

# Energiatárolási megoldások +P2G +CSP

MaTáSzSz Akadémia 2023

Dr. Háber István Ervin  
[haber.istvan@mik.pte.hu](mailto:haber.istvan@mik.pte.hu)  
[istvan.haber@renergy.hu](mailto:istvan.haber@renergy.hu)

# Bemutakozás

- Környzetmérnök, informatikai mérnök
- Energetikai szakmérnök
- Doktori fokozat megújuló energiák termelés elemzése témában és habilitáció energiatárolás
- PTE-MIK adjunktus, BMDI tag, 4 végzett PhD hallgató
- CESP Zrt. (MOL-PE) tudományos bizottsági tag
- Magyar Hidrogéntechnológiai Szövetség Alapító tag
- Renergy Consulting Kft., Senergy Nonprofit Kutató és Elemző Kft.

# Megújuló energiát hasznosító rendszerekhez kapcsolódó energiatárolás szükségessége

- Szezonalitás
- Hálózati kiegyenlítés - menetrendezés
- Energiakrízis 2022
  
- Az energiaárak már 2021-ben emelkedésnek indultak!

# Vonatkozó saját kutatások

1. Épületek hőtároló tömege (PTE-SZKK, Energy Design Building Tech. Research Group)
2. Akkumulátor típusok gazdasági és technikai vonatkozásai
3. Hidrogén technológiák
4. Közvéleménykutatás / adatbányászat

# Energiatárolási lehetőségek

## Mechanikai megoldások

- Szivattyús víztározó
- Sűrített levegő
- Lendkerék

## Elektrokémiai

- Akkumulátorok
- Flow akkumulátorok (RedOx, Zn-Br)

## Villamos megoldások

- Kapacitor, SMES

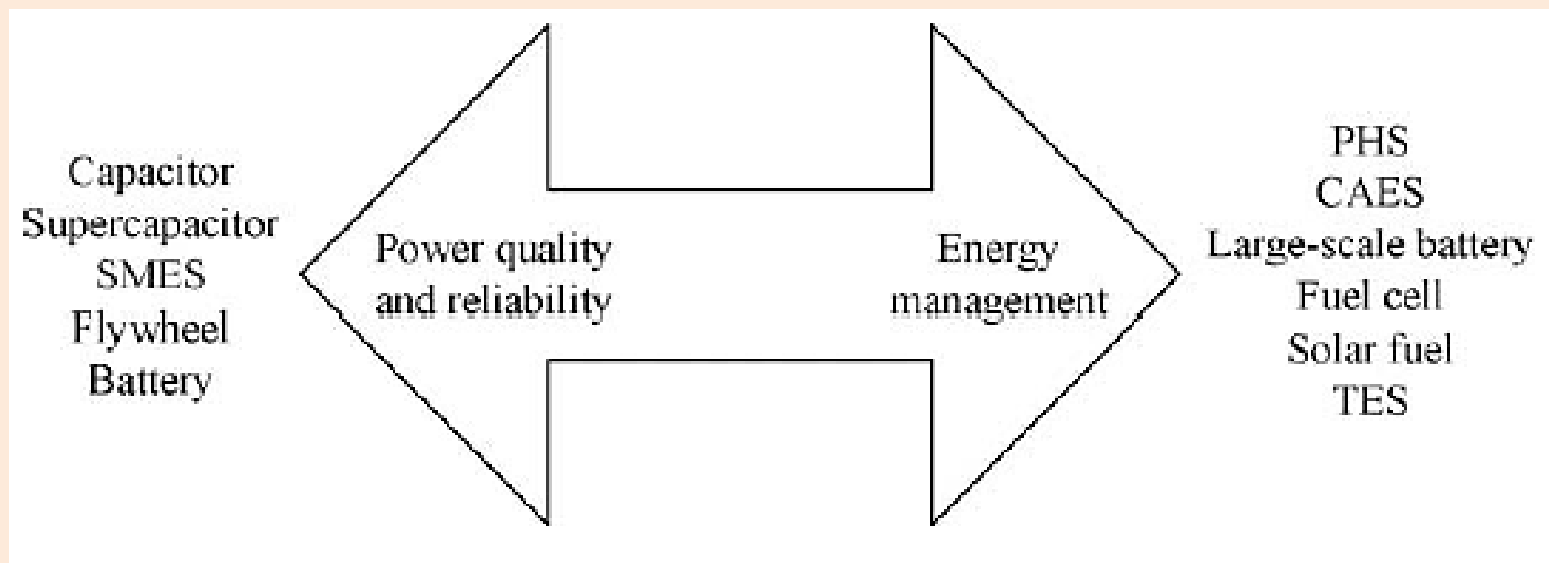
## Termikus

- Hőtároló közeg + visszaalakítás:
  - Hőelem
  - Stirling motor
- Nincs visszaalakítás
  - Direkt hasznosítás (épületekben)
  - Indirekt hasznosítás (tárolás)

## Kémiai megoldások

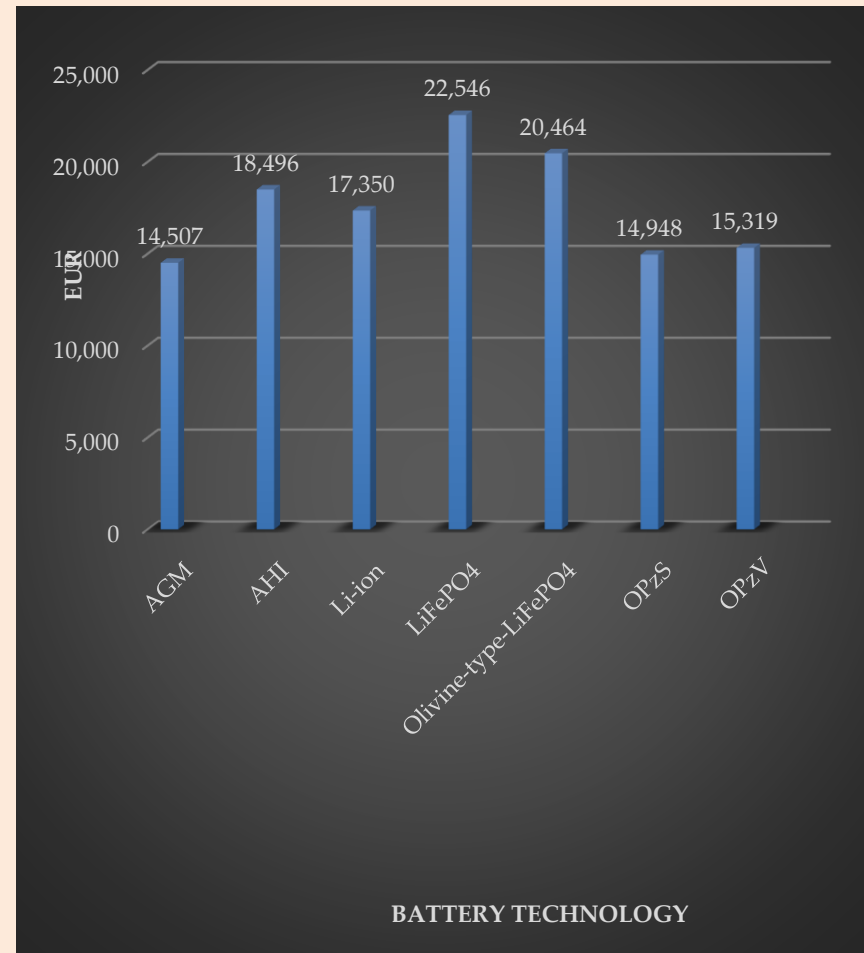
- Hidrogén
- Szintetikus energiahordozók
  - Biobuthanol, dimetil éter, ammónia

# Felhasználás szerinti besorolás



# Akkumulátoros tárolási lehetőségek 2018

- Napelemes rendszerhez illeszthető piacon megtalálható technológiák
- Teljes beruházási költség kalkulációja
- H Zsiborács ; N Baranyai ; A Vincze ; I Háber ; G Pintér: Economic and Technical Aspects of Flexible Storage Photovoltaic Systems in Europe ENERGIES 11 : 6 p. 1445 , 17 p. (2018)
- 2022 – follow up



# Energy and power density

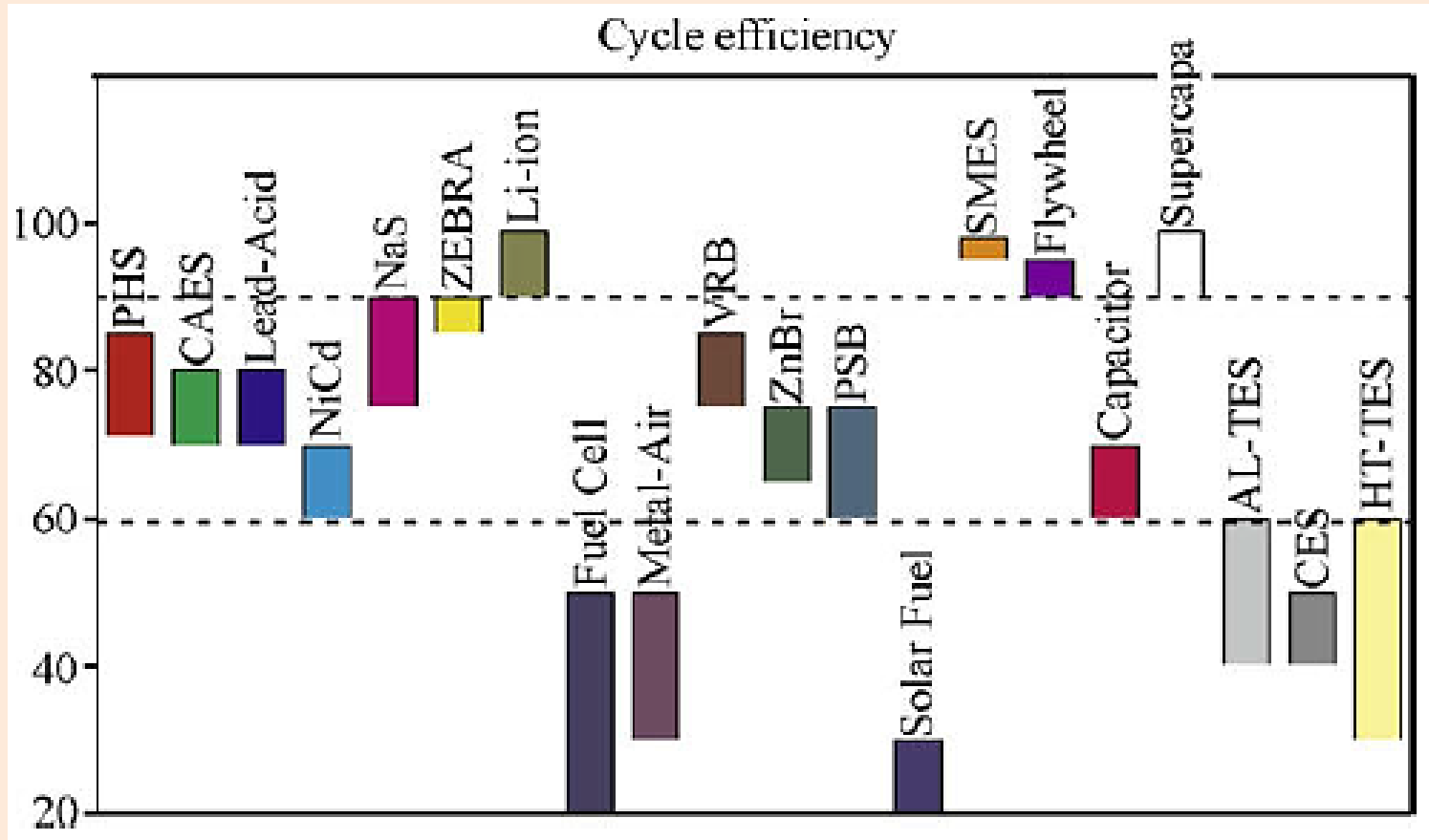


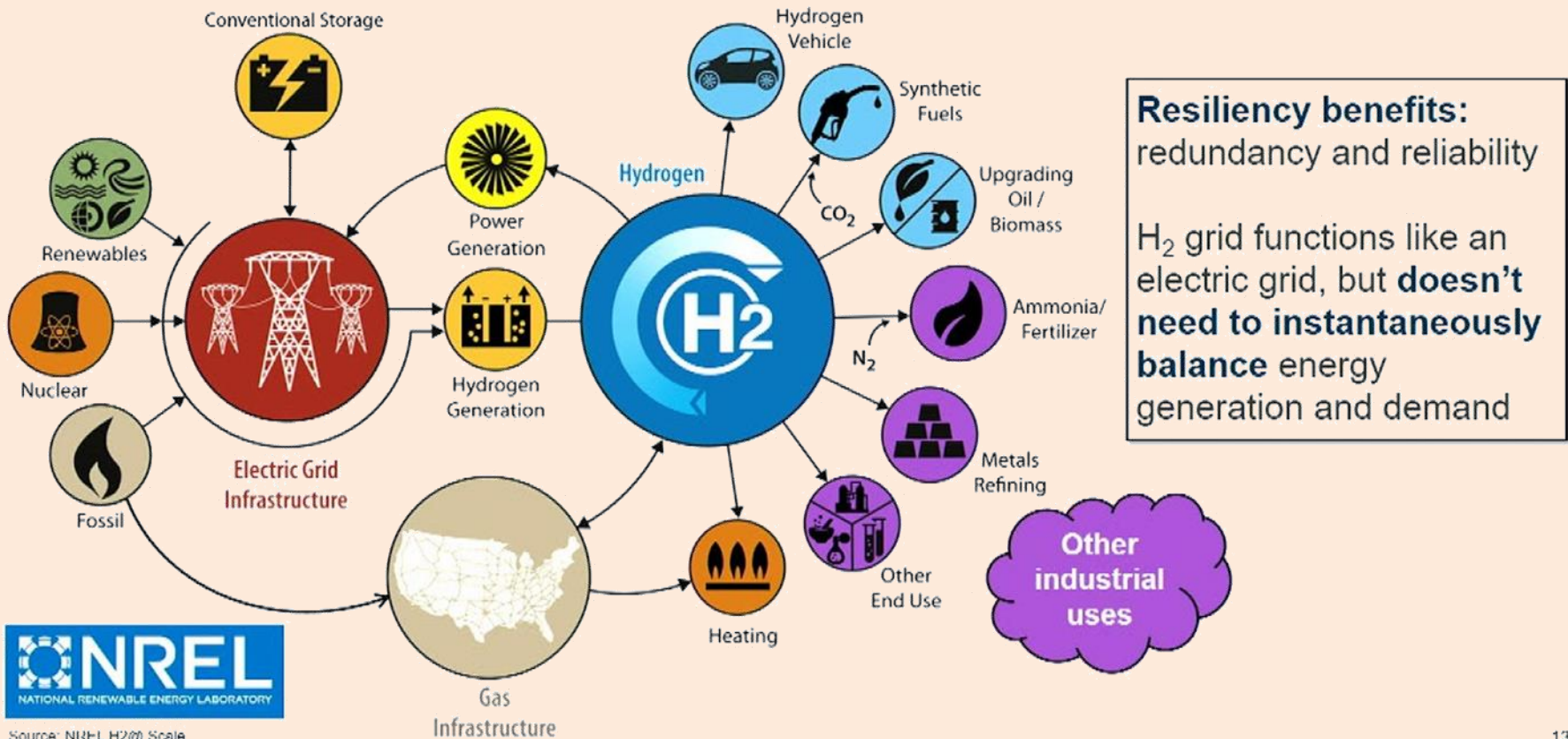
Figure 18 - Cycle efficiency of EES systems. [69]



# Hidrogén gazdaság

H<sub>2</sub> uses abound; key for difficult decarbonization cases

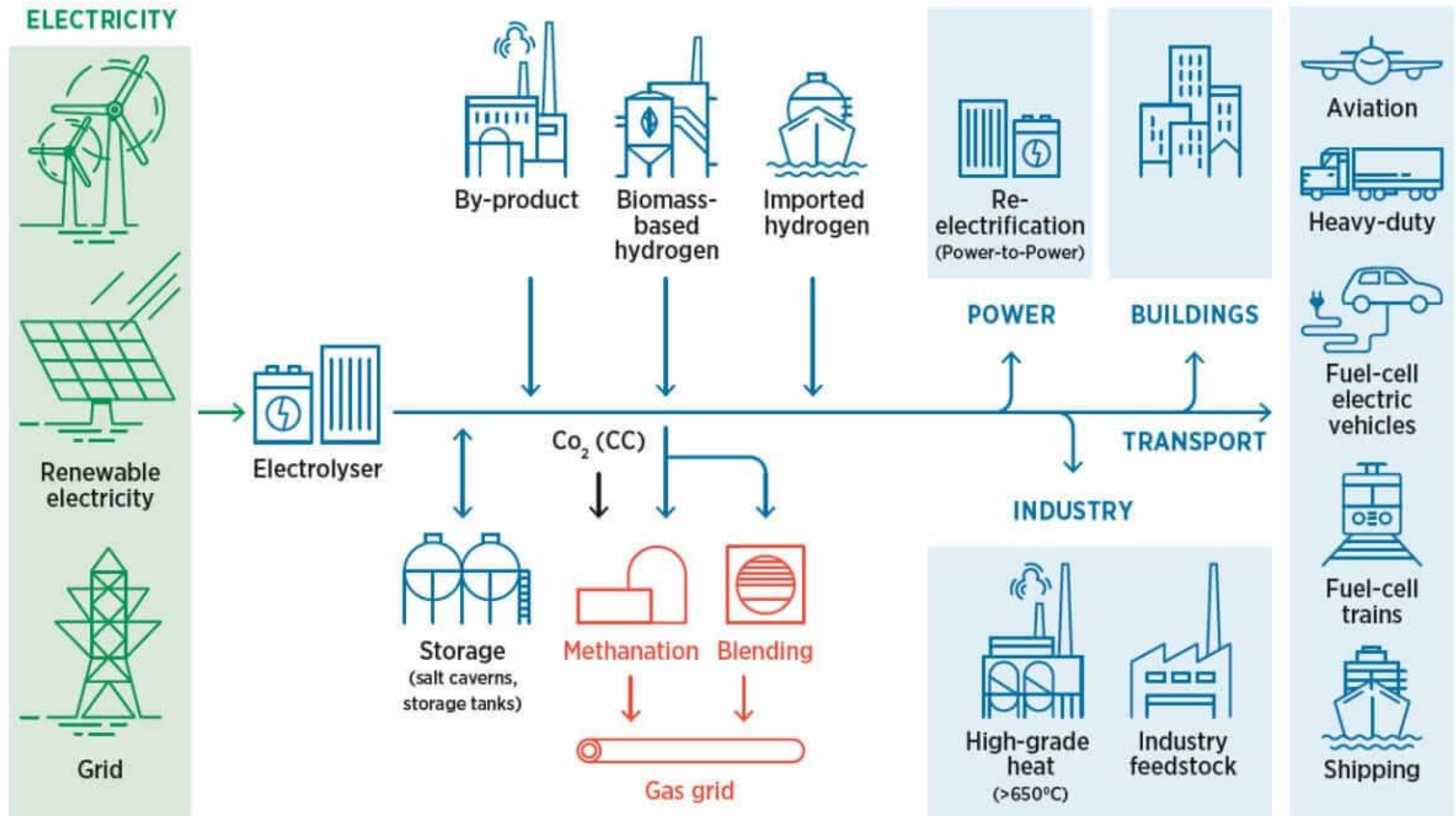
NREL's H2@Scale energy system conceptual



# Hidrogén alapú energiatárolás

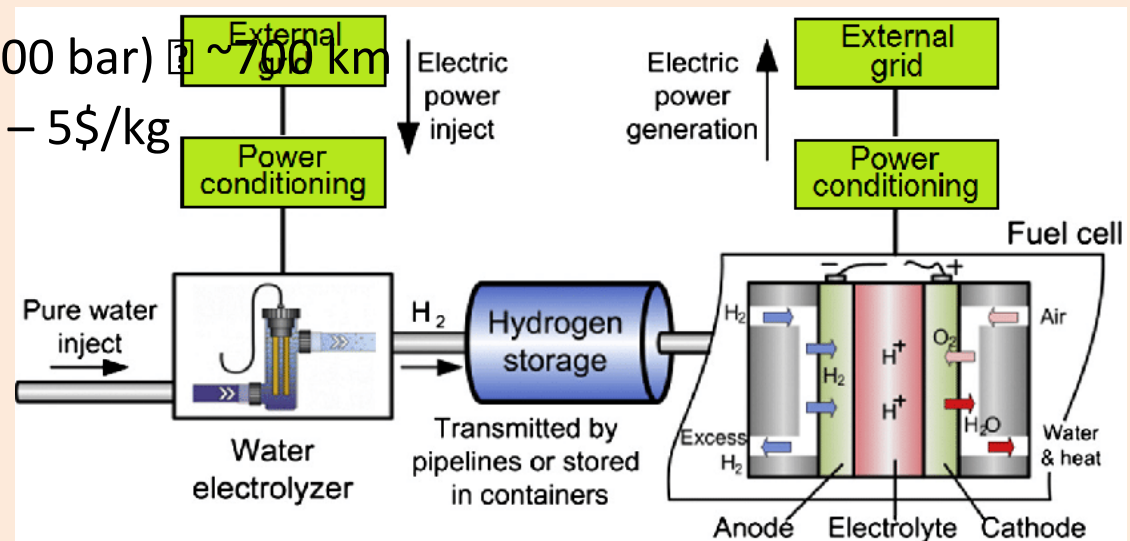
- Felhasználási területek
  - Nehézipar
  - Fuvarozás
  - Repülés
  - Hosszú távú energiatárolás
- Előnyök
  - In-situ termelés, tárolható, szállítható
  - Alapanyagként is számos felhasználási lehetőség
  - Földgáz hálózatba betáplálható
- Hátrányok
  - Rossz oda-vissza hatásfok (elektrolízis 70-80 %)
  - Tárolás, szállítás csak nagy nyomáson gazdaságos (>500 bar)

# Hidrogén energiatárolás



# Technológiai lépések

- Elektrolízis
  - AEL: alkáli elektrolízis;
  - PEMEL: protoncserélő membrán segítségével, szilárd elektrolittal történő vízbontás;
  - SOEL, Magas hőmérsékletű elektrolízis  $ZrO_2$  és/vagy .
- Tárolás
  - Kompozit tartályok, metal hydride tartály
- Felhasználás
  - Toyota Mirai 5kg  $H_2$  (700 bar)  $\sim 700$  km
  - Jelenleg zöld hidrogén – 5\$/kg



# Kutatás

- Üzemanyagcellás jármű
- Nemzeti Hidrogénstratégia
- PTE – Nemzeti Hidrogén Kutatólabor
- Hidrogén előállító rendszer létrehozása pályázatból
- 50 kW-os rendszerhez 7kW elektrolizáló illeszthető



PTE-MIK Hidrogéncellás jármű projekt 2011-2016  
2000 km, 1 liter benzinnek megfelelő energiával



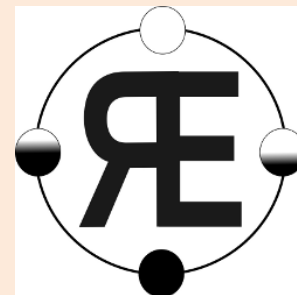
# Magyarországi projektek

- Hidrogén völgyek
- Nemzeti laboratóriumok
- Veszprémbusz 1200 kWh LiFePO beszerzés
- MVM 1,5 MWh BESS
- MTA Energiatudományi Kutatóközpont - NaS
- Aquamarin projekt
- Kapos Smartgrid
- Hidrogénház

# REENERGY HYflats, Pecs (HU)

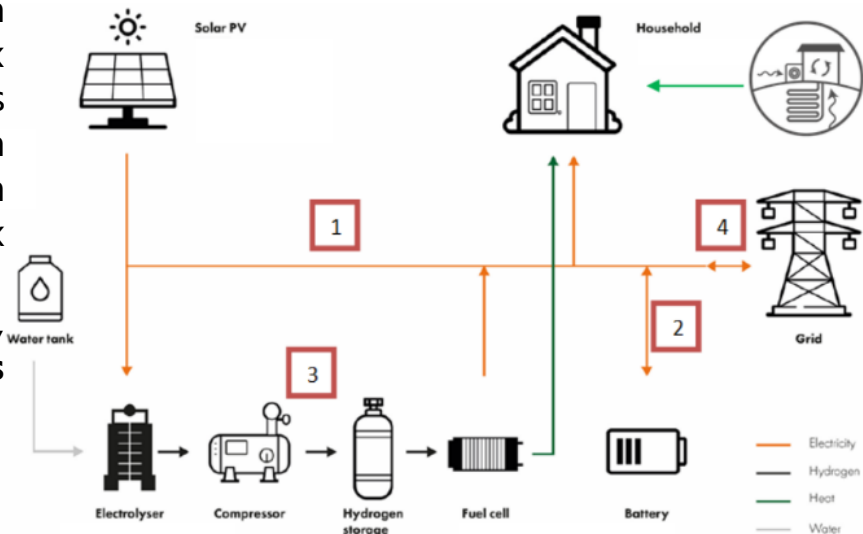
## HYDROGEN POWERED HOMES

Reenergy Consulting Kft.



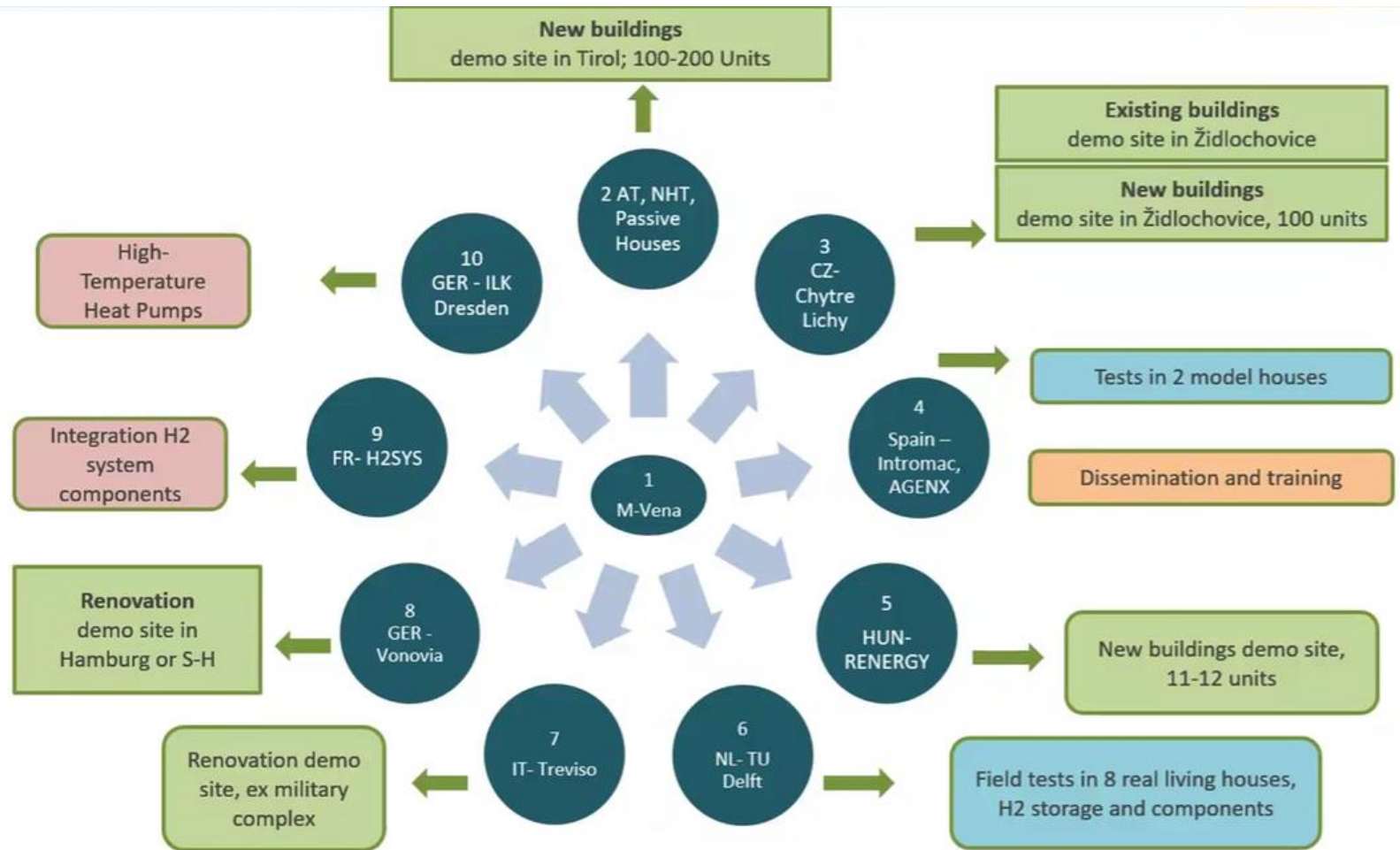
# PROJEKTÖSSZEFOGLALÓ

- A Renergy HyFlats **egy teljesen autonóm, hidrogénnel működő társasház**, amelyet Pécsre/Magyarországra terveznek. Csatlakozott az M-VENA által létrehozott H2HQME "Hydrogen and heat-pump technology towards energy-self-ufficient homes" konzorciumhoz, hogy támogatást nyerjen a Horizon-2022-CL5-D4-02 program keretében, az épületet hidrogénnel működővé alakították át. Ez azt jelenti, hogy a nyáron a PV-rendszer által termelt többletenergiát télire hidrogénben tárolják.
- A házat eredetileg BIPV rendszerrel tervezték, amely **klímahomlokzatként** működik - nyáron átszellőzik, a hidegebb napsütéses napokon pedig begyűjti a napsugarakat. Ez automatikusan történik a szellőzőnyílások megnyitásával, ugyanúgy, mint a csatlakoztatott **passzív szellőztető rendszer**nél, az épület közepén lévő függőleges csatornánál és egy venturi hatáson alapuló szélterelőnél.
- A BIPV-rendszert tetőre szerelt és földre helyezett modulokkal bővítik ki, annyi modullal, amennyi elegendő energiát termel ahhoz, hogy a ház teljes egészében képes legyen az elektromos hálózatról való teljes leválasztásra. **A BIPV homlokzati, tetőre szerelt és a földre szerelt PV-rendszer csúcsteljesítménye 90 kW.**
- A H<sub>2</sub>-t a helyszínen **elektrolizálókkal** állítják elő, és középnyomású tartályokban tárolják, majd **tüzelőanyag-cellás stackekkel** alakítják vissza villamos energiává. Az üzemanyagcellák hulladékhőjét is felhasználják (kapcsolt hő- és villamosenergia-előállítás), ami lehetővé teszi a fűtőelemek nagy hatékonyságú üzemeltetését, és a használati melegvíz előállítására és a helyiségek fűtésére való felhasználását.
- **A projekt célja demonstrációs házak létrehozása, hogy bemutassa a csúcstechnológiás fenntartható otthonok következő generációját.**





# CONSORTIUM FOR HORIZON2020-CL5

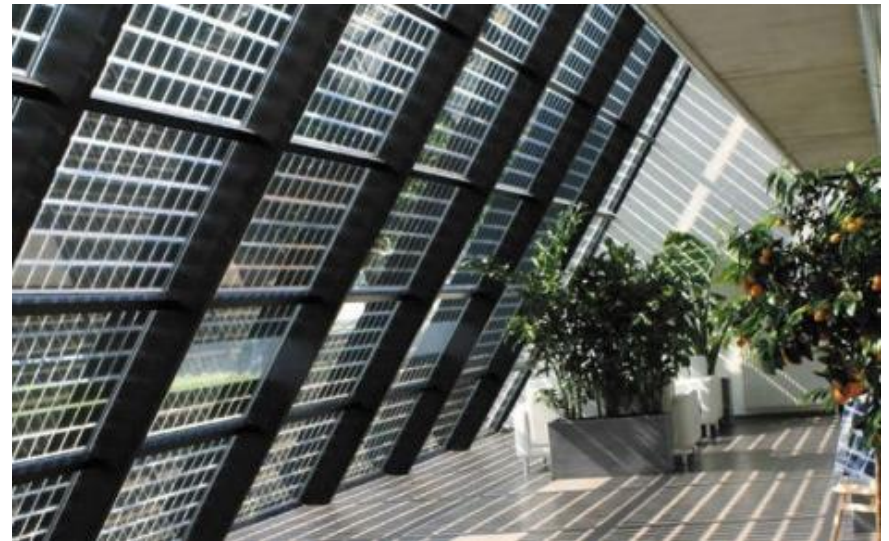


# BUILDING DESIGN



# UNITS LISTED

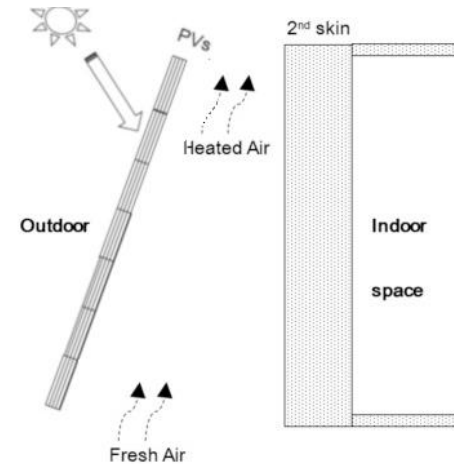
		flat1	flat2	flat3	office	cafeteria
1st phase	base floor	85,7 m2			46,0 m2	67,5 m2
	1st floor	85,7 m2	45,3 m2	89,0 m2		
	2nd floor	85,7 m2	45,3 m2	89,0 m2		
2nd phase	base floor	27,0 m2	75,0 m2			48,0 m2
	1st floor	75,0 m2	75,0 m2			
		"+terace"				



Construction permit: 2023 sept

# FEATURES

- 11 flats, a cafeteria and an office space.
  - Property area: 1980 m<sup>2</sup> – building base area 500 m<sup>2</sup>
  - Building gross area: 1623 m<sup>2</sup>
    - 1st phase: 280 m<sup>2</sup> \* 3 floor + garage 183 m<sup>2</sup>
    - 2nd phase: 400 m<sup>2</sup> + garage floor 200 m<sup>2</sup>
  - Net living area: 980 m<sup>2</sup>

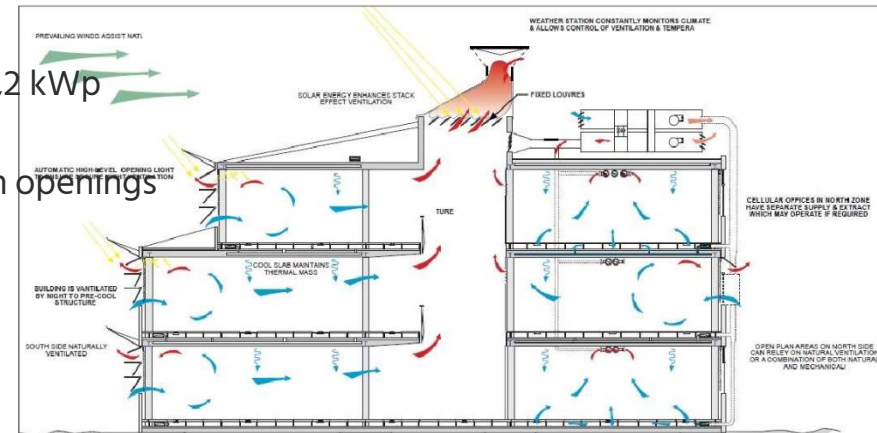


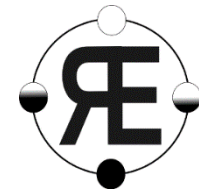
## • BIPV system based climate facade

- 96 pcs \* 200 Wp (1700 \* 995 mm 40 cells module) – 19,2 kWp
- PVs with 40% Lichtdurchlässigkeit
- Automatic control for open windows and ventilation openings

## • Passive ventilation

- Based on own research projects
- 60-80% cooling energy saving possible





## ENERGY PERFORMANCE

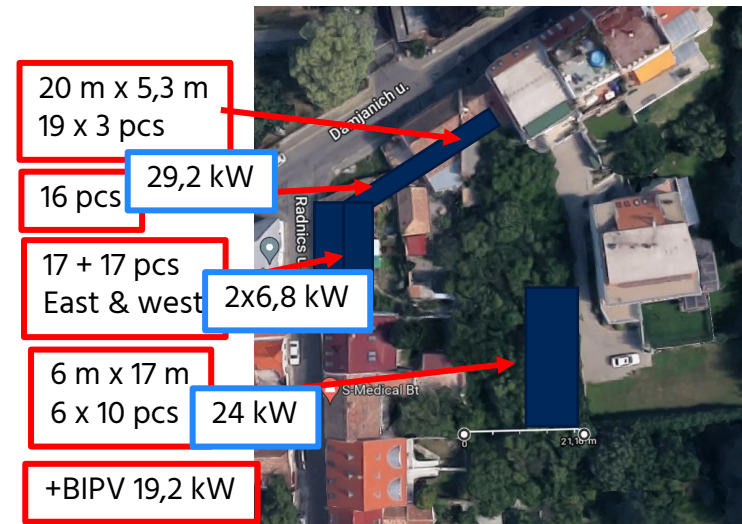
### ENERGY NEED

- Net living area: 980 m<sup>2</sup>
- Energy need: 30 kWh/m<sup>2</sup>a
- Summary: 29400 kWh in winter season for heating and domestic hot water
- Cooling demand ~8000 kWh/season
- Domestic electricity ~2200 kWh/month
- Car charging: 5 cars ~15000 kWh/a

4000?

### ENERGY PRODUCTION

- BIPV 60° 19,2 kW – 21000 kWh/a
- ROOFTOP: 36 kW South – East – West
- Ground mounted 30 kW PV system: 70 pcs 400 kW PV modules





# HYDROGEN TECHNOLOGY



## COMPONENTS

- 85,2 kWh PV to produce H<sub>2</sub>
- 2\*30 kW AEM electrolyzer
- 2\*10 kW CHT Fuel Cell (oversized due performance)
- 30000 kWh produced H<sub>2</sub> → 600 kg (simulation for loading needed! – possibly 500 kg storage is enough)

**35 m<sup>3</sup> on 200 bar**

H<sub>2</sub> Containers outside the house, under the ground mounted PV system



## ESTIMATED SYSTEM COST (NET)

- BIPV 19 kW – 51.000 EUR
  - ROOF PV 42,8 kW – 53.000 EUR
  - GROUND PV 24 kW – 37.000 EUR
  - 2\*10 kW CHT-PEMFC – 119.000 EUR
  - 2\*30 kW AEM electrolyzer – 180.000 EUR
  - 600 kg H<sub>2</sub> storage – 140.000 EUR
  - Rapid response 20kWh LiFePO storage – 20.000 EUR
  - Outside building for H<sub>2</sub> system – 30.000 EUR
  - Other (pipes, reducers, compressor, hot water storage, etc.) – 100.000 EUR
  - Engineering services: PV system plan, hydrogen system planning, energy simulations, control algorithms and system creation and programming – 80.000 EUR
- SUM: 810.000 EUR

# HYDROGEN STORAGE



- 35 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub> storage EXAMPLE
- 10 bundle is needed for 600 kg / 35 m<sup>3</sup> / 200 bar
- Bundles can be stored on a 40 m<sup>2</sup> flat surface or 20 m<sup>2</sup> if bundles are on each other (height 3 meters)

70 pcs x 50 litres container in one bundle





# KOMLÓI FŰTŐERŐMŰ ZRT. MEGÚJULÓ ENERGIA-POTENCIÁLJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

## NAPELEM ÉS NAPKOLLEKTOR ALAPÚ ENERGIATERMELÉS MODELLEZÉSE

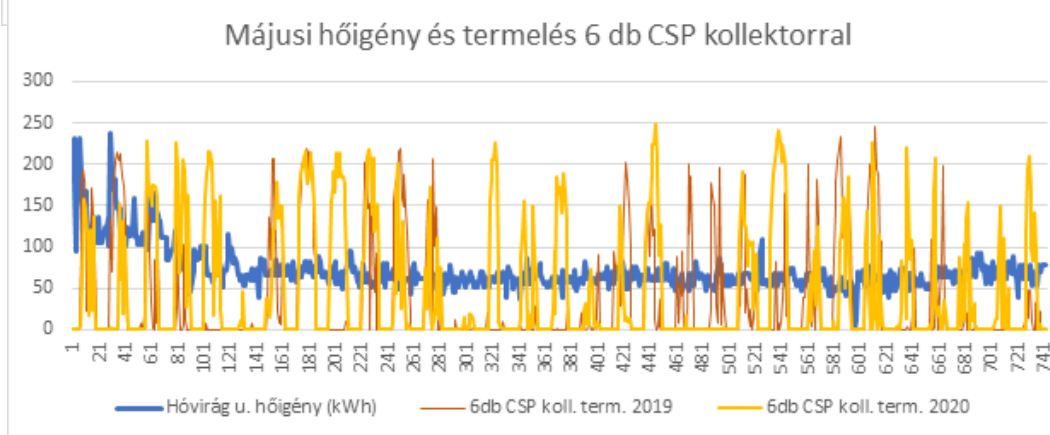
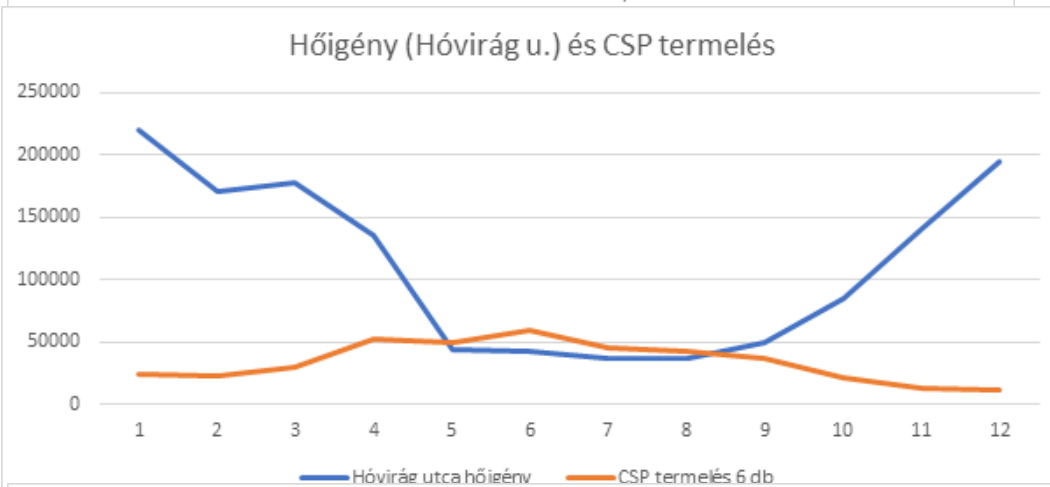
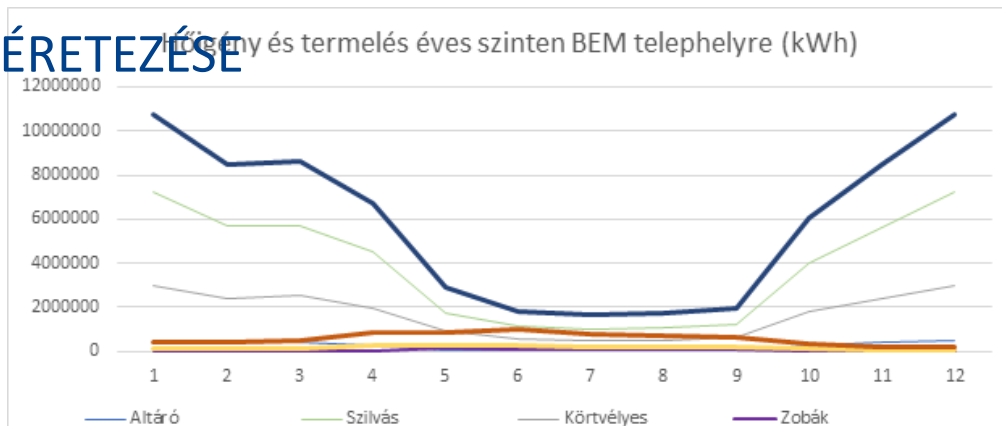


# CSP FOTOTERMİKUS RENDSZER MÉRETEZÉSE

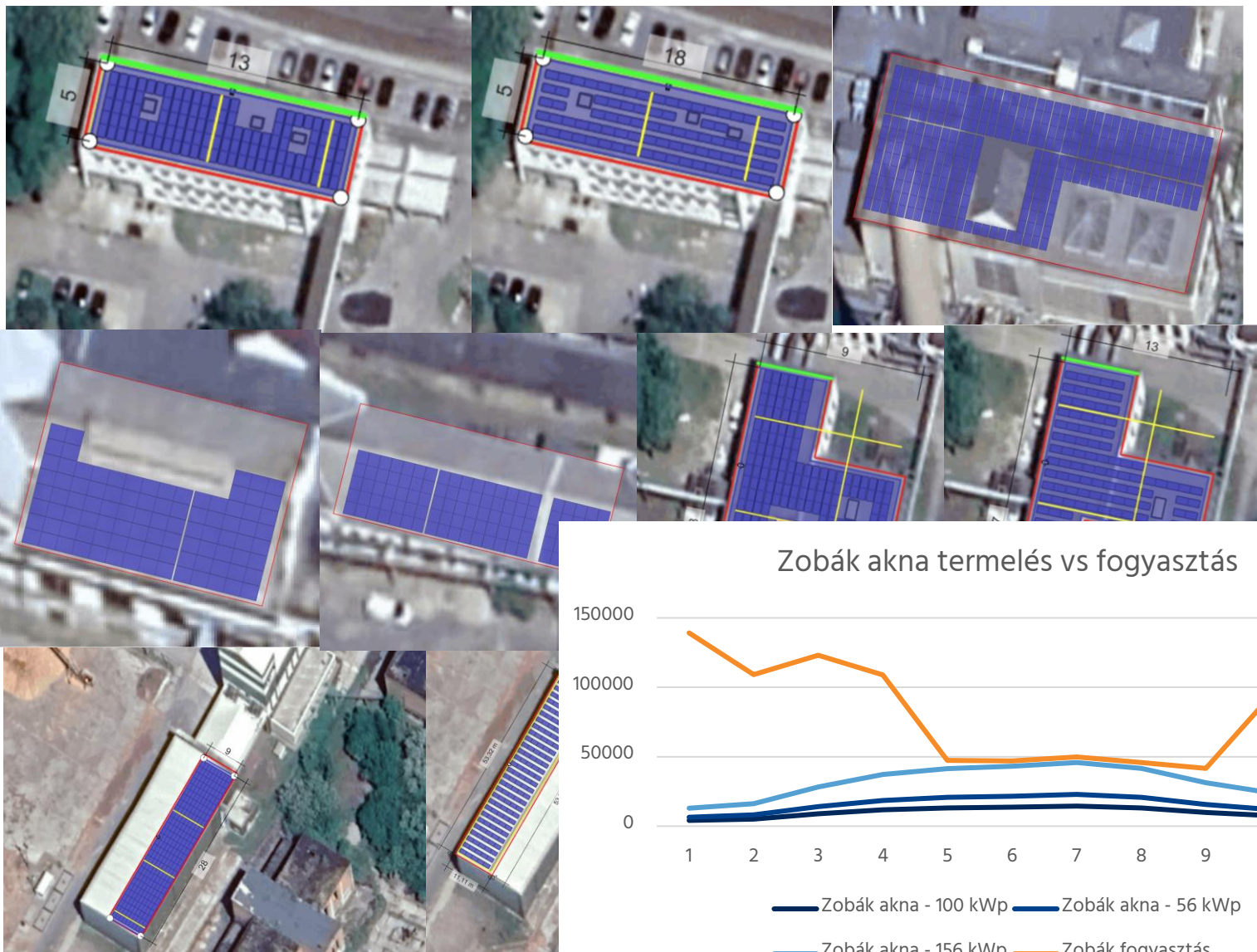
Komló, Bem utcai telephely 30 db



Komló, Zobák akna telephely 6 db



# ÉPÜLETEK NAPELEMES POTENCIÁLJÁNAK MEGHATÁROZÁSA



## HIGHLIGHTS

- A hidrogén kétségekívül jelentős szerepet fog játszani a jövő energiaellátási rendszereiben.
- Épületek energiaellátásában kiváló hatásfokkal működtethető
  
- 30 db CSP kollektorral 200 ezer m<sup>3</sup> gáz megtakarítható éves szinten
- ~12 év megtérülés 100 Eur gázár mellett
- Magyar termék, Magyar gyártás

Köszönöm a figyelmet!  
[istvan.haber@renergy.hu](mailto:istvan.haber@renergy.hu)

[www.renergy.hu](http://www.renergy.hu)  
[www.calidussolar.eu](http://www.calidussolar.eu)  
[www.renergy-solar.hu](http://www.renergy-solar.hu)  
[www.senergy.hu](http://www.senergy.hu)