PowerToX megoldások: rugalmasság, energiatárolás, fenntarthatóság

Dr. Raisz Dávid

MEE 67. Vándorgyűlés

2021. szeptember 24. Szeged

BME – MVM Smart Power Laboratórium
Dr. Raisz Dávid, raisz.david@vik.bme.hu
smartpower.bme.hu

MŰEGYETEM 1782

Mi az, hogy PowerToX (P2X)?

- PowerToGas, PtG, P2G
  - hidrogén – H_2, metán – CH_4, ammónia – NH_3
- PowerToLiquid, PowerToChemicals, PowerToFuel
  - folyadék/üzemanyag alapú átalakítás
- PowerToHeat, P2H
  - hővé alakítás

Európai kontextus

- EU energiafelhasználásának
  - 70%-át molekula alapú
  - 30%-át elektron alapú

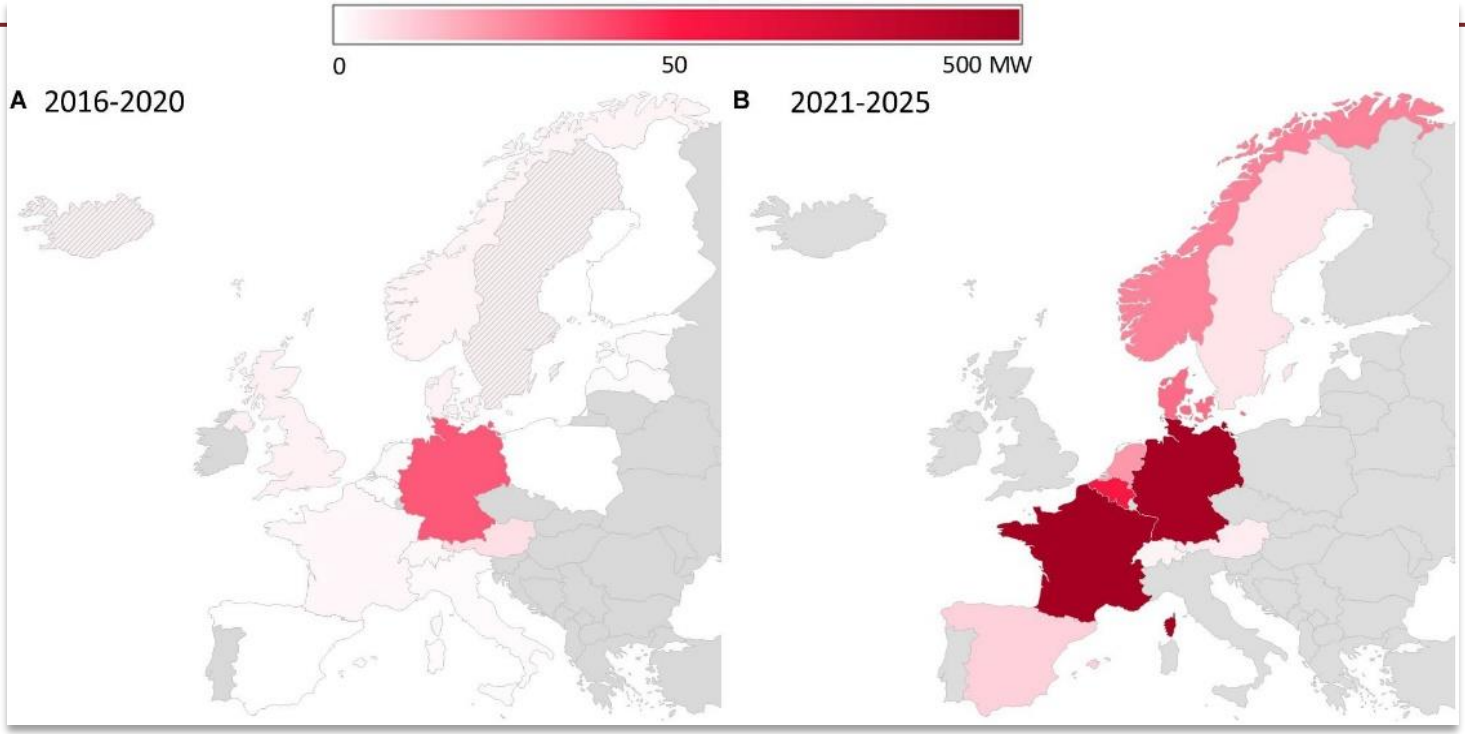
  energiahordozók adják

- 2050:
  - molekula alapú hordozók: 40..60% (11.000 TWh felhasználásból)
  - Szezonális tárolás: 1000-1100 TWh
  - „csak elektron” infra = P2G szektorösszekapcsolás + 200 Mrd EUR

PtG technológia terjedése elengedhetetlen
a klímacélok gazdaságos megvalósításához

DVGW, 2020, ISBN 978-3-00-064736-9

Európai kontextus



Új Power-to-X projektek kapacitásai Európában. (A) üzembe helyezés 2016 és 2020 között, (B) a 2021–2025-ös évre tervezve. Árnyékolt: kapacitás ismeretlen, szürke: nincs Power-to-X projekt

A H_2 alapú technológia nem a távoli jövő, hanem a jelen

10.3389/fenrg.2020.00191

Németország

- DENA, 2011: „Strategieplattform ’Power-to-Gas”
  - P2G technológiák elterjesztése, piacra vitele, üzleti modellek kidolgozása
  - számos tanulmány, stratégiai dokumentum ill. tájékoztató anyag jelent meg
- „Power2X Allianz”
  - regulációs keretek és a támogatási rendszerek lehetőségeinek elemzése
- Német nemzeti hidrogénstratégia
  - 2030-ig 5 GW / 14 TWh égéshőnek megfelelő termelőkapacitás
  - 20 TWh megújuló energiatermelés létrehozása
  - 2040-ig további 5 GW termelőkapacitás létrehozását tűzi ki célul.

Németország – akadályok

- „Valley of death”: kutatási források már nem, az piacosítási források még nem állnak elegendő mértékben rendelkezésre
  - segítség lehet pl. egy beruházástámogatási rendszer,
  - vagy ún. „regulatory sandbox”,
    - ideiglenes és térben lehatárolt közeg, amelyben termékeket, folyamatokat, üzleti modelleket ki lehet próbálni a széleskörű elterjedéshez szükséges regulációs keretek teljeskörű kidolgozása nélkül;

- a „zöld gázok” piacának megteremtéséhez szükséges feltételek hiánya,
  - ez pl. kvóták, CO2-t büntető pénzügyi eszközök vagy származási garanciákkal történő kereskedés rendszerével orvosolható;

Németország – akadályok

- Üzleti modellek előtt álló akadályok
  - externáliák versenytárs technológiák árában történő megjelentetésének hiánya,
  - P2G üzemek felelősségi köreinek ill. villamos vagy gázhálózati infrastruktúra szabályzati illetékességének tisztázatlansága,
  - rendszerhasználati díjak többszörös megfizetési kötelezettsége
- Termék minőségi jellemzőkre és minősítésre vonatkozó előírások hiánya,
- Harmonizált létesítési és engedélyezési eljárásrendek hiánya.

Németország

- 2020.03.
- 62 üzem
- 308 MW

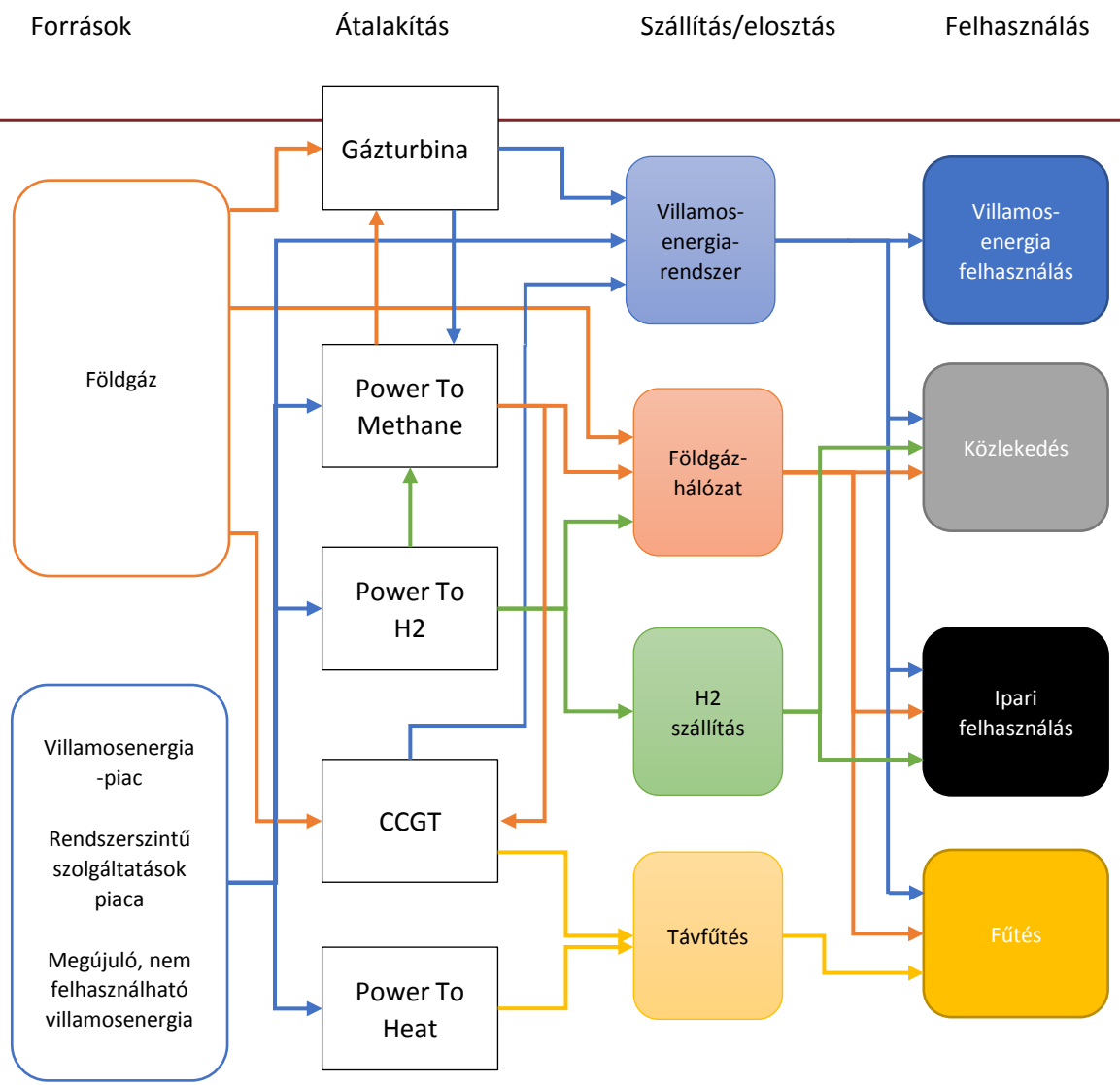
DVGW: „Übersicht der Power-to-Gas-Anlagen in Deutschland"

Hazai helyzet

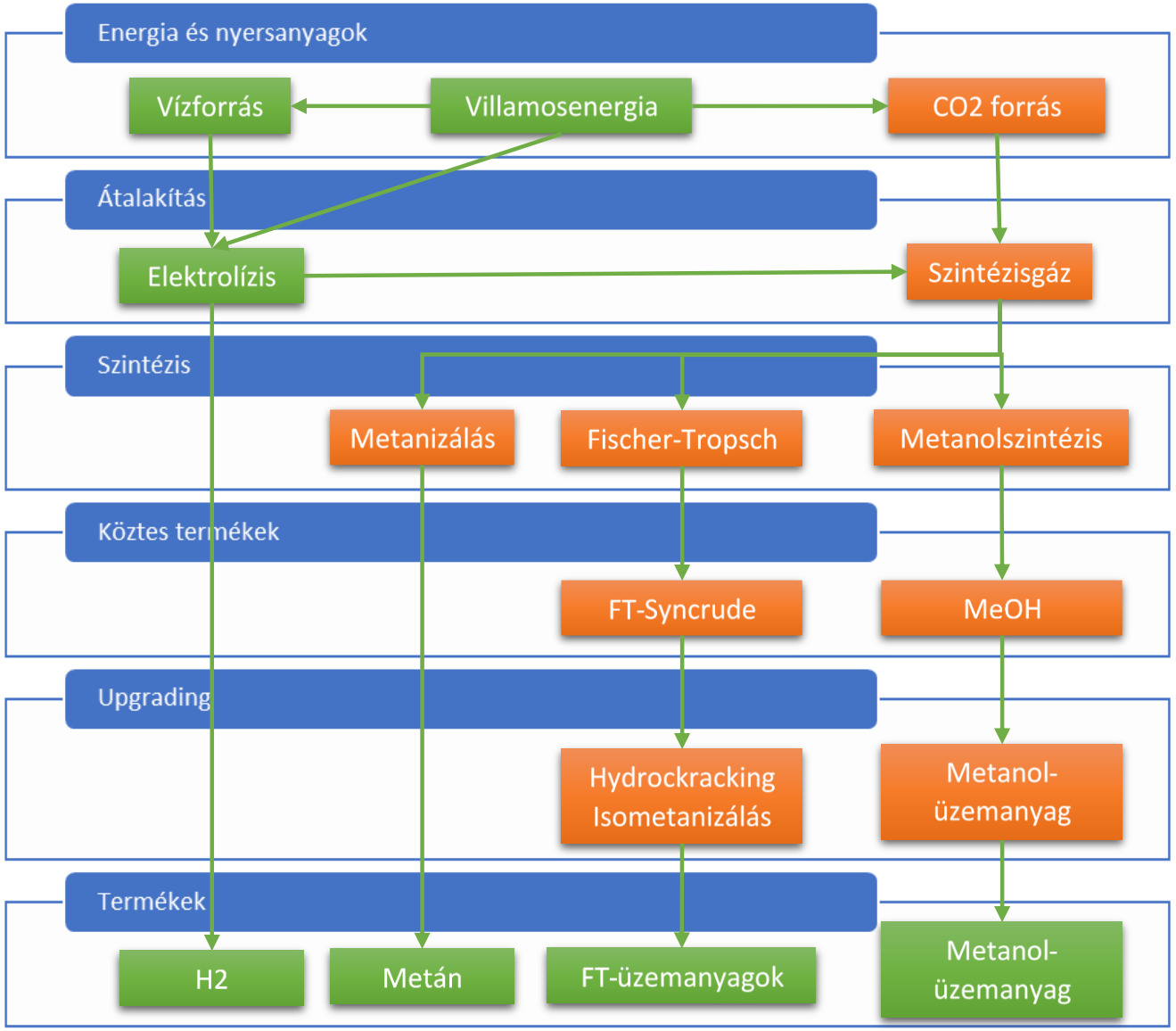
„Emlékek a plenárisról”:

- Szabályozási tevékenység ára az egekben
- CO_2 ára rekordmagas
- Gázfüggőség

Értékláncok



Technológia



Néhány részlet egy műszaki gazdaságossági elemzéshez

CO_2 forrás

- Levegőből DAC (Direct-Air-Capture) eljárással
  - 1t CO_2 : 505..**700**..1010 kWh villamos és 2000..**2200**..2500 kWh hő

- Erőmű, ipari üzem füstgázából CCU (carbon capture and utilization) eljárással
  - 100..350 kWh/t_{CO2}

Hatásfok értelmezése

- Eredménytermék égéshője viszonyítva a betáplált villamos energiához
- A metanolszintézis hatásfoka a legjobb a vizsgált folyamatok közül.
- A metanol további előnye, hogy
  - folyékony, könnyen szállítható,
  - nagy a térfogatra vonatkoztatott energiasűrűsége
  - alkalmazásánál nincs metán-szivárgás (el nem égetett metán; 25-szörös üvegházhatás)

Elektrolízis

	AEL	PEMEL	HTEL
	Alkáli elektrolízis	Polymer Electrolyte Membrane Electrolysis	Magashőmérsékletű Elektrolízis
Jellemző hőmérsékleti tartomány (°C)	60-90	50-80	700-900
Technológiai fejlettség	Évtizedek óta ismert, 200MW nagyságrendű berendezések	25 éve ismert, 10MW nagyságrendű berendezések	Új technológia, kevés tapasztalat
Előny	Alacsony CAPEX	Rugalmasan szabályozható (nagy meredekség), kompakt	Magas hatásfok
Hátrány	Kisebb hatásfok, nem kompakt, 10..40% minimális terhelés kell, 30..60perc regeneráció szükséges	Ritka fémek használata	Magas hőmérséklet, kevés tapasztalat

Gázhálózat

- H_2 hozzákeverés 5..10%$_{vol}$ mértékig lehetséges
- CH_4: korlátlanul

Néhány példa

Falkenhagen (D)

- 1000 kWh vill.
- AEL
- 210m^3/h H_2
- 1400 m^3/nap SNG
- a névleges teljesítmény 40%-a és 100%-a között **3%/perc dinamika** (P)
- 53% hatásfok
- hőhasznosítással **75%** lenne.

Solothurn (CH)

- PEM
- 350 kW
- CO_2: egy 2,5 km távolságban lévő **szennyvíztisztító üzemből** szállítják, csővezetéken, 13.5 bar nyomáson
- Biológiai metanizáció (baktériumtenyészet)
- „hot standby” állapotból 60% terhelésig **5.5%/perc** gradienssel
- 40% és 95% terhelés között 1.8%/perc és 4.2%/perc között mozgott a gradiens
- **88%** hatásfok lenne elérhető

Troia (I)

- 200 kW-os AEM
- **levegőből kivont CO_2 (DAC)**
- LNG (nincs közelben gázhálózat)
- a teljes átalakítás hatásfoka 31%
- Cseppfolyósítást is figyelembe véve 29%
- **hővisszanyerési** megoldásokkal 46%-ra lenne növelhető

Felhasználási területek

Felhasználás

- **Termelés**
  - A betáplálás ingadozásának kiegyenlítése
  - Arbitrálási lehetőségek a különböző energiahodozók között
  - CO_2 kibocsájtás csökkentése
  - Megújulók esetén a betáplálás korlátozása elkerülhető

- **Átviteli rendszer üzemeltetése, elosztóhálózat üzemeltetés**
  - Rendszerszintű szolgáltatások (frekvenciaszabályozás, blackstart)
  - napi terhelési görbe simítása
  - megújuló energia hosszú idejű tárolása, ezáltal megújuló betáplálás arányának növelése
  - szűkületkezelés
  - beruházások elodázása (pl. hálózatbővítés fordított irányú áramlások miatt stb.)

Felhasználás

- **Energiafelhasználás**
  - Hulladékhő felhasználása, hőszolgáltatással történő integrálás
  - Saját gázfelhasználás biztosítása

- **Piacok**
  - másnapi
  - rendszerszintű szolgáltatások

Összefoglalás

- A P2X technológiák **ma már működnek**
- Többféle értéklánc (H_2, CH_4, metanol…)
- Többféle felhasználási terület
- Többféle értékesítési lehetőség
- Megtérülés magas gáz- és CO_2 árak esetén várhatóan vonzó

Köszönöm a figyelmet!

Dr. Raisz Dávid

BME – MVM Smart Power Laboratórium
Dr. Raisz Dávid, raisz.david@vik.bme.hu
smartpower.bme.hu

MŰEGYETEM 1782

Hivatkozások

[1] Eurelectric, "Decarbonization Pathways," 2018

[2] Wulf Christina, Zapp Petra, Schreiber Andrea, „Review of Power-to-X Demonstration Projects in Europe", JOURNAL=Frontiers in Energy Research, Vol.8, 2020, p.191, doi: 10.3389/fenrg.2020.00191

[3] Prognos AG: „Kosten und Transformationspfade für strombasierte Energieträger", 2020 május

[4] **Gombás Péter: „Power-to-Gas megoldások műszaki- gazdasági elemzése", Szakdolgozat, BME Villamos Energetika Tanszék, 2015. Témavezető: Dr. Raisz Dávid**

[5] **Lőrincz Kristóf: „A Power-to-X technológiák magyarországi alkalmazási lehetőségeinek és gazdaságosságának vizsgálata", Diplomaterv, BME Villamos Energetika Tanszék, 2019. Témavezető: Dr. Raisz Dávid**

[6] Store&GO, D5.10 Report on economic analysis of test cases, 2020.02.29

[7] Store&GO, D8.3 Report on the costs involved with PtG technologies and their potentials across the EU, 2018.ápr.30

[8] Store&GO, D6.1 Report on opportunities and options for PtG in power systems, 2017.ápr.30

[9] DVGW: „Innovative large-scale energy storage technologies and Power-to-Gas concepts after optimisation. Roadmap for large-scale storage based PtG conversion in the EU up to 2050", 2020. Október, ISBN 978-3-00-064736-9,

[10] DVGW: „Übersicht der Power-to-Gas-Anlagen in Deutschland"

[11] Andrea Mazza, Ettore Bompard, Gianfranco Chicco, „Applications of power to gas technologies in emerging electrical systems", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 92, 2018, pp. 794-806, ISSN 1364-0321,