

---

# HIDROGÉN ÉS METÁN: BEKEVERÉS VAGY METANIZÁLÁS?

Imre Attila

BME GPK Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék



ENERGETIKAI GÉPEK ÉS  
RENDSZEREK TANSZÉK

---

# ENERGIATÁROLÁS TEGNAP, MA ÉS HOLNAP

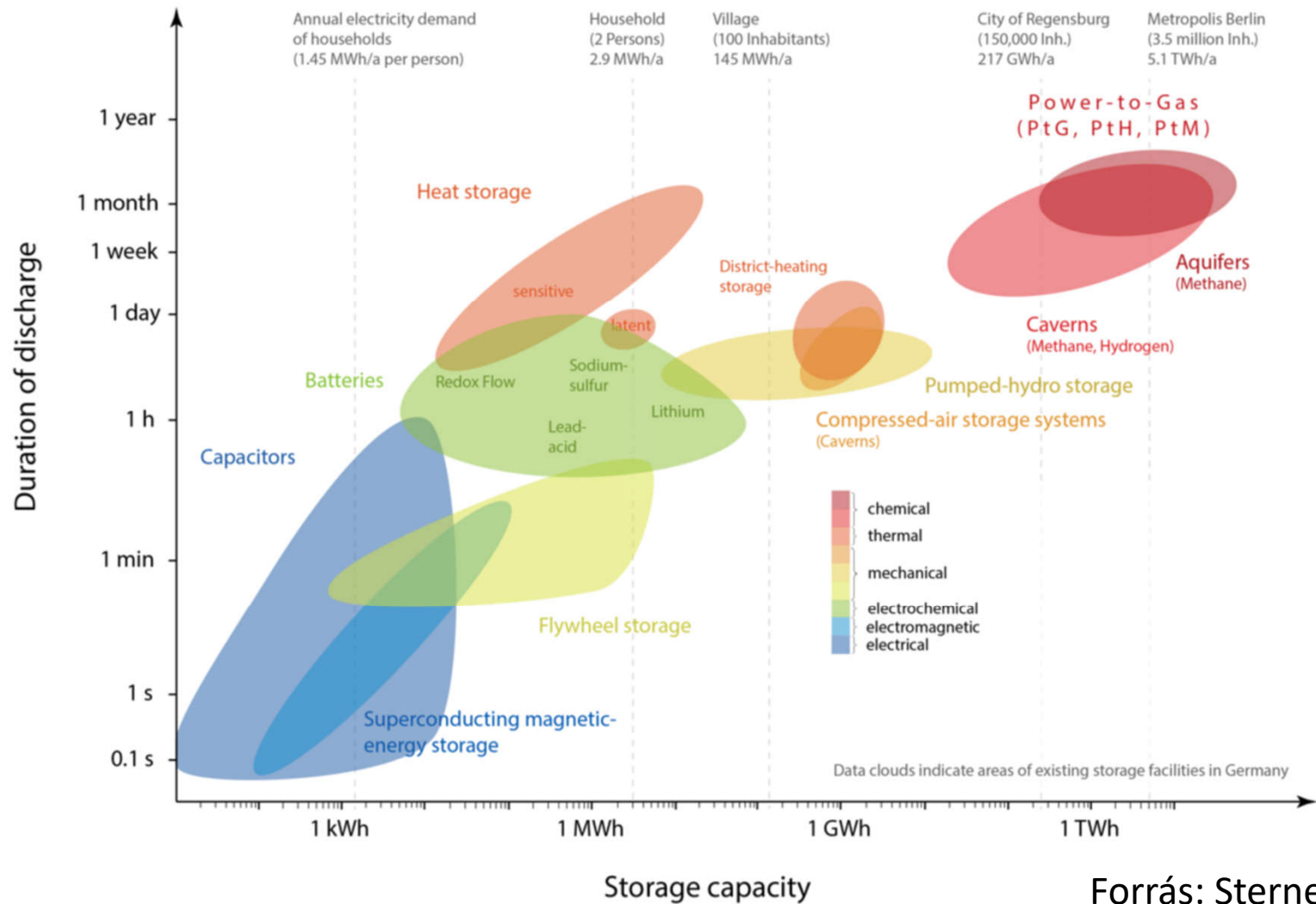
---

Múlt: az energiatárolás jobbára tényleges tárolás volt, a hosszabb távú megoldások (szivattyús) domináltak; akkumulátorok szerepe kicsi volt.

Jelen: az energiatárolás inkább a termelés- és fogyasztás ingadozásából adódó szabályozási feladatok megoldására irányul; a hosszabb távú megoldások a háttérbe szorultak, az akkumulátorok szerepe nagy.

Jövő: a szabályozás szerepe továbbra is fontos marad, de a időjárás-függő, illetve szezonális megújuló-alapú termelés szükségessé teszi a közép- és hosszútávú (több napos – szezonális) termelést. A hagyományos szezonális tárolók kapacitása erre nem lesz elég, új megoldások kellene.

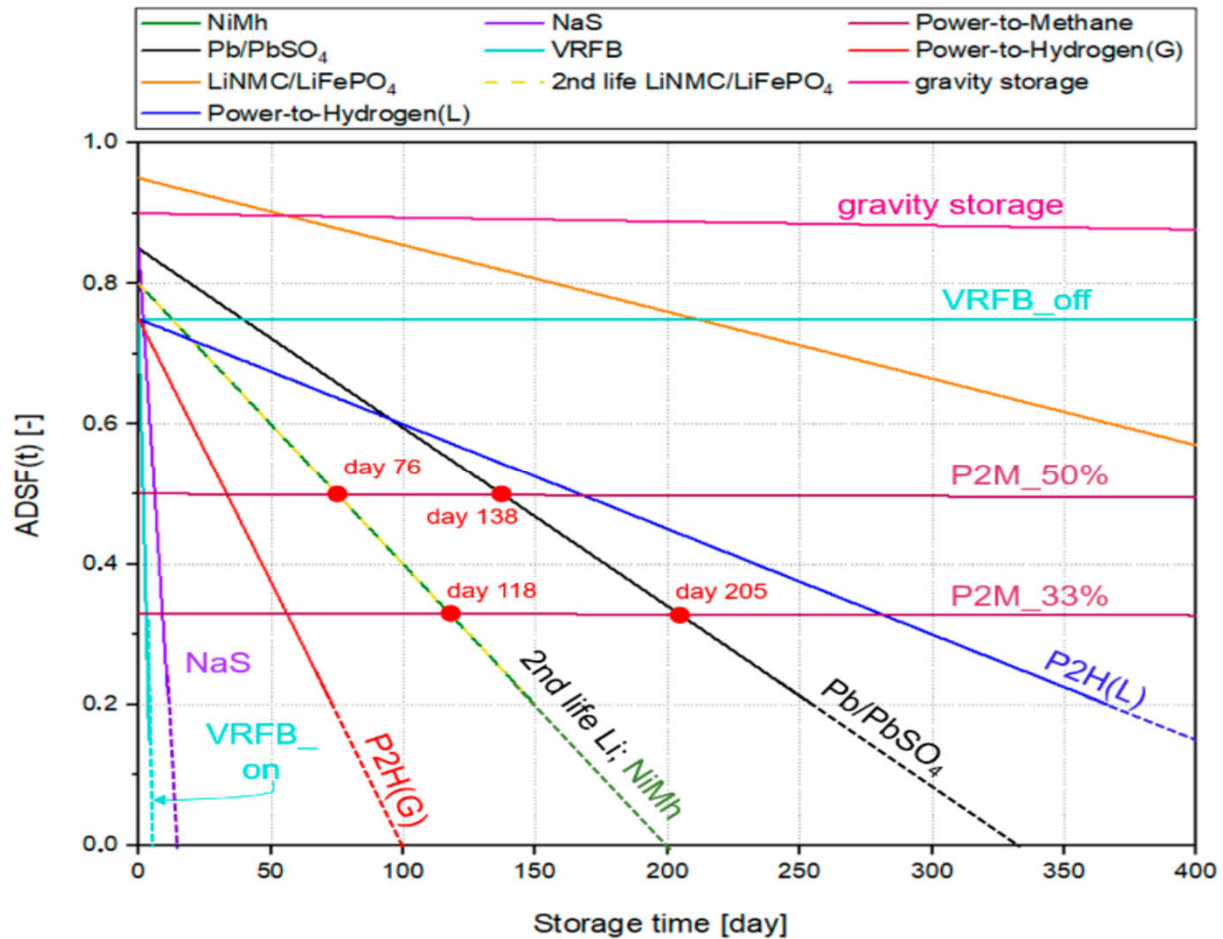
# MI MIRE JÓ? .... MEDDIG ELÉG



Forrás: Sterner&Specht,  
Energies 2021, 14, 6594



# MI MIRE JÓ?... MEDDIG TÁROLHATÓ



Forrás: Kummer&Imre,  
Energies 2021, 14, 3265



## P2X

---

P2X – villamosenergiából bármit

P2F – villamosenergiából üzemanyagot

P2G – villamosenergiából gáz halmazállapotú  
fűtő/üzemanyagot

P2L – villamosenergiából folyadék halmazállapotú  
fűtő/üzemanyagot

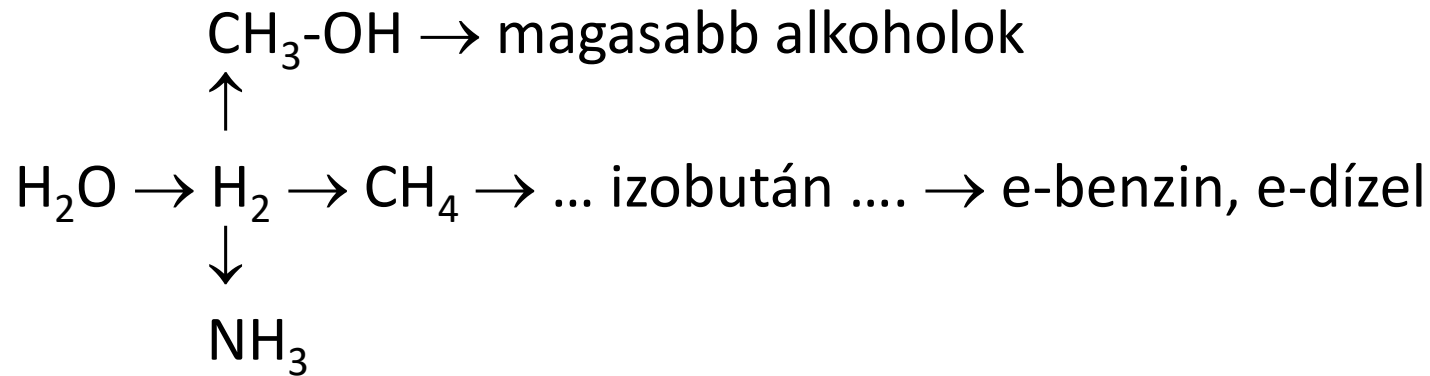
P2H – villamosenergiából hidrogént

P2M – villamosenergiából metánt



# LÁNCOK

---



- Minél messzebb megyünk, annál könnyebben kezelhető anyagot kapunk.
- Minél messzebb megyünk, annál több a veszteség.
- Az optimum állandóan változik (kereslet, árak,...).



# HATÁSFOKOK

megoldás	hatásfok	megjegyzés
P2H	54-72 %	200 bar-ra komprimált kimenő gáz
	57-73 %	80 bar-ra komprimált kimenő gáz
	64-77 %	Kompresszió nélkül
P2M	49-64 %	200 bar-ra komprimált kimenő gáz
	50-64 %	80 bar-ra komprimált kimenő gáz
	51-65 %	Kompresszió nélkül

Alkáli vagy PEM elektrolízis, kémiai metanizáció; a CO<sub>2</sub> ellátás energiaigényét figyelmen kívül hagyva

# HATÁSFOKOK

és most visszaalakítással....

megoldás	hatásfok	megjegyzés
P2H-to-Power	34-44 %	Visszaalakítás üzemanyagcellával (60%) vagy kombinált ciklusú erőművel (60%)
P2M-to Power	30-38 %	Visszaalakítás ugyanúgy
P2M-to-Heat&Power	43-54 %	CHP (45 % hő, 40 % elektronosság)
P2M-to-Heat	53-82 %	Kondenzációs kazán (105 %)
P2H-to-Engine Power	34-44 %	üzemanyagcellával (60 %)
P2M-to-Engine Power	18-22 %	Gázmotorral (35 %)

Alkáli vagy PEM elektrolízis, kémiai metanizáció; a CO<sub>2</sub> ellátás energiaigényét figyelmen kívül hagyva.

Forrás: Sterner&Specht, Energies 2021, 14, 6594



# MIT HASZNÁLJUNK?

---

- Tiszta hidrogént? – tárolni, szállítani nehéz, földgázra optimalizált berendezések tisztán nem tudják használni.
- CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub> keveréket? – miért keverjük össze két értékes, tiszta alapanyagot? Most nincs elég hidrogén, pár év-évtized múlva nem lesz elég metán a keverékekhez. Összekeverve lehet használni a jelenlegi berendezésekkel (kisebb átalakítás után), de tárolás közben pár nap alatt szétválik. Azaz keverék használata egy ideig jó lehet, de a tárolás problematikus, inkább felhasználás előtt kellene összekeverni.



# MIT HASZNÁLJUNK?

---

- “Kémiaailag tárolt” hidrogént? – CH<sub>4</sub>-ről, NH<sub>3</sub>-ról leszedett hidrogént, vagy egyes keton/aldehid – alkohol párokból kilépő hidrogént....ígéretes, de a metámos vagy ammóniás üzemanyagcellák lassan terjednek, illetve nehézkesen használhatók. A másik technológia pedig még messze nem piacérett.
- Metanizálással kapott metánt? – ismerjük, tudjuk, hogy kell tárolni és felhasználni. Bizonyos esetekben zöld (zöld hidrogén és CCS-ből származó CO<sub>2</sub>) .... nem SynGas, hanem RNG, Renewable Natural Gas!

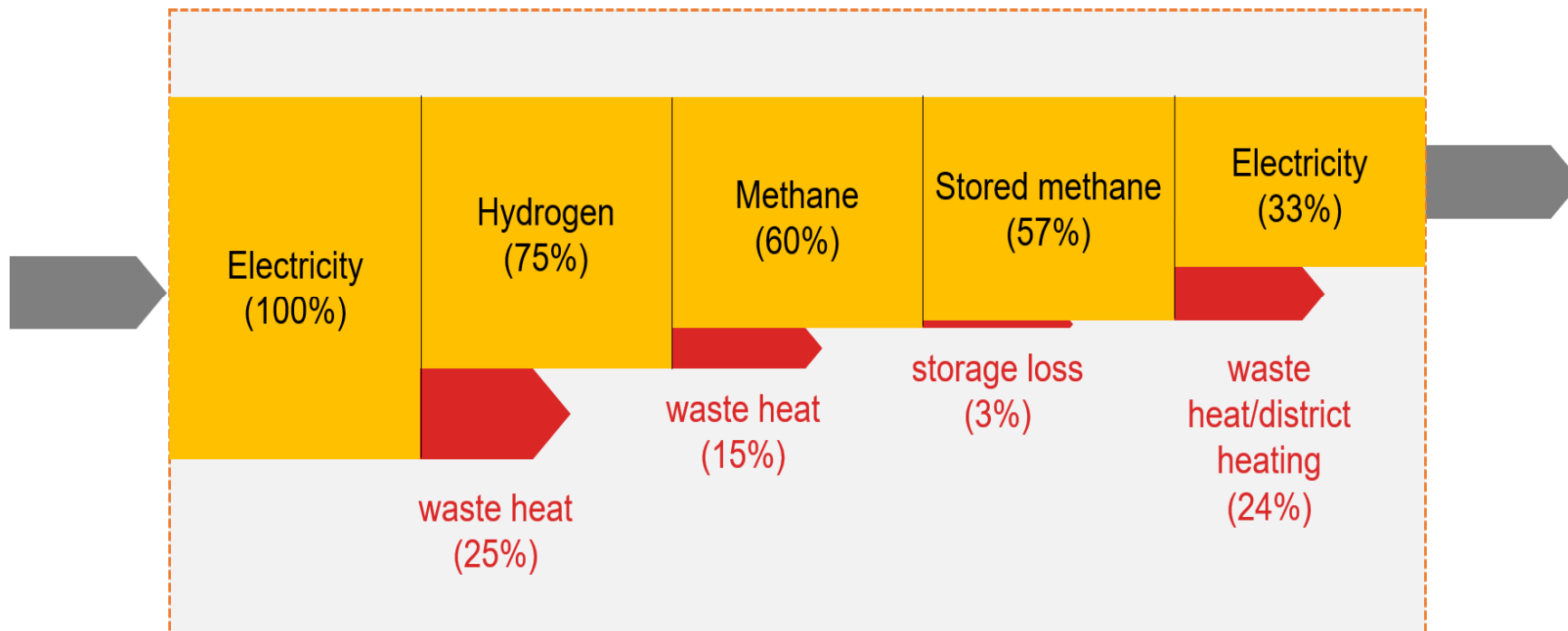
# MIT HASZNÁLJUNK?

---

- A cél a hidrogénre való átállás, de ehhez még sok a megoldandó probléma (tárolás, szállítás)
- Az átmeneti időszakban keverékek használata jó megoldás lehet, de csak ha kis átalakítással megfelel rá a jelenlegi eszközparkunk (kis, max. 20v% H<sub>2</sub> arány).
- Ezzel párhuzamosan jó megoldás lehet az átmeneti időszakban a metanizálás. Nagy kapacitású szezonális vagy annál hosszabb tárolásra pedig később is jó lehet, azaz érdemes kidolgozni a technológiát.

# P2M(2P)

## Power-to-Methane-to-Power technology



Forrás: Kummer&Imre,  
Energies 2021, 14, 3265

## P2M

---

- Kémiai (magas hőmérsékletű, nagy nyomású, kémiai üzemben játszódhat; nagy a kapacitás, egyelőre alacsonyabbak a fajlagos költségek).
- Biológiai, ősbaktériumokkal, alacsony hőmérsékleten és nyomáson megy végbe;  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$  keverékhez is jó !!!; általában kisebb kapacitású, lassabb és magasabb fajlagos költségű.
- Bio-elektro: nem lesz hidrogéngáz ( $\text{H}_2$ ), az elektrolízisnél a proton rögtön meg a  $\text{CO}_2$ -be ; még nem elég érett technológia.

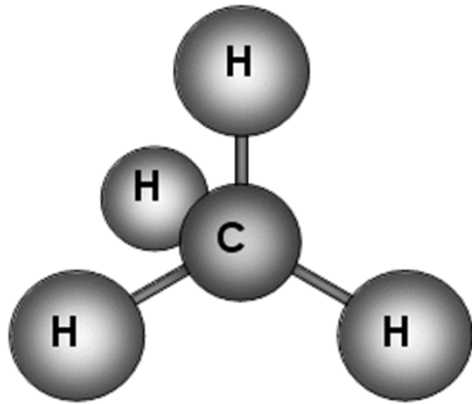


# P2M ELŐNYEI

---

# P2M ELŐNYEI

---

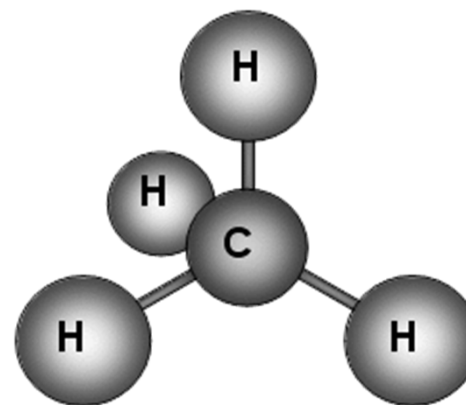
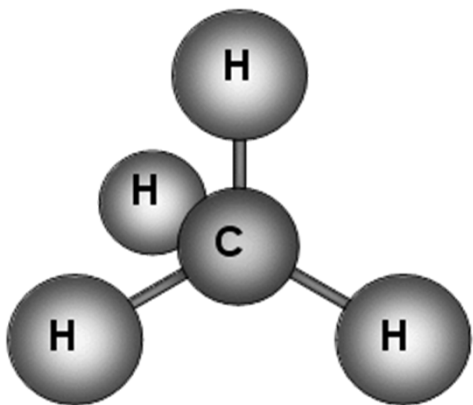


Ez a földgáz metánja...



# P2M ELŐNYEI

---



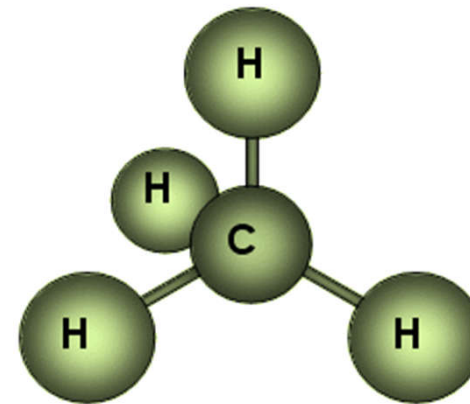
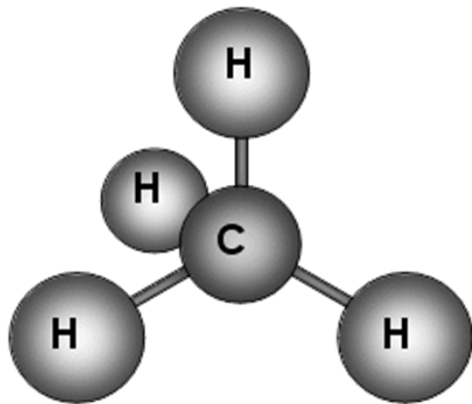
Ez a földgáz metánja.....ez pedig szintetikus metán.





# P2M ELŐNYEI

---



Ez a földgáz metánja.....ez pedig szintetikus metán.  
Kémiailag ugyanaz, még akkor is, ha zöld!



## P2M ELŐNYEI

---

- Tárolás, szállítás, felhasználás megoldható e jelenleg rendelkezésre álló eszközökkel!
- A hazai földgáztároló kapacitás hatalmas, nagy mennyiségű betárolást tesz lehetővé!



# HATÁSFOKNÖVEDELÉS

---

- P2H hatásfoka elméletileg még növelhető (jelenleg 50-55 kWh/kg, az elvi határ elektrolízisnél 40 kWh/kg).
- Hulladékhő(k) felhasználása, akár villamosenergia-előállításra is (pl. ORC-vel, akár 60 fokos hőt is) – kevesebb bemenő, több kimenő villamosenergia.
- Más metanizációs megoldás (kémiai helyett egyes alacsony költségű biológiai).
- egyebek...

# GONDOK

---

- Elegendő mennyiségű zöld  $\text{CO}_2$  kellene (megoldások:  $\text{CO}_2$  füstgázból; oxy-fueles gázmotorok; biogáz/depóniagáz felhasználás, ...).
- Magasak a költségek (megoldások: technológia fejlődése árcsökkenést hoz; jelenlegi 3/1-es metánmolekula ár arány kijátszható biogáz (3/1), depóniagáz (egyes esetekben akár 4/1) vagy egyéb kevert források felhasználásával).



# JELENLÉGI HAZAI TERVEK

---

- Két pilot-project, mindkettő biometanizációs, párszor 10-100 kW bemenő teljesítmény; kijövő “földgáz” a hálózatba.
- Nagykanizsa: azonnali átalakítás külön berendezésben
- Bakonysárkány (?): lassú metanizálás a biogáz-tározóban

# HOVA MEGYÜNK?

---

- Jelenleg már léteznek MW bemenő teljesítményű projektek, pl. Dánia
- A metanizálás kiürült gázmezőkben is elvégezhető (gázmező újraélesztése), Underground Sun Storage, Ausztria
- Jelenleg Magyarországon kb. évi 2.1 millió Nm<sup>3</sup> biogázt lehetne előállítani, ebből metanizációval kb. 4 millió Nm<sup>3</sup> tiszta biometán lehet (Pintér, Energies, 2020, 13, 6408); ehhez kb. 700 tonna hidrogén kell, ami kb. 34 GWh betárolt és (50 % hatásfoknál) 17 GWh (2 MW<sub>e</sub> zsinórban, egész évben!) kitárolt villamosenergia.



---

A metanizálás/RNG nem a hidrogén konkurenciája! Más célokra használható (hosszabb távú tárolás) és a technológiához mindenképp kell hidrogén!

---

Köszönöm a figyelmüket!

[imreattila@energia.bme.hu](mailto:imreattila@energia.bme.hu)