



## Metanol a gazdaság jövője

**dr. Kalmár István**  
**ügyvezető igazgató**  
**Calamites Kft.**

**Herman Ottó Társaság**  
**Budapest**  
**2017. szeptember 18.**



# A metanol fogalma

- A metanol (metil- alkohol), faszesz,  $\text{CH}_3\text{OH}$  a legegyszerűbb telített alkohol, sűrűsége:  $0,7869 \text{ g/cm}^3$
- Színtelen jellegzetes szagú, kis viszkozitású folyadék, vízzel jól elegyedik, maga is kiváló oldószer
- Könnyen összetéveszthető az etanollal, de forráspontja alacsonyabb
- Erősen mérgező anyag, ami bőrön át is felszívódik
- Ismert alkalmazása az autóversenyek és repülőmodellek üzemanyagaként
- Újabban üzemanyagcellát is kifejlesztettek rá
- Vegyipari alapanyagként széles körben alkalmazzák
- Korábban fa lepárlásával pirolízissel állították elő, de ma már általában szintézisgázból (szénmonoxid és hidrogén keverékéből) katalizátor jelenlétében gyártják
- Az iparban az etanollal azonos területeken alkalmazható, de előállítása lényegesen olcsóbb
- A metanol gyártás legelterjedtebb alapanyaga a földgáz
- Fontos szerepe lehet azonban a különböző energia és nyersanyag források azonos anyaggá való feldolgozásában
- Előállítható bármilyen eredetű szintézisgázból pl. szén, biomassza, hulladékok, de felhasználható a gyártásához a  $\text{CO}_2$  és a völgyáramok hidrogénjének kombinációja is (CRI Izland)
- A metanol gazdaság fogalmát Oláh György Nobel díjas kémikus vezette be
- Jelentős szerepet játszat a megújuló energiák segítségével előállított hidrogén normál nyomáson és hőmérsékleten való tárolásában



# Metanol a mindennapokban

Forrás: Methanol Institute honlap



## Methanol In Our Lives

Primary Derivatives	Derivatives	Diverse Demand Drivers
<b>FORMALDEHYDE</b>	Urea formaldehyde Phenol formaldehyde 1,4-butanediol Acetal Resins	Renovation, new building activity, automobile production, panelboard substitution for solid wood, changing wood panel mix, growth in high technology chemicals.
<b>ACETIC ACID</b>	Vinyl acetate monomer Acetic anhydride Terephthalic acid Solvent acetate Solvent esters	Building activity, durables output, automobile production, clean air legislation, packaging trends, growth in plastic recycling, paints and coatings.
<b>CLEAN FUELS</b>	Methanol/water blends - fuel cell "hydrogen-carrier" Reformulated gasoline - MTBE	Demand for better health/cleaner environment, clean air legislative goals, displacement of gasoline components (e.g. lead, aromatics), safety and engine performance.
<b>OTHER</b>	Methyl methacrylate Methylamines Chloromethanes Direct use	Total chemical production, general economic activity, alternative fuel developments, environmental pressures.



# Oláh György könyvborító



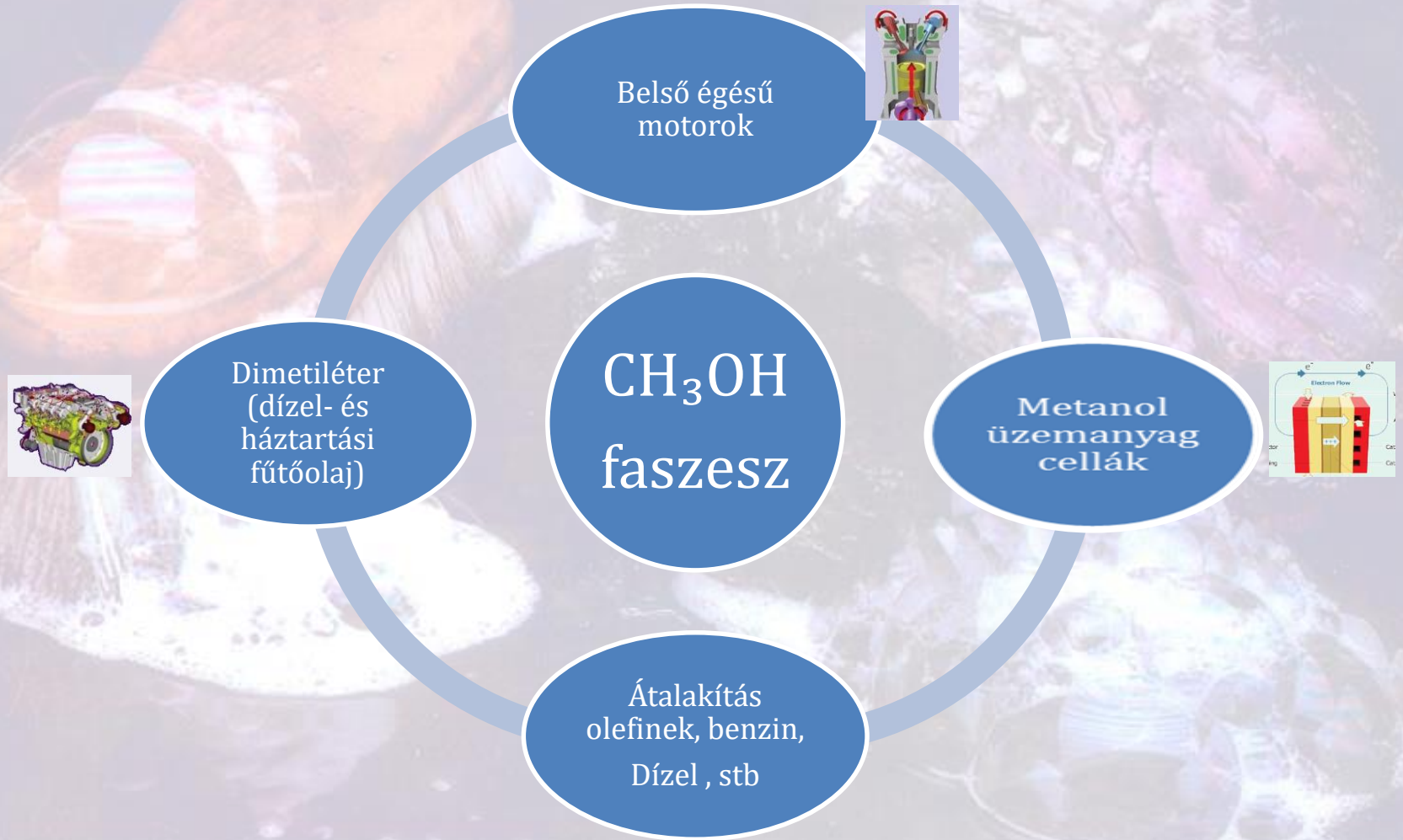
# Somorjai A. Gábor professzor Berkeley Egyetem

egyik fő kutatási területe a katalizátortechnológia



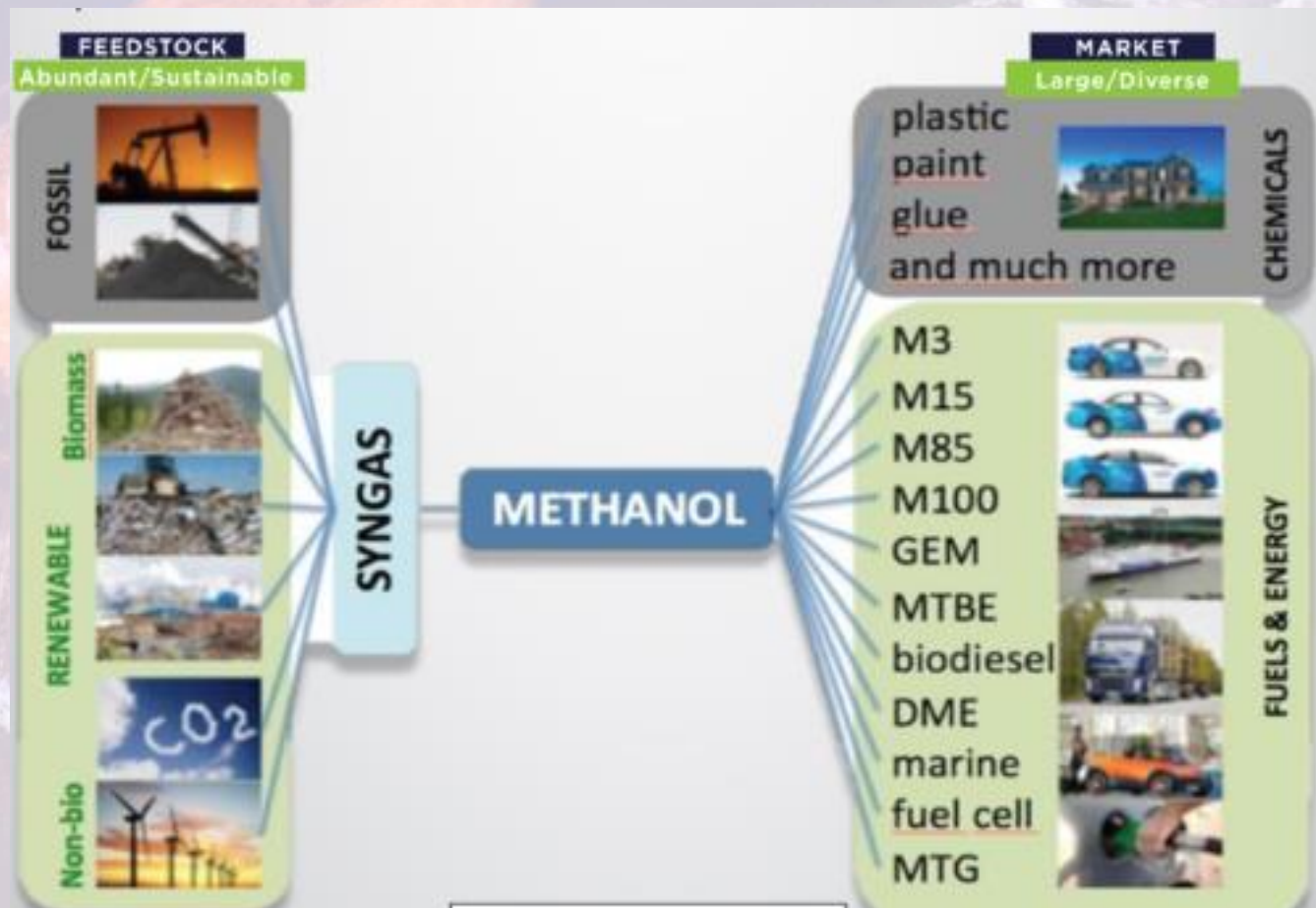
# A metanolgazdaság: a metanol, mint üzemanyag és alapanyag

Forrás: Dr.Surya Prakash professzor előadása



# A metanol gyártás lehetséges alapanyagai és a metanol piaci alkalmazásai

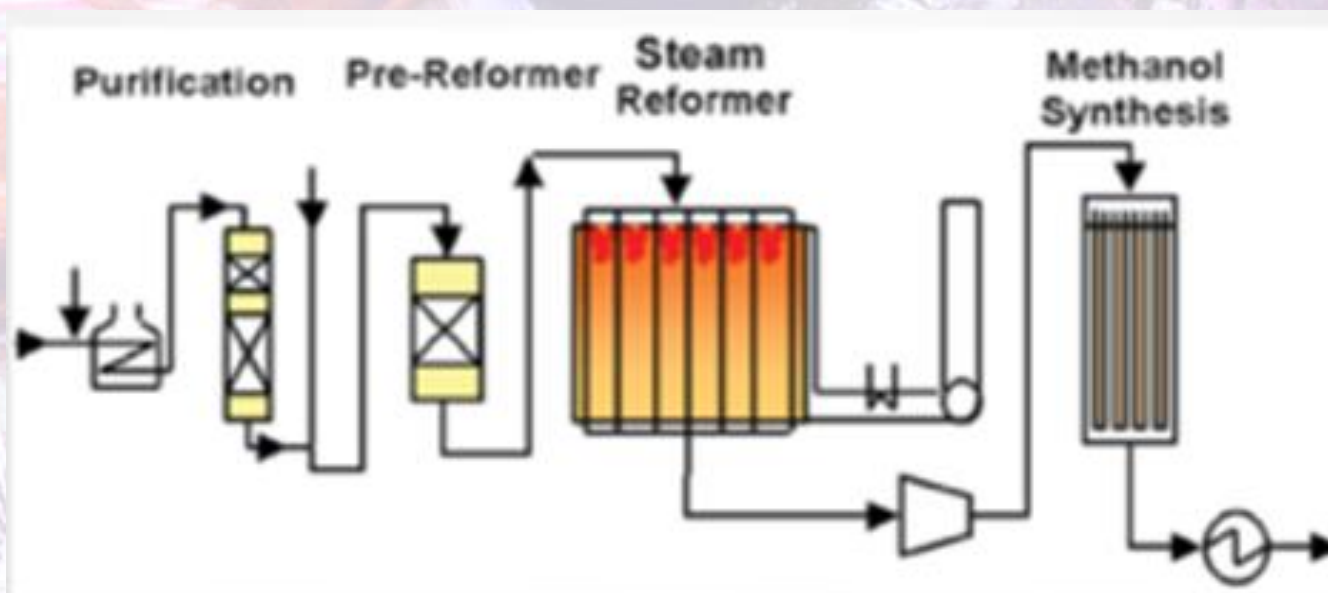
Forrás: Methanol Institute honlap



# Metanolgyártás

Forrás: Methanol Institute honlapja

- Egy tipikus metanol üzemben metanolt földgázzal keverik össze. Felhevítik ezt az elegyet és a gőzreformálóban katalizátoron keresztül vezetik. A gáz/gőz „szintézisgázzá” alakul, amit azután nyomás alatt egy másik katalizátoron nyers metanollá alakítanak, majd a víz eltávolítását célzó desztillálás után nyerik a tiszta metanolt.



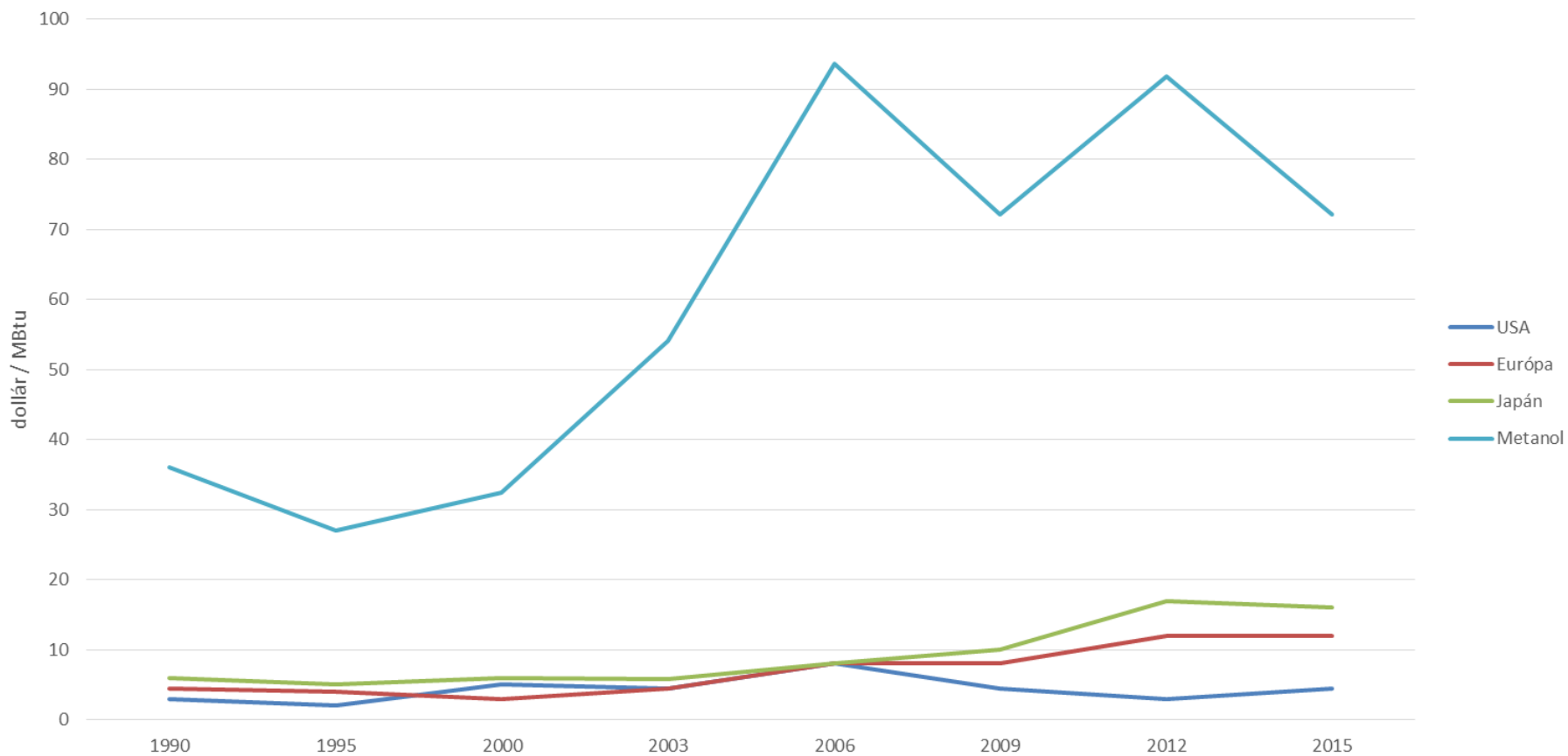
- Több mint 90 világméretű metanol üzemévi 110 millió tonna kapacitással rendelkezik.





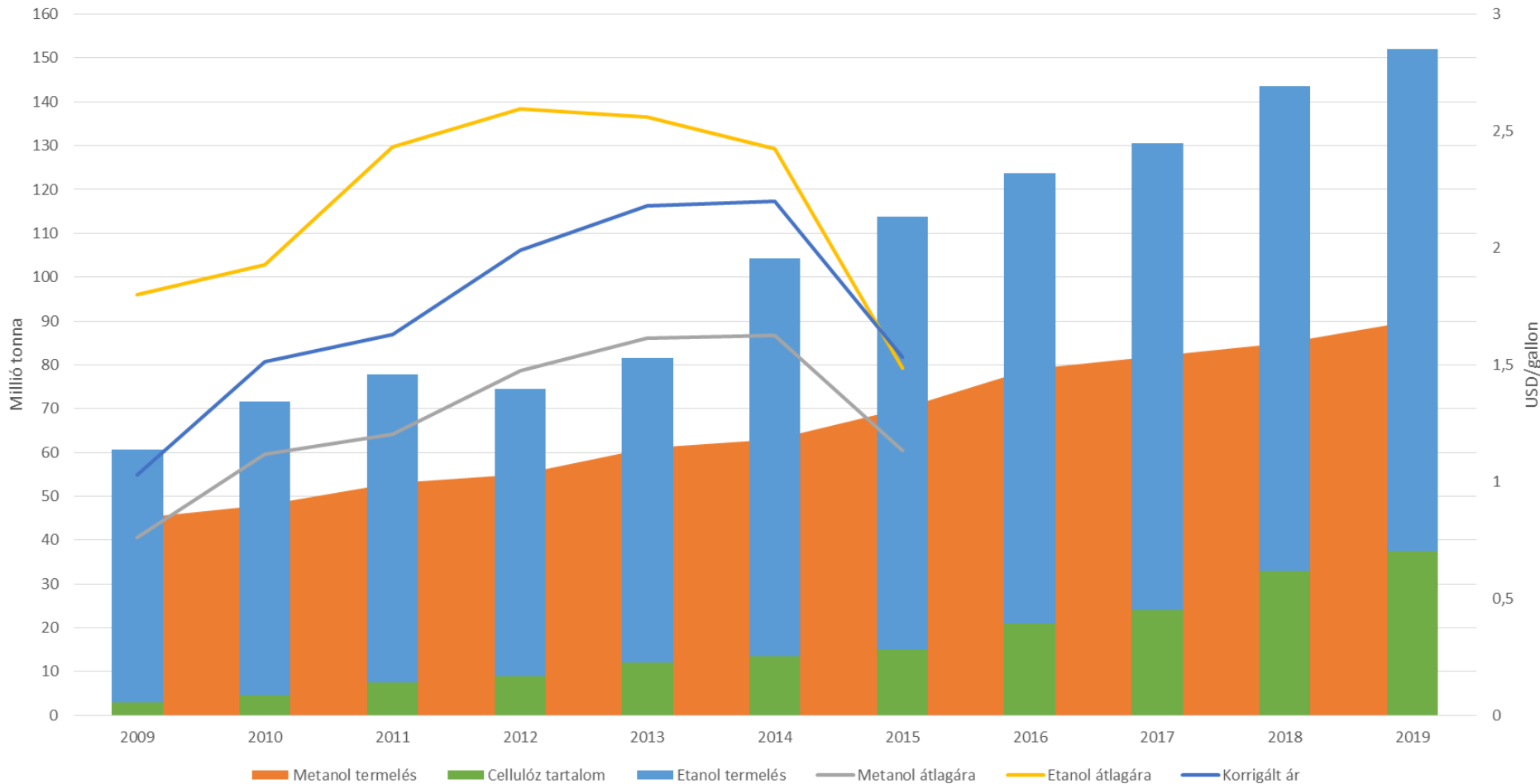
# Földgáz és metanol árak összevetése

Földgáz árak földrészenként és a metanol ára



# A világ metanol és etanol termelése és az árak alakulása

A világ etanol és metanol termelése és átlagárai



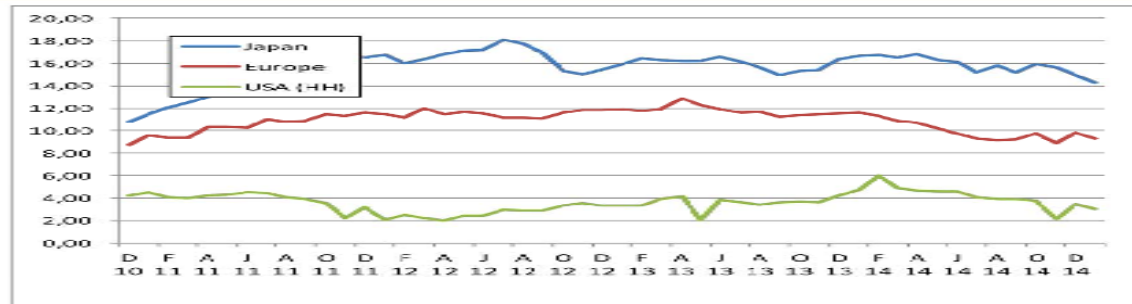
# Methanex metanolgyár Trinidad&Tobago



# A földgáz ára világszerte

Forrás: Chris Higman előadása

## World Natural Gas Prices



Data Sources: Ycharts and EIA

higman consulting gmbh

Prüfung, 2015



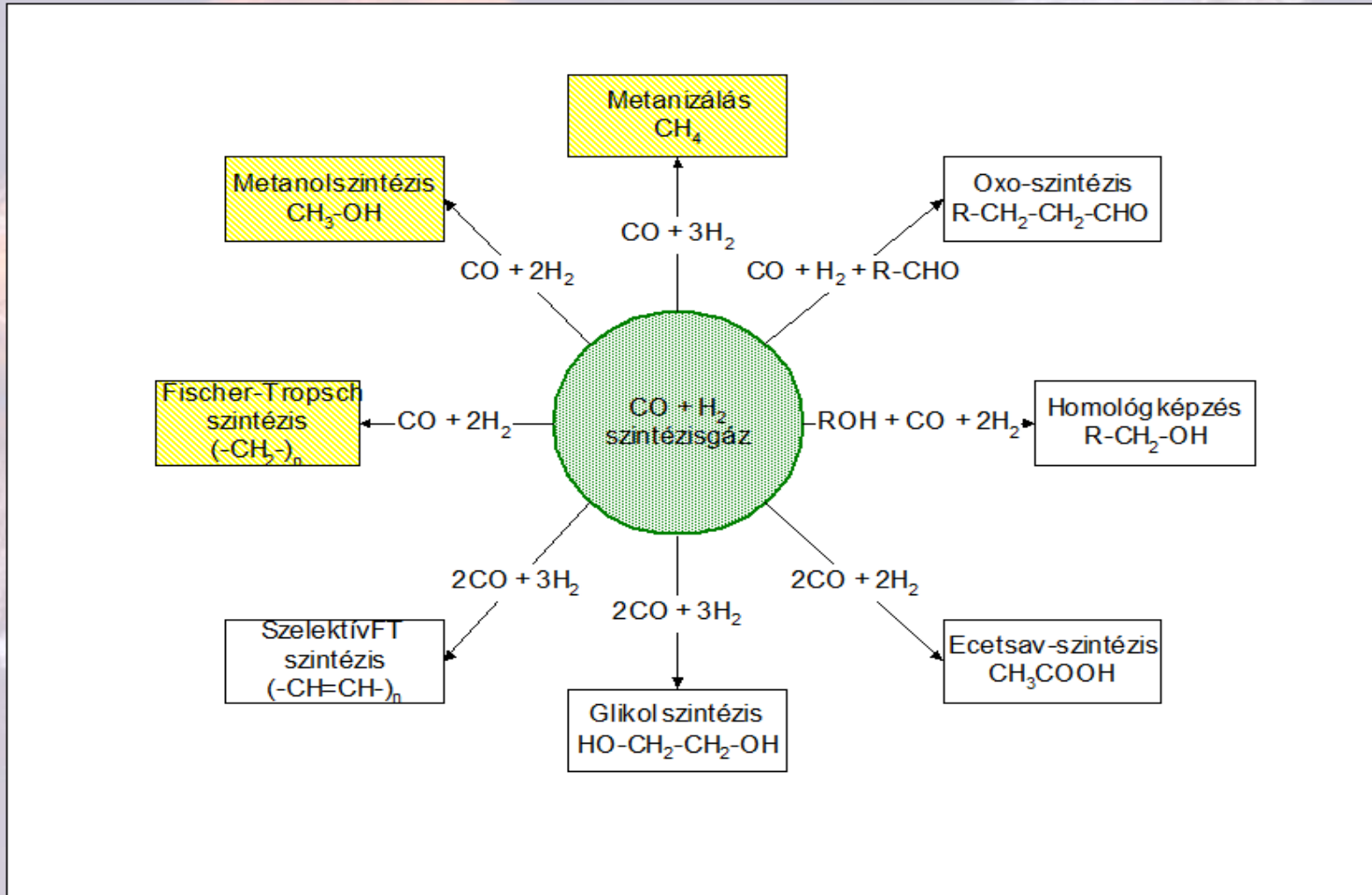
# A metanol univerzális üzemanyag és alapanyag, mint integrátor

- Lényegében mindenből előállítható, földgáz, kőolaj, szén, biomassza, hulladék
- A hidrogén tárolásának vegyi megoldása atmoszférikus hőmérsékleten és nyomáson 1 tonna metanol 125 kg hidrogént tartalmaz, és a metanolos üzemanyag cella segítségével a hidrogéngazdaság céljai elérhetőek
- A hidrogén jól előállítható a völgyáramok segítségével is (megújuló és nukleáris energia hasznosítása völgyidőszakban)
- Magyarországra nem jellemző a fáklyagáz, de vannak inert kutak
- Megoldást nyújthat a CO<sub>2</sub> körforgás fenntartásában
- Energiatárolásra alkalmas a fentiek alapján, jól szállítható és alkalmazható módon a meglévő infrastruktúra kihasználásával

Az előadás további részében a metanolra vonatkozó adatokon kívül nem részletezem a jelenleg legnagyobb forrást a földgáz technológiát, sem a biomassza és hulladékból, vagy az elektromos áramból előállított hidrogén gyártását, sem a szintézisgáz különböző forrásokból, így pl. a szénből való előállítását, hanem inkább mai világunk egyik nagy kihívásának tekintett technológiájának a széndioxid alkalmazásának lehetőségeit vázoló fel gondolatébresztés szintjén.



# Metanol szintézisgázból



# Az elgázosítási folyamat

- Rugalmas, megbízható , kereskedelmi technológia, amely különböző alacsony értékű alapanyagot magas értékű terméké alakítja át, csökkenti az egyes országok import kőolaj és földgázigényét
- Alap villamos energia, műtrágya, üzemanyagok és vegyipari alapanyagok tiszta alternatív forrása
- Ez egy technológiai folyamat, ami bármely széntartalmú anyagot - mint a szén, petrolkoks, biomassza, vagy hulladék - szintézisgázzá alakít át. A szintézisgáz elégethető villamos áram termelése céljából vagy feldolgozható vegyipari alapanyagokká, műtrágyává, szintetikus földgázzá, vagy hidrogénné.
- A gázosítást kereskedelmi üzemben világszerte több mint 60 éve használják a finomító, műtrágya és vegyiparban, és több mint 35 éve a villamos iparban

(Forrás: Gasification Technologies Council)

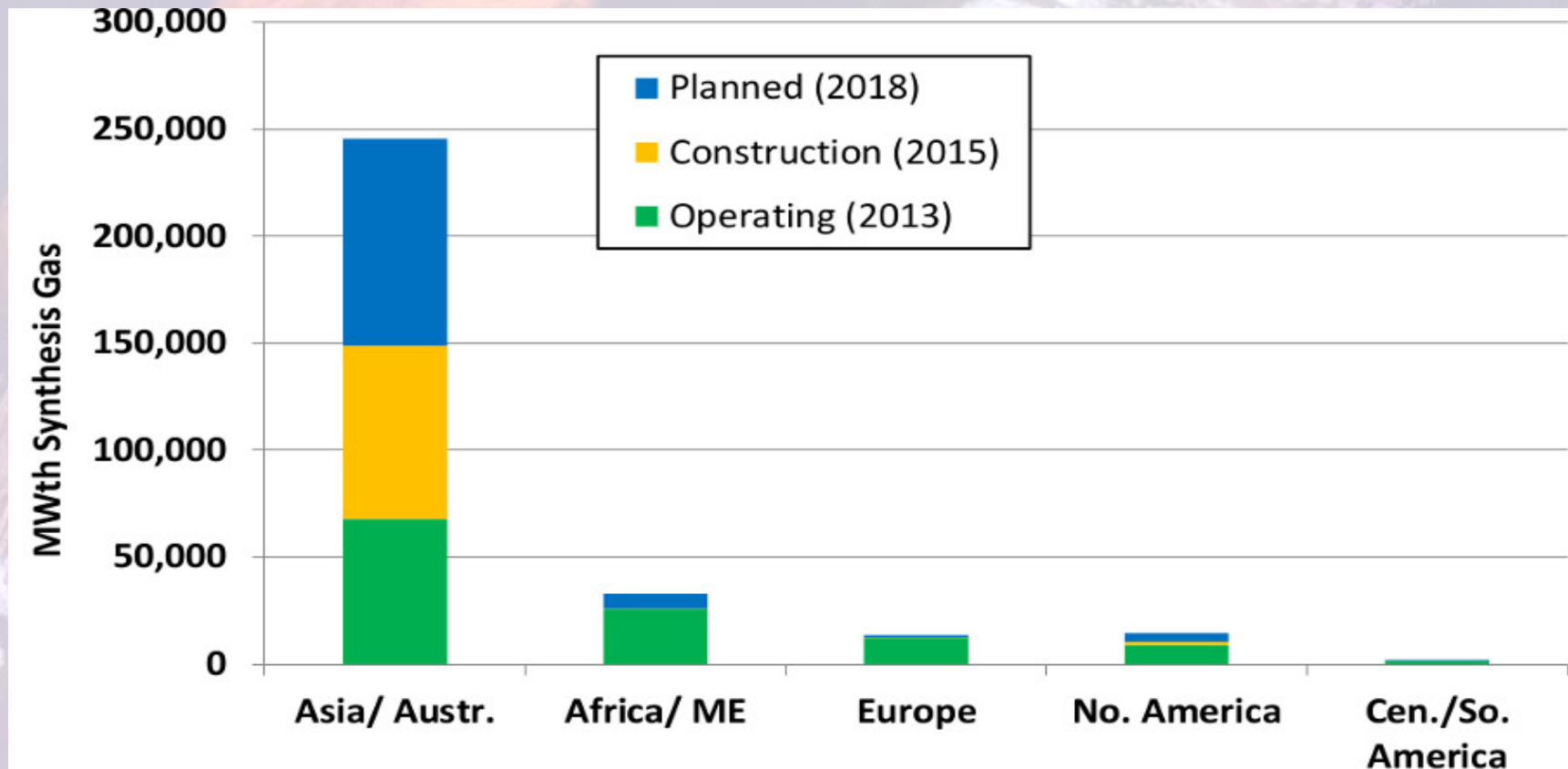


# Elgázosító ipar a világban

A világban több mint 272 elgázosító üzem működik 686 elgázosító egységgel.

Jelenleg 74 üzem van épülőben világszerte 238 elgázosítóval, amelyek 83 MWt teljesítményt képviselnek. 33 elgázosító üzem található az Egyesült Államokban. Jelenleg Kínában található a legtöbb elgázosító üzem.

Forrás: Higman Consulting GSTC honlap



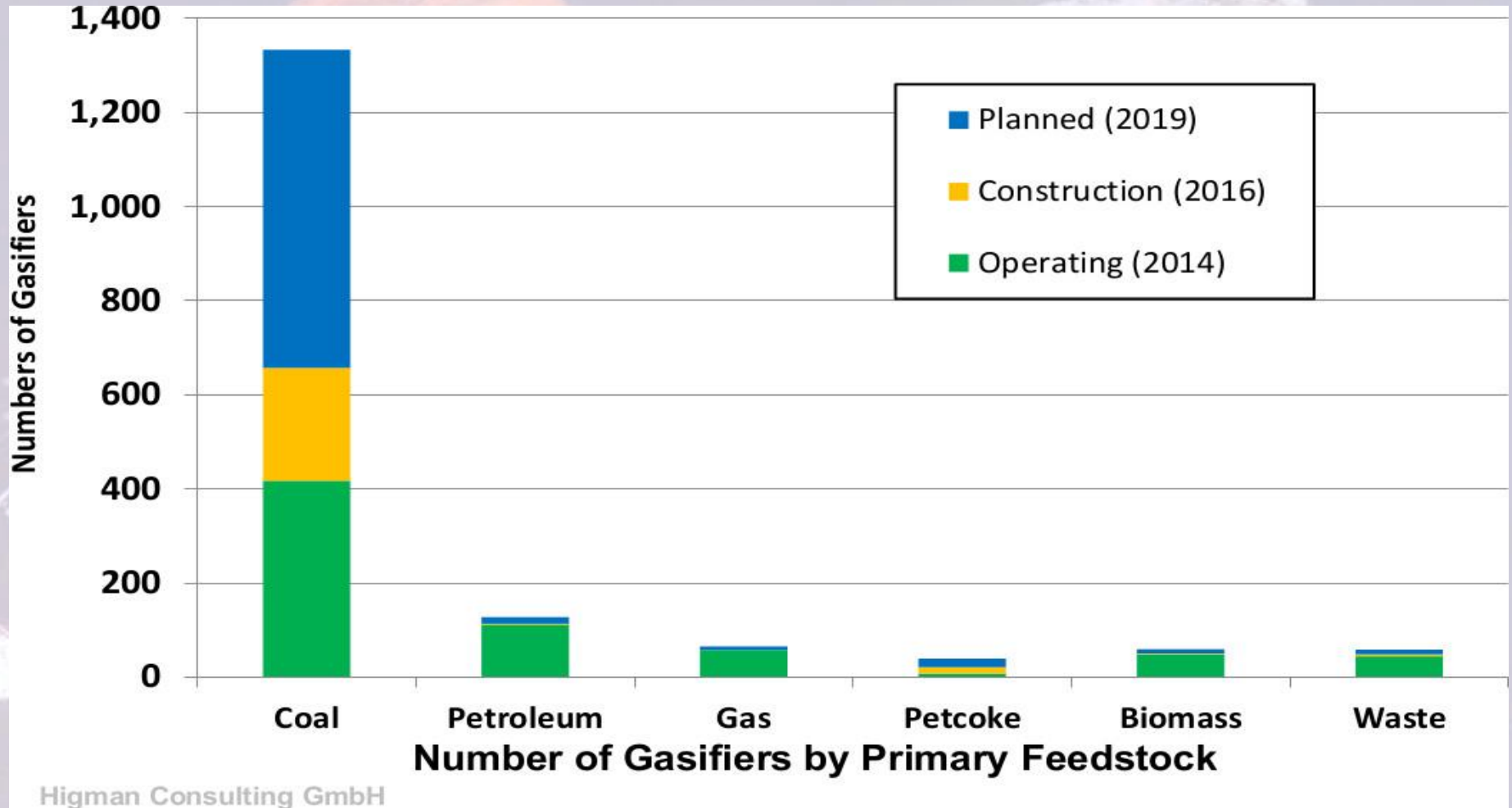
**Gasification Capacity by Geographic Region**





# A világ elgázosítóinak megoszlása a primer alapanyag szerint

Forrás: Higman Consulting GSTC honlap



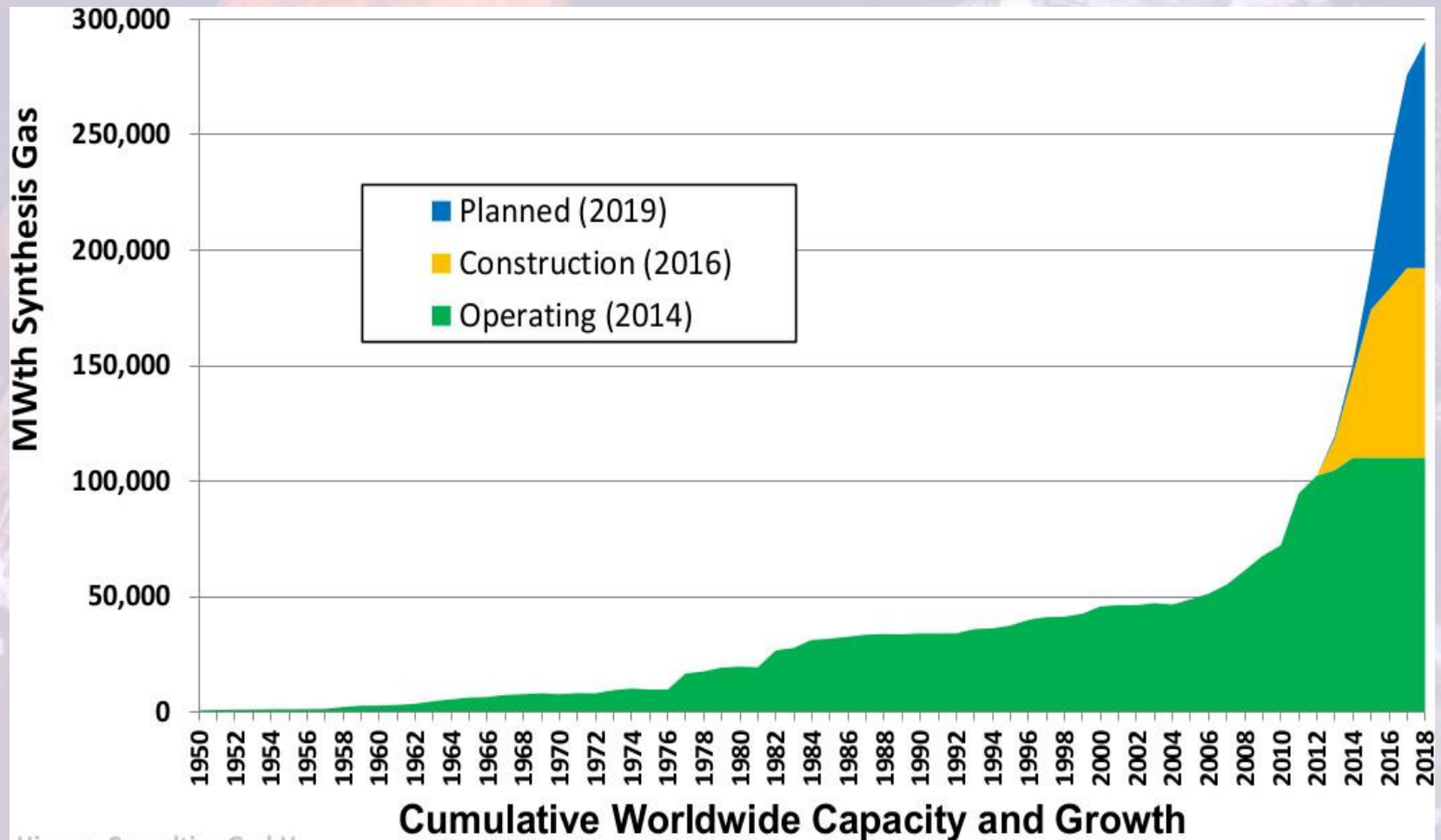
Higman Consulting GmbH



# Az elgázosítás jövője

A világ elgázosító kapacitása jelentősen megnő 2018-ra. A növekedés főleg Ázsiában megy végbe (elsősorban Kína, India, Dél- Korea, és Mongólia).

Forrás: Higman Consulting GSTC honlap



Higman Consulting GmbH

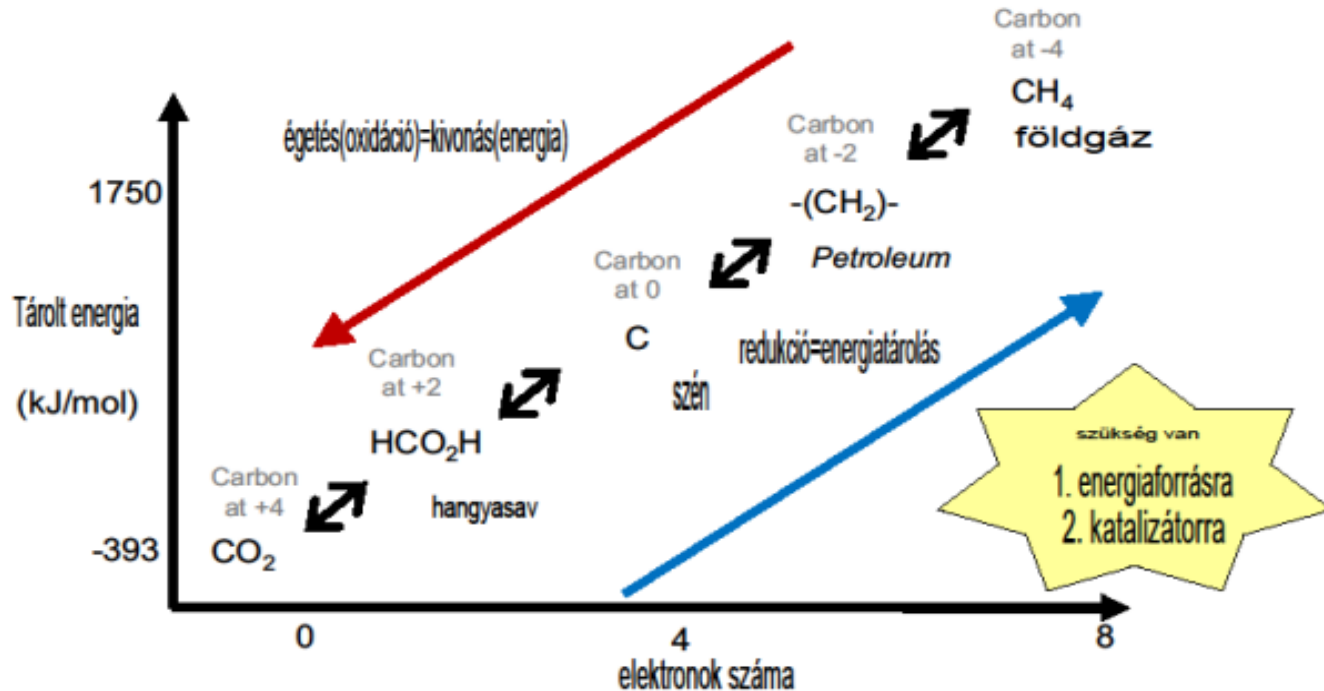
CALAMITES



# A széndioxid redukálása

Forrás: USDEA ARPA-E; Eric Toone előadása

A széndioxid redukálása egy hegymeneti reakció amelyhez egy redukáló anyagból elektronokra van szükség



Advanced Research Projects Agency • Energy



# Széndioxid kutatási súlypontok

Forrás: CLAIRE Saclay Institute of Excellence IEED , D. Clodic professzor

## CO<sub>2</sub> Kutatási program a következő 10 évre

- **Átfogó kérdések**
  - CO<sub>2</sub> tisztaság
  - Értékes termékek
- **Közvetlen hasznosítás**
  - E O R
  - Mineralizáció
- **Vegyi átalakítás**
- **Biogáz a CO<sub>2</sub> és a CH<sub>4</sub> száraz reformációjá**
- **Biológiai utak**
  - Ciánbaktériumok és mikroalgák
- **Fotó és elektrokémia**
  - H<sub>2</sub> előállítás víz fotóelektrolízissel
- **Együttes CO<sub>2</sub> és H<sub>2</sub>O Fotóredukció**

Működő



Jövőbeni



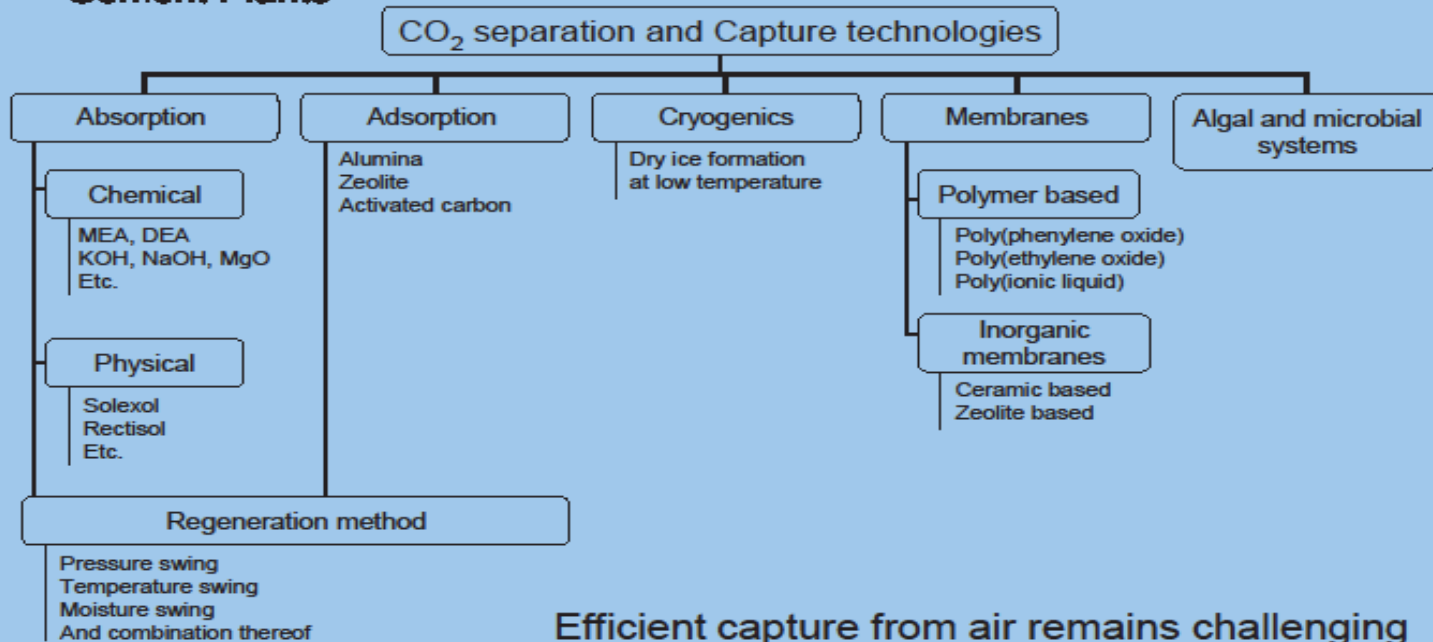
# CO<sub>2</sub> források és a leválasztás módszerei

Forrás: Dr Surya Prakesh professzor

## Sources of CO<sub>2</sub>

Geothermal Vents  
Fermentation Processes  
Natural Gas Wells  
Cement Plants

Fossil Fuel Burning Power Plants  
Aluminum Plants  
Air Itself

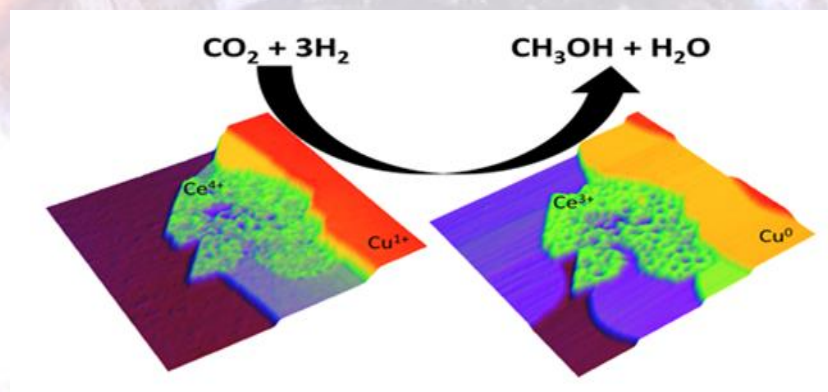


# Katalizátortechológia a CO<sub>2</sub> átalakítására

Különböző katalizátortípusok vannak a piacon TiO<sub>2</sub>, Fe, Cu, CeOx bázisú és sok más.

Először a szénmonoxidot átalakító katalizátorok kerültek a piacra, amelyek csak kevésbé voltak alkalmasak a CO<sub>2</sub> átalakítására. Ma már egyre több katalizátor van a piacon a kevésbé reaktív CO<sub>2</sub> átalakítására is.

A katalizátortechnika folyamatosan fejlődik. Míg az Oláh György féle TiO<sub>2</sub> katalizátoron a CO<sub>2</sub> és a H<sub>2</sub> gázmolekulák egyesítéséhez 573°C és 50 bar nyomásra van szükség, Berkeleyben labor méretben megjelent a CeOx-Cu katalizátor, ami 300 °C és 5 bar nyomáson működik, és elvi lehetőségét kutatják a zeolit alapú katalizátoroknak, amik akár 450 °C-on normál nyomáson végeznék el az átalakítást.



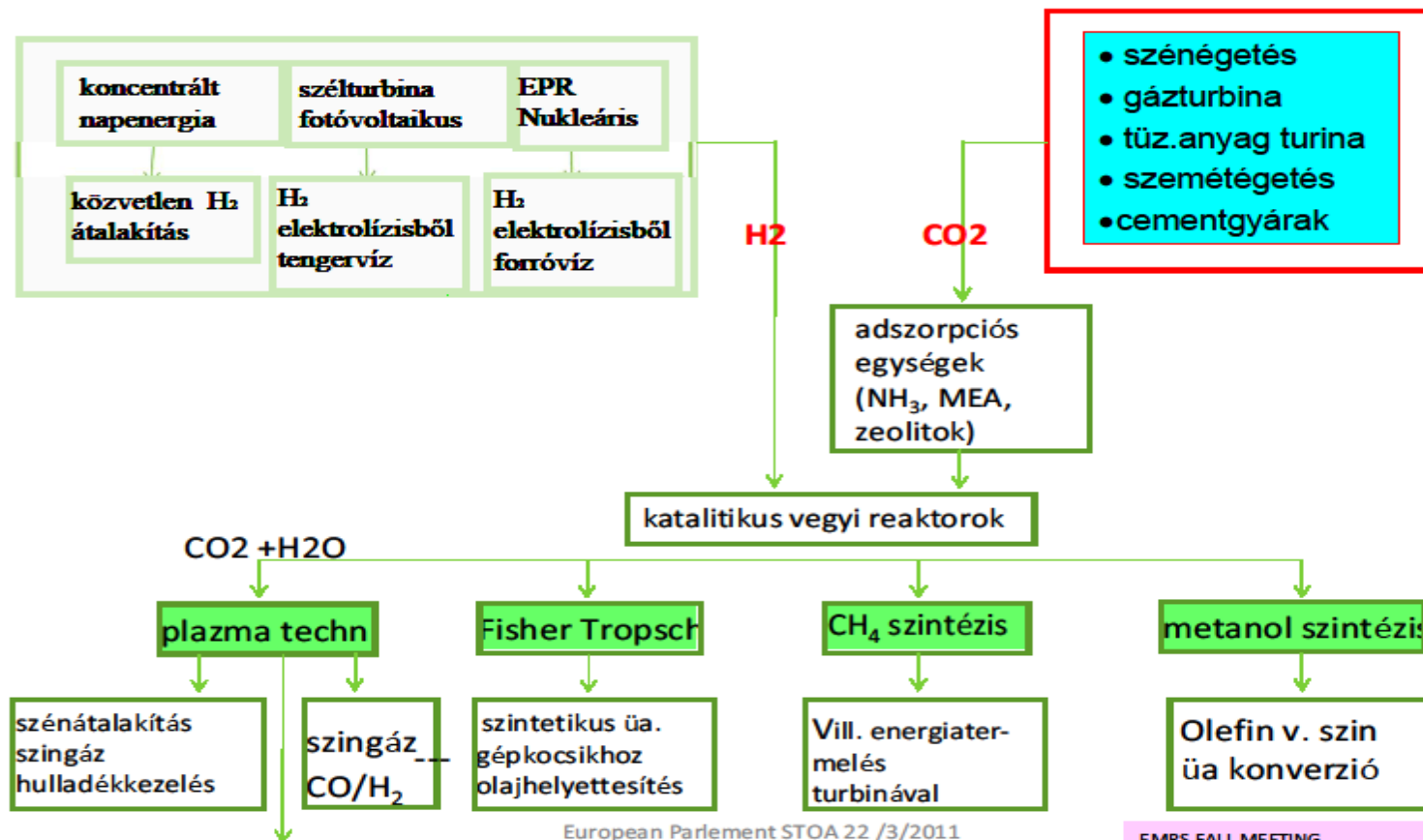
Forrás: Berkelylab

A CO<sub>2</sub> és a hidrogén gázmolekulák átalakítása metanollá és vízzé Cerium-oxid és réz katalizátoron (CeOx-Cu) elektronmikroszkópos felvételen. Hidrogén jelenlétében a Ce<sup>4+</sup> és a Cu<sup>1+</sup> redukálódik Ce<sup>3+</sup>-má és Cu<sup>0</sup>-vá, miközben a katalizátor felülete megváltozik.



# Energiatárolási alternatívák a metanol segítségével

## Az energiatárolás lehetséges stratégiája



European Parliament STOA 22 /3/2011  
EMRS/UPMC

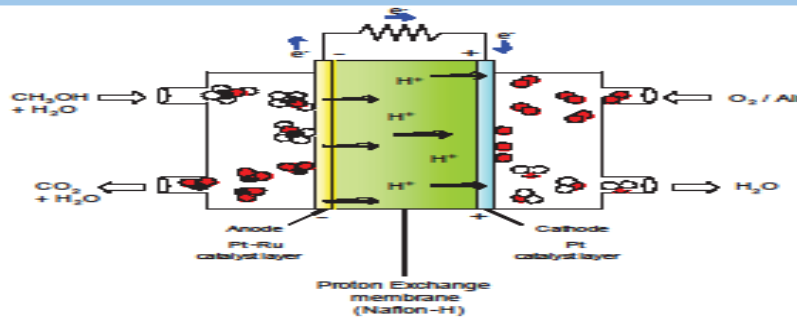
EMRS FALL MEETING  
Warsaw 13-15 sept 2010  
Symposium A



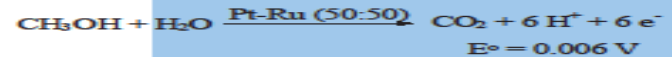
# Közvetlen oxidáció metanol üzemanyag cella



## Direct oxidation methanol fuel cell (DMFC) USC, JPL - Caltech



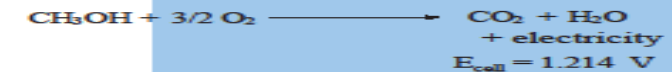
*Anodic Reaction:*



*Cathodic Reaction:*



*Overall Reaction:*

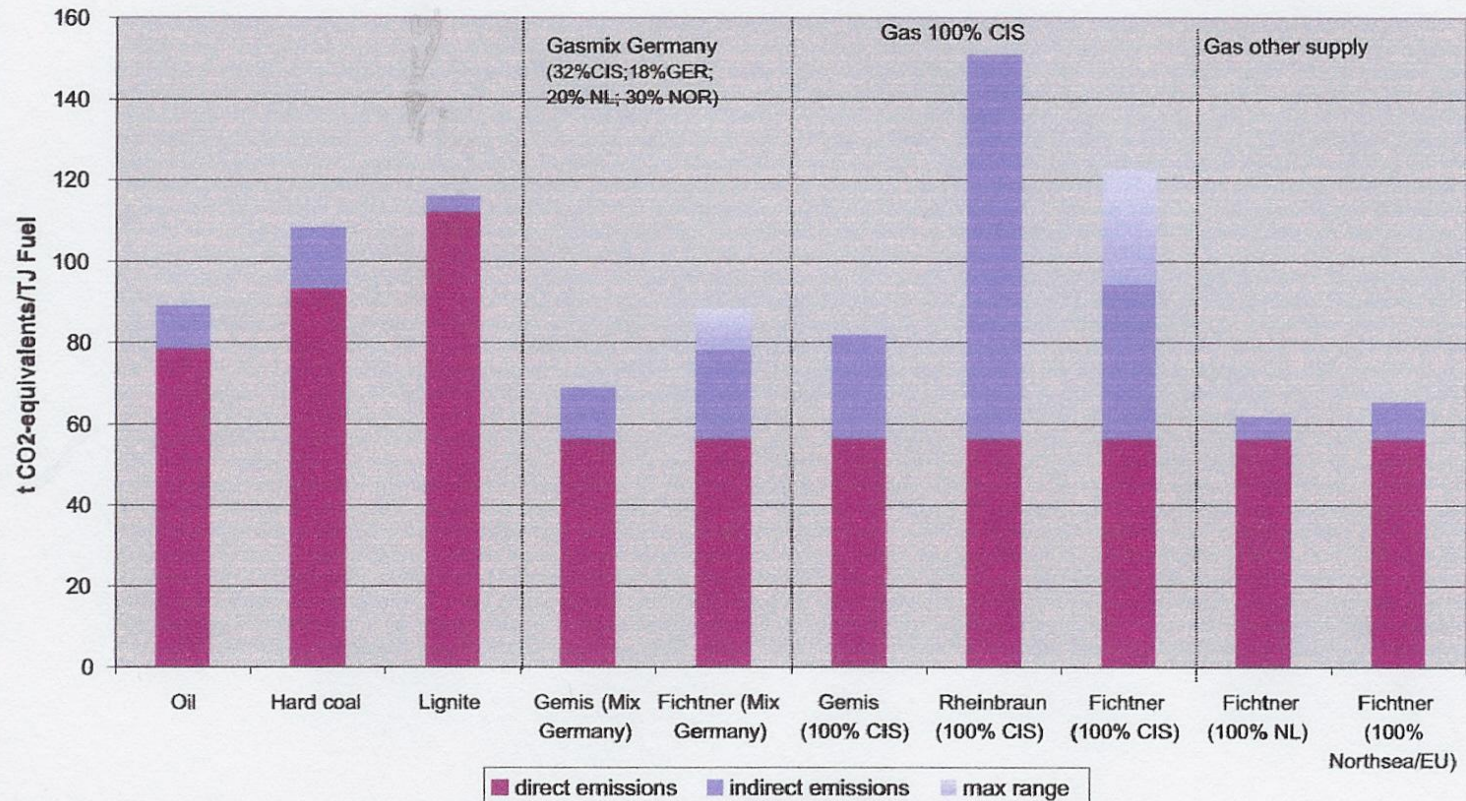


US Patent, 5,599,638, February 4, 1997; Eur. Patent 0755 576 B1, March 5, 2008.





# A közvetlen és közvetett ÜHG kibocsátás az egyes fosszilis tüzelőanyagokra



Source: own calculations according to GEMIS 4.13, Fichtner (2001), Rheinbraun (2001)

Fig. 2: Direct and indirect GHG-emissions (in CO<sub>2</sub>.equivalents) of different fuel-types in comparison with the emissions from the natural gas life cycle under different assumptions and LCA's



## Széndioxid kibocsátás a világban 2003-ban

**CO<sub>2</sub> Meghatározás:** az összes emisszió (kivéve a földhasználatot) ezer metrikus tonna széndioxid 1,000 fő népességre vetítve

# 1 Qatar:	40.673 et/1,000 people	# 5 United States:	19.483 et/1,000 people
# 6 Luxembourg:	17.977 et/1,000 people	# 8 Australia:	16.544 et/1,000 people
# 9 Canada:	15.894 et/1,000 people	#10 Singapore:	13.813 et/1,000 people
#11 Czech Republic:	12.115 et/1,000 people	#12 Belgium:	12.063 et/1,000 people
#14 Estonia:	11.165 et/1,000 people	#15 Finland:	10.840 et/1,000 people
#16 Russia:	10.740 et/1,000 people	#17 Ireland:	10.661 et/1,000 people
#18 Netherlands:	10.654 et/1,000 people	#20 Germany:	10.159 et/1,000 people
#21 Saudi Arabia:	10.072 et/1,000 people	#22 Israel:	9.991 et/1,000 people
#23 Japan:	9.612 et/1,000 people	#24 Denmark:	9.447 et/1,000 people
#25 United Kingdom:	9.235 et/1,000 people	#26 Cyprus:	8.994 et/1,000 people
#27 Greece:	8.638 et/1,000 people	#29 Kazakhstan:	8.144 et/1,000 people
#30 New Zealand:	8.087 et/1,000 people	#31 Poland:	7.878 et/1,000 people
#32 Austria:	7.865 et/1,000 people	#33 South Africa:	7.770 et/1,000 people
#34 Norway:	7.688 et/1,000 people	#35 Italy:	7.686 et/1,000 people
#36 Spain:	7.557 et/1,000 people	#37 Iceland:	7.520 et/1,000 people
#38 Slovenia:	7.492 et/1,000 people	#39 Ukraine:	7.412 et/1,000 people
#40 Korea, North:	7.346 et/1,000 people	#40 Turkmenistan:	6.983 et/1,000 people
#43 Slovakia:	6.799 et/1,000 people	#44 Portugal:	6.134 et/1,000 people
#45 Bulgaria:	6.004 et/1,000 people	#46 France:	5.992 et/1,000 people
#47 Belarus:	5.782 et/1,000 people	#48 Bahamas, The:	5.719 et/1,000 people
#49 Hungary:	<b>5.680 et/1,000 people</b>	#51 Sweden:	5.416 et/1,000 people
#50 Switzerland:	5.580 et/1,000 people		

**SOURCE:** World Resources Institute. 2003. Carbon Emissions from energy use and cement manufacturing, 1850 to 2000.

Available on-line through the Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) at Washington, DC: World Resources Institute

Showing the latest available data. Rank Countries Amount (top to bottom)





**KÖSZÖNÖM A FIGYELMET !**

**E-mail: [calamites@calamites.hu](mailto:calamites@calamites.hu)**

**CALAMITES**

