixed-Tilt Turnkey EPC System Pricing, H1 2016-2021E (\$/Wdc)

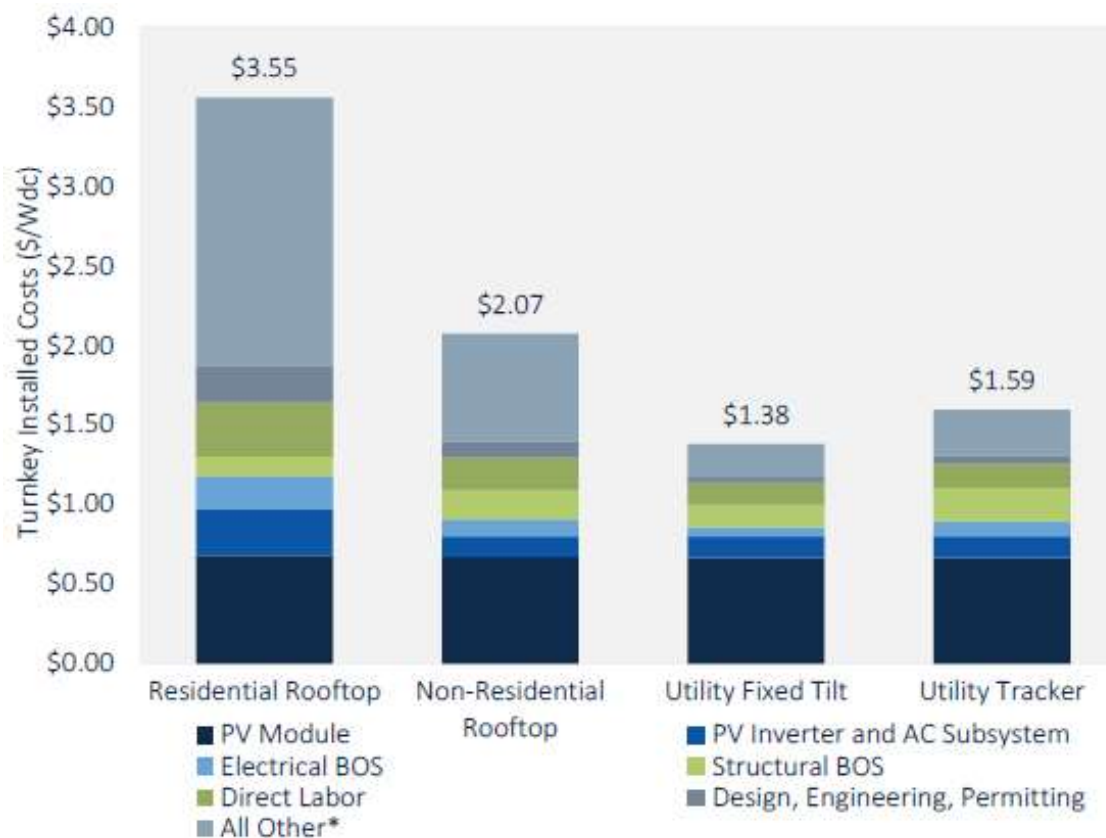
## 1 USD alatt!



Source: GTM Research / SEIA U.S. Solar Market Insight



# Average U.S. System Cost Breakdown by Market Segment, Q3 2015



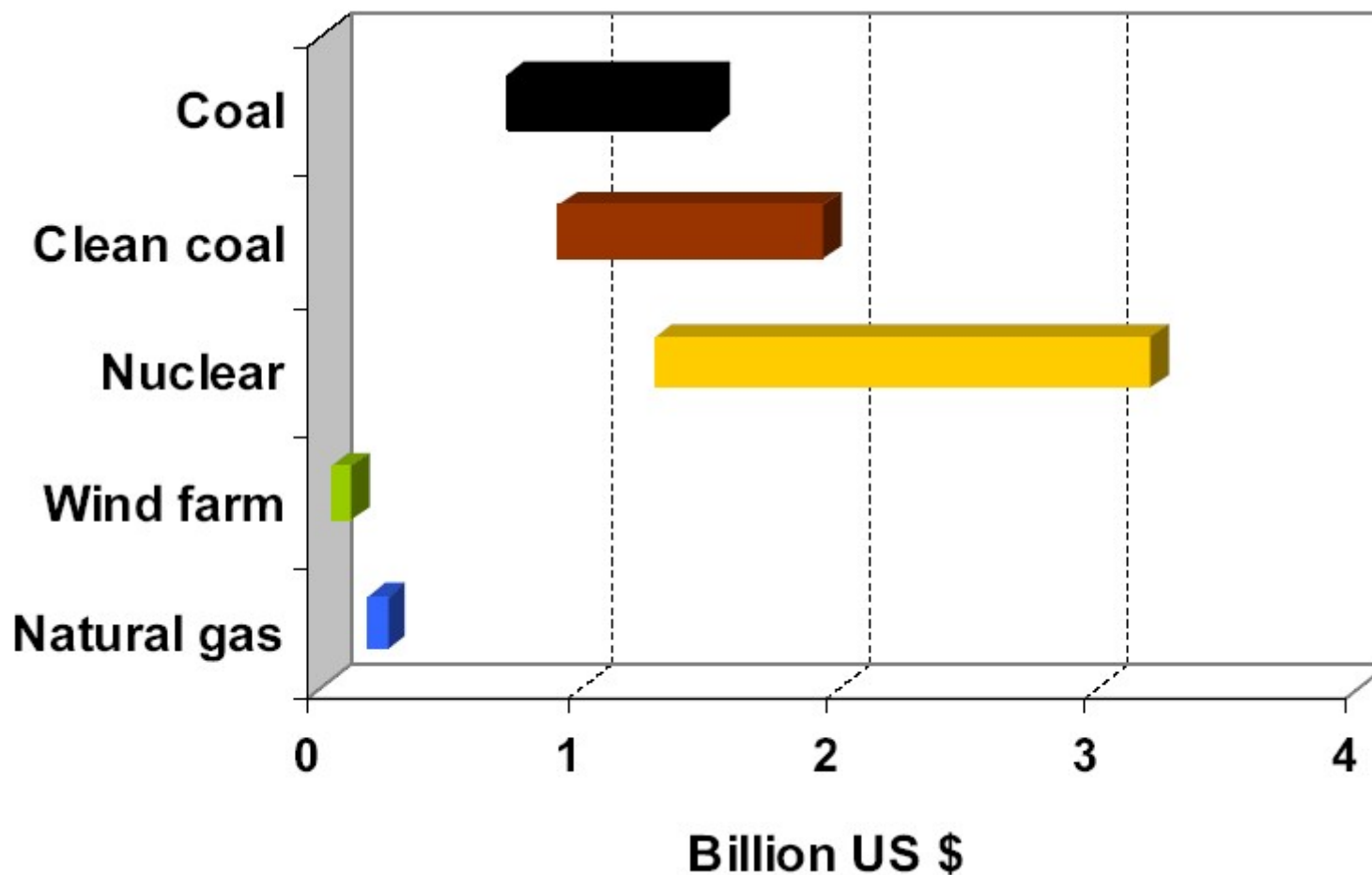
Source: GTM Research / SEIA U.S. Solar Market Insight



# Egység létesítési költség



# Tipikus erőművi egység költségei



Forrás: International Atomic Energy Agency

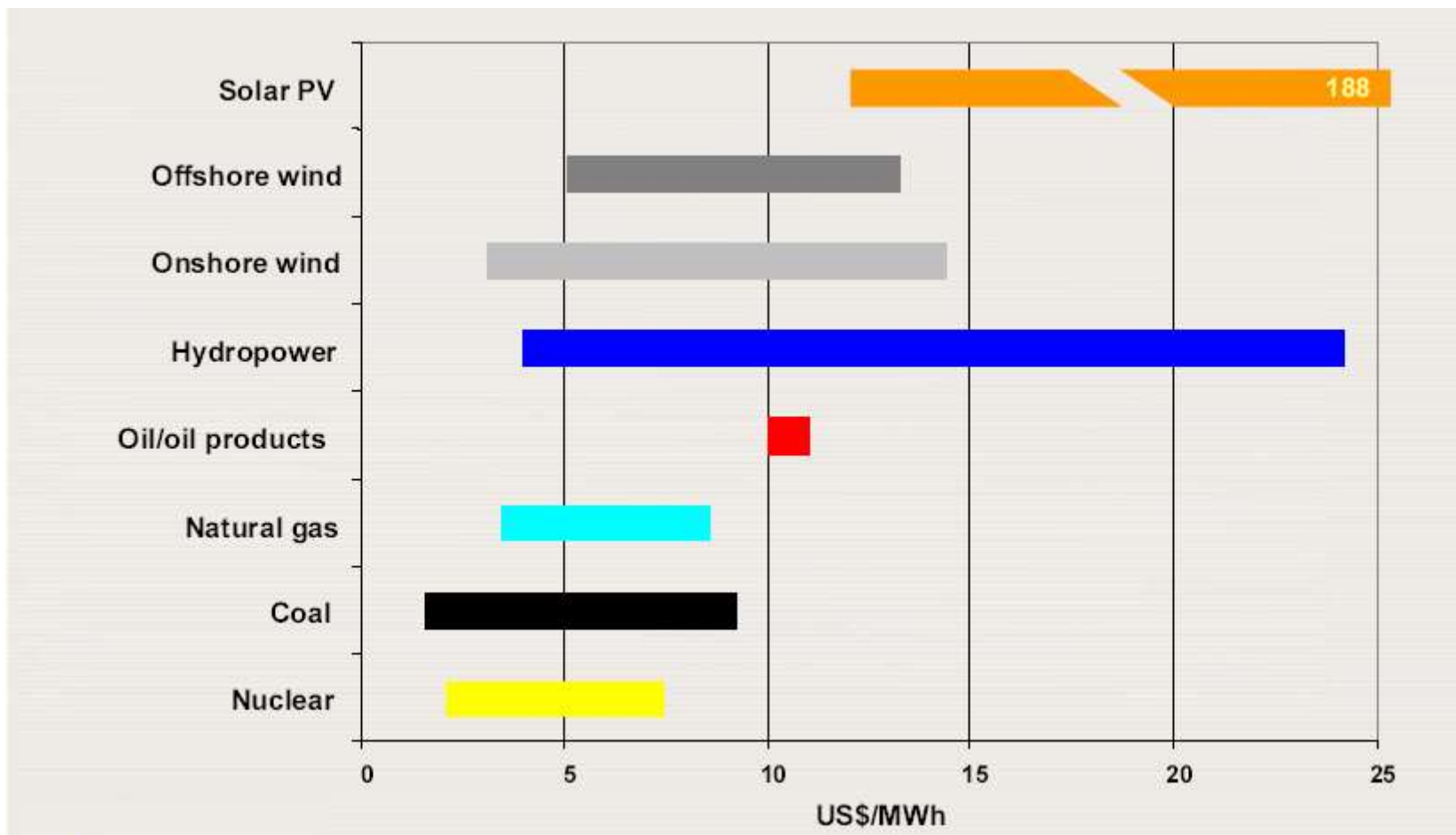


# Termelési költségek





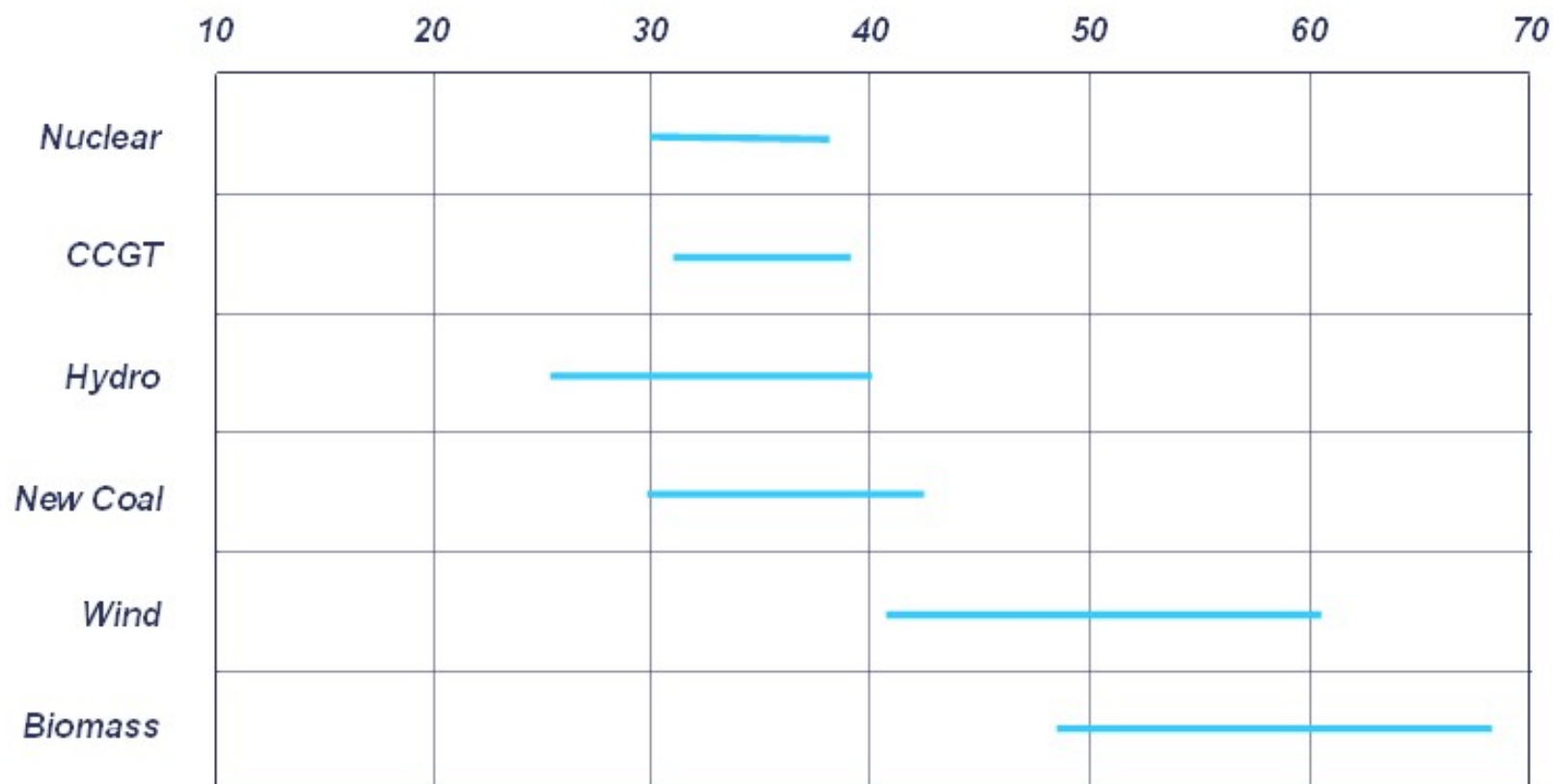
# Tipikus termelési költségek



Forrás: International Atomic Energy Agency



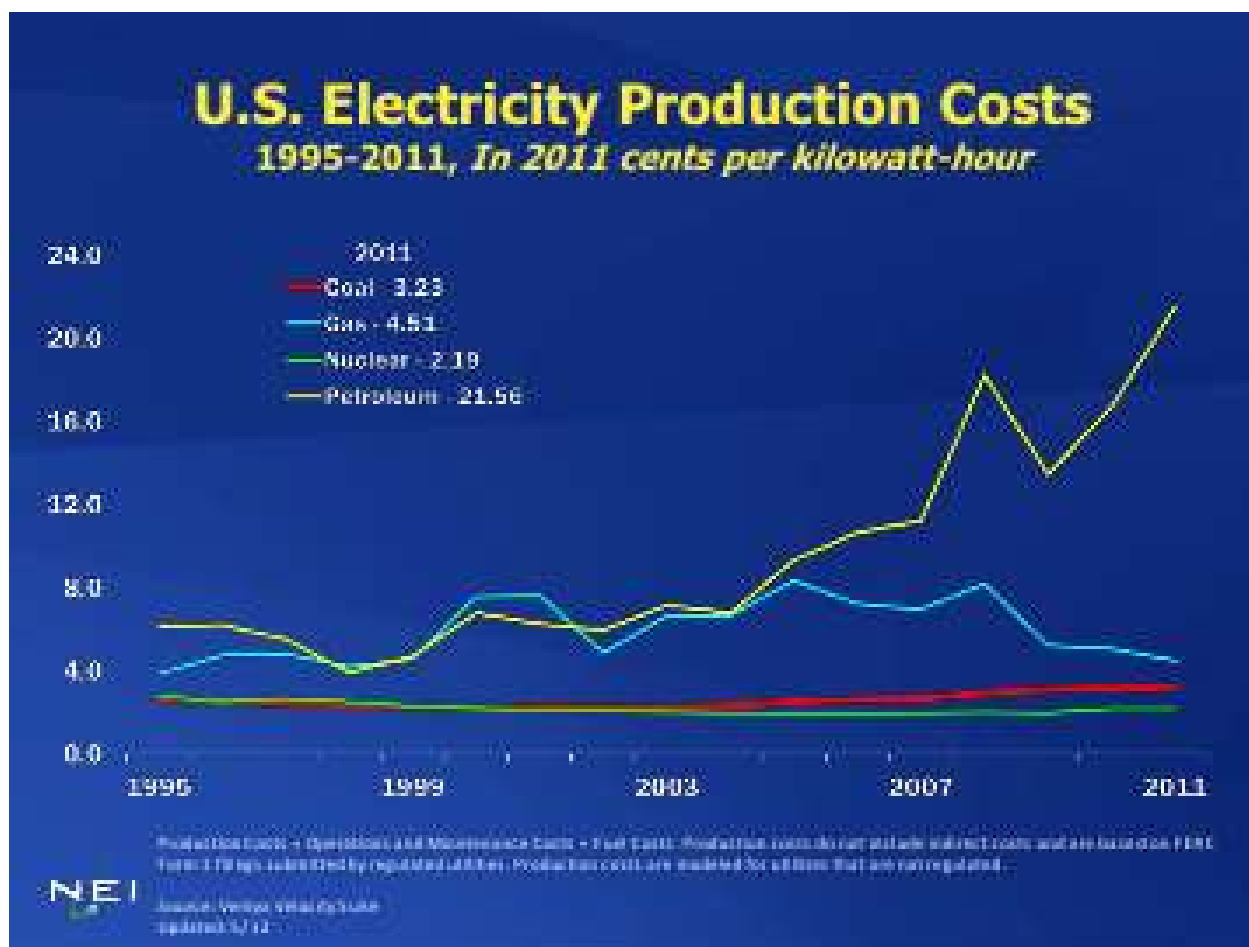
# Termelési költségek (USD/MWh)



Source : Eurelectric – 'Ensuring Investments in a Liberalised Electricity Sector' – March 2004  
' Indicative total generation cost (excl. taxes) for some technologies '

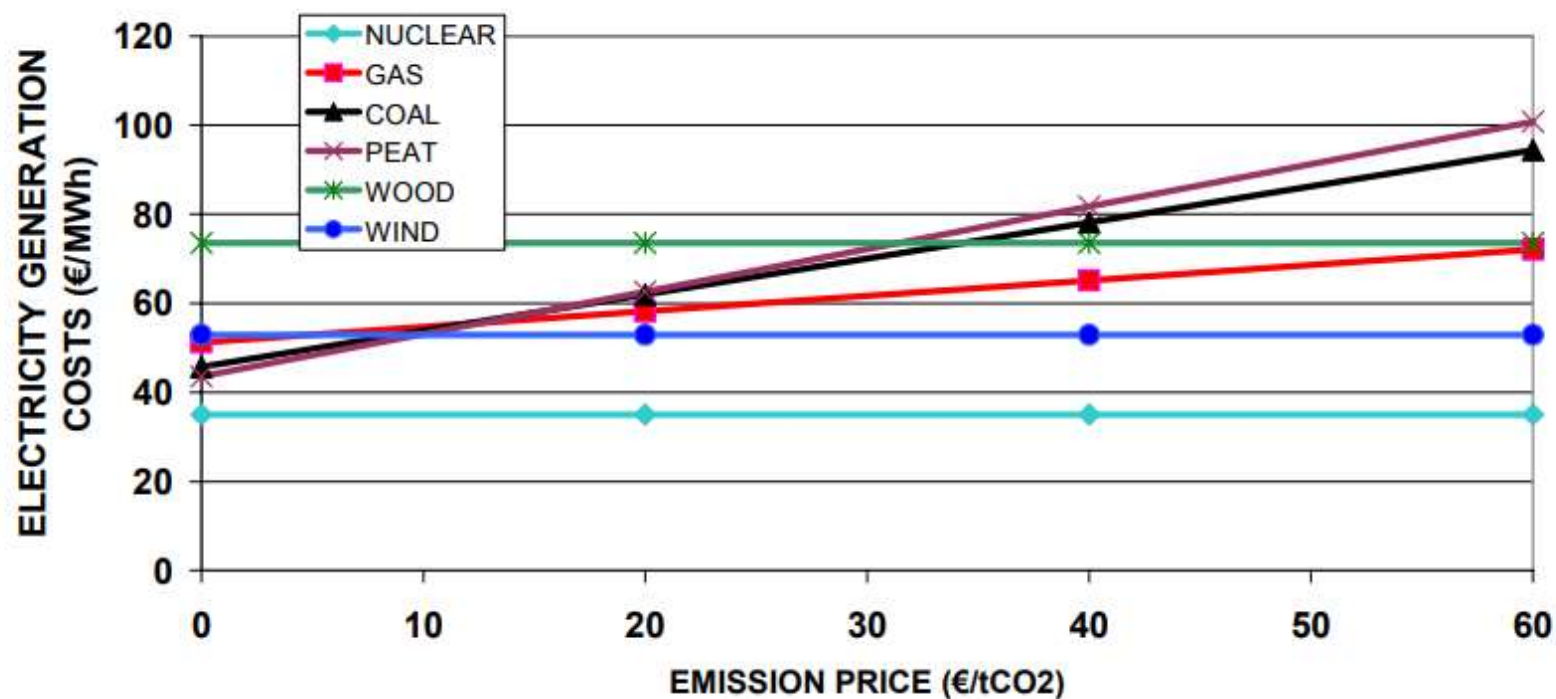


# Termelési költségek időbeli változása



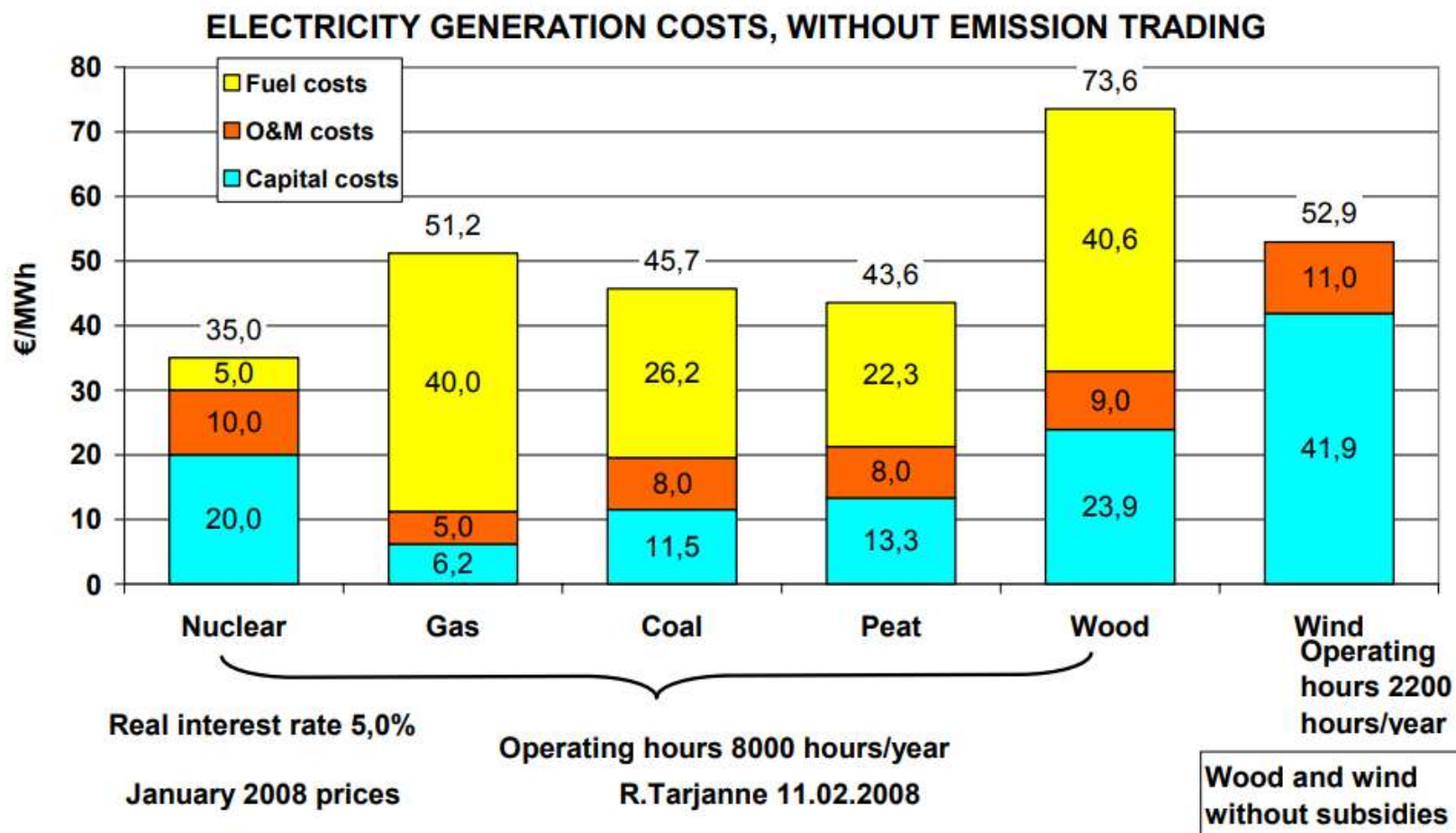


# Emisszió kereskedelem hatása az árra





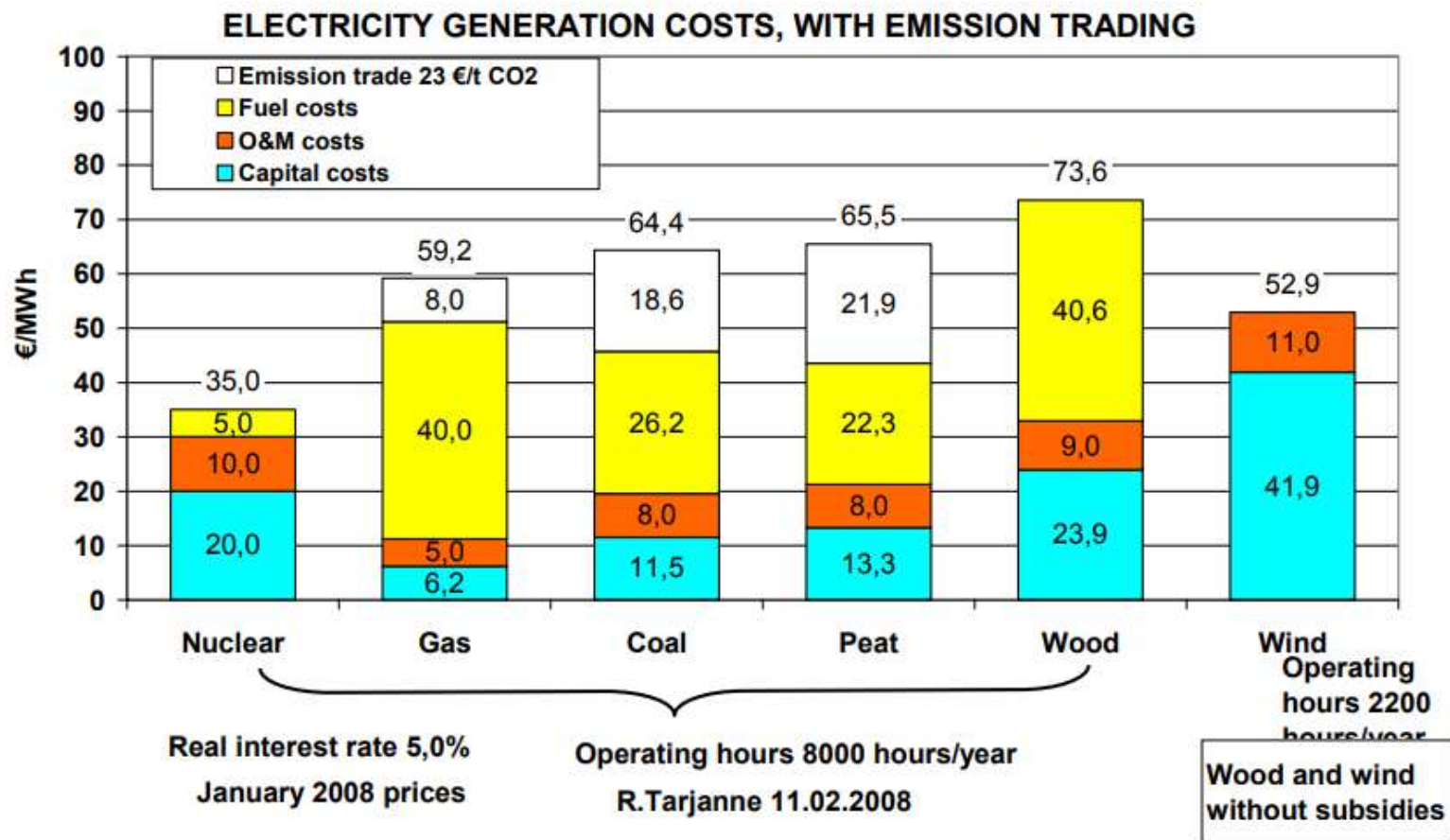
# Termelési költség emisszió kereskedelem nélkül



Tarjanne Risto, Kivistö Aija TEKNILLINEN TIEDEKUNTA ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN OSASTO FACULTY OF TECHNOLOGY DEPARTMENT OF ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY TUTKIMUSRAPORTTI EN A-56 RESEARCH REPORT Lappeenrannan teknillinen yliopisto Digipaino 2008 ISBN 978-952-214-578-9 (paperback) ISBN 978-952-214-588-8 (PDF) ISSN 1459-2630 LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY COMPARISON OF ELECTRICITY GENERATION COSTS



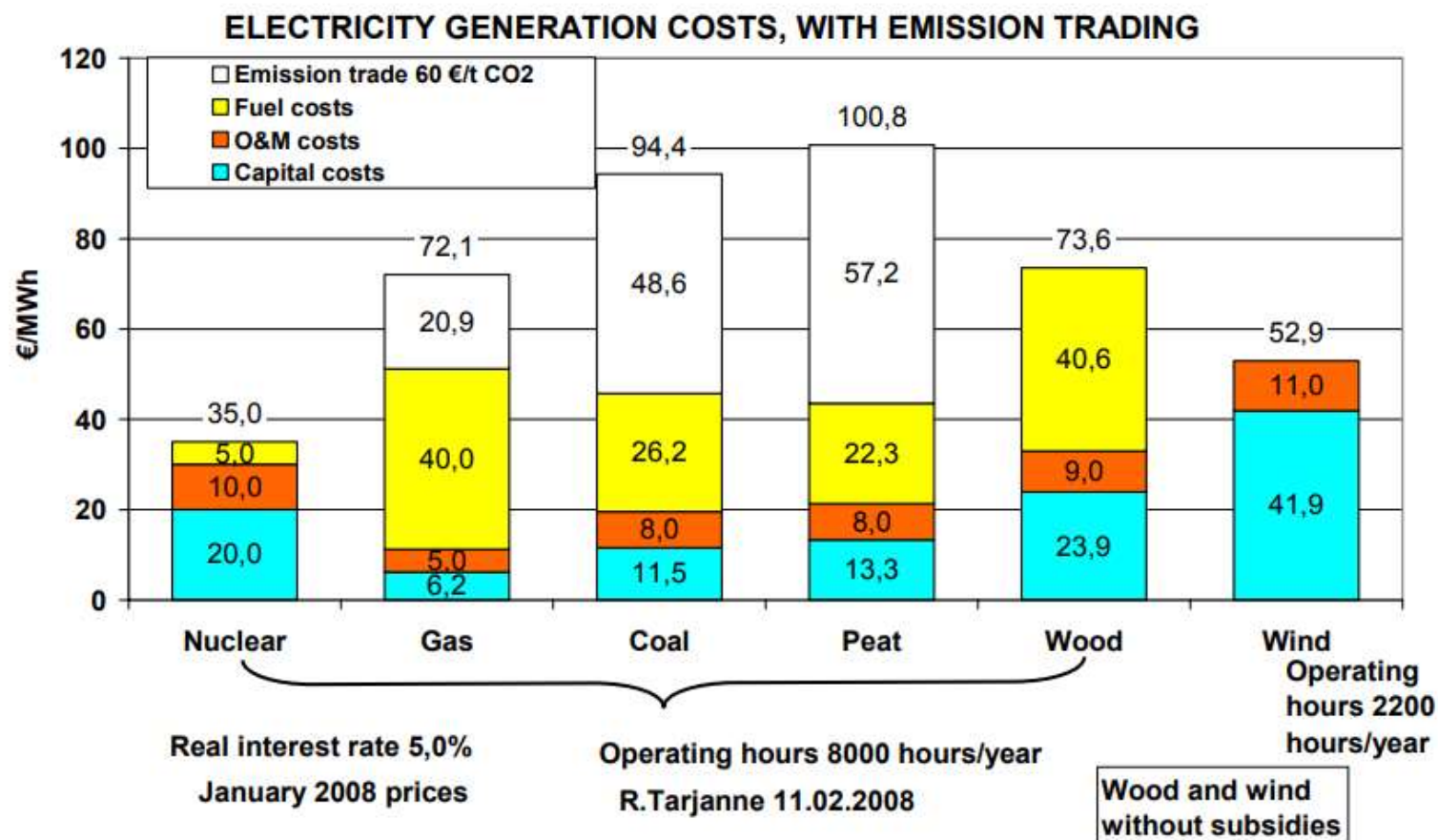
# 23 EUR / tCO<sub>2</sub>



Tarjanne Risto, Kivistö Aija TEKNILLINEN TIEDEKUNTA ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIKAN OSASTO FACULTY OF TECHNOLOGY DEPARTMENT OF ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY TUTKIMUSRAPORTTI EN A-56 RESEARCH REPORT Lappeenrannan teknillinen yliopisto Digipaino 2008 ISBN 978-952-214-578-9 (paperback) ISBN 978-952-214-588-8 (PDF) ISSN 1459-2630 LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY COMPARISON OF ELECTRICITY GENERATION COSTS



60 EUR / tCO<sub>2</sub>



Tarjanne Risto, Kivistö Aija TEKNILLINEN TIEDEKUNTA ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIKAN OSASTO FACULTY OF TECHNOLOGY DEPARTMENT OF ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY TUTKIMUSRAPORTTI EN A-56 RESEARCH REPORT Lappeenrannan teknillinen yliopisto Digipaino 2008 ISBN 978-952-214-578-9 (paperback) ISBN 978-952-214-588-8 (PDF) ISSN 1459-2630 LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO LAPPEENRANTA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY COMPARISON OF ELECTRICITY GENERATION COSTS



# Végfelhasználói ár





## Lakossági ár = HMKE megnyert ár?

Végül is mennyit váltottunk ki saját termeléssel? -> becslés

Ft / kWh	ELMÜ	EON	NKM
ELMÜ éjszakai / kapcsolt	23,18	23,55	23,03
ELMÜ NAPPALI kedv.	36,24	35,33	36,42
ELMÜ NAPPALI	37,56	37,76	36,42



# KÁT



# KÁT

KATEGÓRIA		megújuló energiaforrásból, illetve a hulladékból nyert energiával termelt villamos energiára vonatkozóan, HUF/kWh																			
		2012. január 1-től			2013. január 1-től			2014. január 1-től			2015. január 1-től			2016. január 1-től			2017. január 1-től				
		Csúcs <sup>2</sup>	Völgy <sup>2</sup>	Mélyvölgy <sup>2</sup>	Csúcs <sup>2</sup>	Völgy <sup>2</sup>	Mélyvölgy <sup>2</sup>	Csúcs <sup>2</sup>	Völgy <sup>2</sup>	Mélyvölgy <sup>2</sup>	Csúcs <sup>2</sup>	Völgy <sup>2</sup>	Mélyvölgy <sup>2</sup>	Csúcs <sup>2</sup>	Völgy <sup>2</sup>	Mélyvölgy <sup>2</sup>	Csúcs <sup>2</sup>	Völgy <sup>2</sup>	Mélyvölgy <sup>2</sup>	Átlag	
Megújuló energiaforrásból nyert energiával termelt villamos energia	A MEKH 2008. 01.01. előtt (vagy addig benyújtott kérelemre) hozott határozata alapján termelt (kivéve 5 MW-nál nagyobb vízerőmű) [KR. 4. § (1) bekezdés]	Nap- és szélerőműben termelt [KR. 1. számú melléklet 1. b) pont]	31,91	31,91	31,91	33,76	33,76	33,76	34,42	34,42	34,42	34,39	34,39	34,39	34,34	34,34	34,34	34,48	34,48	34,48	34,48
		Nem nap- és szélerőműben termelt [KR. 1. számú melléklet 1. a) pont]	35,65	31,91	13,03	37,72	33,76	13,78	38,45	34,42	14,05	38,42	34,39	14,04	38,36	34,34	14,02	38,52	34,48	14,08	33,09
		20 MW vagy annál kisebb naperőműben termelt [KR. 1. számú melléklet 2. b) pont]	30,71	30,71	30,71	32,18	32,18	32,18	32,49	32,49	32,49	32,14	32,14	32,14	31,77	31,77	31,77	31,58	31,58	31,58	31,58
		20 MW vagy annál kisebb erőműben (kivéve: naperőmű) termelt [KR. 1. számú melléklet 2. a) pont]	34,31	30,71	12,53	35,96	32,18	13,13	36,30	32,49	13,26	35,91	32,14	13,11	35,50	31,77	12,96	35,29	31,58	12,88	30,31
		20 MW-nál nagyobb, de legfeljebb 50 MW-os erőműben termelt (kivéve: szélerőmű 2008. nov. 30-tól) [KR. 1. számú melléklet 3. a) pont]	27,45	24,57	10,02	28,76	25,75	10,50	29,04	25,99	10,60	28,72	25,71	10,48	28,39	25,42	10,36	28,22	25,27	10,30	24,24
		20 MW-nál nagyobb, de legfeljebb 50 MW-os szélerőműben 2008. nov. 30-tól termelt* [KR. 1. számú melléklet 3. b) pont]	34,31	30,71	12,53	35,96	32,18	13,13	36,30	32,49	13,26	35,91	32,14	13,11	35,50	31,77	12,96	35,29	31,58	12,88	30,31
	5 MW-nál nagyobb vízerőműben, 50 MW-nál nagyobb egyéb erőműben termelt [KR. 4. § (4) bekezdés; 1. számú melléklet 4. pont]	21,34	13,66	13,66	22,36	14,31	14,31	22,58	14,45	14,45	22,33	14,29	14,29	22,07	14,13	14,13	21,94	14,05	14,05	17,67	
<b>Hulladékból nyert energiával termelt villamos energia</b> [KR. 4. § (5) bekezdés; 1. számú melléklet 5. pont]		32,19	22,18	11,57	33,73	23,24	12,13	34,05	23,46	12,24	33,68	23,21	12,11	33,29	22,94	11,97	33,09	22,80	11,90	25,79	
<b>Használt berendezést<sup>3</sup> is tartalmazó erőműben termelt</b> [KR. 1. számú melléklet 4. pont]		21,34	13,66	13,66	22,36	14,31	14,31	22,58	14,45	14,45	22,33	14,29	14,29	22,07	14,13	14,13	21,94	14,05	14,05	17,67	

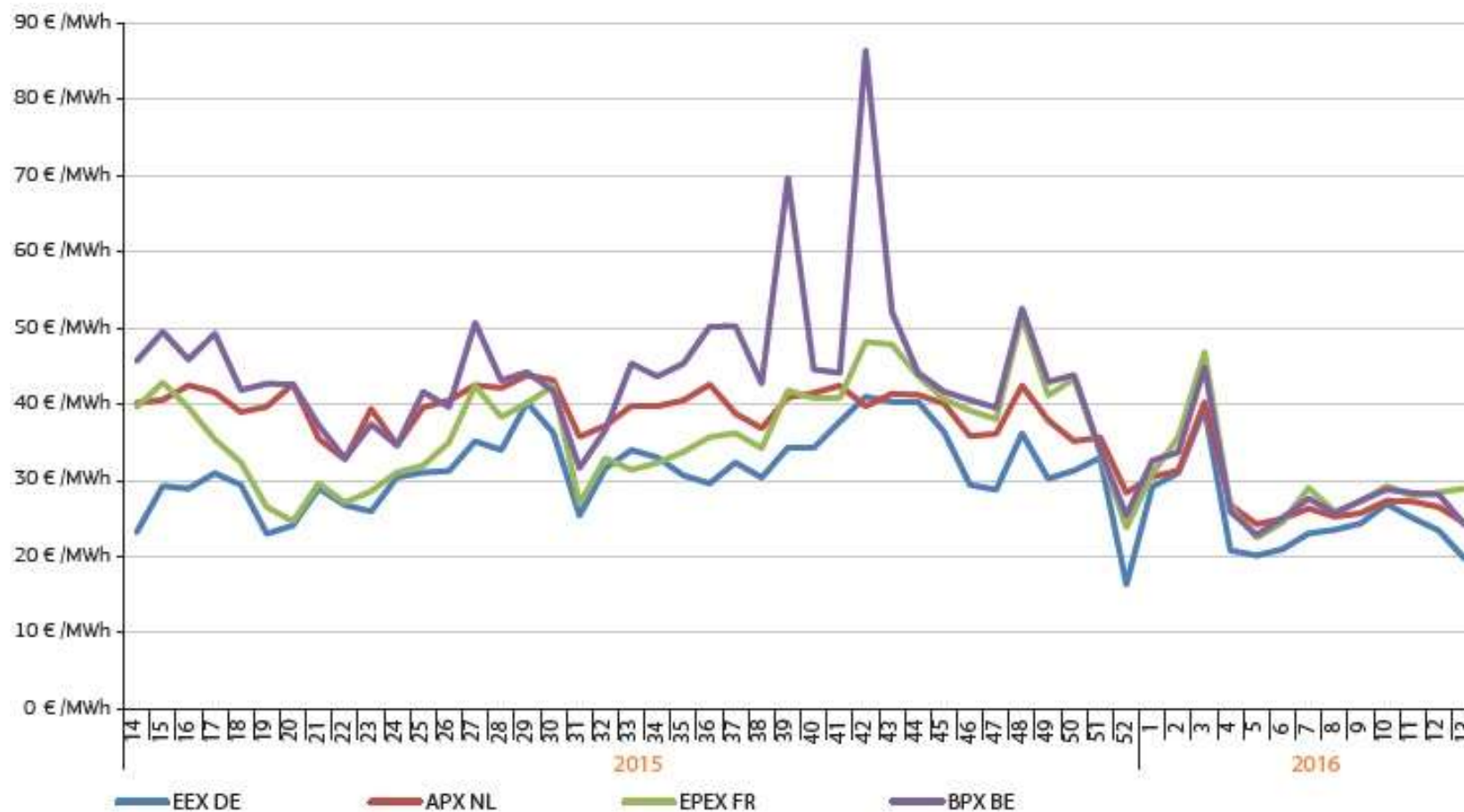
2017.01.16 Forrás: Mekh.hu



# Piaci ár



# Tőzsdei kereskedési árak

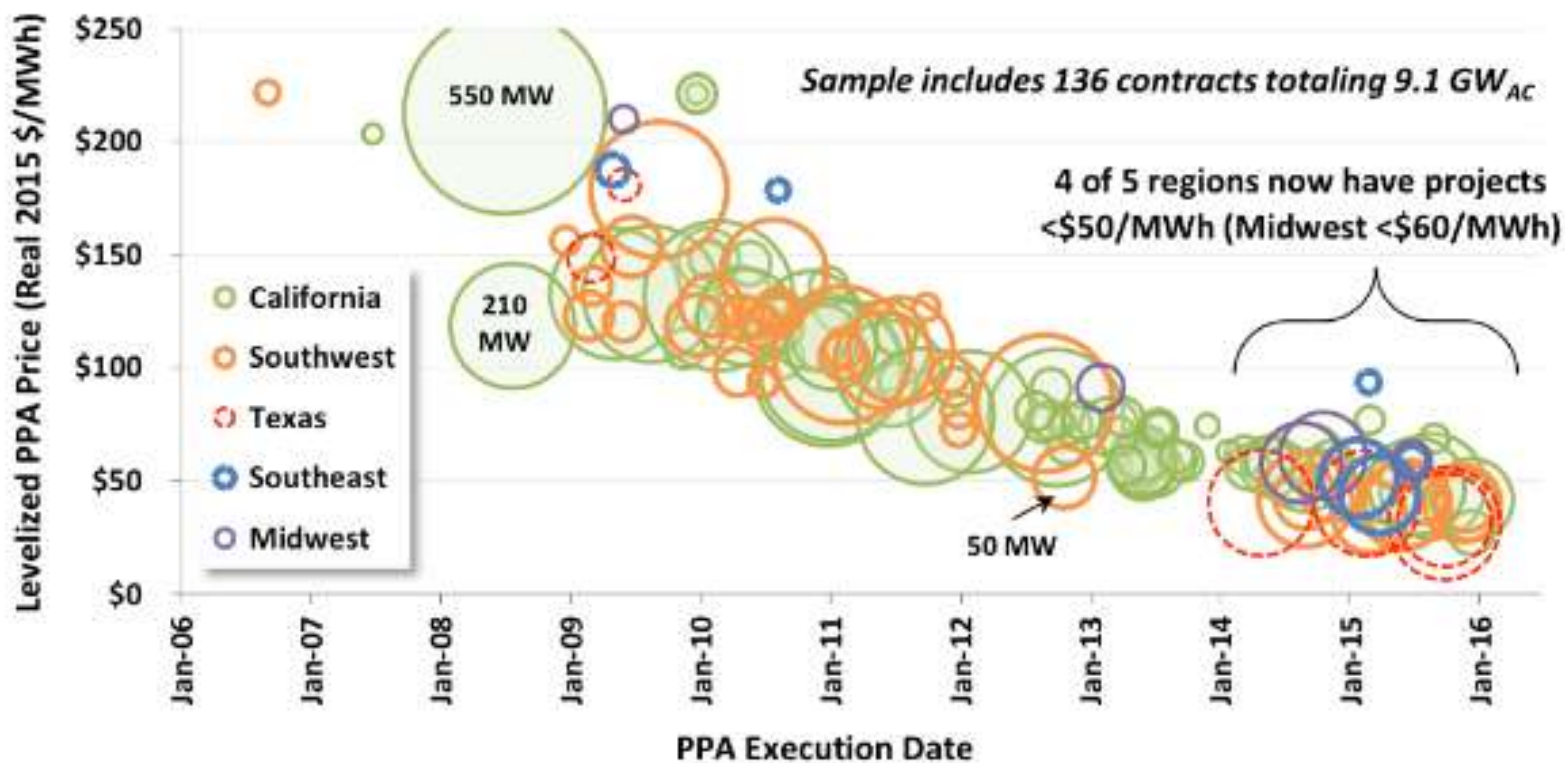




# Nem piaci ár



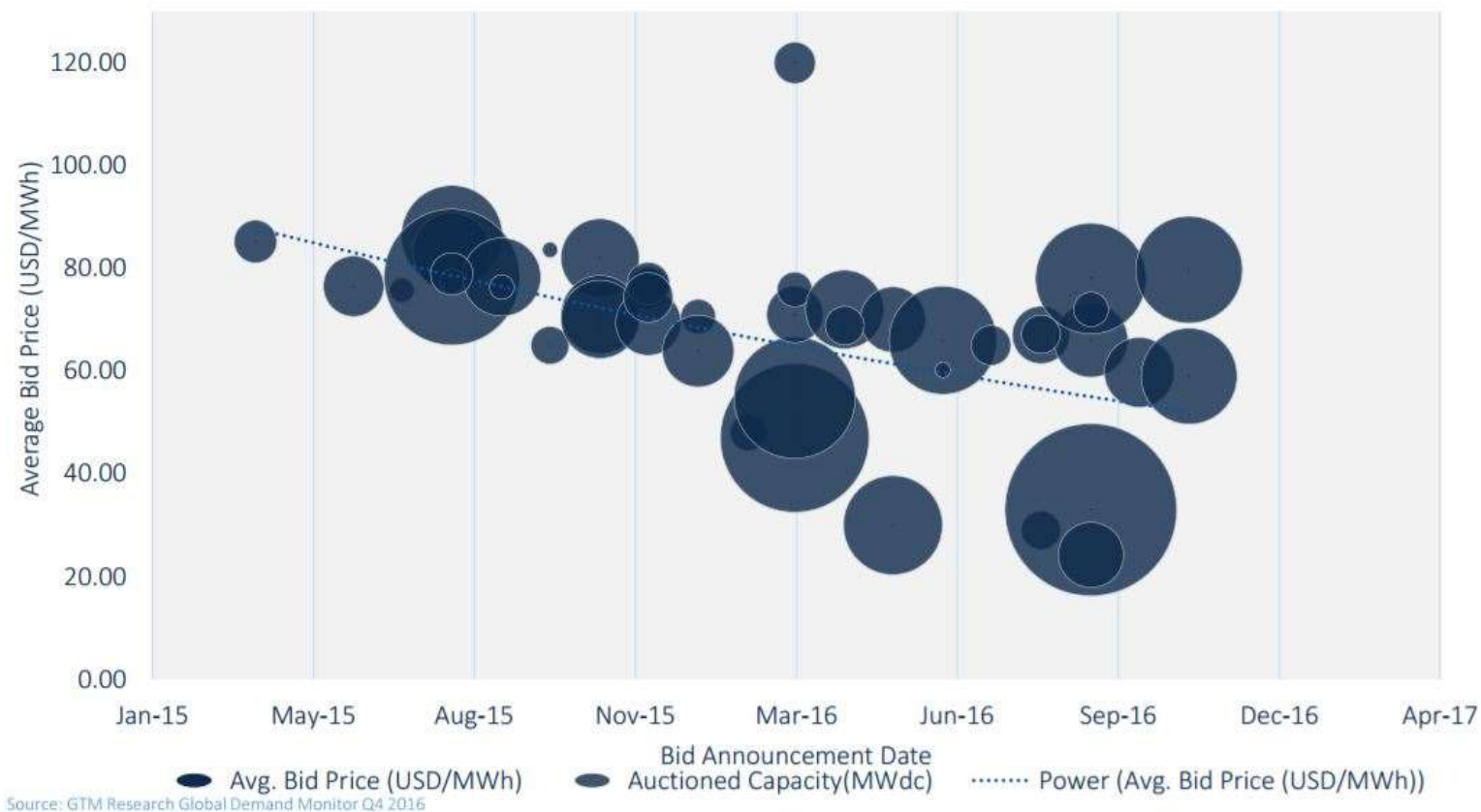
# The price paid for long-term solar power purchase agreement (PPA) contracts in 2015



Robert Fares on August 27, 2016



# Price-Competitiveness Increasing in Tenders Globally, Q2 2015-Q4 2016







# LCOE



## Levelised Cost of Energy (LCOE)

- Levelised Cost of Energy (LCOE) Levelised cost of energy is calculated by summing all the costs incurred during the lifetime of the generating technology divided by the units of energy produced during the lifetime of the project expressed as dollars per kilowatt hour (\$/kWhr). In calculating LCOE the time value of money has to be accounted for.



# LCOE – beruházási szemlélet – mindent bele

$$\text{LCOE} = \frac{\text{sum of costs over lifetime}}{\text{sum of electrical energy produced over lifetime}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

- $I_t$  : investment expenditures in the year  $t$  **BERUHÁZÁS**
- $M_t$  : operations and maintenance expenditures in the year  $t$  **KARBANTARTÁS**
- $F_t$  : fuel expenditures in the year  $t$  **ÜZEMANYAGKÖLTSÉG**
- $E_t$  : electrical energy generated in the year  $t$  **TERMELT ENERGIA**
- $r$  : discount rate **KAMATLÁB**
- $n$  : expected lifetime of system or power station **ÉLETTARTAM**

Dismantling! **ELBONTÁS – KI SZOKOTT MARADNI!**



# LCOE example

Plant Type	Range for Total System Levelized Costs (2016 \$/MWh)				Range for Total System Levelized Costs with Tax Credits <sup>1</sup> (2016 \$/MWh)			
	Minimum	Non-weighted average	Capacity-weighted <sup>2</sup> average	Maximum	Minimum	Non-weighted average	Capacity-weighted average	Maximum
<b>Dispatchable Technologies</b>								
Coal with 30% carbon sequestration <sup>3</sup>	128.9	140.0	NB	196.3	128.9	140.0	NB	196.3
Coal with 90% carbon sequestration <sup>3</sup>	102.7	123.2	NB	142.5	102.7	123.2	NB	142.5
<b>Natural Gas-fired</b>								
Conventional Combined Cycle	52.4	57.3	58.6	83.2	52.4	57.3	58.6	83.2
Advanced Combined Cycle	51.6	56.5	53.8	81.7	51.6	56.5	53.8	81.7
Advanced CC with CCS	63.1	82.4	NB	90.4	63.1	82.4	NB	90.4
Conventional Combustion Turbine	98.8	109.4	100.7	148.3	98.8	109.4	100.7	148.3
Advanced Combustion Turbine	85.9	94.7	87.1	129.8	85.9	94.7	87.1	129.8
Advanced Nuclear	95.9	99.1	96.2	104.3	95.9	99.1	96.2	104.3
Geothermal	42.8	46.5	44.0	53.4	40.0	43.3	41.1	49.3
Biomass	84.8	102.4	97.7	125.3	84.8	102.4	97.7	125.3
<b>Non-Dispatchable Technologies</b>								
Wind – Onshore	43.4	63.7	55.8	75.6	31.9	52.2	44.3	64.0
Wind – Offshore	136.6	157.4	NB	212.9	125.1	145.9	NB	201.4
Solar PV <sup>4</sup>	58.3	85.0	73.7	143.0	46.5	66.8	58.1	110.5
Solar Thermal	176.7	242.0	NB	372.8	134.6	184.4	NB	284.3
Hydroelectric <sup>5</sup>	57.4	66.2	63.9	69.8	57.4	66.2	63.9	69.8

hasznosítás az  
éleletoénészethen -



# Estimated LCOE for new generation resources, for plants entering service in 2022



Óbudai Egyetem KVK  
Villamosenergetikai Intézet



Alternatív Energiaforrások  
Tudásközpont

U.S. Average LCOE (2015 \$/MWh) for Plants Entering Service in 2022

Plant Type	Capacity Factor (%)	Levelized Capital Cost	Fixed O&M	Variable O&M (including fuel)	Transmission Investment	Total System LCOE	Levelized Tax Credit	Total LCOE including Tax Credit <sup>1</sup>
<b>Dispatchable Technologies</b>								
Advanced Coal with CCS <sup>2</sup>	85	97.2	9.2	31.9	1.2	139.5	N/A	139.5
Natural Gas-fired								
Conventional Combined Cycle	87	13.9	1.4	41.5	1.2	58.1	N/A	58.1
Advanced Combined Cycle	87	15.8	1.3	38.9	1.2	57.2	N/A	57.2
Advanced CC with CCS	87	29.2	4.3	50.1	1.2	84.8	N/A	84.8
Conventional Combustion Turbine								
Conventional Combustion Turbine	30	40.9	6.5	59.9	3.4	110.8	N/A	110.8
Advanced Combustion Turbine	30	25.8	2.5	63.0	3.4	94.7	N/A	94.7
Advanced Nuclear	90	78.0	12.4	11.3	1.1	102.8	N/A	102.8
Geothermal	91	30.9	12.6	0.0	1.4	45.0	-3.1	41.9
Biomass	83	44.9	14.9	35.0	1.2	96.1	N/A	96.1
<b>Non-Dispatchable Technologies</b>								
Wind	40	48.5	13.2	0.0	2.8	64.5	-7.6	56.9
Wind – Offshore	45	134.0	19.3	0.0	4.8	158.1	-11.4	146.7
Solar PV <sup>3</sup>	25	70.7	9.9	0.0	4.1	84.7	-18.4	66.3
Solar Thermal	20	186.6	43.3	0.0	6.0	235.9	-56.0	179.9
Hydroelectric <sup>4</sup>	58	57.5	3.6	4.9	1.9	67.8	N/A	67.8

Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2016; U.S. Energy Information Administration | AEO2016 Levelized Cost of Energy Report

IX. Napenergia-hasznosítás az épületgépészetben - 2018.03.08.

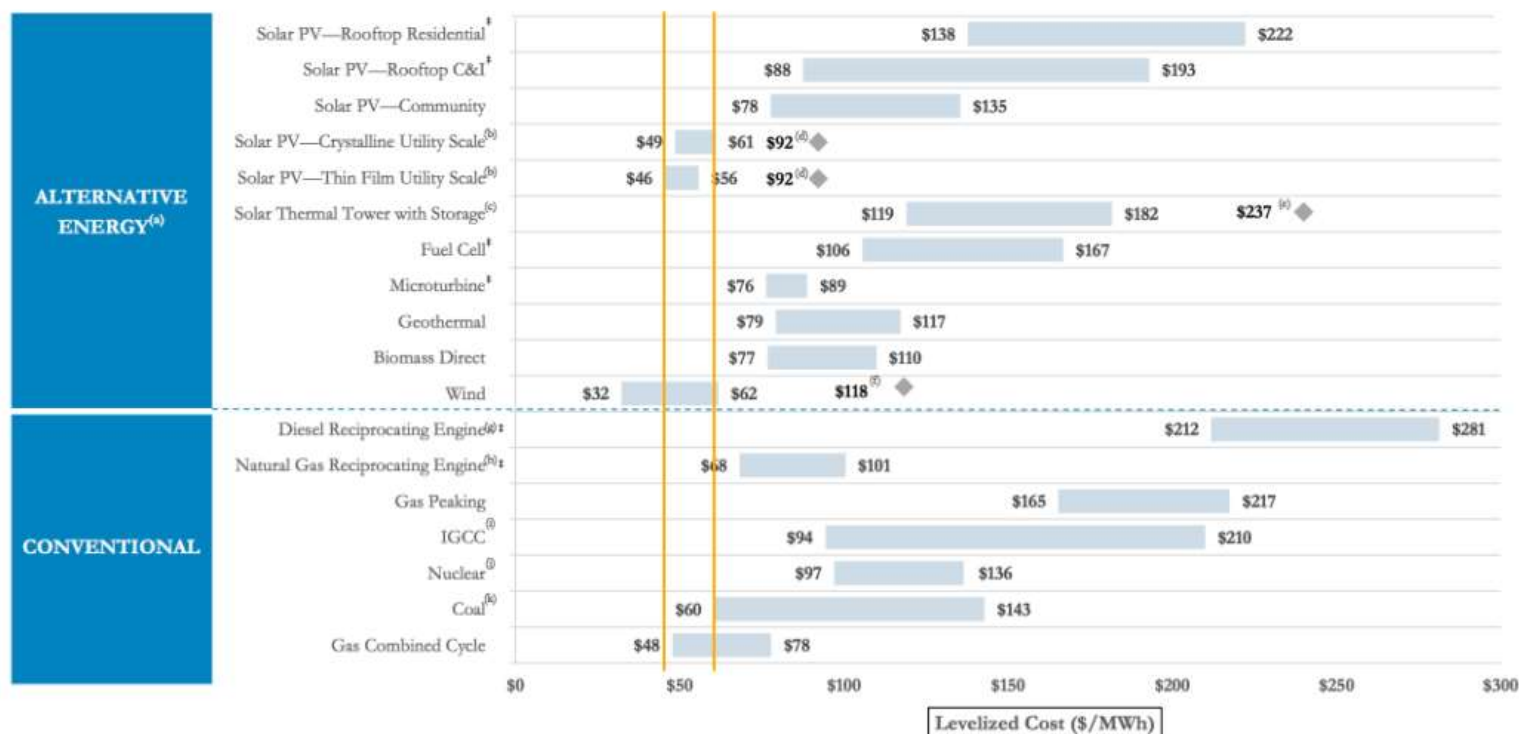


# LCOE

LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS—VERSION 10.0

## Unsubsidized Levelized Cost of Energy Comparison

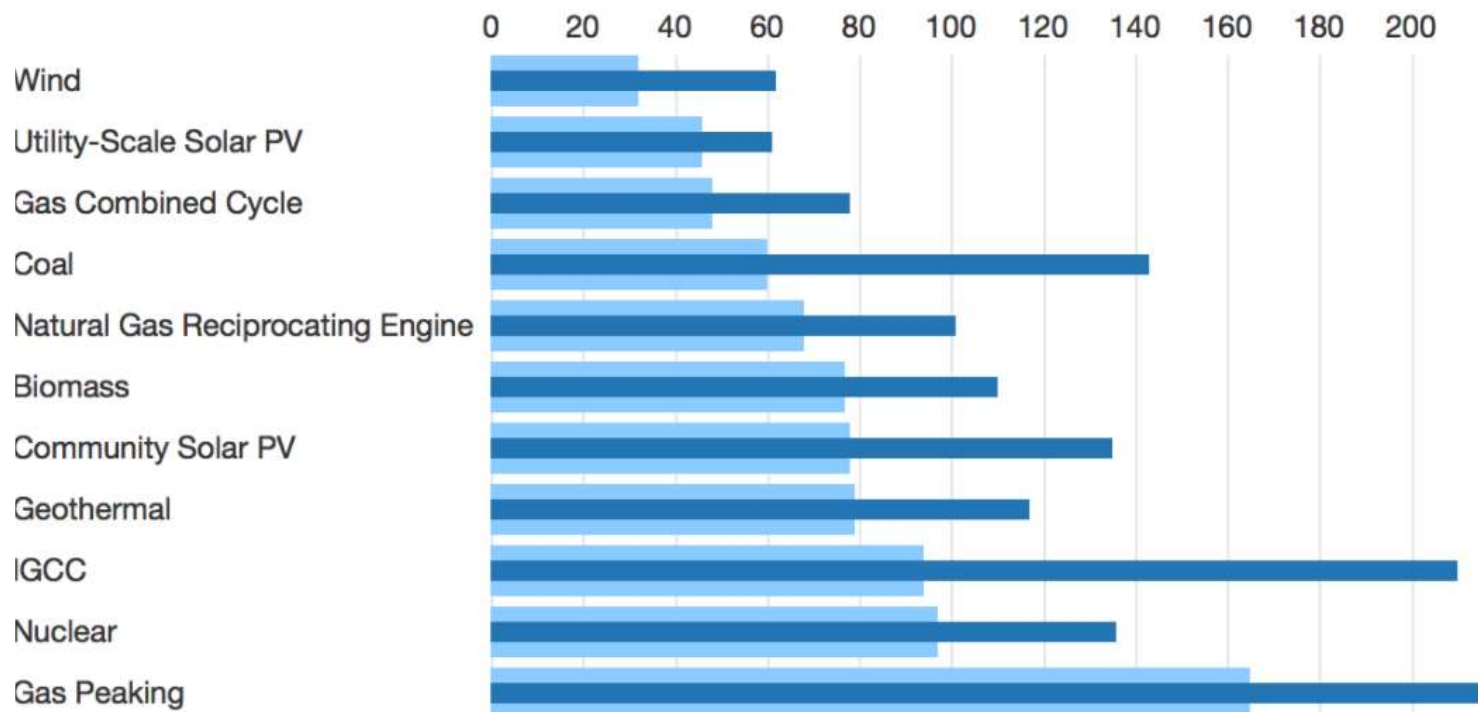
Certain Alternative Energy generation technologies are cost-competitive with conventional generation technologies under some scenarios; such observation does not take into account potential social and environmental externalities (e.g., social costs of distributed generation, environmental consequences of certain conventional generation technologies, etc.), reliability or intermittency-related considerations (e.g., transmission and back-up generation costs associated with certain Alternative Energy technologies)





## US Unsubsidized Levelized Cost of Energy (Figures by Lazard)

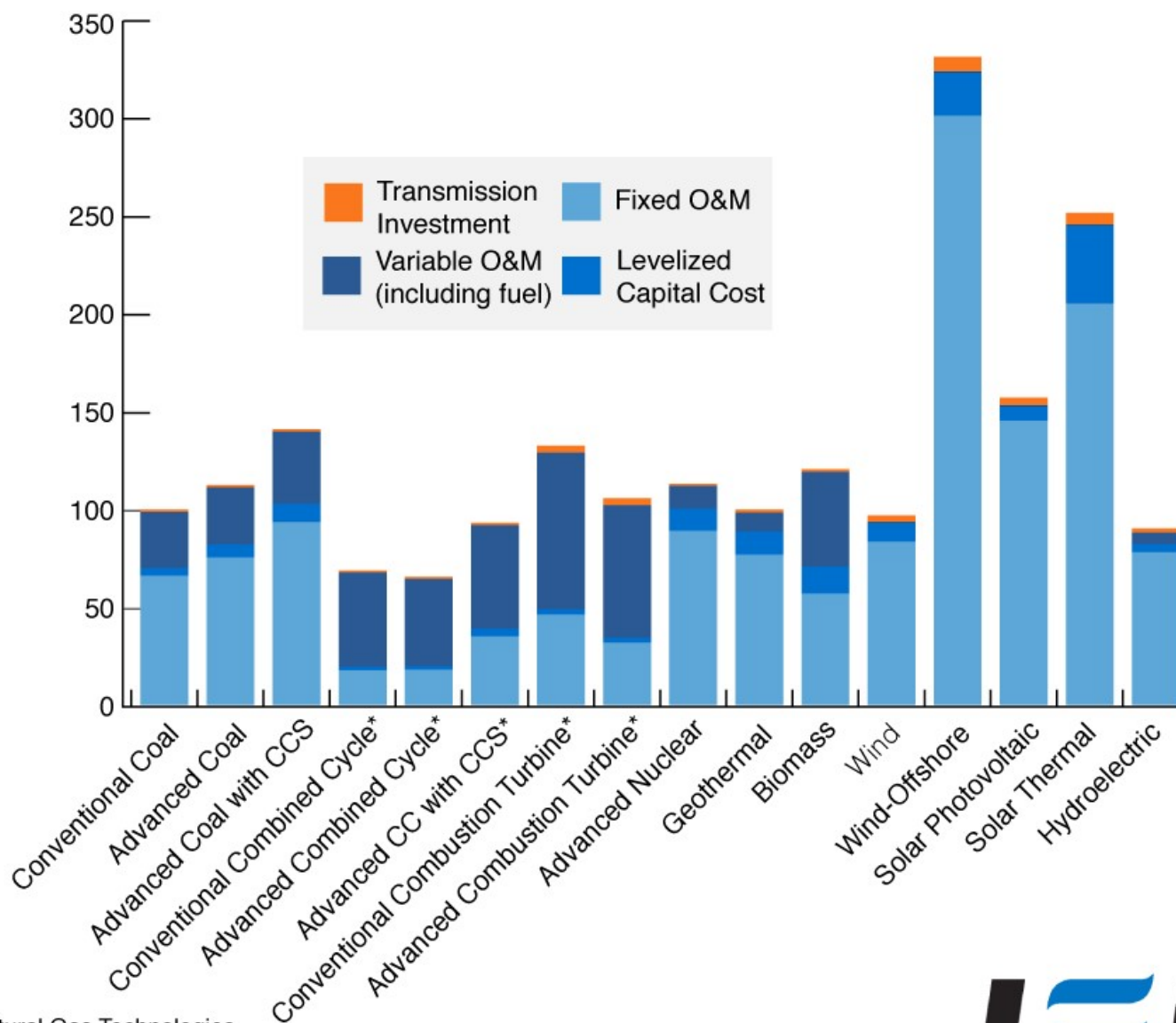
Light blue = low estimate. Dark blue = high estimate.



Low Costs of Solar Power & Wind Power Crush Coal, Crush Nuclear, & Beat Natural Gas, December 25th, 2016 by Zachary Shahan



# Estimated Levelized Cost of New Electric Generating Technologies in 2017 (2010 \$/megawatthour)



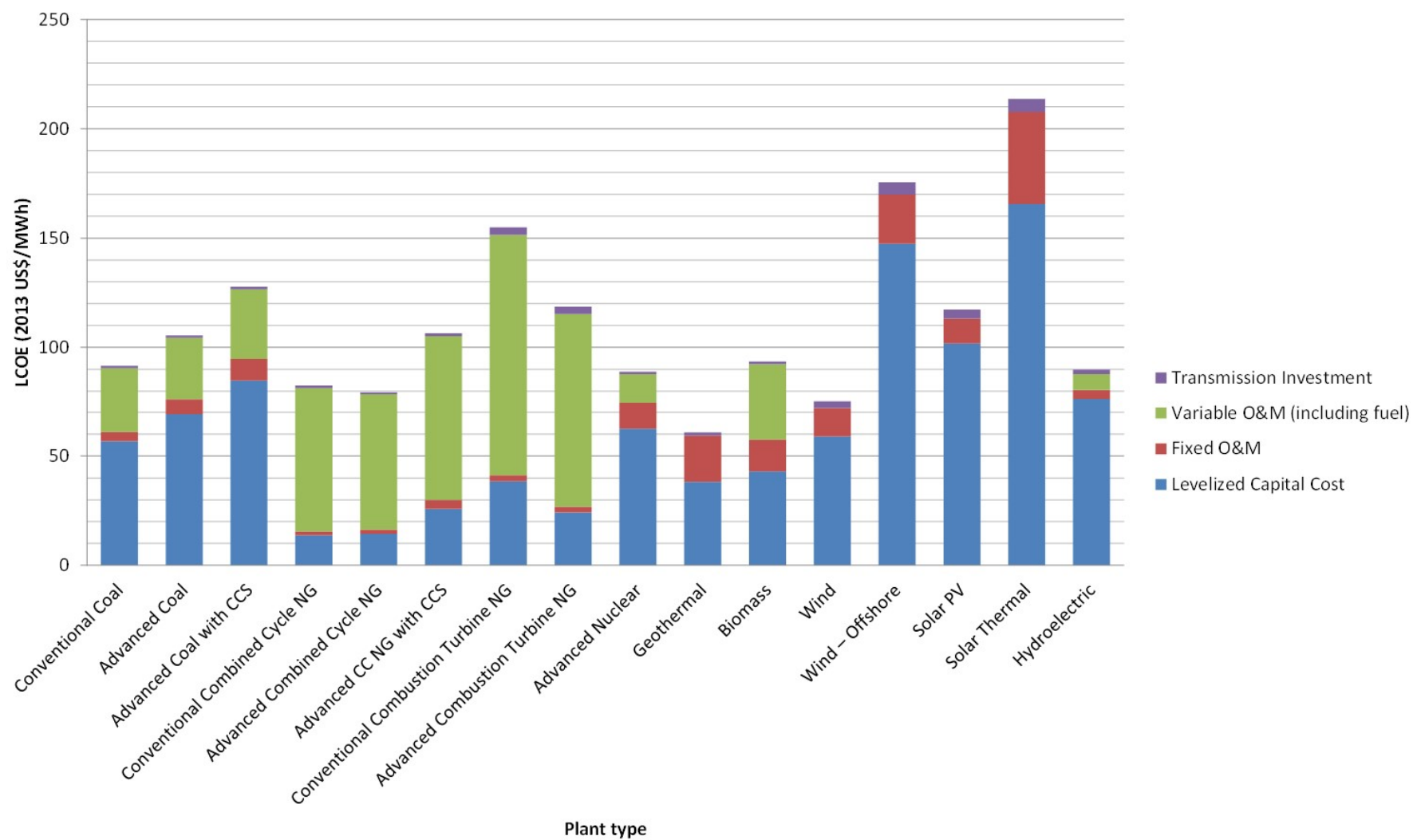
\*Natural Gas Technologies

Source: Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2012,  
[http://www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity\\_generation.cfm](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity_generation.cfm)





Estimated levelized cost of electricity (LCOE) for new generation resources, 2040 (based on data from US EIA AEO 2015, Table A5)





## LCOE kritikák

- Nincs köze a piaci árhoz
- Nincs köze a végfelhasználói árhoz
- Többe kerül ez a rendszernek, stb.
- (hát persze, mert ez a beruházói szemléletet tükrözi)



# LACE



## *Levelized Avoided Cost of Energy (LACE)*

- Levelized Avoided Cost of Energy (LACE) is the avoided costs from other sources divided by the annual yearly output of the
- **ELKERÜLT KÖLTSÉG – ENNYIVEL LETT JOBB A RENDSZERNEK, ami TÖBBSÉGÉBEN HAGYOMÁNYOS TERMELŐKBŐL ÁLL – szén, gáz, atom**

Egy példa

- The saving from this will be the variable cost of \$57.80/MWh. (This does not take account of the likelihood of extra costs incurred from switching the gas turbines on and off).
- In other words, we have to pay \$97.64/MWh for wind output (LCOE), but only save \$57.80. Clearly, in any sane world, this would be regarded as a no brainer.



## Azért ez sem old meg mindent

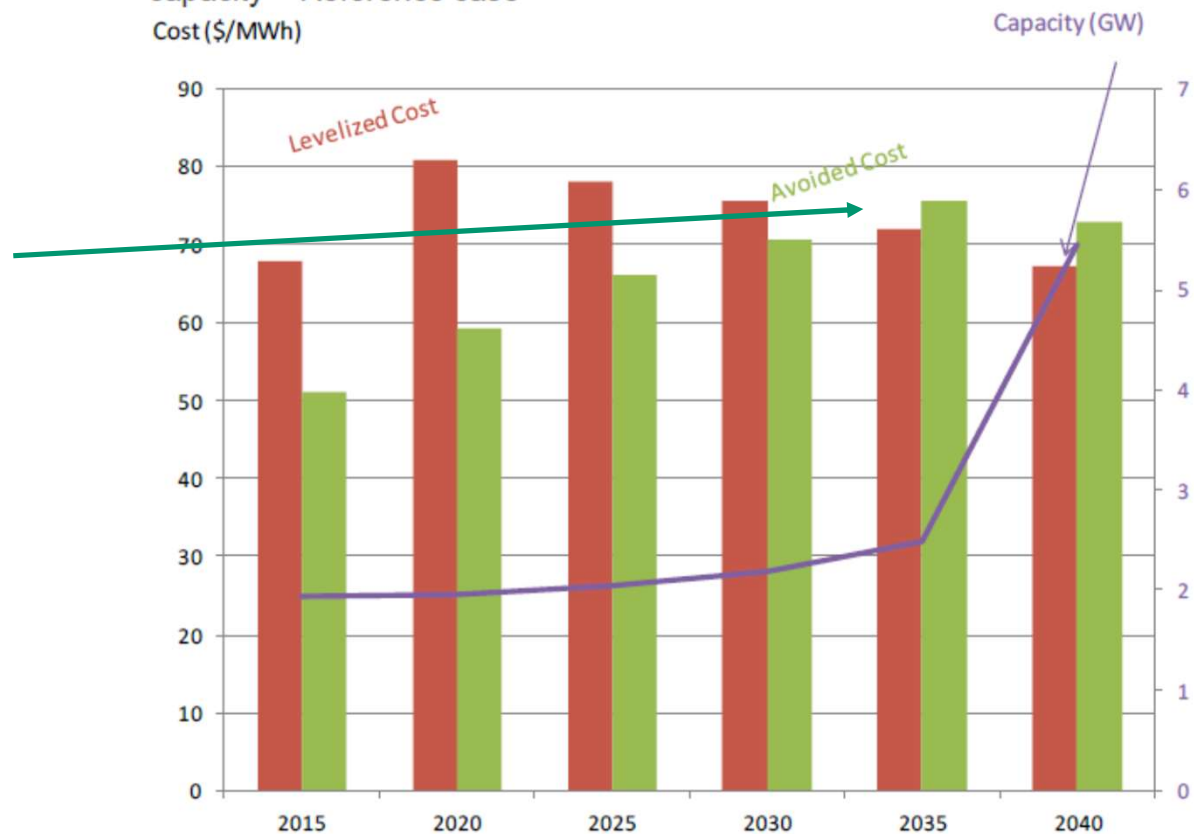
- A hagyományos lobby JOGOS észrevétele
- Magyarországon hasonló volt a helyzet a szélerőművek tartalékolásának kifizetésekor (kétszer vesztett az ország, amikor fújt a szél)
- MENNYI A KÖLTSÉG EGY SZÉLERŐMŰNÉL? LCOE + tartalékolás
- DE MENNYI A KÖLTSÉG EGY SZENES ERŐMŰNÉL? Annyi, mint a LCOE, mert nem kell szabályozni, de ez nagyobb mint a szél, vagy nap.
- DE MENNYI A KÖLTSÉG EGY NUKLEÁRIS ERŐMŰNÉL? Annyi, mint a LCOE + kell szabályozó kapacitás mellé!



# LACE kontra LCOE

Akkor építenek szél kapacitást, amikor a LACE nagyobb, mint a LCOE

Onshore wind LACE, LCOE, and installed capacity - Reference case  
Cost (\$/MWh)



1. C. Namovicz, "Assessing the economic value of new utility-scale renewable generation projects," EIA Energy Conference, presentation slides, June 17, 2013.

[www.eia.gov/conference/2013/pdf/presentations/namovicz.pdf](http://www.eia.gov/conference/2013/pdf/presentations/namovicz.pdf)

2. US DOE Energy Information Administration (EIA), "Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in Annual Energy Outlook 2016," Aug 2016, at [www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/electricity\\_generation.pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/electricity_generation.pdf)



## Mindenkinek igaza van

- Többféle nézőpont
- Mindegyik mutató használható, főként összehasonlításra
- A végén mindenkinek jól kéne járnia (ez egy jelentősen zöld portfóliónál megvalósulhat)
- Használjuk árnyaltan az ÁR fogalmát!



*Köszönöm a figyelmet!*