
KÖZÚTI HIDROGÉN ÜZEMANYAGTÖLTŐ ÁLLOMÁSOK LÉTESÍTÉSÉNEK KÉRDÉSEI

Dr. Imre Attila
egyetemi tanár,
BME GPK Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék
imreattila@energia.bme.hu

IMSYS XXIV. KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS IPARBIZTONSÁGI
KONFERENCIA

Visegrád, 2024. április 17-19.

HIDROGÉNALAPÚ KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS

A hazai közúti közlekedés hidrogénigénye Magyarország Nemzeti Hidrogénstratégiája alapján :

- 2030-ra: 10000 t/év
- 2040-re: 65000 t/év
- 2050-re: 212000 t/év

2030-ig 20-25 közúti hidrogéntöltő-állomást kell kiépíteni, állomásonként minimum 200 kg H₂ /nap töltési kapacitással (Toyota Mirai: kb. 5 kg/töltés). Ezt karbonmentes, lehetőleg zöld hidrogénből kellene biztosítani.

Emellett még hidrogénes vasút és hajózás is lesz, ezzel itt nem foglalkozunk!

10 000 t/év „zöld” és egyéb karbonmentes hidrogén felhasználása a közlekedésben 2030-ban

- legalább 20 hidrogén töltőállomás létesítése (töltőállomásonként két töltőponttal)
- összesen 4,8 ezer hidrogén üzemű jármű használata

Évi 130 ezer tonna CO²-kibocsátás elkerülése



TÖLTŐÁLLOMÁSOK HIDROGÉNELLÁTÁSA

Központi telephely(ek)en megtermelt hidrogénnel, közúton szállítva

- Valószínűleg költséghatékony (nagyüzemi termelés) 😊
- Kiszállítás nehézkes, speciális tartályautókkal (kb. 200 kg H₂ fér a tartályba), legalább naponta egyszer kellene fordulni; a szállításnak lehet karbonlábnyoma vagy jelentősebb arányú hidrogén önfogyasztása (akár a szállított mennyiség 10-20%-a), a szállítójármű “veszélyes üzem” 😞

Helyben megtermelt (on-site) hidrogénnel, helyi zöld villamosenergiából

- Valószínűleg nagyobb fajlagos költség 😞
- Kisebb karbonlábnyom 😊
- Jobb ellátásbiztonság (odaér-e a kamion vagy sem?) 😊
- Ellátás sérthetlenebb (ha megsérül az ellátáslánc egy kritikus eleme – pl. a gyártóüzem - akkor a diverzifikált termelés kevésbé sérülékeny) 😊

HIDROGÉN ELŐÁLLÍTÁSA-TERMELÉSE

- Bányászható (viszonylag nagy készlet, de nem fenntartható)
- Különböző anyagokból, általában szerves anyagokból vagy vízből állítható elő többféle technológiával, mint pl. a direkt hőbontás (legalább 1000 Celsius kell hozzá, pl. plazmakisülés, nukleáris reaktor), katalitikus bontással (500-600 fokon is megy, speciális katalizátorokkal) vagy elektrokémiai vízbontással.
- On-site gyártáshoz kisméretű, egyszerűen kezelhető, “veszélytelen” módszer kell.

ZÖLD, LEGALÁBB KARBONMENTES HIDROGÉNGYÁRTÁS

Elvileg egy 3*3**3-as mátrix (anyag-technológia-energia), de jelen esetben, egyes technológiákat-anyagokat kizárva, 2*2-es esetet vizsgálunk.

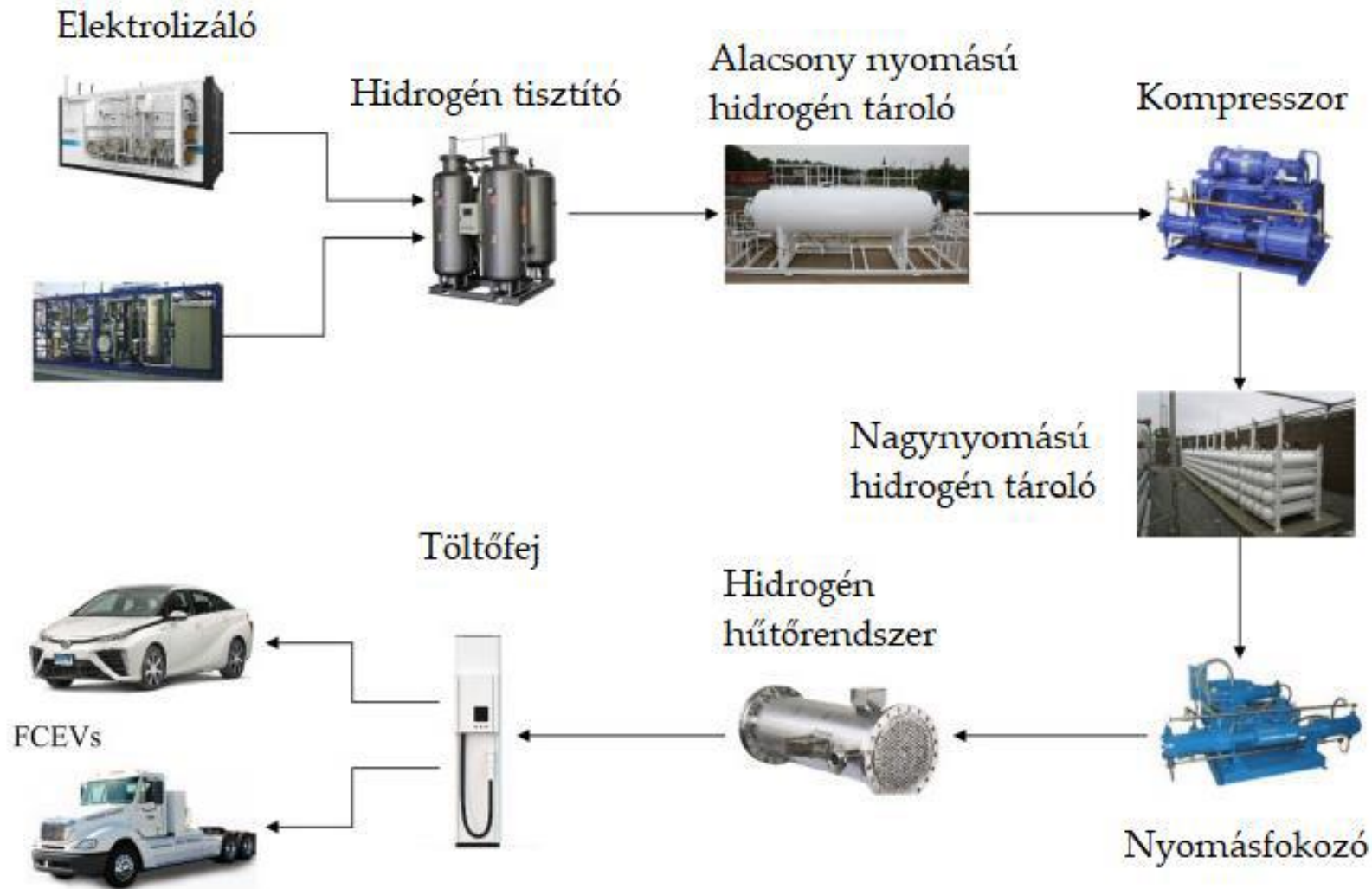
Milyen anyagból és milyen technológiával → Milyen eredetű villamosenergiával ↓	vízből	Biológiai eredetű metánból (szerves anyagból,)
Napenergiából termelt villamosenergiából	PEM-es vízbontó berendezéssel, nagyjából karbonmentesen	Plazmabontással, karbon-negatívan
Geotermális alapú villamosenergiából	Bármilyen (PEM, alkáli, SOEC) vízbontó berendezéssel, nagyjából karbonsemlegesen	Plazmabontással, karbon-negatívan

Karbon-semleges: az előállítással nem jár CO₂ kibocsájtás, azaz a légkör "karbon-tartalma" nem nő.

Karbon-negatív: Gáznemű, széntartalmú vegyületből (ami esetleg a légkör karbon-tartalmát szilárd szenet állít elő, így a légkör karbon-tartalma csökken. A szilárd szenet olyan formákban tárolják, ahonnan (rövid időn belül) nem kerül vissza a légkörbe, pl. gumigyártás, vagy esetleg a kiégetés visszatehető!



ON-SITE TERMELÉSŰ TÖLTŐÁLLOMÁSOK



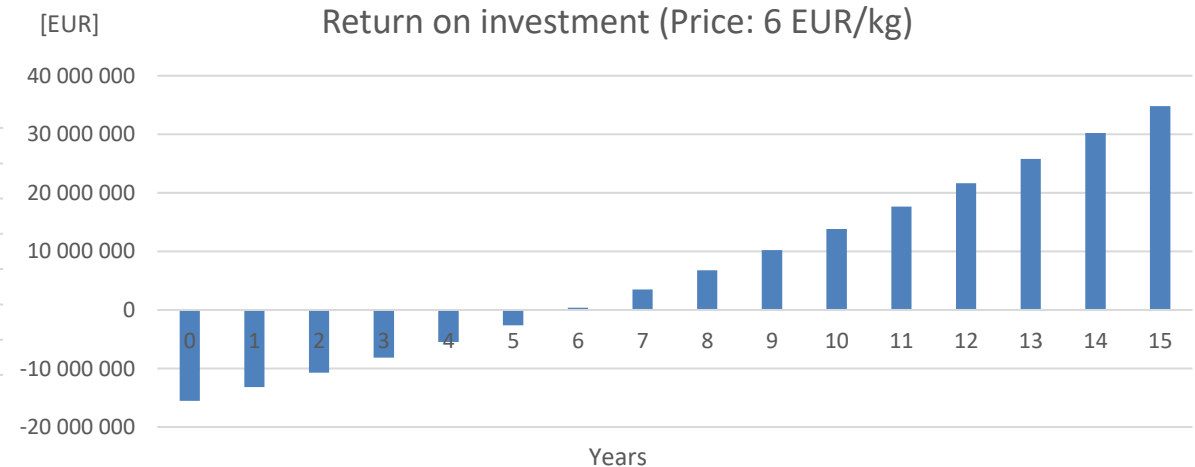
SimpleFuel (IVVSYS); a nagyobb egységek akár 20 kg/nap előállítására is képesek; tárolókapacitás egységenként 4,7+9 kg.

- A töltőállomásoknak autópályák/autóutak közelében kell lennie. A közelében kell a villamosenergiát is megtermelni, valamint a nyersanyagforrás is ott legyen:
 - Kell egy PV-park, ami esetleg termőföldeket foglal el, de bárhova telepíthető...
 - ...vagy kell egy, villamosenergia-termelésre is alkalmas (80-90 foknál melegebb, megfelelő hozamú) geotermális forrás, ami csak bizonyos helyeken található, de elég sok van belőlük, még autópályák/autóutak közelében is (nem kell egyelőre új kutat fúrni). Kicsi a helyigényük; ugyancsak kis helyigényűek a hőt villamosenergiává átalakító berendezések is (ORC).
 - Valamint kell víz (az szinte mindenhol van) vagy egy vagy több közeli biogáztelep (ilyenből is elég sok van, legfeljebb pár km. kisnyomású cső kell a továbbításhoz)

- Egyszerű megoldás
- A nappali/éjszakai ingadozó villamosenergia-termelés miatt túlméretezett napelempark kell (400-450 kW teljesítmény kellene, de még legjobb esetben is ehhez 2 MW-s csúcsteljesítményű PV park kell)
- Az időjárásfüggő termelés miatt lehetnek olyan napok, ahol még jelentős túlméretezés mellett sem lehet megtermelni napi 200 kg hidrogént; ilyenkor vagy szállítani kell (de éppen máshol sincs zöld hidrogén), vagy a korábbi termelést kell betárolni (akár hónapokkal előre).

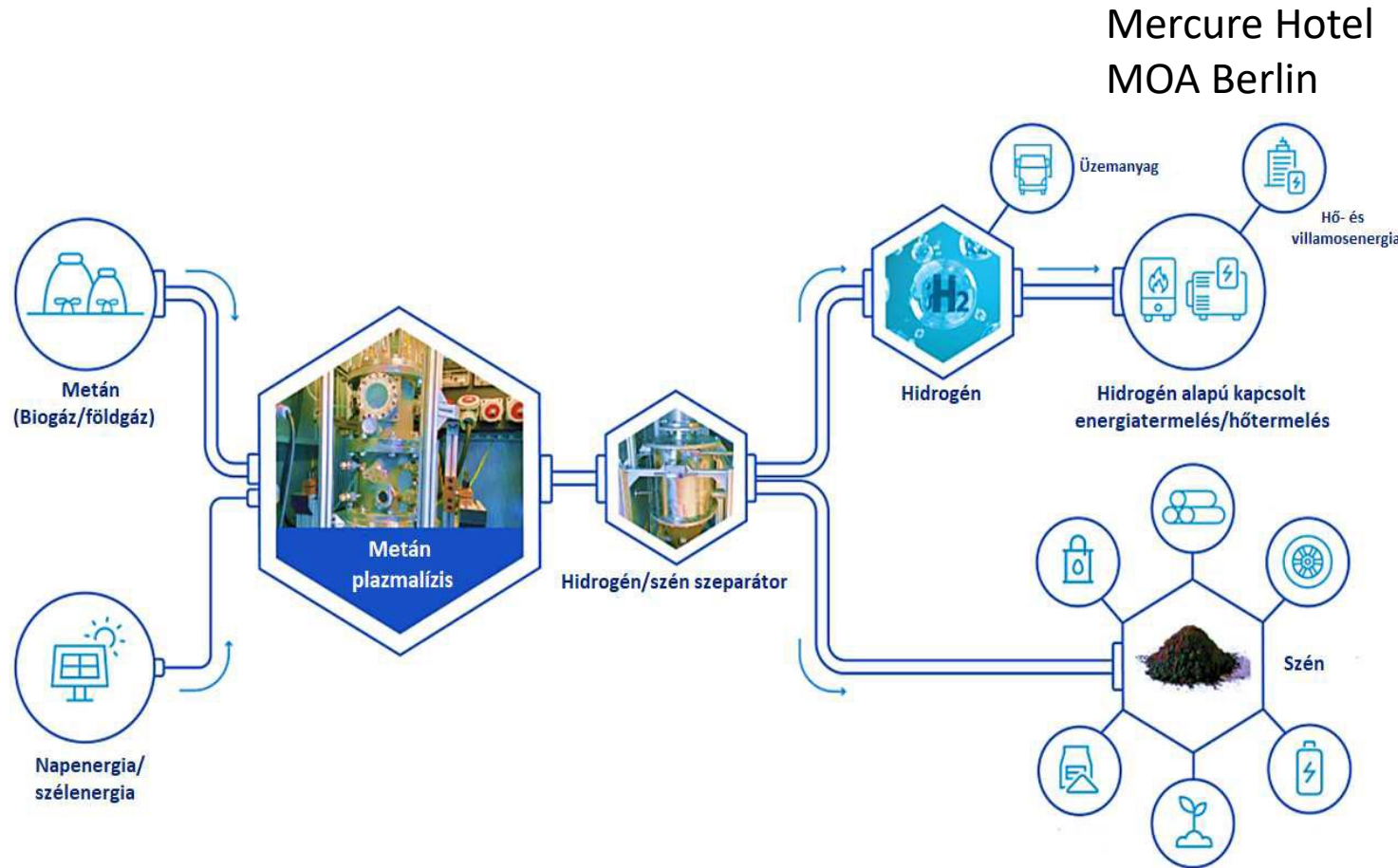
PV/ELEKTROLIZÍS

- Bárhova helyezhető
- Paks/M6 melletti 17,5 MW csúcsteljesítményű PV-park (azaz nyolcszoros túlméretezés)...2020-as időjárási adatok alapján volt egy 11 napos és egy pár rövidebb, pár napos, alultermelési időszak, amikor a 200 kg/nap nem volt teljesíthető. Pár ilyen alkalomra extra tárolókapacitást építeni nem érné meg (nagy lenne a fajlagos költség), de ilyenkor nem lehet sem áramot, sem hidrogént venni máshonnan! Ha ez a probléma nem állna fenn, akkor elfogadható lenne a megtérülés!



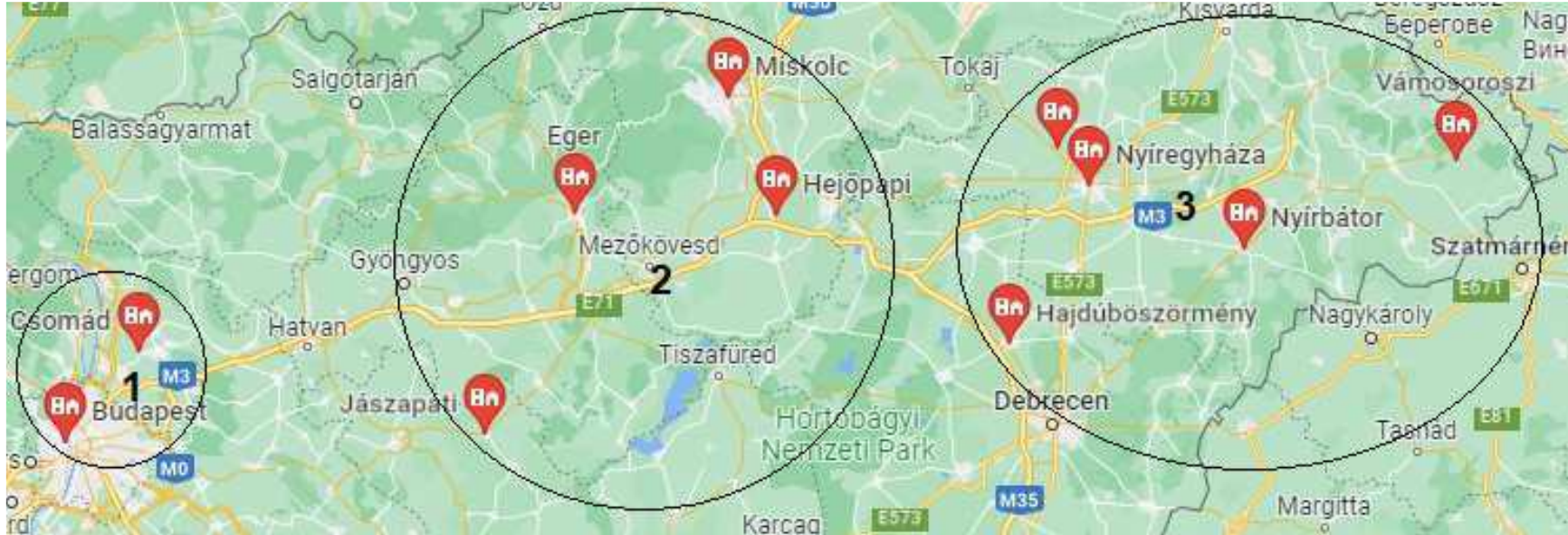
HIDROGÉNELŐÁLLÍTÁS KISEBB VILLAMOSENERGIA-IGÉNNYEL?

Metán plazmabontása; villamosenergia-igénye kb. A negyede a vízbontásnak, cserében tiszta metán kell hozzá. Ennek előállítása biogázból költséges, valamint a metán önmagában is felhasználható (ráadásul ez biometán, jogilag karbonmentes).



Mercure Hotel
MOA Berlin

M3 – BIOMETÁNOS ELLÁTÁS



Számok:
potenciális
töltőállomások
Piros jelek: biogáz
telepek

Három állomás, napi minimum 200 kg hidrogén-igénnyel: 219 tonna

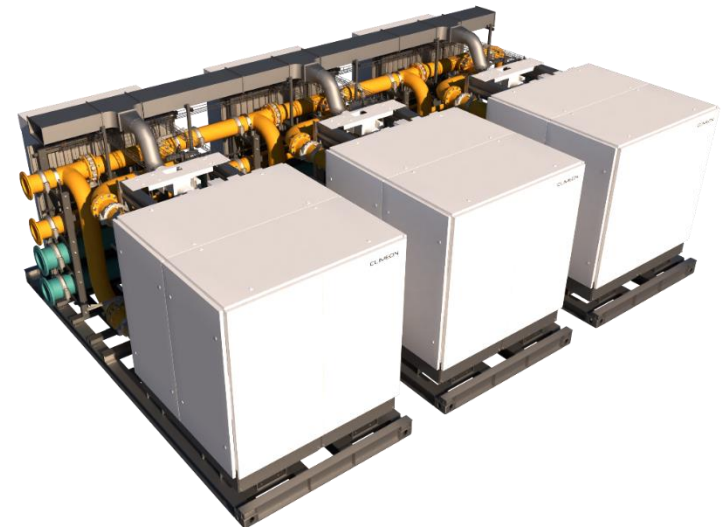
A fenti biogáztelepeken alapuló plazmabontás hidrogéngyártó kapacitása: optimista esetben 9600 t/év, pesszimista esetben 2900 t/év; mindkét esetben bőven elég.

Mivel a villamosenergia-szükséglet kisebb, a PV-alapú ellátás még télen is megfelelő lehet.

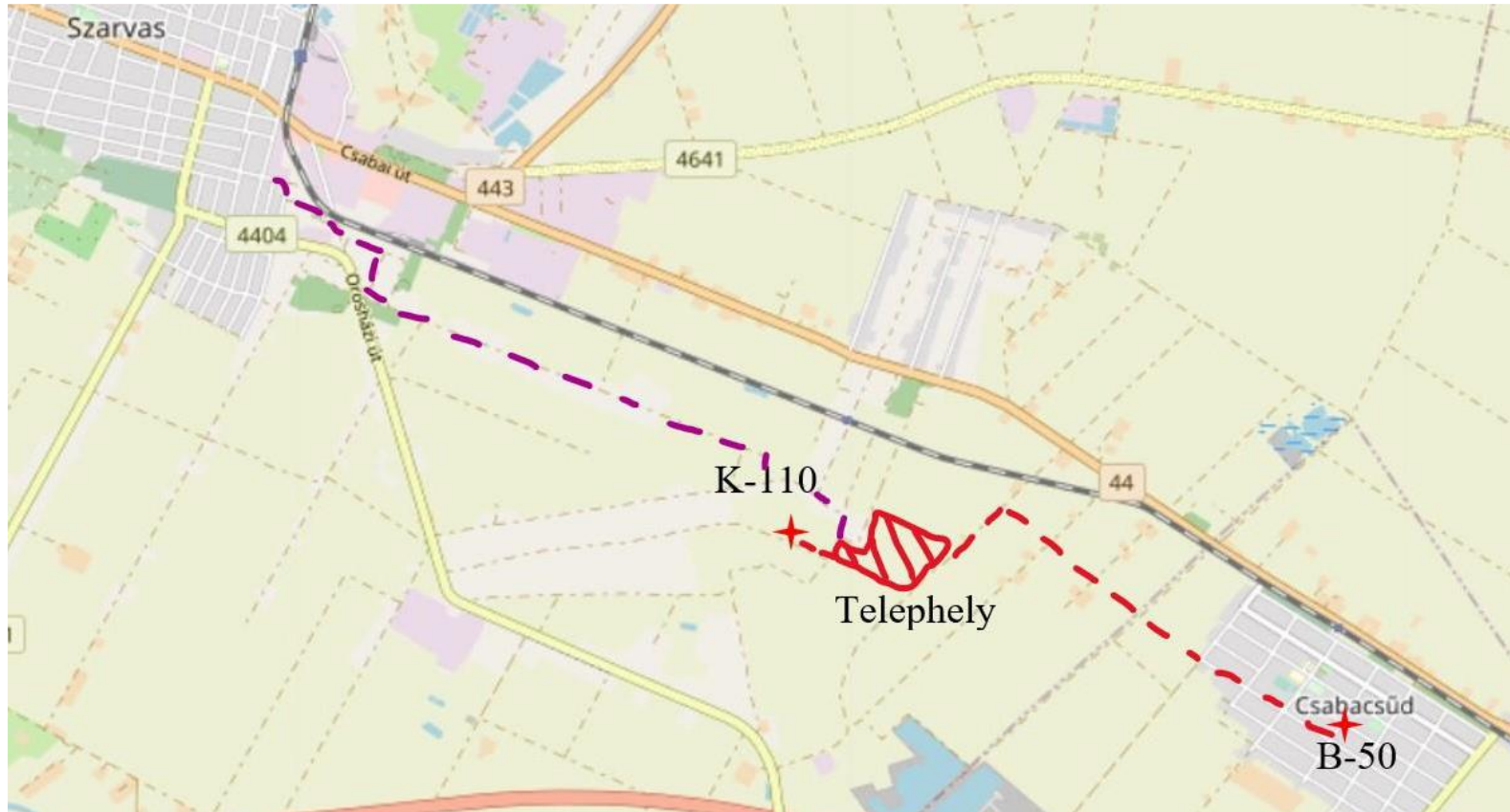
GEOTERMÁLIS ALAPÚ ELLÁTÁS

- Geotermális hőből kis hatásfokkal, de viszonylag olcsón lehet villamosenergiát termelni (Turai erőmű, 2,7/1,4 MWe).
- A termelés csak kicsit ingadozik, így folyamatos ellátásra is képes, azaz nemcsak PEM, hanem alkáli vagy SOEC elektrolizátorok működtetésére is jó (olcsóbb beruházás vagy olcsóbb működtetés)
- Egy létező geotermális fűtőműhöz napok alatt telepíthető pár száz kW villamosenergia-termelő kapacitás

Climeon, 450 kW, kb. 10*8*2 m



M4/M44 SZARVAS-CSABACSUŐ



Csatolt hő- és villamosenergia-termelés: 540 kWe villamos és 700 kWth hőteljesítmény!

Amennyiben a tervezett Szarvas-Csabacsűd erőművet hidrogéntermelésre használnánk, akkor az évi termelés 74,6 tonna körüli lenne. Ez elvileg elég lenne egy on-site hidrogén üzemanyag-töltő állomás napi, minimum 200 k-os kiszolgálási kapacitásának fedezéséhez (373 napra lenne elég, ami több az éves 365-nél), vízelektrolízises ellátásnál. Mind az M44-es, mind a 44-es út megfelelő közelségben (kb. 1 km) van, így ezeken meg lehetne építeni a töltőállomást. ! A szarvasi biogáztelep csupán pár km-re fekszik a kút helyétől, a 44-es úttól északra, azaz metánbontásos technológia is lehetne!

GEOTERMÁLIS ALAPÚ HIDROGÉNMOBILITÁS

Geotermális villamosenergia-termelő potenciál	teljesítmény	Éves termelés	Potenciális hidrogéntermelés	Mobilitási igények (Hidrogénstratégia 2021)
Jelenlegi (Tura)	2,7 MWe	17 GWh	340 t/év	
Előkészítés alatt (engedélyezési fázisban)	40-74 MWe	240-460 GWh	4 800 – 9 600 t/év	2030-as cél: 10 000 t zöld hidrogén/év
Ismert potenciál	200-800 MWe	1500-5500 GWh	30 000 – 110 000 t/év	
További kutatással	+200-500 MWe	+1500-3500 GWh	Összesen 60 000 – 180 000 t/év	2040: 167 000 t/év 2050: 259 000 t/év

Geotermális eset: nyáron/nappal kisebb teljesítmény (ekkor PV-vel kiegészíthető), télen/éjszaka nagyobb!

További lehetőségek: száraz Kutak hasznosítása (jelenleg KiHa WeHeat potenciálja 20-25 kg/nap. Új, ferdefúrásos Eavor-technológiás kutakkal a mobilitási igények bőven kielégíthetőek, sőt, még marad is megtermelt villamosenergia!

- A tervezett közúti hidrogéntöltő hálózatra jó megoldást jelenthet az on-site modell, helyben megtermelt villamosenergiából helyben megtermelt hidrogénnel.
- A hidrogéntermelés történhet vízből elektrolízissel, vagy biometánból plazmabontással.
- A jelenlegi (2050-ig szóló) hidrogénmobilitási igények kielégíthetőek lennének geotermális alapú villamosenergia-termeléssel!
- Geotermális és/vagy plazmabontásos esetben a kutak helyének megállapítása nem egyszerű (kell a közelbe geotermális kút és/vagy biogáztelep)!

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az RRF-2.3.1-21-2022-00009, azonosítószámú, Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium megnevezésű projekt a Széchenyi Terv Plusz program keretében, az Európai Unió Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszközének támogatásával valósul meg.

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!