



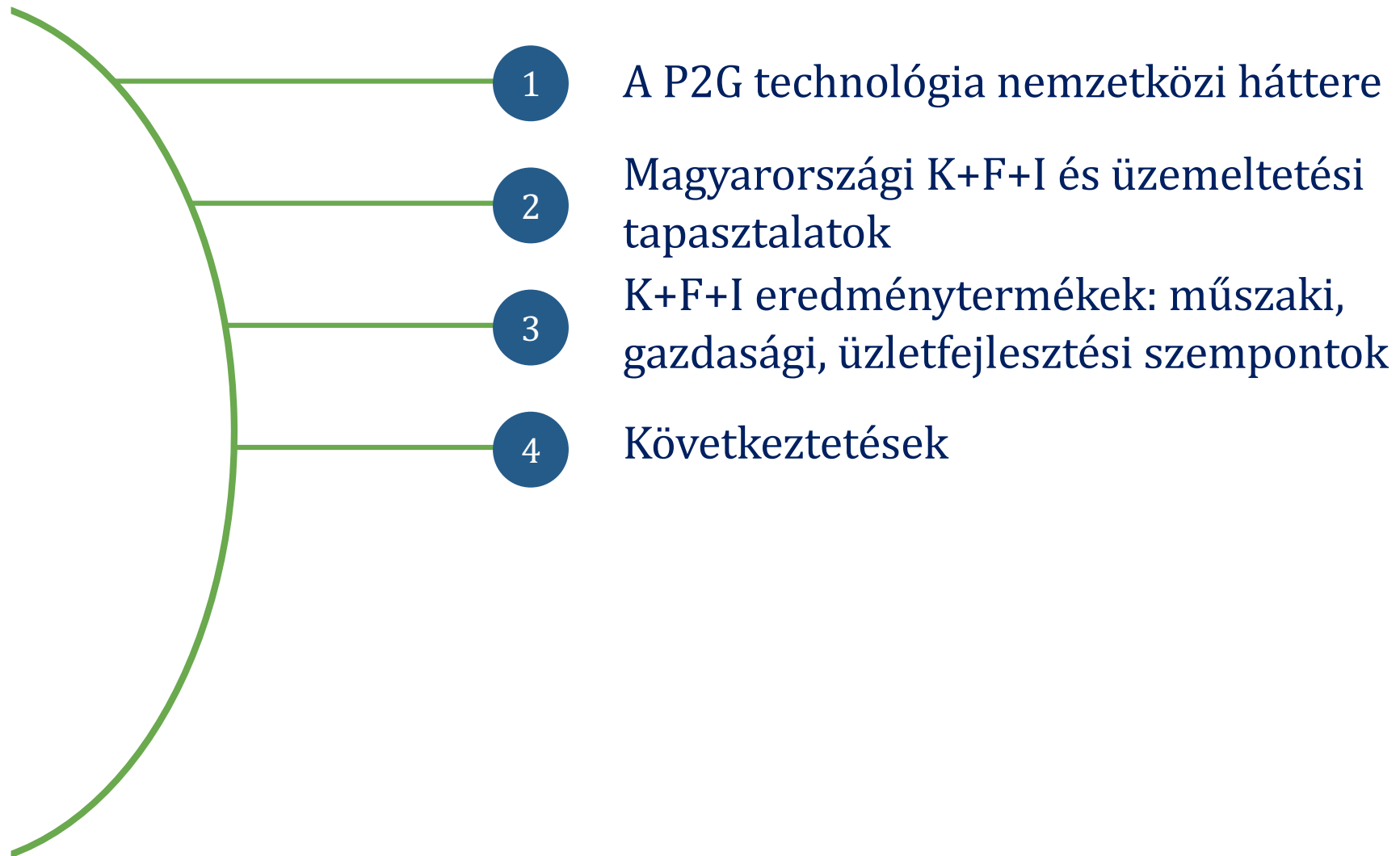
A power-to-gas technológiafejlesztés tapasztalatai Magyarországon

Dr. habil. Csedő Zoltán

ügyvezető igazgató, Power-to-Gas Hungary Kft.
tanszékvezető egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem

„Az energiatárolás helyzete és lehetőségei Magyarországon” szakmai konferencia
Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület
2020. november 25.

Tartalom



Nemzetközi háttér

A Power-to-Gas Hungary Kft. a hosszú távú és szezonális energiatárolásra, illetve dekarbonizációra is alkalmas diszruptív technológia fejlesztésével foglalkozik

Megújuló energiatermelés növekedése (például az EU-ban 110 GW-ról (2010) 261 GW-ra (2018) nőtt a nap- és szélenergiák kumulatív kapacitása)

Renewable Energy Progress Report, Európai Bizottság, 2020. október

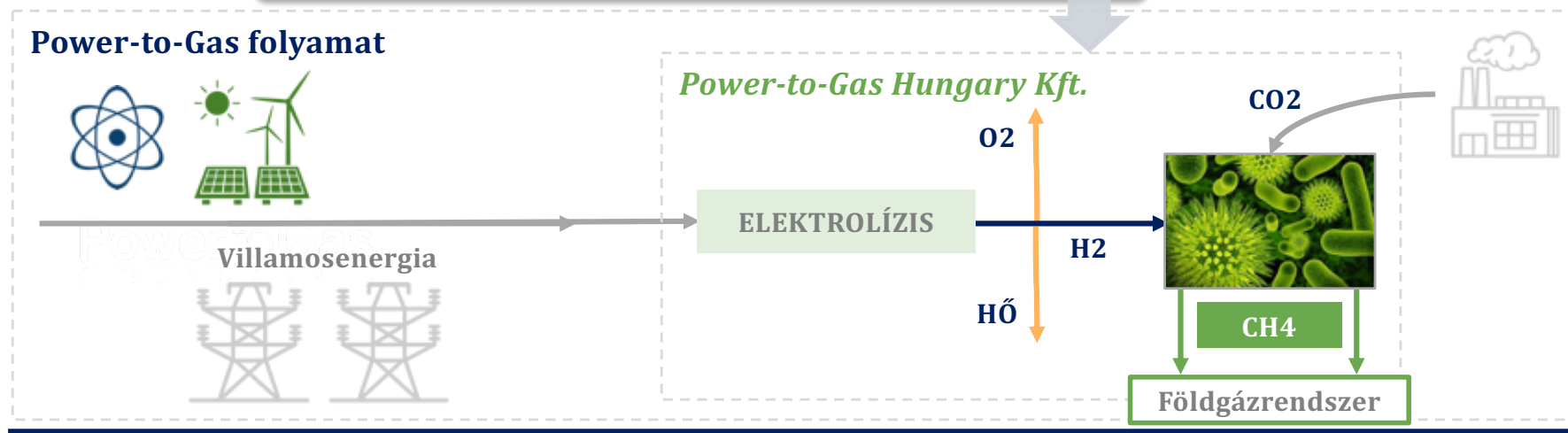
Többlet villamosenergia-termelés, integrációs kihívások, energiatárolás szükségessége

Study on energy storage – Contribution to the security of the electricity supply in Europe, Európai Bizottság, 2020. március

Hosszú távú és szezonális energiatárolás jelentősége

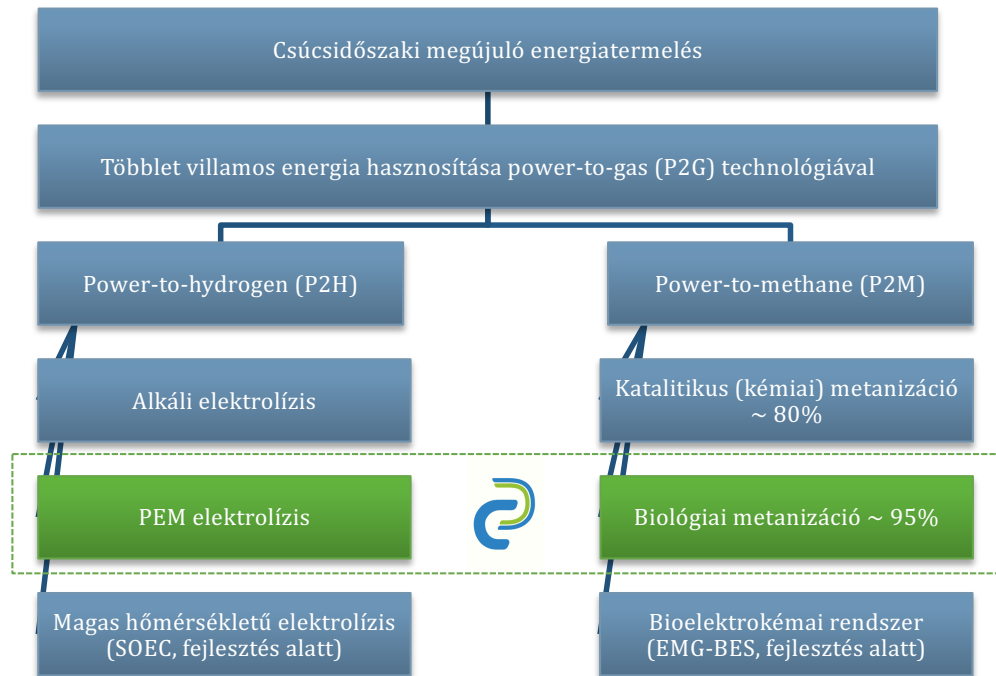
Pl.: Blanco, H.; Faaij, A. A Review at The Role of Storage in Energy Systems with A Focus on Power to Gas and Long-Term Storage. Renew. Sustain. Energy Rev. 2018, 81, 1049–1086.

Power-to-Gas Hungary Kft.: P2G technológiafejlesztés, kutatás, az innovatív technológiák iparági szintre történő felskálázása és alkalmazása



Nemzetközi háttér

Az P2G technológiák közül az innovatív és már bizonyítottan működőképes technológiákat kombináljuk



~ CO₂ konverzió (Blanco - Faaij, 2018)



Underground Sun Storage, RAG (Pilsback, Ausztria) 500 kW_{el}, Alkáli elektrolízis, biológiai metanizáció

MicrobEnergy, Viessmann Group (Allendorf, Németország) 300 kW_{el}, PEM elektrolízis, biológiai metanizáció



Audi e-gas üzem (Wertle, Németország) 6 MW_{el}, alkáli elektrolízis, katalitikus metanizáció

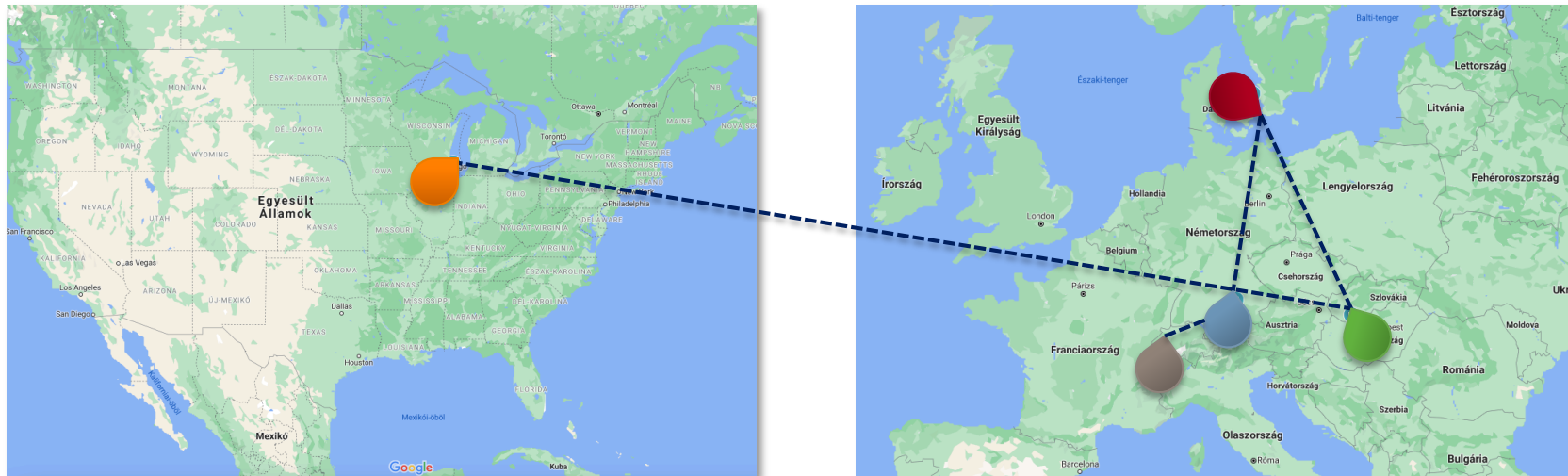


Dr. Csedő Zoltán: A power-to-gas technológiafejlesztés tapasztalatai Magyarországon

„Az energiátárolás helyzete és lehetőségei Magyarországon” szakmai konferencia - 2020. november 25.

Nemzetközi háttér

A világ élvonalába tartozó biometanizációs technológiát fejlesztjük tovább, amelyet már ipari méretben Dániában és Svájcban is telepítettek



University of Chicago: Egy új biokatalizátor, egy robosztus, rendkívül szelektív archea törzs szabadalmaztatása (*Methanothermobacter thermautotrophicus*), melyet a Chicagói Egyetemen szabadalmaztatott Laurens Mets professzor (2012)

Avedøre, Dánia: A biometanizációs technológia alkalmazása szennyvíztisztító telepnél (eddig a legnagyobb biometanizációs üzem, 1 MW_{el}, 2016)

Electrochaea GmbH: A mikroorganizmus további kutatása, fejlesztése, alkalmazása félüzemi és üzemi körülmények között

Solothurn, Svájc, STORE&GO projekt: A biometanizációs technológia alkalmazása szennyvíztisztító telepnél (700 kW_{el}, 2019)

Magyarország, Power-to-Gas Hungary Kft.: Prototípus fejlesztése (2018), K+F+I, ipari P2G üzemek előkészítése

Forrás: Google Maps

Dr. Csedő Zoltán: A power-to-gas technológiafejlesztés tapasztalatai Magyarországon

„Az energiátörlesztés helyzete és lehetőségei Magyarországon” szakmai konferencia - 2020. november 25.

Magyarországi K+F+I és üzemeltetés

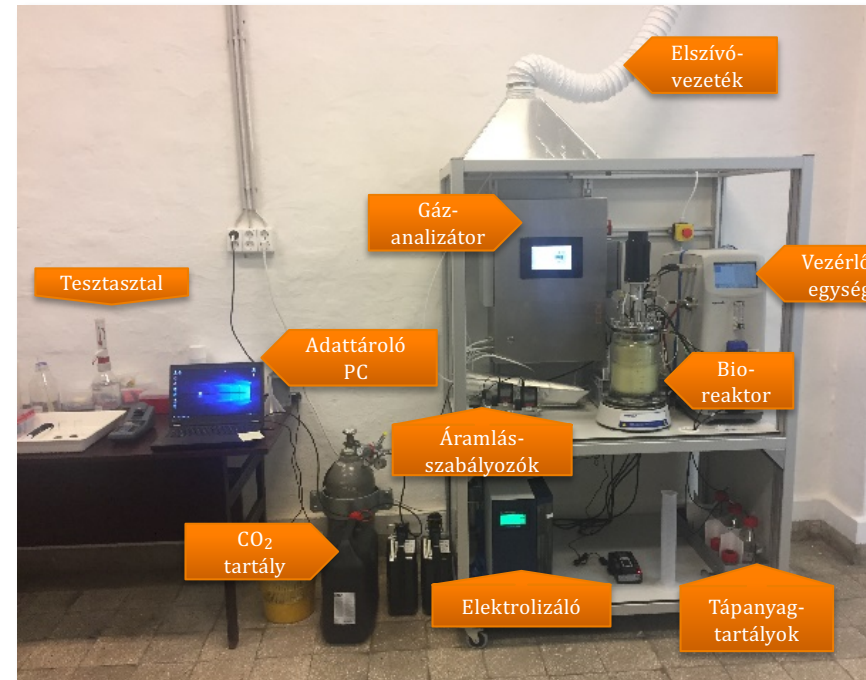
Közép-Kelet-Európa első power-to-gas prototípusa az innovatív biológiai metanizációs technológiával, melynek felépítése megegyezik az ipari méretű dániai üzemmel



Dániai biometanizációs üzem (1 MW_{el})

Innovatív és rugalmas technológiák alkalmazása a Power-to-Gas Hungary Kft. prototípusában:

PEM elektrolizátor, amely a kutatások alapján rugalmasabban képes alkalmazkodni a volatilis megújuló energiatermeléshez, mint az alkáli technológia

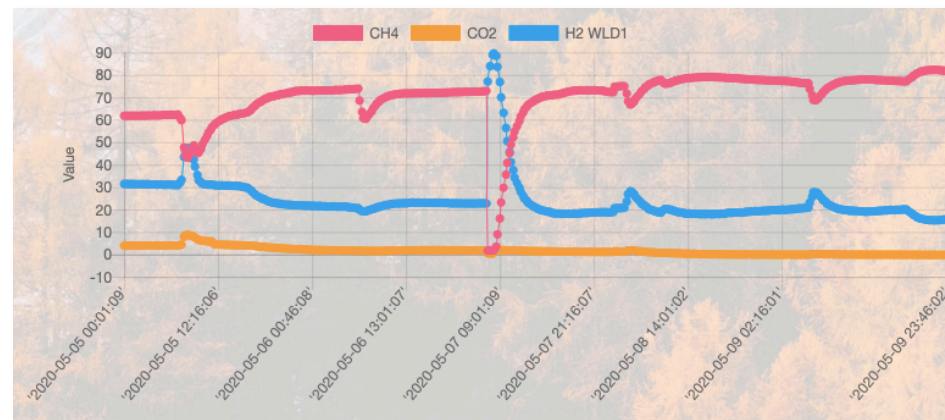


A Power-to-Gas Hungary Kft. prototípusa

Biológiai metanizáció, amely szintén rugalmasabb, mint a katalitikus metanizáció és magasabb a konverziós hatékonysága is

Magyarországi K+F+I és üzemeltetés

Eredményeink alapján a technológia egyszerre képes hatékonyan újrahasznosítani a szén-dioxidot és rugalmasan alkalmazkodni a változékony megújuló energiatermeléshez



Néhány mérési eredmény

Magyarországi K+F+I és üzemeltetés

Létrehoztuk a kereskedelmi üzemeltetéshez szükséges magyar power-to-gas know-how bázist és a támogató informatikai infrastruktúrát is

Digitális tudásmegosztás és e-learning az ipari szintű üzemeltetéshez szükséges szakemberképzésre

Innovatív ICT portál létrehozása belső K+F+I és az „open innovation” támogatására

WELCOME

This is an innovative, integrated technology platform to support digital, power-to-gas technology know-how development, knowledge sharing, prototype operations, research, development and innovation.

The platform contains four modules: Digital Know-How Development, Digital Knowledge Sharing and E-Learning, Innovation problem solving and Prototype management. The 1.0 versions of the modules are now available. Choose one of the modules below and discover their unique R+D supporting functionality.

DIGITAL KNOWLEDGE SHARING AND E-LEARNING

DIGITAL KNOW-HOW DEVELOPMENT

P2G Applications

INNOVATION PROBLEM SOLVING

PROTOTYPE MANAGEMENT

Több ezer oldalban digitálisan dokumentált üzemeltetési know-how / digitális know-how fejlesztés

Távoli monitoring és vezérlés kialakítása

Képernyőkép a platformról

K+F+I tevékenységünk és publikációink

Technológiai fókuszú kutatásaink demonstrálták a mikroorganizmusok kiemelkedő robusztusságát, de a magyarországi P2G technológia telepítési lehetőségeit is több szempontból megvizsgáltuk

Table 1. Main characteristic values of the P2G prototype measurements in the period of 15/04/2018–15/05/2018¹

	Methane ¹	Carbon dioxide ¹	Hydrogen ¹	CV ¹	VVD ³
Maximum value ²	71	11	61	99	43
Mean ²	59	3	34	94	40
Minimum value ²	26	0.1	22	71	30
Standard deviation ²	8	2	6	5	2

Note: 1 – values in %, 2 – flow rates: CO₂: 0.060 ml·min⁻¹, H₂: 0.252 ml·min⁻¹; 3: VVD in 1/l/day

A prototípus működésének adatai egy 2018-as publikációkban

Sinóros-Szabó et al. (2018): Biomethane production monitoring and data analysis based on the practical operation experiences of an innovative power-to-gas benchscale prototype. Acta Agraria Debreceniensis : 150 pp. 399-410

$$E = \dot{V}_{CO_2} \cdot 9.78 \frac{kWh}{Nm^3} \cdot t_{OP} = 221.2 \frac{Nm^3}{h} \cdot 9.78 \frac{kWh}{Nm^3} \cdot 1200 \frac{h}{year} = 2,596,004 kWh \approx 2596 MWh \quad (10)$$

$$E' = \dot{V}_{CO_2} \cdot 9.78 \frac{kWh}{Nm^3} \cdot t_{OP} = 107.2 \frac{Nm^3}{h} \cdot 9.78 \frac{kWh}{Nm^3} \cdot 1200 \frac{h}{year} = 1,258,099 kWh \approx 1258 MWh \quad (11)$$

Total theoretical seasonal energy storage potential of 20 WWTPs exceeding 100,000 PE is

$$E_{total} = E \cdot 20 = 2596 MWh \cdot 20 = 51,920 MWh \approx 51.9 GWh \quad (12)$$

$$E'_{total} = E' \cdot 20 = 1258 MWh \cdot 20 = 25,160 MWh \approx 25.2 GWh \quad (13)$$

Considering all the information collected in site visits, the practical seasonal energy storage potential of an average WWTP is

$$E_p = \dot{V}_{PCO_2} \cdot 9.78 \frac{kWh}{Nm^3} \cdot t_{OP} = 50 \frac{Nm^3}{h} \cdot 9.78 \frac{kWh}{Nm^3} \cdot 1200 \frac{h}{year} = 586,800 kWh \approx 587 MWh \quad (14)$$

Total practical seasonal energy storage potential of 20 WWTPs exceeding 100,000 PE is

$$E_{ptotal} = 20 \cdot E_p = 20 \cdot 587 MWh = 11,740 MWh \approx 11.7 GWh \quad (15)$$

Nagyobb szennyvíztelepeken realizálható P2M szezonális energiatárolási potenciál egy 2020-as publikációkban

Csedő et al. (2020): Seasonal Energy Storage Potential Assessment of WWTPs with Power-to-Methane Technology. Energies, 13, p. 4973.

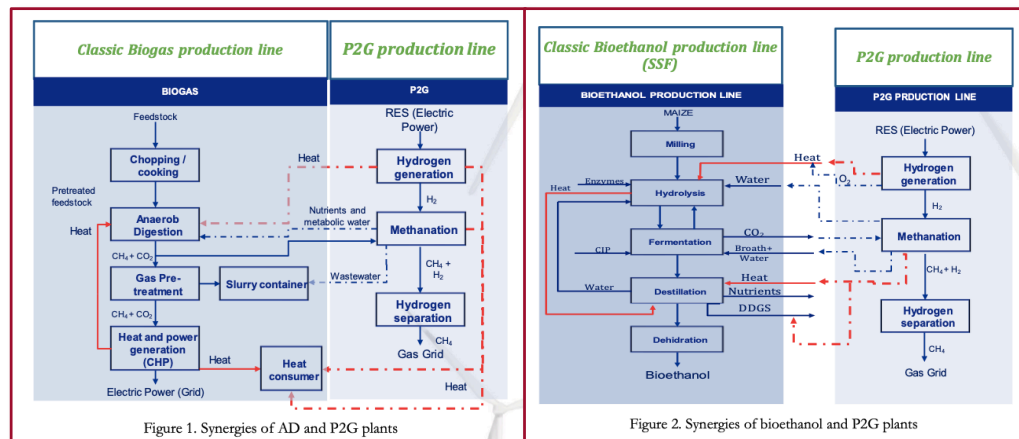


Figure 1. Synergies of AD and P2G plants

Figure 2. Synergies of bioethanol and P2G plants

Biogáz- és bioetanol üzemhez történő kapcsolódási pontok feltárása egy 2019-es publikációkban

Sinóros-Szabó (2019): Evaluation of Biogenic Carbon Dioxide Market and Synergy Potential for Commercial-Scale Power-to-Gas Facilities in Hungary. LXI. Georgikon Napok Konferenciakötet, pp. 371-380.

K+F+I tevékenységünk és publikációink

Gazdasági fókuszú kutatásaink során feltártuk a P2G technológia befektetési költségeinek várható alakulását, továbbá a működési költségeket és bevételeket befolyásoló legfőbb tényezőket

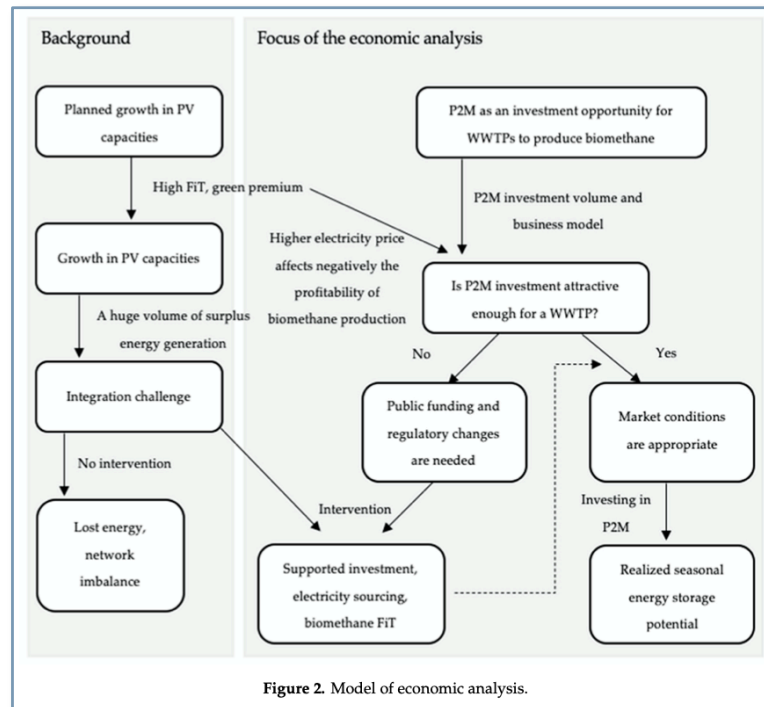


Figure 2. Model of economic analysis.

A szezonális energiatárolást meghatározó gazdasági összefüggések a potenciális P2M üzemeltetők szempontjából egy 2020-as publikációmban

Csedő et al. (2020): Seasonal Energy Storage Potential Assessment of WWTPs with Power-to-Methane Technology. Energies, 13, p. 4973.

Befektetési költségek csökkenése

- Csökkenő befektetési költségek a becslések alapján, 2018-ról 2030-ra kb 50%-ára eshet a beruházási költség*

A szabályozási területek hatással vannak a P2G gazdasági teljesítményére:

- Definíciós kérdések: Energiatárolás vagy gáztermelés
- Bevételek: Biometán átvételi ár, Rugalmassági szolgáltatások, Energiatárolás
- Költségek: Kedvezményes többlet villamos-energia vételezés (energia ára, rendszerhasználati díj)

"Regulatory sandbox" mint következő lépés

- Szingapúrban és Hollandiában hoztak létre például szabályozói tesztkörnyezetet az energetikai innovációk számára
- 2019-ben több mint 50 szabályozói tesztkörnyezet kialakítása valósult meg/volt tervben különböző szektorokban

*Az alábbi publikáció alapján: Böhm, H.; Zauner, A.; Goers, S.; Tichler, R.; Pieter, K. D7.5. Report on Experience Curves and Economies of Scale; STORE&GO: Karlsruhe, Germany, 2018.

K+F+I tevékenységünk és publikációink

Menedzsment és üzletfejlesztési fókuszú kutatásaink rámutattak a szervezeti P2G innovációs hálózat jelentőségére a technológia felskálázása és széles körű implementációja során

Table 2: P2G technology-specific challenges in Hungary and required actions

Level of challenges	Topics	Examples of subtopics	Required actions
Micro-level	Technology: The efficiency of overall energy conversion	Reuse of waste heat Reactor structure Nutrition of biocatalyst	Further R&D
Meso-level	Efficiency on sector-level	High pace of RES-deployment Maximum potential	Scenario analyses, deliberate location and sizing Raising capital Involving experts from other energy market segments
	Scalability	Financing: Investment volume CO ₂ availability: Sourcing carbon dioxide Finding distribution channel	
Macro-level	Legal and regulatory environment	Clear definitions and regulations Financial incentives for renewable energy storage Financial incentives to produce green gas	Change of legal environment

A P2G technológia széles körű implementációjához szükséges néhány akció és Az együttműködés alapú technológiafejlesztés és változás modellje az energiaszektorban

Csedő – Zavarkó (2020): The role of inter-organizational innovation networks as change drivers in commercialization of disruptive technologies: the case of power-to-gas. International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, 28, pp. 53-70.

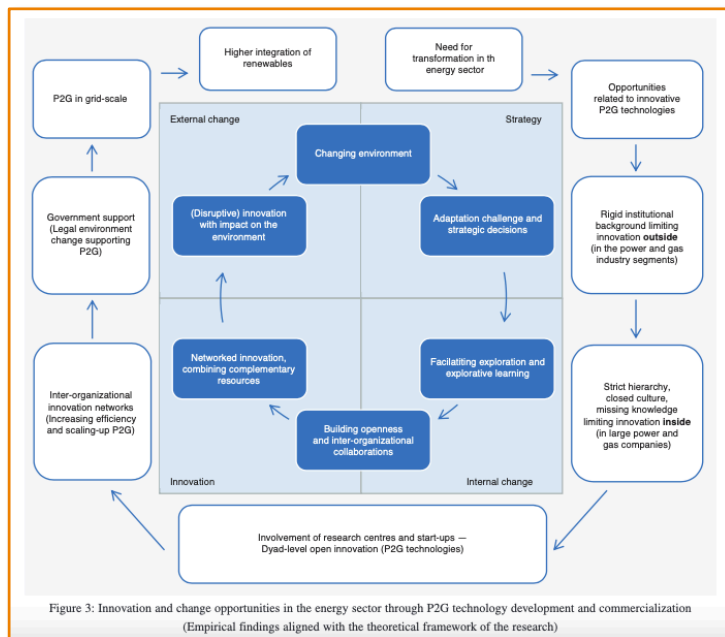


Table 1. Structure of data collection.

Data	Technical, Technological, Infrastructural	Economic, Commercial, Investment Related
General (Senior executive and director level)	<ul style="list-style-type: none"> Power supply from grid, current or planned PV capacity Water supply CO₂ input: % in the biogas, produced volume per h The geographical area for the P2M plant and its local infrastructural connections (for example to the biogas plant or the WWTP) Connection to the natural gas grid Byproduct use potential (waste heat, oxygen) 	<ul style="list-style-type: none"> Openness for technological innovations and collaborations Financial situation Current biogas use Current or planned infrastructural developments, potential synergies with P2M
Specific (Director and expert level)	<ul style="list-style-type: none"> Fermentation (e.g., temperature) Raw biogas composition (e.g., sulfur) Gas characteristics (e.g., gas flow, pressure) Gas engines (e.g., type, electric and thermal power) Power grid connection (e.g., voltage) Natural gas grid connection (e.g., distance from the plant) Water and wastewater (e.g., treatment technology) Technological and infrastructural connections (e.g., current or possible use of waste heat) Expansion potential (e.g., transport connections, geographical area). 	<ul style="list-style-type: none"> Mobilizable capital for the investment Current contracts defining energy costs Current revenues produced or costs saved on biogas use

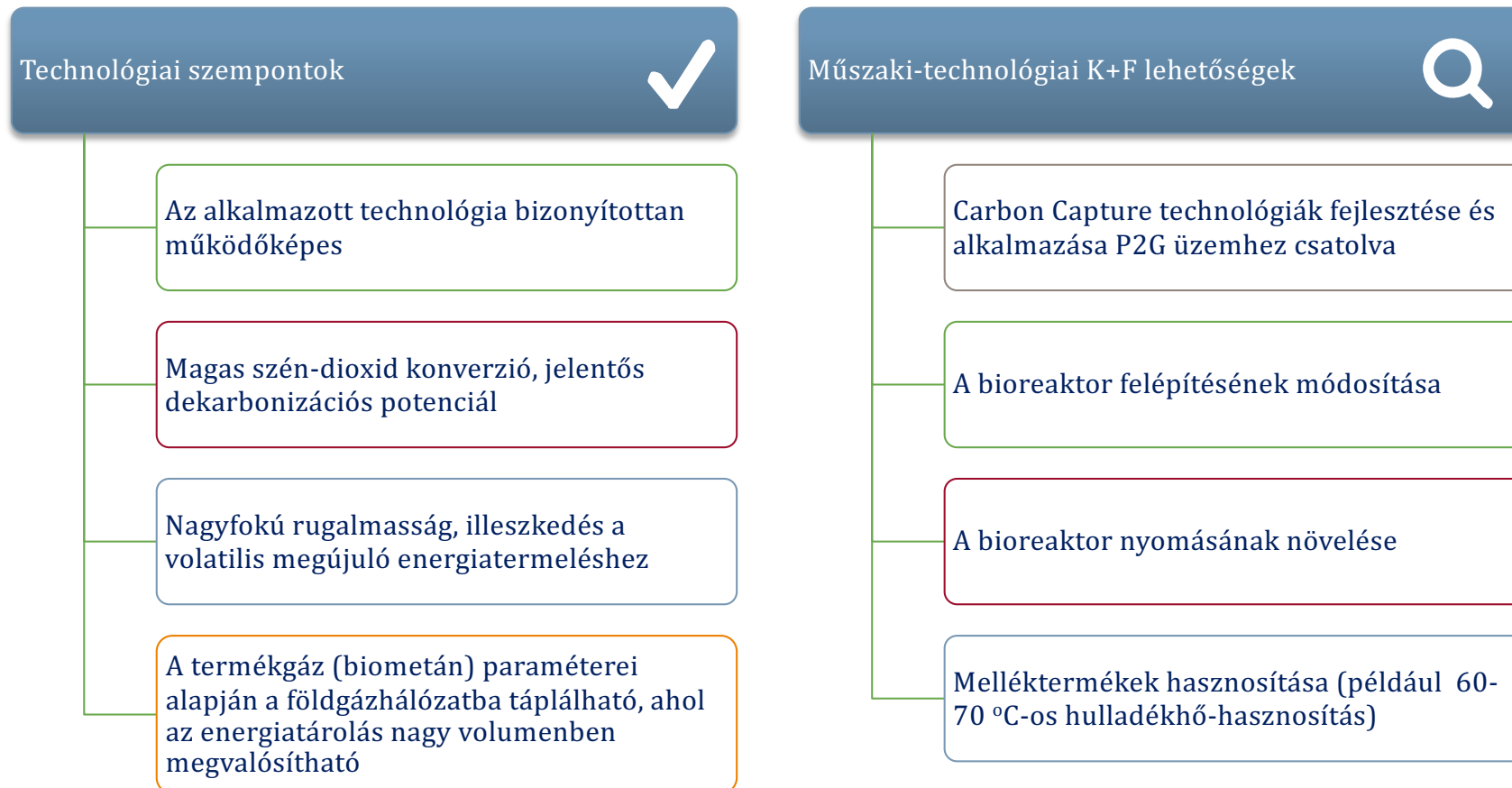
Telephelykutatás során, a szennyvíztisztító üzemek vezetőinek feltett kvantitatív és kvalitatív adatgyűjtési kérdések egy 2020-as kutatásunkban

Csedő et al. (2020): Seasonal Energy Storage Potential Assessment of WWTPs with Power-to-Methane Technology. Energies, 13, p. 4973.

Következtetések

Az alkalmazott P2G technológia kiemelkedő lehetőséget jelent a nagy volumenű és hosszú távú energiátárolásra, hozzájárulhat a dekarbonizációhoz, lehetővé teszi a villamosenergia- és földgázrendszerek közötti kapcsolat megteremtését

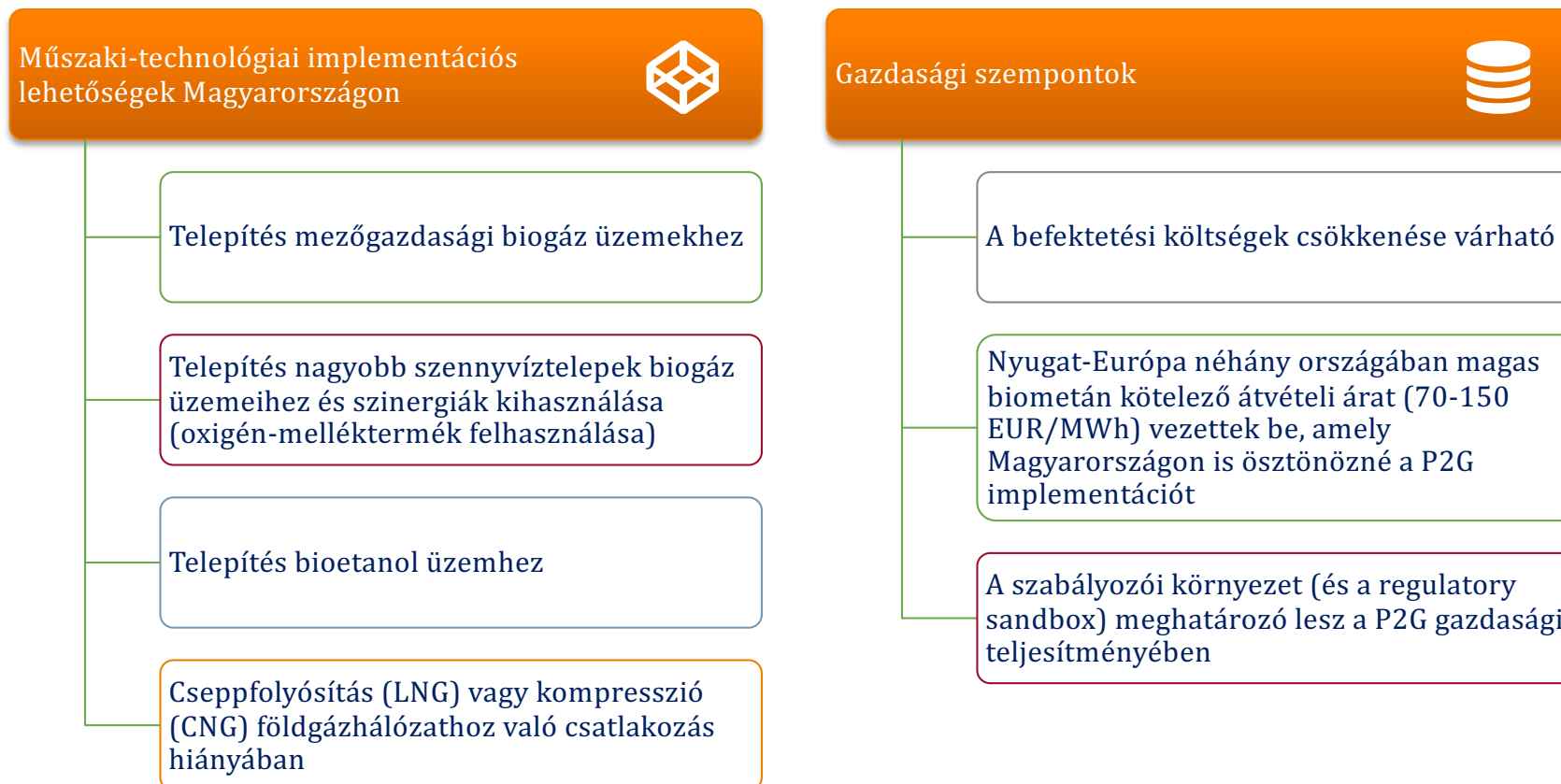
Technológiai jellegű tapasztalatok



Következtetések

Az alkalmazott P2G technológia műszakilag ipari méretben már implementálható Magyarországon is, a gazdasági szempontokat a szabályozói környezet döntően fogja befolyásolni

Implementációs jellegű tapasztalatok



Következtetések

A P2G-vel kapcsolatban azonosított, innovációs hálózatokra épülő fejlesztési és implementációs modell az egész energiátárolási szegmensre kiterjeszhető lehet



A Nemzeti Energiastratégia 2030 a megújuló energiatermelő kapacitások jelentős növekedésével számol, és rögzíti **az energiátárolás szükségességét.**

Az ökoszisztéma feladataként azonosítható a Nemzeti Energiastratégia 2030-hoz legjobban illeszkedő **energiátárolási portfólió megoldásainak** azonosítása (órás, napi, heti és havi szinten is), a megoldások fejlesztése és implementálása.



Köszönöm a figyelmet!

www.p2g.hu