



H2 - HIDROGÉN HÍRLEVÉL

A Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület hírlevele

Alapítva: 2011-ben.

2024/4. – december

Tartalom

Megnyílt az Európai Hidrogén Bank második aukciója	1
Hidrogénprojektek helyzetének alakulása globális kitekintésben	1
Vegyes a kép: lefelé korrigált előrejelzések és sikeres hidrogénprojektek	6
Elektrolizáló-gyártók rögzös útja a siker felé	8
Hidrogén-üzemanyagcellás csuklós busz hazai tesztelése	11
Hidrogénüzemű csuklós busz nyerte a „Bus of the Year 2025” címet	12
Oktatói képzés hidrogén-mobilitási területen	17
Németország Erőműstratégiája és hidrogénvezeték-hálózata	18
Tagvállalati bemutatkozó	20

Kiadja:



H-1023 Budapest
Levél u. 10.
www.hfc-hungary.org
info@hfc-hungary.org

Szerkesztők:

Dr. Bogányi György †
Mayer Zoltán

Felelős kiadó:

Dr. Tompos András

az MHT Egyesület
Hydrogen Europe tagja



Megnyílt az Európai H₂ Bank második aukciója

Az Európai Bizottság 2024 szeptemberében közzétette az Európai Hidrogén Bank második árverésének feltételeit (*Terms & Condition*), majd december 3-án hivatalosan is megnyitotta a 2024-es, sorrendben második aukcióját. Az aktuális felhívás 1,2 milliárd eurót irányoz elő „zöld”, pontosabban RFNBO-hidrogén előállításának támogatására. A pályázati ajánlatokat az EU *Funding and Tenders Portal*-on keresztül lehet benyújtani 2025.02.20-ig.

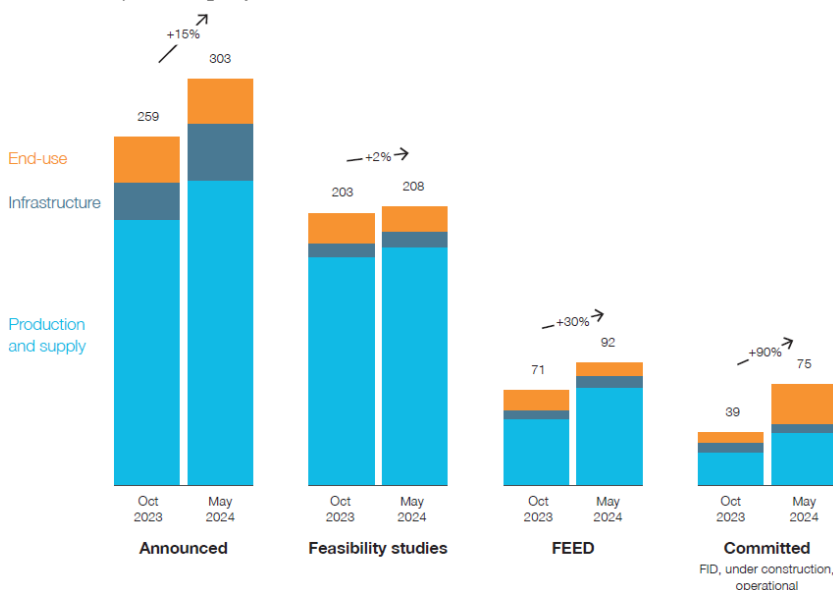


Folytatás a 15. oldalon.

Hidrogénprojektek helyzetének alakulása

E lapszám kiemelt témája a hidrogénprojektek globális és európai helyzetének alakulása. Több cikk is foglalkozik most e témával, részben az átfogó statisztikák szintjén, részben konkrét technológia-gyártók esettanulmányain keresztül. Ennek fő oka, hogy az utóbbi időben számottevő visszalépések is előfordultak a hidrogénprojektek terén; nyilvánvalóvá vált, hogy a szakpolitikák – pl. az EU Hidrogénstratégiája (2020) - által előjelzett, túlzottan is optimista fejlődési ütem nem valósul meg. Mindezek ellenére nincs ok túlzott pesszimizmusra sem, mivel a statisztikák azt is mutatják, hogy a kifejezetten érett (*committed*) fázisban lévő hidrogénprojektek száma viszont igen jelentős, 90%-os növekedést mutat, ahogy ez a lenti ábrán is látható. Azaz a hangzatos, de kevésbé megalapozott projekt-bejelentések csökkennek, a gondosabban előkészített H₂-projektek viszont szépen fejlődnek. Az új, feltörekvő technológiák megjelenésére jellemző „*hype*” talán lecsengőben van és egy realisabb, szerves fejlődési pálya kezd körvonalazódni.

Folytatás a 2. oldalon.



H₂-projektek beruházási értékének (mrd USD) megoszlása érettségi fázisuk szerint a két legutóbbi (2023/2024) felmérés eredményei alapján. Forrás: Hydrogen Council

Hidrogénprojektek helyzetének alakulása globális kitekintésben (folytatás az 1. oldalról)

Némiképp pesszimista volt Hidrogén Hírlevelünk [2024/1.](#) lapszámában az a cikk, amely a Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) egyik tanulmányát tekintette át, és amely szerint az imponálóan sok, bejelentett elektrolizáló projektek mindössze 7%-a rendelkezett a megadott dátumig végső beruházói döntéssel (FID, *Final Investment Decision*). E csekély arány ráadásul globális átlag, az európai helyzet ennél rosszabb, az amerikai és a kínai pedig jobb értékeket mutat. Az azóta eltelt közel egy év alatt pozitív és negatív híreket egyaránt lehetett hallani a hidrogénprojektek fejlődéséről. Voltak, vannak komoly visszalépések egyes hidrogénprojektektől, de van érdemi előrelépés is. Ez a cikk általános tendenciákat, a jó és rossz híreket egyaránt igyekszik bemutatni, alapvetően a *Hydrogen Council* 2024 szeptemberében publikált tanulmánya [1] alapján.

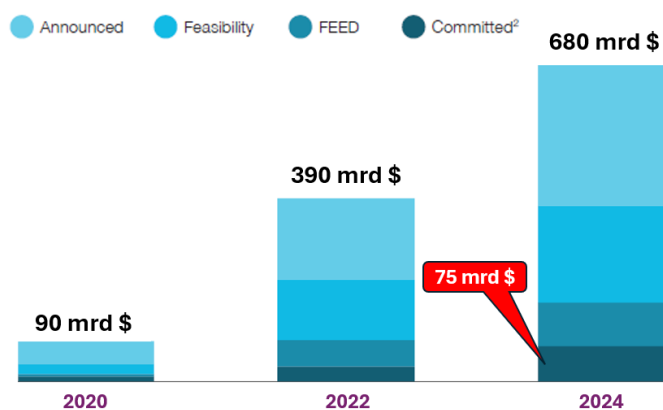
Az eredmények ismertetése előtt fontos megemlíteni néhány szempontot a tanulmány [1] értelmezési kereteiből:

- a Hydrogen Council hidrogénprojekt-portfóliója (*project pipeline*) azokat a projekteket tartalmazza, amelyeket a projektgazdák bejelentettek és tervezett üzembe helyezésük - legalább valamilyen részkapacitással - 2030-ig megvalósulhat
- alaphelyzetnek a Hydrogen Council 2020. évi, hasonló felmérését tekintik. Innen datálódik a hidrogén *project pipeline* adatbázis, amit első alkalommal a *Hydrogen Insights 2021* című kiadványban tettek közzé. A „legutóbbi” felmérés fogalma alatt pedig a 2023 őszi állapot értendő
- „tiszta hidrogén” (*clean hydrogen*) alatt a megújuló (zöld) és a low-carbon hidrogént értik.

Rátérve a friss eredményekre, az [1] tanulmány alapján a bejelentett hidrogénprojektek száma 1.572-re növekedett 2024-re, ami a globális *project pipeline* 7-szeres növekedését mutatja a 2020-as, első felmérés óta (228 projekt). Ez azt is jelenti, hogy a 2020-ban bejelentett H₂-projektek értéke 90 milliárd amerikai dollár volt, míg az aktuális, 2024-es tanulmányban már 680 milliárd amerikai dollár ez az érték. A beruházási érték alapján 7,5-szeres növekedés látszik tehát. Önmagában véve mindez jól hangzik, de láttunk már jónéhány példát arra, hogy a nagy bejelentések mögött nem volt érdemi szándék és/vagy erő.

Ugyanakkor optimista várakozásokra ad okot, hogy a pozitív beruházói (FID) döntéssel rendelkező projektek aránya az összes projekten belül érdemi módon megemelkedett az utóbbi években: míg az első felméréskor csak 102₂₀₂₀ projekt rendelkezett FID-del,

addig 2024-re ez a szám a négyszeresére, 434-re nőtt. Utóbbi azt is jelenti, hogy a fent említett, teljes H₂ *project pipeline* 680 milliárd dolláros beruházási értékén belül már 75 milliárd USD-t képviselnek a komolyan vehető (érett fázisban lévő) projektek.



A globális hidrogén 'project pipeline' beruházási értékének alakulása, és 2024 évben az elkötelezett („committed”) fázisban lévő projektek (75 mrd \$) értéke. Forrás: [1] és saját szerkesztés

A tanulmány „committed” (elkötelezett) státuszúként azokat a projekteket tartja számon, amelyek már vagy pozitív FID döntéssel rendelkeznek, vagy építés, illetve összeszerelés alatt állnak, vagy már működnek. A projektek érettségi fokozataiban e szint alatt található a FEED fázis (mérnöki tervezési szakasz; *Front-End Engineering Design*). Ennél eggyel gyengébb fejlettségi státuszban a csupán megvalósíthatósági tanulmánnyal (*Feasibility Study*) rendelkező projektek találhatók. A legalacsonyabb előrehaladottsági fázis a bejelentett (*announced*) projektek szintje. Nem véletlen, hogy a legnagyobb beruházási értéket a legkevésbé érett fázisban levő, azaz még csak bejelentett (*announced*) projektek teszik ki, ahogy ez a fenti ábrán is látható.

Külön ki kell emelnünk és a reménykeltő pozitívumok közt tartjuk számon, hogy az elkötelezett (*committed*) fázisban lévő projektek száma a legutóbbi (2023. őszi) felméréshez képest igen jelentősen megugrott, nevezetesen 90%-kal nőtt. (Ezen adatok a címlapon található ábrán láthatók.) Mindössze bő fél év alatt 39-ről 75-re emelkedett tehát a komolyan vehető projektek száma. Érdekes még figyelni a FEED (részletes mérnöki tervezési) fázisában lévő H₂-projekteket is, mert ezek száma is 30%-kal emelkedett bő fél év alatt 2024 májusára. A fentiek alapján az összes bejelentett tiszta hidrogén projekt mintegy 11%-a került az elkötelezett fázisba, szemben az előző

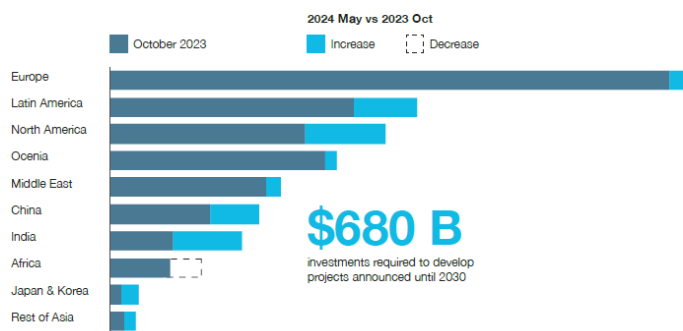
felméréskor tapasztalt 7%-kal.

A fenti ábráról az is leolvasható, hogy a hidrogén projektek valamennyi érettségi fázisában meghatározó a hidrogénelőállításra és ellátásra irányuló tervek aránya. Az elkötelezett fázisban lévők esetében jelentős arányt képviselnek még a végfelhasználói projektek is. Viszonylag szerény ugyanakkor a H₂-infrastruktúra fejlesztését zászlajára tűző fejlesztés. Beruházási értékük függvényében az összes bejelentett, a *project pipeline*-ban szereplő projekt célterületeinek aránya a következő:

- 75% hidrogénelőállítás és ellátás
- 15% hidrogén végfelhasználói projektek
- 10% hidrogén-infrastruktúra projektek.

A vonatkozó beruházási értéknél maradván megemlítendő, hogy míg az első (2020) felmérés alkalmával az elkötelezett (*committed*) fázisban lévő projektek medián értéke projektenként 5 millió dollár volt, addig 2024-re a beruházási érték mediánja projektenként 25 millió dollárra növekedett, ami egyértelműen jelzi a projektméret növekedését.

Az összesen 1.572 projekt földrajzi eloszlásáról elmondható, hogy ezek egyenletlenül oszlanak meg a régiók között, és különösen igaz ez az érett fázisban lévő projektekre. Az elkötelezett szakaszban két nagy ország / régió, Kína (31 mrd USD) és Észak-Amerika (17 mrd USD) a befektetések több mint 60%-át adja. A projektek számát tekintve viszont Európa nagy előnnyel vezet (617 projekt). Igaz, Európa esetében a 2024-es növekmény meglehetősen szerény, míg Közép- és Latin-Amerikában látványos növekedés történt – ahogy ez a következő ábrán is látszik. Mindeközben Afrikában szándék-visszavonások is voltak, nem is csekély mértékben. Az itteni projektek indítását jellemzően 2030 utánra ütemezték át.

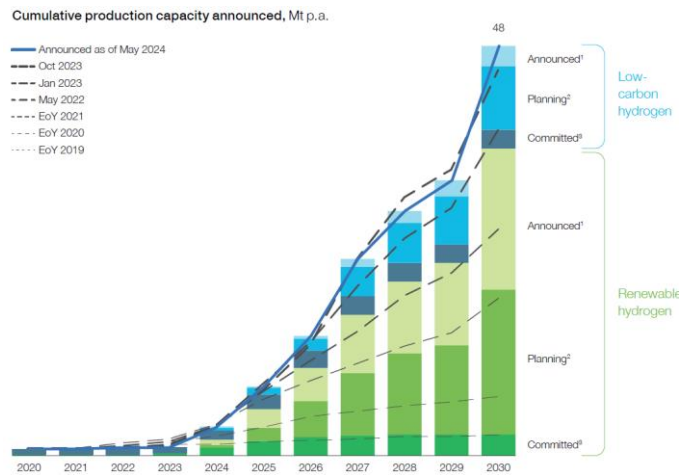


H₂-projektek számának megoszlása az egyes földrajzi régiók között a két legutóbbi (2023/2024) felmérés eredményei alapján. Forrás: [1]

Relatív értelemben a legnagyobb növekedést a két legutóbbi felmérés, azaz kb. az utóbbi egy év (2024/2023) viszonylatában Japán és Dél-Korea produkálta, ahol együttesen 130%-kal nőtt a bejelentett hidrogénprojektek száma; de India is kiemelhető e szempontból 110%-os

relatív növekedési ütemével.

Fontos hangsúlyozni, hogy a legfrissebb hidrogén *project pipeline* alapján minden bejelentett projekt megvalósulásával elvileg 48 Mt/év hidrogéntermelőkapacitás jönne létre 2030-ra. A következő ábra ezt is szemlélteti, feltüntetve a korábbi években (2019-2024) végzett felmérések eredményeit. Az ábráról leolvasható az a fontos szempont is, hogy a low-carbon (kék) és megújuló alapú (zöld) hidrogénprojekteken belül mennyi az elkötelezett, a tervezett, ill. a még csak bejelentett státuszú projektek aránya.



Globálisan bejelentett hidrogéntermelő kapacitások megoszlása 2030-ig a projektek érettsége és a hidrogén típusának (zöld low-carbon) megoszlása szerint. Forrás: [1]

A fenti ábrának fontos üzenete még, hogy összességében a 2030-ra várt projektek együttes kapacitásának 75%-a megújuló (zöld) hidrogénre irányul (36 Mt/év), a maradék termelőkapacitás 25%-a (12 Mt/év) pedig low-carbon hidrogén előállítására. Érdekesség, hogy 2024-ig még nagyjából kiegyenlített a zöld és low-carbon hidrogén kapacitások aránya (60/40%), ami aztán fokozatosan eltolódik a zöld hidrogén javára, és így alakulna ki 2030-ra a 75/25%-os arány a két fő hidrogéntípus között. A fentiekből következik, hogy a *low-carbon* hidrogénprojektek terén Észak-Amerika vezet. A zöld hidrogén kapacitások leginkább Európában, Latin-Amerikában és a Közel-Keleten létesülnének. Ugyancsak kiemelendő a fenti ábráról, hogy jónéhány beruházás várhatóan számottevő késéssel készül el. Ez a 2027-2029 éveknél látványos, ahol a folyamatos kék vonal (azaz a 2024-es előrejelzés) látványosan beesik a szaggatott vonal alá, azaz a 2023-as felmérés eredménye alá. Ez kb. 1 millió t_{H2}/év termelési kapacitás késését jelenti még az előrejelzésekben is. Töretlen, az eredeti tervek szerint zajló fejlődésre tehát nem lehet számítani.

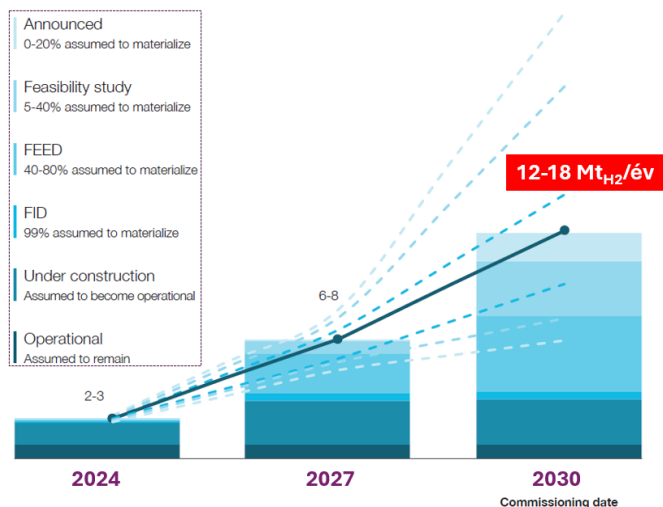
A tanulmány meglehetősen korrekt abból a szempontból is, hogy a fenti teljes *project pipeline*-ra,



annak ténylegesen várható megvalósulására egy valószínűségi számításon alapuló korrekciót is megad. A tényleges megvalósulás valószínűségi eloszlását az [1] tanulmány szerzői a korábbi, megújuló energia projektek historikus megvalósulási arányaiból származtatják. Ennek alapján a következő megvalósulási arányokat feltételezték:

- 99% a FID utáni fázisban lévő projektek esetében,
- 40-80% a FEED tervezési fázisban,
- 5-40% a megvalósíthatósági tanulmány fázisban,
- 0-20% a bejelentett projekteknél a projekt előrehaladási szintje és az üzemelés megkezdési dátuma (COD) függvényében.

E valószínűségi kiigazítást alkalmazva, a fent bemutatott és imponálóan nagy, elméletben 48 Mt_{H₂}/év₂₀₃₀ tiszta hidrogénelőállítás kapacitás a valóságban várhatóan 12-18 Mt_{H₂}/év₂₀₃₀ értékre mérséklődik. Vagyis a ténylegesen várható termelőkapacitás 2030-ra kb. 30%-a lesz az összesen bejelentett (elvi) kapacitásnak. Ez persze az eddig bejelentett hidrogénprojekt portfólióra igaz, ami 2030-ig még jócskán változhat, új projektek jöhetnek.

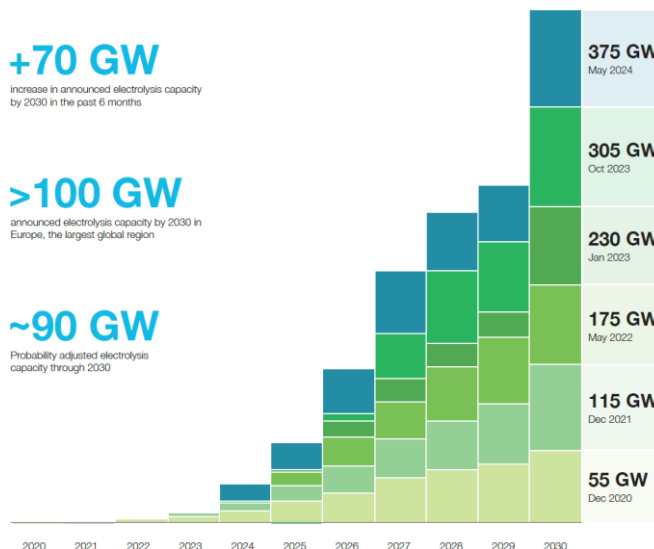


Megvalósulási valószínűség alapján kiigazított, ténylegesen várható hidrogéntermelő kapacitások globálisan 2030-ra.

Kép: [1] és saját szerkesztés

Valamennyi hidrogénstratégia esetében az egyik fő indikátor a beépített elektrolizáló-kapacitás, amire a tanulmány [1] szintén kitér. A friss, 2024-es felmérés alapján globálisan 375 GW lenne a beépített elektrolizáló-kapacitás, ami 70 GW-tal több, mint a hat hónappal korábbi adat, ami a 2023-ban elvégzett felmérésben szerepel. Ezen „elméleti” kapacitásból

egyelőre csak 26 GW kapacitású elektrolizáló projekt jutott túl a FID fázison. Ez nem túl nagy arány, de itt célszerű figyelembe venni, hogy a legutóbbi felmérésben még csak 12 GW volt ez az érték, tehát ez nőtt több mint duplájára, 26 GW-ra.



Globálisan bejelentett elektrolizáló kapacitások 2030-ra. Forrás: [1]

Az elektrolizáló kapacitások¹ terén Európa vezet. Itt 105 GW bejelentett elektrolizáló projekt azonosítható, a teljes globális kapacitás közel 30%-a. Ugyanakkor meg kell jegyeznünk, hogy 2024 közepén globálisan még csak 1,75 GW elektrolizáló kapacitás működött a gyakorlatban. Pozitív elfogultsággal mondhatjuk azt is, hogy az előző, 2023-as felmérés során ez a szám még csak 1,1 GW volt, vagyis nagyon szép ütemű fejlődés történt kevesebb mint egy év alatt.

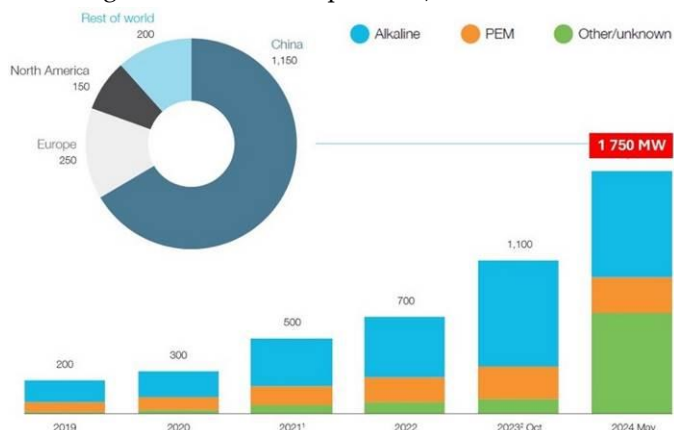
Ha viszont csak a néhány éves szakpolitikai tervekhez viszonyítunk, akkor rendkívül szembetűnő a lemaradás. Például, a 2020-ban elfogadott EU Hidrogén Stratégia² egyik célkitűzése az volt, hogy 2024-végére csak az EU-ban 4 GW elektrolizáló kapacitás álljon rendelkezésre. Ezzel szemben a globális kapacitás is csak az említett 1,75 GW, az EU-ban pedig mindössze kb. 250 MW(!) volt ez év közepén. Jól látható, hogy óriási a lemaradás a tervekhez képest. Úgy tűnik, a szakpolitikai elvárások olykor irreális fejlődési ütemet feltételeztek.

Az elektrolizálók technológiáját tekintve az 1,75 GW₂₀₂₄-ből kb. 75% a lúgos és kb. 25% a PEM elektrolizáló. (A többi elektrolizálótípus statisztikailag még nem látszik; illetve ezen arányokat úgy kell

¹ Megjegyzés: a bejelentett elektrolizáló kapacitások (GW) nem fordíthatók át automatikusan megújuló hidrogén (t_{H₂}/év) termelőkapacitássá, mivel az elektrolizáló projektek tényleges hidrogénelőállítása függ a kihasználási óraszámától (kapacitásfaktortól), a technológia határfokától. A kapacitásfaktor pedig erősen függ az egyedi, helyi körülményektől.

² European Commission: Hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. COM(2020) 301 final. Brussels, 8th July 2020.

értelmezni, hogy a bejelentett projekteknek csak 60%-a adta meg az elektrolizáló típusát is.)



Kumulált beépített elektrolizáló kapacitások régiók, valamint technológiák szerinti megoszlása. Forrás: [1]

A beépített elektrolizáló kapacitásban Kína abszolút vezető helyen áll 1 150 MW-tal. Itt már működnek száz MW nagyságrendben is projektek. Konkrétan tudunk 260 MW és 150 MW teljesítményű létesítményekről. Második helyen az USA áll 150 MW beépített elektrolizáló kapacitással, harmadik helyen pedig Németország (80 MW₂₀₂₄). Az európai országok közül még Spanyolországot és Svédországot érdemes megemlíteni, bár ezekben – külön-külön – egyelőre „csak” 25 MW kapacitás üzemel.

Érdeemes a száraz számadatok mögött húzódó okokra is kitékinteni, különösen ha lemaradásról vagy elégtelen fejlődésről beszélünk. Más, tiszta energia-technológiai iparágakhoz hasonlóan a hidrogénnek is szembe kell néznie az alábbi problémákkal, amelyek valamilyen kombinációja okozza a vártnál lassabb fejlődést: több makrogazdasági nehézség a megnövekedett inflációtól kezdve a magas kamatokon át, a globális energiapiaci turbulenciáig (a vártnál magasabb megújulóenergia-árak), geopolitikai válságok, az ellátási lánc zavarai.

A hidrogénszektor számára a legfontosabb ágazat-specifikus kihívás, hogy még számos, a szabályozási keretrendszerhez kapcsolódó bizonytalanság létezik. Még nem történt meg például a RED-III irányelv, valamint a gázpiaci irányelv tagállami szintű végrehajtása, az USA-ban pedig az IRA 45V, azaz az Inflációellenes Törvény (IRA) hidrogént érintő vonatkozásainak megvalósítása. Mindezek akadályozzák a projektek banki finanszírozhatóságát, bankképességét.

³ Az USA-ban például a low-carbon hidrogén projektek igen nagy aránya jutott el a FID fázisig az egyértelmű szakpolitikai ösztönzőknek köszönhetően. Ennek egyik jól értelmezhető megjelenési formája, hogy pl. a CCS (széndioxid-leválasztási és tárolási) projektek is egyértelműen kaphatnak az Inflációellenes Törvény (IRA) 45Q szakasza alapján. Az USA-ban meghozott IRA-ról (*Inflation Reduction Act*), pontosabban annak hidrogénnel kapcsolatos vonatkozásairól még 2022 őszén részletes cikket publikáltunk honlapunkon: <https://www.hfc-hungary.org/jelentos-tamogatasok-a-hidrogenszektor-fejlesztesere-az-usa-ban/>

HIRDETÉS

2025-ben ismét megrendezik a nagy sikerű Budapest Hydrogen Summit-et, immár negyedik alkalommal.

Időpont: 2025. április 24.

Helyszín: Budapest, Hotel Mariott

Főbb témák:

- A hidrogéngazdaság globális trendjei és jövőbeli kilátásai
- Hidrogén és az európai energiarendszer átalakítása
- Hidrogén-infrastruktúra: vezetékek, tárolás, elosztás.
- Hidrogénellátási láncok
- Hidrogéntermelés
- Hidrogén a mobilitásban
- A hidrogéngazdaság finanszírozása: befektetési lehetőségek
- Hidrogénközpontok, hidrogénvölgyek

További infó: <https://budapesthydrogensummit.com/>



Ugyanakkor emelkedtek a megújulóenergia-árak és az elektrolizálók beszerzési, beépítési költségei is. Mindezek a hatások – különösen - a megújuló alapú hidrogén projektek késedelmes kivitelezéséhez, egyes esetekben pedig a teljes törléséhez vezettek.

Ahol pedig előrelépést, pozitív beruházói döntést (FID-et) sikerült elérni, ott az [1] tanulmány a következő sikerfaktorokat azonosította: egyértelmű és hatékony ösztönzők, mint pl. az USA-ban a hidrogénre bevezetett³ adókedvezmény (*tax credit*); a kereslet oldali láthatóság, amely a felvásárlást ösztönzi, mint pl. az árkülönbözeti szerződések (*Contracts for Difference, CfD*) alkalmazása Japánban, amely a hidrogén iránti keresletet segíti az energiatermelésben; továbbá az erős iparpolitika, amely a projektek méretének jelentős növelése révén csökkenti a költségeket - ilyen pl. Kínában tapasztalható.

Forrás:

[1] Hydrogen Council, McKinsey: Hydrogen Insights 2024

Vegyes a kép: lefelé korrigált előrejelzések és sikeres hidrogénprojektek

A nemzetközi szinten is jelentős, minősítő és tanácsadó cég, a DNV lefelé korrigálta a hidrogénhasználat globális terjedésére vonatkozó előrejelzéseit. Új előrejelzésük szerint 2030-ra a hidrogén és származékai az energiamixnek mindössze 0,25%-át, 2050-re pedig 3,9%-át fogják kitenni, ami kevesebb, mint a DNV korábbi 5%₂₀₅₀-os előrejelzése. A Párizsi Megállapodásba foglalt klímacélok eléréséhez elvileg 15%₂₀₅₀ hidrogén-részesedésre lenne szükség az *Energy Transition Outlook 2024* kiadvány alapján.

A DNV véleménye szerint jelentős széndioxid-kvótaár és/vagy közvetlen piacstimuláló támogatások nélkül a hidrogén, illetve a hidrogénteknológiák nehezen tudnak majd a méretnövelés útján előrelépni, és közben a költséggörbét is letörni. Az új jelentés megállapítja, hogy az első hidrogénprojektek közül sok esetben a költségek emelkedése, valamint a gyors felfutáshoz szükséges magas szintű hidrogéntámogatási szakpolitika hiánya készítette arra a céget, hogy felülvizsgálják a hidrogén 2050-ig történő elterjedésére vonatkozó előrejelzésüket. Emellett a DNV megállapítja, hogy 2050-ben globálisan 188 millió tonna hidrogént fognak energetikai célokra felhasználni, ami szintén csökkenés a 2023-as jelentésben szereplő 238 millió tonnás értékhez képest. [1]

A korábbi években számos ország nemzeti hidrogénstratégiájának megjelenése dicséretes tény ugyan, de ezek végrehajtása, a hidrogén-infrastruktúrák kialakítása késlekedik. Mindezek miatt a hidrogén továbbra is drága lehetőség; még ha a technológiák egy jelentős része készen is áll az alkalmazásra, a potenciális vásárlók, végfelhasználók – érthető módon – egyelőre vonakodnak megfizetni a hidrogénnel járó magasabb költségeket. Ezzel együtt is 2050-re igen jelentős költségcsökkenést, így 2 \$/kg_{H2} árat is reálisnak tartanak. A jelentés megállapítja: „pozitívként megjegyzendő, hogy vannak arra utaló jelek miszerint a kezdeti izgalom kezdi átadni a helyét a pragmatikusabb megközelítésnek. Bár néhány projektet töröltek, vagy a méretét csökkentették, más projektek viszont jelentős előrehaladást értek el”. [1]

Egy másik fontos kezdeményezés az Európai Hidrogén Bank (EHB), amelynek első aukciós kiírása 2023-ban megtörtént. A 7 nyertes hidrogénprojektet pedig idén áprilisban hirdették ki. Minderről H₂ Hírlevelünk [2024/2](#) lapszámában részletes cikket közzeltünk⁴. Idén őszre a támogatási megállapodás aláírásáig jutott el a folyamat, amelyet a hét nyertesből

6 projektgazda aláírt, egy nyertes viszont visszalépett. Ez utóbbi a *Benbros Energy*, amelynek egy spanyolországi, 60 MW-os elektrolizáló projektjétől álltak el. Emlékeztetőként: ez a projekt rendkívül alacsony összegű, mindössze 0,38 €/kg_{H2} támogatást igényelt volna. Ugyanakkor jó hír, hogy a másik hat nyertes projekt esetében aláírták a támogatási megállapodást és haladnak a megvalósítás útján. A Rystad Energy nevű cég az ősz folyamán közölte, hogy mindhárom, eredetileg a Hidrogén Bank által támogatott spanyolországi projektnél még mindig 5 €/kg_{H2}, vagy ennél magasabb áron állítana elő zöld hidrogént. Mindeközben az első körös nyertes projektként max. 0,48 €/kg_{H2} támogatást igényeltek.

A továbbiakban bemutatunk néhány negatív és pozitív példát a hidrogénprojektek fejlődéséről, részben Európából, részben a világ többi részéről. A negatív példákat, megghiúsult vagy felfüggesztett projekteket is azzal a céllal mutatjuk be, hogy lehetőleg kiderüljön a negatív végkifejlet oka vagy okai, és ezekből is tanulhassunk.

A negatív fejleményekre az egyik figyelemre méltó példa a dán Ørsted energetikai vállalat kora őszi visszalépése egy e-metanol projekttől, ami azért is érdekes, mert a vállalat 2022-ben már pozitív beruházói (FID) döntésben részesesítette az elképzelést. A Svédországba tervezett *FlagshipONE* nevű projekt elektrolitikus úton előállított hidrogénre építve évi 55.000 tonna metanolt (e-metanol) állított volna elő. A projekt törlésének fő oka, hogy nem látták biztosítottnak a termék, az e-metanol felvásárlását. Az „*offtake*” (felvásárlási) szerződések hiánya, vagy nem kellően magas aránya az egyik leggyakoribb oka a hidrogén(származék) projektek megakadásának vagy megghiúsulásának. Ezzel pedig együtt jár az a nehézség, hogy mivel nincs még kiterjedt piaci igény például a zöld metanolra, nem is áll még rendelkezésre megfelelő árazás. Márpedig e projektek bankképességét is nagyon hasonlóan ítélik meg a pénzügyezetek, mint az érett, olaj- és gázpiaci projekteket. A következő kérdéseket teszik fel elsőként: „*az alkalmazott technológia kellően érett-e, bizonyított-e?*” „*Van hosszú távú (alapanyag)beszállítási szerződés?*” „*Van hosszú távú (offtake) felvásárlói szerződés?*” – márpedig e finanszírozási folyamatban az offtake és annak ismert és kellően magas ára meghatározó jelentőségű. Az Ørsted CEO-ja a fentiek ellenére kijelentette, hogy a cég elkötelezett marad a

⁴ Hidrogén Hírlevél, 2024/2. (1-4. o.) https://www.hfc-hungary.org/2024_2_H2_Hirlevel_JUNIUS.pdf

zöld hidrogénre épülő projektek további fejlesztése mellett.

A pozitív fejlemények közé tartozik, hogy 2024 második félévében több, nagy jelentőségű hidrogénprojekt is megerősítést kapott [3]:

- a BP (British Petrol) két hidrogénprojektje esetében is pozitív FID döntést hozott:
 - a jelentősebbet az Iberdrolával közösen valósítja meg. Ez egy 200 MW kapacitású elektrolizáló üzem létesítését jelenti Spanyolországban, a castelloni finomítóban
 - a másik egy kisebb, 300 t_{H₂}/év kapacitású, mobilitási célú hidrogénüzem megvalósítása Skóciában, az *Aberdeen City Council*-lal konzorciumban.
- a Messer, a Virya Energy és a Hyoffgreen cégek konzorciuma 25 MW kapacitású elektrolizáló üzem létesít a belgiumi Zeebrugge-ben, amely 2026-tól 5.500 t/év hidrogén előállítására lesz alkalmas. Ez az üzem a jövőben potenciálisan 100 MW-ra bővíthető.
- az EWE német közműcég megerősítette a 280 MW kapacitású hidrogénüzeme létesítési tervét Németországban (Kelet-Frízia). E projekt IPCEI státuszú, így ennek megfelelő támogatásban részesül és 2027-ben kezd meg a termelést.
- szintén európai szinten is jelentős projektet hagyott jóvá a Shell Deutschland: megszületett a pozitív FID döntés a *Rheinland Energy and Chemicals Park*-ban (gyakorlatilag Németország egyik legnagyobb olajfinomítójában) egy 100 MW kapacitású elektrolizáló üzem létesítéséről, amely a „Refhyme II” nevet viseli. Itt lényegében a már évek óta üzemelő, 10 MW-os Refhyme I. projekt jelentős méretnöveléséről döntöttek.
- a görög Motor Oil Hellas egy 30 MW-os elektrolizáló rendszert rendelt meg a svéd Metacon vállalattól, amelyet az Agioi Theodoroi finomítójában (*Cotinth Refinery*) fognak üzembe helyezni. A lúgos elektrolizáló rendszerre kiterjedő megrendelési szerződés értéke 19,8 millió euró, és már most magába foglalja, hogy a rendszer egy második fázisban 50 MW-ra bővíthető.
- az RWE idén ősze elkészül a 14 MW-os, pilot elektrolizáló üzemének készre szerelésével. Ez „vegyes” technológia, amely 10 MW alkálikus és 4 MW PEM-típusú elektrolizálót alkalmaz. Az előállított hidrogén egy része mobilitási célokat szolgál, egy része pedig az RWE gázturbináiba kerül tesztelés jelleggel és energiatermelési céllal.
- méretrekordernek tekinthető az indiai Andhra

Pradesh állambeli Kakinadába tervezett és 2024 augusztusában pozitív FID döntést kapó, 1 millió tonna/év(!) kapacitású zöld ammónia üzem, amely 1,3 GW(!) teljesítményű alkálikus elektrolizáló rendszert használ. A tervek szerint az üzem már 2026-ra 1 millió tonna ammóniát termel, a fejlesztő pedig 2030-ra 5 millió tonnás kapacitásra kívánja bővíteni a létesítményt. A kifejezett célok között szerepel a zöld ammónia részben Európába irányuló exportja. A vonatkozó tárgyalásokat már meg is kezdték az Európai Bizottsággal. Tudható, hogy már megkapták az előzetes igazolást, miszerint az Indiában előállított zöld hidrogén, illetve ammónia megfelel az EU-s RFNBO előállítás szabályrendszerének.

A kép tehát „vegyes”, de nem szabad csak a negatív hírek hatása alá kerülni, mert más újszerű technológiák esetében is természetszerűleg előfordul(t), hogy a korai fázisban közel sem minden projekt valósult meg, visszalépések is előfordultak, több területen pedig érdemi az előrehaladás. Az új technológiák „hype” fázisában talán túl sok is a bejelentett, de nem kellően megalapozott projekt, ebből fakadóan a szakpolitika túlzó elvárásai sem

HIRDETÉS

NJE Neumann János Egyetem
Hidrogéntechológiai
Tudásközpont

GANZAIR
Kompresszortechnika

**TÜZELŐANYAG-CELLA ÉS
HIDROGÉNTECHNOLÓGIA
SZAKMÉRNÖK KÉPZÉS**
a Neumann János Egyetemen

INFORMÁCIÓ

A képzés helye:
Kecskemét

Képzési idő:
2 félév

Munkarend:
Levelező
(csak szombaton)

<https://gamf.uni-neumann.hu/szakiranyu-tovabbkepzesek/>

teljesülnek rövid távon. Az utóbbi két cikk viszont rámutat, hogy az átgondoltabb, megalapozottabb projektek terén komoly elérelépés tapasztalható. Tanulni lehet és kell is, mind a visszavont, mind a sikeres hidrogénprojektek tapasztalataiból. Forrás:

[1] DNV (2024): Energy Transition Outlook 2024.

[2] h2-view.com: EHB pilot auction awards €694m after Spanish project withdrawal. 2024.10.08.

[3] h2-view Magazine: Where's the demand for electrolytic hydrogen. Issue#55, September 2024.

Elektrolizáló-gyártók rögös útja a siker felé

Az előző cikk témájához, azaz a közel sem egyenesen és nehézségek nélkül fejlődő hidrogén-technológiai szektorhoz kapcsolódik jelen cikk is, amely egy konkrét európai elektrolizáló-gyártó cég példáján keresztül mutatja be a nehézségeket, nem hallgatja el az elkövetett hibákat, zsákutcákat, de kitér a megoldás irányába tett intézkedésekre is, ezért igen tanulságosnak véljük. A cikk Dennis Schulz-cal, a brit ITM Power ügyvezetőjével

készített, szeptemberi interjúján alapszik.



Bevezetőként azt érdemes megemlíteni, hogy az ITM Power egy nagy-britanniai székhelyű elektrolizáló-gyártó vállalat, amely modern PEM típusú elektrolizálóokra specializálódott. Sheffield-ben építette meg elektrolizáló *gigafactory*-ját, a 2020-as évek elejére már számos, nagyméretű európai flagship elektrolizáló projekthez szállította rendszereit. Mindezekről korábbi Hidrogén Hírleveleinkben több alkalommal is beszámoltunk. A cég 2001-ben egy átalakított tehénistállóból indult, ahol megépítették az első, kisméretű elektrolizáló stack-et.

A biztató indulás ellenére a cég komoly nehézségekkel nézett szembe, amelyeket a hidrogénipar szereplői szintén jól ismerhetnek. Az évek során elnyert támogatások ellenére 2022-re komoly pénzügyi nehézségekkel kerültek szembe. 2023 januárjára az ITM három, profitra vonatkozó figyelmeztetés kiadására kényszerült mindössze 8 hónap alatt, amelyek főként megrendelői szerződések visszavonásából, örökölt kötelezettségvállalásokból, szavatossági (jótállási) nehézségekből és készletleírásokból fakadtak. Ekkor a vállalat elnöke, Sir Roger Bone kijelentette, hogy az ITM irreális célokat tűzött ki, és ennek következtében állt elő az elfogadhatatlan pénzügyi teljesítmény. Dennis Schulz 2022-ben, mint a vállalat CEO-ja vette át a kormányrudat, aki egyébként az ITM legnagyobb részvényesének számító Linde Engineering ügyvezetői pozíciójából érkezett az ITM élére⁵. Véleménye szerint az elektrolizáló piac még nem egy érett piac, így ezen belül jelenleg számos vállalat többet ígér, mint amit valóban

befektetői tőkét vonzzanak be, vagy pl. ügyfél megrendeléseket nyerjenek el. Schulz véleménye szerint az „üres ígéretek” nem feltétlenül rosszindulatból hangzanak el. A szélesebb hidrogénszektort és a kellően szakértő ügyfeleket mindez kevésbé „érinti meg”, azonban a tőkepiacok megalapozatlan követelésnek tekintik. Az ITM „besétált” ebbe az utcába és 2023 januárjában bejelentette, hogy 12 hónapos programot indít a vállalat revitalizása érdekében, amely három területre fókuszál: i) termékek és szabványosításuk, ii) pénzügyi fegyelem, iii) szűk keresztmetszetek felszámolása.

i) Termékek és szabványosításuk

Az ITM termékportfóliójával az volt a baj, hogy „túl sok” terméket, illetve azok variációit tartalmazta, amelyek egy része ráadásul még a K+F fázisban „ragadt”. A tervezési folyamatokban kevés volt a megfelelő ellenőrzési, illetve megállítási pont, aminek az lett a következménye, hogy számos innováció a megfelelő validáció nélkül rögtön a termelésbe került. Az említett revitalizációs program eredményeként mostanra az ITM termékvariánsainak száma 75%-kal(!) csökkent. Ennek következtében sikerült viszont az innovatív PEM elektrolizáló stack-technológiát átvinni egy magas szinten szabványosított ipari tömegtermékbe. Ez nyilván kisebb rugalmasságot biztosít az ügyféligények kielégítése szempontjából, de a szabványosítás komoly előnyökkel jár.



⁵ Az ITM a Lindével egyébként már 2020-ban vegyesvállalatot alapított „ITM Linde Electrolysis GmbH” néven. Erről H₂ Hírlevelünk [2020/1](#) lapszámában (5-6. o.) számoltunk be.

teljesíteni tud. A cégek részben azért teszik ezt, hogy Az ITM elektrolizálója 3,3 A/cm² áramsűrűséggel képes üzemelni jelenleg, amely teljesítmény-indikátor (KPI) az EU 2030-as célkitűzésének is megfelel. A PEM elektrolizáló fajlagos nemesfém felhasználásában 80%-os csökkenést sikerült elérni az utóbbi 10 év során. Mindezek végső soron hozzájárulnak a hidrogén előállítási költségének (LCOH) mérsékléséhez.



Illusztráció. Kép: ITM Power.

A fentiek mellett az is problémát okozott, hogy az ITM túl gyorsan ment bele, illetve alapított közös vállalatokat egyéb üzleti területeken, mint pl. a hidrogénmobilás. Ez utóbbi volt a Motive nevű leányvállalat⁶, amely főként hidrogén-töltőállomások létesítésével, üzemeltetésével foglalkozott. Ez az üzleti terület „felhígította” a profitot, miközben csak kismértékben járult hozzá a cég bevételnövekedéséhez. Inkább csak „megzavarta” és távol tartotta a vállalatot attól, hogy valódi, ügyfélorientált projekteket dolgozzon ki és valósítson meg fő tevékenységi (core business), illetve fő technológiai területén. Az ITM Motive-ot végül 2023 őszén eladták a Jo Bamford’s HYCAP Group-nak.

ii) Pénzügyi fegyelem biztosítása

A pénzügyi fegyelem terén – ugyancsak Schulz véleménye szerint – a vállalat „túl sok pénzt égetett el, túl gyorsan”, amit főként a túl széles termékportfólió, a mobilitási leányvállalat és a nem kellően érett folyamatok okoztak. Ezek elvileg elkerülhetőek lettek volna. A pénzeszközök gyors égetésének megfékezése érdekében az ITM leépítéseket jelentett be és így 30%-kal csökkentették a személyi kiadásokat. Ez ahhoz kellett, hogy a vállalat fókuszát fenn tudják tartani, és a folyamatok sebességét felgyorsítsák. Az új minőségbiztosítási és folyamat-menedzsment rendszerek segítették megteremteni azt az állapotot, hogy a mérnöki, a beszerzési és gyártási tevékenységeket jobban tudják szinkronizálni. A szigorú „minőség a mennyiség előtt” szemlélet bevezetése pedig lecsökkentette a gyártási hibákat és ennek következtében a költségeket.

szokatlan számára a pénzpiacokról történő tőkebevonás, de ez alapvetően kedvező makrogazdasági körülmények között működik könnyen.

iii) Szűk keresztmetszetek felszámolása

A fent említett, a termékportfólióban és pénzügyi fegyelemben végzett újtatervezés mellett a szűk gyártási keresztmetszetek felszámolása vezetett ahhoz, hogy az ITM képes legyen nagyobb léptékű gyártásra. Emellett az ITM stratégiai partnerségeket kötött a legfontosabb beszállítókkal, hogy az ellátási lánc gördülékenyen működjön. Emellett a gyártási folyamat nagyobb mértékű automatizálására is szükség volt, ami konzisztens gyártási minőséget és rövidebb szállítási időket eredményezett. Mindezek eredményeként az ITM Európába és a világ számos országába is szállít több tíz megawattos PEM elektrolizáló rendszereket. Az egyik friss flagship projektjük a norvég Yara-nál júniusban üzembe helyezett 24 MW-os rendszer, amely pillanatnyilag a legnagyobb működő PEM elektrolizáló létesítmény Európában. Japánban is üzembe helyeztek egy referencia üzemet a Sumimoto és Tokyo Gas vállalatok részére. Az itt megtermelt hidrogént egyébként e-metán előállítására használják.



Illusztráció. Kép: ITM Power.

Eredmények: a 12 hónapos üzleti revitalizációs program – amely összesen 180 cselekvési pontot tartalmazott a fent említett három fő területen – meghozta eredményét: a 2023-as üzleti évre az ITM bevétele háromszorosára emelkedett, megfelelően az előzetes terveknek. Nem utolsó sorban a kigazított EBITDA veszteség is harmadára csökkent.

A vállalat rendelésállományában pedig még jelentősebb projektek vannak. Az ITM a Linde Engineeringgel közösen jelenleg egy 200 MW-os PEM elektrolizáló üzemot épít az RWE számára Németországban. Idén júliusban pedig aláírt egy

⁶ Az ITM Motive Ltd. leányvállalat megalapításáról, működéséről H₂ Hírlevelünk [2021/2](#) lapszámában (10. o.) számoltunk be.

Az ITM egyébként tőzsdén jegyzett vállalat, tehát nem gyártókapacitás-fenntartási megállapodást egy nem nyilvános, globális ipari szereplővel 500 MW-os elektrolizáló rendszer leszállítására. Ennél kézzelfoghatóbb projekt, hogy nemrég a Shell is meghozta pozitív beruházói (FID) döntését a németországi Refhyne projekt második fázisáról⁷, amelynek keretében a meglévő, 10 MW-os ITM elektrolizáló rendszerét 100 MW-ra bővítik.

Shulz véleménye szerint: „az utóbbi években a zöld hidrogén inga kilengett a túlzottan is izgatott tőkepiacok fűtötte, megalapozatlan *hype* és a teljesen túlreagált kiábrándultság között. Most viszont kezdünk abban a fázisban lenni, amikor az inga lassan egyensúlyba kerül: egyre több valódi, megalapozott projekt létesül”. Az egyensúlyi ponthoz való közeledés ellenére az ITM tudatában van annak is, hogy egy olyan CAPEX-intenzív ágazatban, mint az elektrolízis alapú hidrogén-előállítás a vállalatnak hosszabb távon is rugalmasnak kell maradnia, ha sikeres szeretne maradni. Különösen igaz ez a mostani makrogazdasági helyzetben, amikor magas a tőkeköltség. Az ITM célja továbbra is a növekedés és a globális jelenlét megerősítése, de ezt óvatos és gondos pénzügyi kötelezettségvállalások mellett igyekszik megtenni, mert a hidrogéntechnológiai piacon inkább maratonfutói szemléletre van most szükség, mint sprinter attitűdre.



PEM elektrolizáló stack-ek az ITM gyártócsarnokában. Kép: ITM

Bemutatunk itt egy másik elektrolizáló-gyártót is, akinek a stratégiája szintén tanulságos lehet a jelenlegi helyzetben. 2024 őszén a norvég *HydrogenPro* elektrolizálógyártó a J.H.K. Group-pal kötött partnerséget, 5-50 MW-os zöld hidrogén előállító üzemek fejlesztésére Németországban, Ausztriában és a Benelux államokban. Tette mindezt éppen a fent már részletezett nehéz időszakban, amikor is a zöld hidrogén projektek

lendülete megtörni látszott. E partnerség keretében a J.H.K. a HydrogenPro növelt nyomású, lúgos elektrolízis technológiájának rendszerintegrátoraként és EPC-vállalkozójaként fog működni a kisebb léptékű projektek esetében. A ráció ebben az, hogy a cég felismerte, kezdetben a kisebb léptékű projektekkel (is) kell foglalkozni. A J.H.K. rendelkezik a szükséges know-how-val ahhoz, hogy fejlett technológiáját a kisebb zöld hidrogén projektekben is kamatoztathassa az európai piacon. Miközben a bejelentett projektek végleges beruházási döntéseire (FID) várnak a projektfejlesztők, a globális technológiai OEM beszállítók továbbra is túlkapacitással küzdenek. Ezért kritikus fontosságú a fegyelmezett és rugalmas felfutási képességek fenntartása az elektrolizáló-gyártók oldaláról, ahelyett, hogy előre meghatározottan felskáláznák a kapacitásukat, ahogy ez a túlzottan optimista szakpolitikai dokumentumokból, stratégiákból következne.

Ezen túlmenően a technológiai cégek – így pl. a HydrogenPro is – működésüket úgy igyekeznek strukturálni, hogy ellenálljanak a hosszabb ideig is eltartó, alacsony rendelési volumenek időszakának, de alapvető fontosságú, hogy felkészültek legyenek, amikor az igazán nagyméretű projektekre kerül sor. Tehát a HydrogenPro is változtat stratégiáján, visszalép a merev ütemtervű gyártókapacitás-bővítéstől és helyette a rugalmas működést, rugalmas gyártást helyezi előtérbe. Ezzel nem mond le az elektrolizáló piacról, hanem közben készül a száz megawatt nagyságrendű projektek megrendeléseire, realizálására, hogy technológiai szempontból és EPC oldalról is megfelelően felvértezett és „ugrásra kész” legyen, amikor nagyberuházást kell levezényelni.



A HydrogenPro CEO-ja egy lúgos elektrolizáló előtt a cég gyártóüzemében. Kép: HydrogenPro.

⁷ E projekt részletei itt találhatóak MHTE: „Beruházói (FID) döntések néhány nagyléptékű hidrogén projekt esetében” <https://www.hfc-hungary.org/beruhazoi-fid-dontesek-nehany-nagylepteku-10-100-mw-hidrogen-projekt-eseten/>

Az említett partnerséget egyébként a HydrogenPro 2024. harmadik negyedévi eredményeivel együtt jelentették be, ahol a cég 6,5 millió USD bevételt ért el, ami az előző negyedévi (4,5 millió USD) bevételhez képest emelkedett, de a 2023. harmadik negyedévi (19,9 millió USD) bevételhez képest jelentősen csökkent. A cég EBITDA-vesztése a második negyedévi -5,9 millió USD-ról -3,4 millió USD-re csökkent.

Forrás:

H₂-View Magazine: From promise to Performance – ITM Power’s pursuit of equilibrium. Issue#55, September 2024.

HydrogenPro [Press Release](#) (2024.11.12., Oslo): HydrogenPro and J.H.K. enter into an exclusive partnership for green hydrogen projects in Germany, Austria and Benelux



Alkálikus elektrolizálók a gyártócsarnokban. Kép: HydrogenPro.

Hidrogén-üzemanyagcellás csuklós busz hazai tesztelése

Ez év október 18-24 között került sor első alkalommal hidrogénüzemű, üzemanyagcellás, csuklós busz tesztelésére Magyarországon. A tesztelt jármű egy Mercedes-Benz eCitaro Fuel Cell, alacsony padlós, 18,1 m hosszú, 3 ajtós csuklós busz volt. A tesztüzem alapvetően Budapesten, illetve az Érd környéki agglomerációban történt a BKV üzemeltetésében, de egy rövidebb időre pl. Debrecenben is – ingyenesen – kipróbálhatta a helyi utazóközönség.

A fővárosban október 8. és 16. között találkozhattak a tesztbusszal az utasok és ingyenesen utazhattak vele a 8E járat vonalán, reggel 6.15 és este 11.00 óra között. A gyártó Daimler Buses bemutatóbuszáról van szó, amelyet Magyarországon az ITE Bus & Truck Kft., a Mercedes-Benz autóbuszok magyarországi importőre bocsátott rendelkezésre. Naponta átlagosan 272,5 kilométert tett meg a hidrogénüzemű, csuklós autóbusz, amely átlagosan 8 kg/100 km hidrogént fogyasztott.

Az eCitaro Fuel Cell egyébként kétféle, 12 és 18 méter hosszúságban érhető el. Természetesen utóbbi a csuklós változat. Egyik érdekessége, hogy meglehetősen



Csuklós üzemanyagcellás busz az egyik budapesti megállóban.

Kép: BKV

kis méretű, mindössze 60 kW-os üzemanyagcella található benne, mivel a cella csak hatótávnövelő (range extender) funkciót tölt be a buszban. Így jóval kisebb akkupakk is elegendő a hajtásláncába, mint a tisztán akkumulátoros változatnál. Ez a csuklós eCitaro Fuel Cell busz 350-400 km körüli hatótávval rendelkezik, amely így napközbeni rátöltés nélkül, 100%-os útvonal-lefedettségével egy az egyben ki tud váltani egy hagyományos, dízelüzemű városi autóbust. A buszhoz a Toyota szállítja az üzemanyagcellát, amelyet hatótávnövelő jellege miatt átlagosan 20 kW teljesítmény környékén, azaz optimális munkapontja közelében üzemeltetnek. A busz akkupakkja természetesen külső elektromos forrásból tölthető, vagyis egyben *plug-in* hibrid jármű is. Főbb műszaki paraméterei:

- utaskapacitás: 137 fő (ebből 47 ülőhely)
- hidrogéntank: Σ 30 kg, összesen 6 db tartályban
- H₂ tárolási nyomás: 350 bar
- H₂ töltési idő: 10-15 perc



Mercedes-Benz eCitaro Fuel Cell csuklós busz a BKV kelenföldi telephelyén 2024 októberében. Kép: magyarbusz.info



- üzemanyagcella: 60 kW (Toyota gyártmány)
- feszültségszint: 400 V
- akupakk: 392 kWh, Akasol (NMC3 típus); töltési teljesítménye max. 150 kW
- meghajtás: 2 db, 125 kW/db (ZF AxTrax AVE) villanymotor; a hátsó (C) és a középső (B) tengely is hajtott; nyomaték: 2 x 485 Nm
- hatótáv: 350-400 km
- jármű bruttó tömege: 29 tonna.

A hidrogénüzemű csuklós busz hazai tesztelését a HUMDA Zrt. koordinálta. Ez a tesztüzem is illeszkedik abba az átfogóbb demonstrációs projektbe, amely már 2023/2024 fordulóján elkezdődött, és amelynek keretében egy évig egy szülő (12 m) hidrogén-üzemanyagcellás buszt a fővárosban, egy másikat pedig hat vidéki nagyvárosban használnak havi váltásban a helyi közlekedési vállalatok. Ezen átfogó projektről, amely lényegében a Nemzeti Hidrogénstratégia „Zöld H₂ Busz” program része, Hidrogén Hírlevelünk [2023/4.](#) lapszámában⁸ írtunk részletesebben. Ez a tesztüzem is a tervek szerint halad: szeptembertől december végéig szakmai konferenciák kísérik a vidéki nagyvárosokban zajló, 1+1 hónapos hidrogénüzemű busz demonstrációt⁹. A hidrogénüzemű busz demó városai: Miskolc, Debrecen, Kecskemét, Kaposvár, Zalaegerszeg és Győr.

A cél jelen esetben is a közvetlen tapasztalatszerzés a csuklós hidrogén-üzemanyagcellás busz üzemeltetéséről, a technológia jobb megismerése, használhatóságának

eCitaro fuel cell 2 doors



Length [mm]: 12.135
Turning circle [mm]: 21.214

Height [mm]: 3.450
Width [mm]: 2.550

eCitaro fuel cell 3 doors



Length [mm]: 12.135
Turning circle [mm]: 21.214

Height [mm]: 3.450
Width [mm]: 2.550

eCitaro G fuel cell 3 doors



Length [mm]: 18.125
Turning circle [mm]: 22.970

Height [mm]: 3.450
Width [mm]: 2.550

eCitaro G fuel cell 4 doors



Length [mm]: 18.125
Turning circle [mm]: 22.970

Height [mm]: 3.450
Width [mm]: 2.550

A Mercedes-Benz eCitaro Fuel Cell elérhető változatai.

Kép: Daimler Buses

vizsgálata a közösségi közlekedésben, a budapesti 8E jelű helyi járat 41 km hosszú vonalán. Fontos szempont volt az adatgyűjtés és ezeknek az adatoknak az összehasonlítása a Zöld Busz Programból származó egyéb üzemeltetési adatokkal. Az elemzések eredménye értékes összefüggéseket és új fejlődési irányokat tár fel.

A Mercedes-Benz eCitaro Fuel Cell busz tankolása ez esetben is a Linde Zrt. IX. kerületi telephelyén, az Illatos úton található hidrogén-töltőállomáson történt.

Forrás:

BKV sajtóközlemény (2024.10.07): Hidrogénmeghajtású autóbust tesztel a BKV.

magyarbusz.info ([2024.10.07](#)): Magyarországon is bemutatkozik a Mercedes-Benz eCitaro G fuel cell.

Hidrogén-üzemanyagcellás csuklós busz nyerte a „Bus of the Year 2025” címet

A fenti cikkhez kapcsolódó érdekesség, hogy idén ősszel „Az év autóbusza” nemzetközi zsűrije a Solaris Urbino 18 Hydrogen modelljének, – azaz szintén egy csuklós busznak – ítélte oda az „Év autóbusza 2025” címet. Az 1989 óta megrendezett verseny történetében először fordult elő, hogy egy hidrogén-üzemanyagcellás jármű nyert. A díjat reprezentáló szobrocskát a hannoveri IAA Transportation kiállítás megnyitóján rendezett gálaesten adták át. A Solaris jelentős szereplő az üzemanyag-cellás buszok piacán. 2023-ban a kontinentális Európában forgalomba helyezett hidrogénbuszok közel fele (44,5%) Solaris jármű volt. Ezúttal a zsűri iparági szakértői díjazták a hidrogéntekológia előnyeit, illetve a Solaris Urbino 18 hidrogén csuklós változatát, amelyet 2022 szeptemberében mutattak be. A Solaris immár

másodszor örülhetett a szakmai elismerésnek, mivel az „Év autóbusza” verseny történetében a Solaris az első olyan vállalat, amely mind akkumulátoros, mind hidrogénüzemű buszával elnyerte már ezt a címet.



A buszba 51 kg hidrogén tankolható és 60 kWh kapacitású (Solaris, LTO) akkumulátorral rendelkezik. Üzemanyagcelláját a Ballard szállítja (100 kW, FC MoveHD+). Hidegindítása -25°C-tól megoldott külső fűtés nélkül. -30 és +50°C közötti hőmérséklet-tartományban üzemeltethető. A meghajtást biztosító villanymotor teljesítménye 240 kW, 1.470 Nm nyomatékkal (csúcsértéke: 2.100 Nm).

⁸ H₂ Hírlevél, 2023/4 (1. o.): „Decembertől egy éven át hét helyszínen tesztel hidrogén-üzemanyagcellás buszokat a HUMDA”.

⁹ A Miskolcon zajlott rendezvényről fényképes beszámoló itt található: „Több mint száz diák vett részt a HUMDA miskolci pályáorientációs napján” <https://humda.hu/green/aktualitasok/tobb-mint-szaz-diak-vett-reszt-a-humda-miskolci-palyaorientacios-napjan-210>



HIRDETÉS



A legmodernebb H₂ technológia a Lindétől

Megoldások a termeléstől az üzemanyagellátásig

Mint a teljes hidrogéntechnológiai know-how-val rendelkező vállalat, biztosítjuk, hogy partnereink zéró emisszióval mozoghassanak.

Innovatív megoldásaink a hidrogén üzemanyag-technológia teljes skáláját lefedik – a gyártástól kezdve a H₂-adagolókon át a H₂-töltőállomásig, az infrastruktúra kiterjed a buszparkok ellátásától, az anyagmozgatáson keresztül, az autók üzemanyagellátásáig.

Szolgáltatásaink széles skáláját a teljes hidrogén értéklánccal is kiegészítjük.

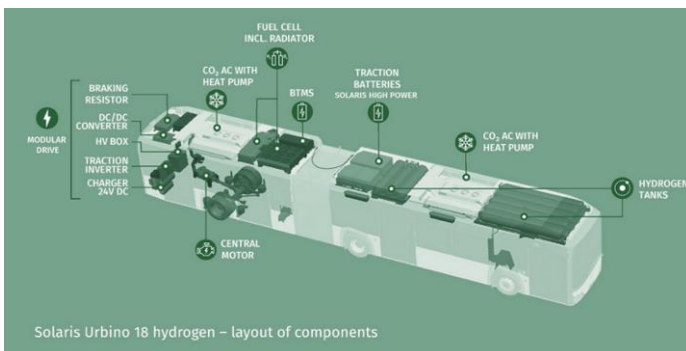
Zéró károsanyag kibocsátás a Linde által.

www.lindegas.hu

A Solaris leírása szerint a busz 600 km-t képes megtenni egyetlen feltöltéssel az e-SORT 2 tesztek energiafogyasztása alapján. A jármű teljes feltöltése körülbelül 20 percet vesz igénybe. Főbb technikai adatai:

- üzemanyagcella: 100 kW
- üzemanyagcella típus: Ballard, FC-move HD+
- max. hatásfok: 57%
- FC becsült élettartama: > 30.000 óra
- hidegindítás: -25 °C-ig (külső fűtés nélkül)
- üzemelés környezeti hőm.: -30 - +50 °C

- hidrogéntank: Type-IV, kompozit, 350 bar
- hidrogéntank kapacitása: 51,2 kg
- akkumulátor: Solaris High Power (tetőn elhelyezve)
- akkumulátor kapacitás: 60 kWh
- akkumulátor kémia: LTO (lítium-titanát)



A Solaris Urbino 18 Hydrogen csuklós busz hajtásláncának főbb részegységei. Kép: sustainable-bus.com



Kép: fuelcellworks.com

Forrás:

Sustainable Bus [E-magazine](https://www.e-magazine.com): Solaris Urbino 18 hydrogen has been elected Bus of the Year 2025

Bemutató rövidfilm: www.youtube.com/watch?v=V6OprKUnNvo
https://www.solarisbus.com/public/assets/content/firma/onas/nowy_profil_firmy/Urbino_18_hydrogen_EN.pdf

A Hyundai is folyékonyhidrogén-szállító tankert épít

Kissé a jövő zenéje még, de a nagy távolságú folyékonyhidrogén-szállítás (LH₂, *Liquid Hydrogen*) pilot szinten máris megkezdődött. A Kawasaki Heavy Industries által épített LH₂ tankerről rögtön kezdeti tervezésekor hírt adtunk [2017. augusztusi](#) H₂ Hírlevelünkben, majd a *Suiso Frontier* névre keresztelt tankerhajó vízre bocsátásáról [2020. áprilisi](#) lapszámunkban (7-8 o.). A *Suiso Frontier* immár sikeresen szállított cseppfolyós hidrogént Ausztráliából Japánba. Ez azt jelenti, hogy a 8.000 km-es tengeri úton sikerült a szállítmány hőmérsékletét -253 °C-on, vagyis cseppfolyós állapotban tartani. A hajó – pilot jellegének megfelelően – még csak 1.250 m³ LH₂ szállítására alkalmas, ami egyelőre jelentősen alulmúlja a valódi kereskedelmi léptékű szállításhoz szükséges kapacitást. A tanker méretének nagyságrenddel történő megnövelésén jelenleg is dolgozik a Kawasaki HI.

A szakirodalom úgy tartja, hogy ilyen jelentős, kontinensek közti szállításra a hidrogénszármazékok (pl. ammónia) alkalmasabbak, de a közelmúltban szintén nagyon jelentősnek tekinthető globális ipari szereplők is komoly szándékokról, előrehaladásról számoltak be a cseppfolyós hidrogén szállítása terén. 2024 szeptemberében a nemzetközileg elismert DNV hajóminősítő cég, a tengerhajózási iparág meghatározó tanácsadója elvi jóváhagyást (AiP, *Approval in Principle*) adott ki a dél-koreai HD Hyundai hajóépítő vállalat számára egy 80.000 m³ kapacitású, cseppfolyós hidrogént szállító tankerhajó terveire. Az AiP szakszerűbb megfogalmazásban egy "elvi beépítési jóváhagyás"¹⁰, ami azért fontos mérföldkő, mert ezáltal az új technológiai koncepció független értékelése valósult meg, és a továbbiakban nem áll jelentős adminisztratív akadály a koncepció megvalósítása előtt. Ennek birtokában a fejlesztés nagyobb biztonsággal folytatható, a technológia a következő időszakban ténylegesen is beépíthető hajókba, természetesen az aktuálisan szükséges és esedékes további engedélyezési fázisoknak megfelelően.

A hajtáslánc és a tanker-koncepció tervezésében meghatározó közreműködő még a HD Korea *Shipbuilding & Offshore Engineering* (HD KSOE) nevű cég; emellett pedig a szélesebb együttműködésben részt vesz a Woodside Energy, a Hyundai Glovis és a Mitsui O.S.K. Lines. A projektben a kulcskérdésnek számító, nagyméretű tartályokat és szigetelésüket a 3M vállalat – a HD Hyundai-val együttműködésben – fejleszti. A 3M „*Glass Bubbles*” nevű, nagy szilárdságú, kis sűrűségű



A HD Hyundai cseppfolyós hidrogén tankerhajójának látványterve. Kép: HD KSOE.

üreges, üveg mikrogömbjeit használják. Ezek jelentős előnyöket kínálnak a hagyományos kriogén szigetelőanyagokkal szemben a hőszigetelési képesség és a tartósság vonatkozásában. A projekthez 2024 első felében közös fejlesztési megállapodás aláírásával csatlakozott a *Shell International Trading and Shipping* is. A partnerség átfogó célja egy integrált tengeri szállítási értéklánc kialakítása nagy mennyiségű folyékony hidrogén szállítására. Az elképzelések szerint a 2030-as évekre valódi kereskedelmi méretű, gazdaságosan alkalmazható LH₂ tankert építenek, amely megkönnyíti a hidrogén interkontinentális szállítását.

A hajót a HD Hyundai új, nagyméretű, fejlett vákuumszigeteléssel rendelkező folyékony hidrogén-tartályaival és a kettős üzemanyaggal működő (*dual fuel*) HiMSEN motorokkal meghajtott elektromos meghajtási rendszerrel szerelték fel, amely lehetővé teszi a hagyományos dízel és a hidrogén üzemanyag rugalmas felhasználását. Az újonnan kifejlesztett hajótest kialakítása és a rakománykezelő rendszer célja, hogy nagyobb működési hatékonyságot és kereskedelmi rugalmasságot biztosítson. A DNV által 2024 őszén kiadott AiP jóváhagyás (elvi engedély) igazolja, hogy a HD KSOE LH₂-szállító tanker tervezési koncepciója elvileg megfelel a cseppfolyós hidrogén megbízható és hatékony szállításához szükséges biztonsági, környezetvédelmi és műszaki előírásoknak. Az AiP-projekt részeként a DNV részletes és átfogó veszélyazonosítási (HAZID) és környezeti hatásazonosítási (ENVID) tanulmányokat végzett, amelyek kulcsfontosságúak az LH₂-tanker tervezésével és üzemeltetésével kapcsolatos lehetséges kockázatok értékeléséhez, illetve mérsékléséhez.

A fenti két hajóipari óriáscég tehát vezető szerepet tölt be az LH₂ tankerek fejlesztése terén.

¹⁰ Az AiP „elvi beépítési jóváhagyás” alapján bármely hajótervező cég kérheti a konstrukciójára vonatkozó kiviteli szintű jóváhagyást.



Az LH₂-tanker fejlesztés szándéknyilatkozatának aláírási ceremóniája az érintett cégek (HD KSOE, Shell Shipping&Maritime, Hyundai HI) vezetőivel. Kép: Hyundai.

A következőkben megadjuk az eddig ismert kronológiát e tankerek fejlesztése terén:

- 2019-ben állt szolgálatba az első folyékony hidrogént szállító tanker, amelyet a japán Kawasaki Heavy Industries épített. A *Suiso Frontier* névre keresztelt hajó szállítóképessége a technológiai pilot jellegnek megfelelően „csak” 2 x 1.250 m³. Ez alapján a Kawasaki HI azt tervezi, hogy a 2030-as évek elejére megépít egy 160.000 m³ LH₂-kapacitású kereskedelmi tankert. Ebben a projektben a Shell az LH₂-tanker üzemeltetését végzi és ennek keretében a hajó személyzetét is biztosítja
- a Korean Register és a Liberian Registry elvi jóváhagyást (AiP) adott a KSOE, a Hyundai Mipo Dockyard és a Hyundai Glovis hajózási és logisztikai vállalat által kifejlesztett 20.000 m³-es LH₂-tankerre
- 2023-ban a KSOE elvi jóváhagyást (AiP) kapott a DNV-től a tervezett LH₂-tanker innovatív hidrogénrendszerére

- a Mitsui OSK Lines japán hajózási vállalat a KSOE-val és a Hyundai Glovis-szal együttműködve 2030-ra egy 80.000 m³-es LH₂-tankert fejleszt.

Az LH₂ előállításához és fogadásához kapcsolódóan a kikötői infrastruktúrát is tovább kell fejleszteni. Az elsőként említett japán LH₂ projekthez megépült Kobe városban egy 2.500 m³ térfogatú (szférikus) folyékonyhidrogén-tartály, a kapcsolódó lefejtő és tároló kikötői technológiával. A normál kereskedelmi üzemre felkészülve a Kawasaki nem csak a nagyobb befogadó-képességű tankert építi meg a jövőben, hanem egy 50.000 m³-es kikötői fogadóterminált is.



Folyékonyhidrogén-fogadóterminál átadási ünnepsége 2022-ben Japánban, Kobe város kikötőjében. Kép: HySTRA.

Forrás:

- <https://www.dnv.com/news/dnv-awards-aip-to-hd-hyundai-for-80k-cbm-electric-propulsion-liquefied-hydrogen-carrier-an-innovative-solution-to-enable-large-scale-hydrogen-shiping/>
<https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/hyundai-and-shell-to-collaborate-on-lh2-carriers-80952>

Megjelent az Európai Hidrogén Bank második aukciós felhívása (folytatás az 1. oldalról)

Az aktuális felhívás 1,2 milliárd eurót irányoz elő „zöld”, azaz RFNBO-státuszú hidrogén előállításának támogatására. Az idei újdonság, hogy a támogatásra két alrendszerben lehet pályázni:

- 1 milliárd euró áll rendelkezésre zöld hidrogén előállítására, szektorális megkötés nélkül, és
- 200 millió euró dedikáltan a tengerhajózásban felhasználható zöld hidrogén, illetve hidrogén-származékok – főként az ammónia és a metanol – előállítására.

A leglényegesebb feltételek közül az nem változott az aktuális kiírásban, hogy most is fix prémium típusú támogatásra és 10 éves időtávban lehet pályázni. Az igényelhető prémium maximum értékét azonban a T&C

[1] dokumentum most – mindkét pályázati alrendszerben azonosan – 4,0 €/kg_{H₂} értékben határozta meg, ami némi csökkenés a 2023-as 4,5 €/kg_{H₂} értékhez képest. (Ez némileg kedvezőtlen, de nem annyira, mint a T&C egy korábbi, 2024 áprilisi változata, amely szerint csak max. 3,5 €/kg_{H₂} lett volna elérhető.) Természesen az sem változott, hogy a pályázatok elbírálását az ajánlati ár határozza meg, azaz a legalacsonyabb zöldhidrogén-előállítási prémiumot igénylők lesznek a nyertesek. Lényeges változás viszont, hogy a mostani árverési keretösszeg összesen 400 millió euróval meghaladja a tavalyi (2023-as) kiírást, de a fentiek szerint ebből explicit módon egy 200 millió eurós dedikált keret kifejezetten

a tengerhajózási ágazatban használható fel.

További főbb követelmények: a kiírás max. ötéves határidőt állapított meg a projektek üzembe helyezésére, valamint legfeljebb 2,5 éves határidőt a végső beruházási döntés meghozatalára a projektgazdák által. Mindezek mellett az ajánlattevőknek bizonyos minősítési elvárásoknak is meg kell felelniük, hogy ajánlatukat rangsorolják. A minősítés célja annak biztosítása, hogy az ajánlattevők képesek legyenek a projekt megvalósítására, a projekt kellően kidolgozott legyen ahhoz, hogy időben megvalósulhasson, illetve megakadályozzák a spekulatív ajánlattételt.

Újdonság és üdvözlendő, hogy az aktuális kiírás szerint a pályázóknak bizonyítaniuk kell, hogy projektjeikhez a szükséges kapacitás 25%-át nem meghaladó mértékben vásárolnak csak kínai elektrolizálókat. Az ugyanis kontraproduktív és az első aukció tapasztalatai ebbe az irányba mutattak, hogy az európai közpénzen alapuló támogatásból domináns mértékben kínai elektrolizálótechnológiát vásárolnak az európai hidrogénpiaci projektgazdák. Ez az előírás lényegében a *Net Zero Industry Act* végrehajtásának egyik kézzelfogható megnyilvánulása¹¹. Az európai és nemzetközi biztonsági¹² és kiberbiztonsági szabványoknak való megfelelés szintén kötelező követelmény. Ami negatívum az aktuális T&C feltételekben, hogy elmaradt az inflációhoz való indexálás (is), ami az áringadozások esetén további bizonytalanságot okozhat.

A szükséges finanszírozási háttér idén is az Innovációs Alap (*ETS Innovation Fund*) biztosítja, amely a világ egyik legnagyobb finanszírozási programja az innovatív, alacsony széndioxid-kibocsátású technológiák bevezetésére. Az Innovációs Alap célja, hogy bemutassa és kereskedelmi forgalomba hozza az európai dekarbonizációt elősegítő ipari megoldásokat. Az Innovációs Alapot az Európai Unió kibocsátás-kereskedelmi rendszeréből (EU ETS) származó bevételekből finanszírozzák. Az ETS-irányelv 2023-as felülvizsgálata bevezette annak lehetőségét, hogy az Innovációs Alap finanszírozásának odaítélésére versenypályázati eljárásokat (azaz árveréseket) alkalmazzanak.

E második aukciós felhívás is csak a „zöld” (pontosabban: RFNBO) hidrogén finanszírozására vonatkozik. Ezt megelőzően jelentős ipari szereplők és civil szakmai szervezetek – köztük Egyesületünk – csatlakoztak ahhoz a 2024 októberi kezdeményezéshez, amely arra kéri az EU-s szakpolitikuskokat, hogy a jövőben a zöld mellett a nem fosszilis alapú (pl. nukleáris eredetű) villamos energián alapuló, low-carbon hidrogénelőállításra is terjesszék ki a European Hydrogen Bank támogatását. E kezdeményezés nyílt levelének magyar nyelvű fordítása honlapunkon is megtalálható¹³.

Nagyon szigorúak maradtak az EHB aukciójának kumulációs szabályai (*cummulation rules*). Ez azt jelenti, hogy az Innovációs Alapból korábban támogatásban részesült projektek kizárhatók az EHB árverésen való részvételből. A legtöbb esetben a hidrogénelőállítóknak – néhány szűken meghatározott kivételtől eltekintve – tilos az árverésből származó támogatást más állami és uniós finanszírozással kombinálniuk ugyanarra a projektre. Ez egyébként komoly probléma, akár alá is áshatja az EHB eszköz versenyképességét.

	2023-as „pilot” aukció	2024-es (második) aukció
Pénzügyi keret	800 millió €	1 200 millió €
Végfelhasználó	nincs prioritizálás	két keret: - általános: 1 mrd € - tengerhajózási: 200 m €
Megvalósítási határidő	5 év	5 év, de 2,5 éven belül FID elérése
Max. támogatás	4,5 €	4,0 €
Megvalósítási biztosíték	4%-a a teljes támogatási értéknek	8%-a a teljes támogatási értéknek
Aukciós áru	RFNBO státuszú hidrogén, elektrolitikus alapon előállítva (a RED-II irányelvnek és kapcsolódó rendeleteknek megfelelően)	
Egyéb állami támogatásokkal való kumuláció lehetősége	Nincs kumulációs lehetőség ugyanazon költségekre, de bizonyos rugalmasság elérhető a felvásárlók és az infrastruktúra vonatkozásában	

Forrás: Hydrogen Europe és saját szerkesztés

¹¹ A nyertes projekteknek kötelező lesz nyilvánosságra hozni az alkalmazott elektrolizálók eredetét. Amennyiben egy támogatást nyert projektgazda későbbi ellenőrzése során kiderül, hogy a meghatározott mértéknél (25%-nál) magasabb arányban alkalmaz nem európai gyártmányú elektrolizálót a projektjében, akkor a támogatási összeg csökkentésével vagy a támogatás megszüntetésével büntethető.

¹² Pl. ISO 22734:2019 Hydrogen generators using water electrolysis – Industrial, commercial, and residential applications.

¹³ https://hfc-hungary.org/tan/LCH_electrolytic_H2_support_from_European_Hydrogen_Bank_Open_Letter_HUN.pdf

Megváltozott és jelentősen szigorodott, duplájára (4 → 8%) nőtt a megvalósítási biztosítékadási kötelezettség. A projektgenerálásba pedig beépítésre került egy új mérföldkő, amely szerint a nyertes projektgazdáknak – a támogatási okirat aláírásától számítva – 2,5 éven belül el kell érni a pozitív beruházói döntés (FID), illetve pénzügyi zárás fázisát. A köztes mérföldkő, valamint a – később részletezett – szankcionálási lehetőségek mellett talán már túl szigorúnak is tekinthető a jelentősen megemelt megvalósítási biztosíték mértéke.

A második árverés átfogóbb szankció-rendszert vezet be. Most először a szerződéses szankciók nemcsak a projekt teljesítményre vonatkoznak (pl. ha a valóságban esetleg kisebb elektrolizáló kapacitás kerülne beépítésre, kisebb hidrogéntermelés valósulna meg stb.), hanem a konkrét kritériumoknak való meg nem felelésre is, mint például a pénzügyi zárás elmulasztása az előírt határidőn belül, vagy a biztonsági és kiberbiztonsági előírások be nem tartása. Ezek az intézkedések azt tükrözik, hogy az Európai Bizottság fokozott figyelmet fordít annak biztosítására, hogy a támogatott projektek teljesítsék mind a műszaki, mind a piaccal kapcsolatos



Innovation Fund fixed premium auction call 2024 for RFNBO Hydrogen

(INNOVFUD -2024-AUC-RFNBO-Hydrogen)

kötelezettségvállalásokat. Az aukció menetrendje:

- 2024.12.03.: az aukció hivatalos megnyitása. A pályázók ekkortól küldhetik be ajánlatukat az EU „Funding & Tenders” Portálján keresztül. Minden ehhez szükséges dokumentumsablon és információ megtalálható a portálon
- 2024. december közepe: az Európai Bizottság információs napot (Info Day) szervez az aukcióhoz kapcsolódó tudnivalókról. Az egyes Tagállami Információs Kapcsolattartók nemzeti infónapot szervezhetnek az érdekelt felek részére
- 2025. február 20.: az aukció lezárása; a beérkező ajánlatokat a lebonyolító szervezet, a CINEA értékeli
- 2025. május/június: az aukció első eredményeit, a nyerteseket nyilvánosságra hozzák az Innovation Fund weboldalán
- 2025. szeptember/október: a támogatási megállapodások aláírása a nyertesekkel.

Forrás:

[1] European Commission: Innovation Fund IF24 Auction Terms and Conditions. [Version 0.2](#)

[2] Auction call for proposals. Innovation Fund fixed premium auction call 2024 for RFNBO hydrogen.

https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/innovfund/wp-call/2024/call-fiche_innovfund-2024-auc-rfnbo-hydrogen_en.pdf

Oktatói képzés hidrogénmobilitási területen

Az IKK Nonprofit Zrt. (IKK) látja el a hazai szakképzésben oktatók képzésének, továbbképzésének országos, stratégiai szintű tervezését, koordinálását, szervezését és folyamatos felülvizsgálatát. Az őszi folyamán az IKK honlapjára, illetve választható képzési kínálatába felkerült a „Hidrogénmobilitás alapjai” című, 20 órás, 50-50%-ban elméletet és gyakorlatot tartalmazó képzés, amelynek ötletgazdája és koordinátora a HUMDA Zrt. (A képzés azonosító száma: 2OKT275-31/24.) E képzés az IKK Oktatói Továbbképzési Rendszerben (OTR-ben) jelent meg, amely egy új szakmai támogató eszköz a szakképzésben résztvevő oktatóknak és intézményvezetőknek.

A képzés elméleti részében Egyesületünk két tagja, szakértője is tartott előadást, a gyakorlati képzés pedig részben a Toyota Europe Hungary budaörsi műhelyében, részben a Linde Zrt Illatos úti hidrogéntöltőállomásán zajlott. Jogszabályi követelmények szerint a szakképzésben résztvevő oktatóknak és intézményvezetőknek négyévente legalább 60 óra továbbképzésen kell részt venniük. „A Hidrogénmobilitás

alapjai” címet viselő képzés ebbe beszámítható. Szerencsére sokan választották. Az OTR oktatási rendszer jogi háttérét a szakképzésről szóló 2019. évi LXXX. törvény és az ennek végrehajtásáról szóló 12/2020. (II. 7.) kormányrendelet adja.



Illusztráció: preparált üzemanyagcella a Fáy András Technikum oktatóműhelyében és akkumulátorszerelés ugyanitt. Kép: MHTE

Forrás: HUMDA Zrt. és IKK OTR - <https://ikk.hu/otr>



Németország Erőműstratégiája és tervezett hidrogénvezeték-hálózata

2024 februári hír volt, hogy Németországban az érintett jogalkotók megállapodtak az Erőműstratégia (*Power Plant Strategy | Kraftwerksstrategie*) főbb elemeiről, amelynek kidolgozása 2023-ban kezdődött. Ezt követően idén májusban a német kormány ismertette a főbb pontokat, de a végső erőművi stratégia még nem került bemutatásra. Központi eleme viszont az új hidrogénüzemű vagy *hydrogen ready* gázerőművek támogatása.

A stratégiában megfogalmazott erőműigény a villamosenergia iránti kereslet és a csúcsterhelés várható növekedése miatt, valamint a szén-erőművek kivezetése részeként merült fel az évtized végéig. A fejlesztések pontos mértéke számos tényezőtől függ; a stratégia korai változata még 25 GW-ról (!?) beszélt, de a 2024-es továbbtervezésnél ezt megfelezték és jelenleg 12,5 GW-ra tervezik a szabályozható erőművi kapacitást. A stratégia társadalmi konzultációja során a konkrét megvalósítás, azaz az erőműépítési pályázati dokumentáció tervezetét tették közzé 2024 őszén. Eszerint 2025 elején jelenhetnek meg a tényleges pályázati kiírások az erőművek létesítésére, amelyek támogatást is tartalmaznak - egyebek mellett a beruházási költségekre, valamint a hidrogén és a földgáz közötti üzemeltetési költségek különbségére, évi 800 teljes terhelési üzemórára.

Az erőművi projektek túlnyomórészt a hálózat (VER) szempontjából fontos Dél-Németországban („*grid-technical south*”) épülnének, hogy csökkentsék a megújuló erőművek kényszerű átmeneti leállítását (*redispatch*) és segítsék a villamos hálózat stabil működését. Erre jelentős részben azért van szükség, hogy ellensúlyozni lehessen a megújulóenergia-kapacitás egyenetlen eloszlását. A megújuló kapacitás Észak- és Kelet-Németországban a legnagyobb, ahol a megújuló energia termelőket már rendszeresen le kell állítani a hálózati túlterhelések elkerülése érdekében, míg máshol a fosszilis erőműveket kell felterhelni. A *redispatch* Németországban évi több milliárd euró költséget okoz. Tekintve, hogy e program állami támogatásokat is tartalmaz, a német kormány korábban már egyeztetett az Európai Bizottsággal és 2024 júniusában meg is kapta a jóváhagyást.

A stratégia keretében létesítendő 12,5 GW erőművi kapacitás és 500 MW hosszú távú tárolói kapacitás a következő három pillérré épül:

- I.) 7,5 GW hidrogénüzemű (illetve *hydrogen ready*) erőmű létesítése, amelyből
- 5 GW új, *hydrogen ready* erőmű, azaz földgázos erőmű, amely átalakítható H₂-üzemre. Ezeknek

az üzembe állásuktól számított 8 éven belül át kell állniuk hidrogénre

- 2 GW modernizált földgázüzemű erőmű, amelyeket *hydrogen ready*-vé kell tenni (*H₂-sprinter plants*). Későbbi lépcsőfok lesz majd – egyelőre meg nem nevezett időpontban –, amikor ezeket az erőműveket hidrogénüzeművé fejlesztik tovább
 - 500 MW olyan erőmű, amely már megépítéskor tisztán (100%) hidrogénnel működik
 - 500 MW hosszútávú energiatároló, amely 72 órás ciklusban hozza a névleges teljesítményt.
- II.) További 5 GW új gáztüzelésű erőmű – de ez a pillér nem volt része a 2024 őszi konzultációnak.
- III.) Átfogó kapacitás-mechanizmus kidolgozása 2028-ra (*Capacity Mechanism*) azon erőművek számára, amelyek az első két pillér keretében támogatást nyernek.

A pályázati eljárást tekintve mindez két külön aukciós fordulóban zajlik. Az elsőben 5 GW új, *hydrogen ready* (hidrogénképes) gázerőművet és 2 GW *hydrogen ready* „korszerűsítést” írnak ki. Ezeknek az erőműveknek az üzembe helyezésüktől, illetve a korszerűsítésüktől számított nyolcadik évtől át kell állniuk zöld vagy kék hidrogénre. Ezenkívül 500 MW-os pályázatot írnak ki a közvetlenül tiszta hidrogénnel működő erőművekre és egy pályázatot 500 MW-os hosszú távú energiatárolóra. A második fordulónak biztosítania kell a villamosenergia-ellátás biztonságát a csekély szél- és naperőműves termelési időszakokban. Ehhez további 5 GW gáztüzelésű erőműkapacitást bocsátanak majd árverésre.

A német villamosenergia-hálózatban jelenleg strukturális szűk keresztmetszetek vannak, jellemzően az észak és északkelet felől az ország déli és nyugati területeire irányuló energiaátvitelben. Ebből a szempontból a hálózati szűk keresztmetszetektől délre eső erőművek megépítése a legfontosabb. Az átviteli hálózatüzemeltetők jelenlegi tervei szerint azonban elsősorban e szűk keresztmetszetektől északra várható hidrogénhálózat, így egy észak-németországi helyszín lenne optimális ilyen típusú erőmű(vek) számára. E szempontok miatt az erőművek rendszeroptimalizált elhelyezése komoly koordinációs feladatot jelent. Az Erőműstratégia lényege tehát az, hogy a hagyományos villamosenergia-hálózat a megújuló energiával termelt áram minél nagyobb hányadát be tudja fogadni, ugyanakkor a kevésbé szeles, vagy napos

időszakokban biztosítani tudja a megfelelő mennyiségű energiát.

Részben a fentiekhez kapcsolódó és hasonlóan fontos hír, hogy a Szövetségi Hálózati Ügynökség (*Federal Network Agency*) 2024.10.22-én jóváhagyta a németországi hidrogén-törzshálózat (*core network*) kiépítését. Eszerint Európa legnagyobb hidrogén-hálózata, a jövő energia-rendszerének fontos pillére 2032-re épül meg.

A most jóváhagyott hidrogén-törzshálózat főbb adatai: a törzshálózat teljes hossza 9.040 km és főként (kb. 60%-ban) átalakított földgáz-vezetésekből áll. A beruházási költségek 18,9 milliárd eurót tesznek ki. A betáplálási és kitérési kapacitás mintegy 101 GW, illetve 87 GW. A gáz TSO-kat érintő intézkedéseken kívül tíz DSO törzshálózat-üzemeltető infrastruktúráját is jóváhagyták (468 km). A törzshálózat révén 2032-re egy egész Németországra kiterjedő, bővíthető, hatékony és gyorsan megvalósítható hidrogénhálózatot lehet létrehozni. Annak érdekében, hogy a projektek megvalósítása rugalmasabbá váljon, az EnWG lehetőséget biztosít az egyes jóváhagyott törzshálózati beruházások elhalasztására is, ha bizonyos intézkedések csak később, 2037-ig bizonyulnak szükségesnek, például a hidrogénpiac lassabb fejlődése miatt.

A mostani, 2024 őszi jóváhagyás természetesen nem előzmény nélküli. 2020 januárja óta az átvitelrendszer-üzemeltetők aktívan dolgoztak a német hidrogénhálózat fejlesztésén. A korábbi megfontolások és tapasztalatok közül sokat beépítettek a hidrogén-törzshálózat tervezésébe és kialakításába. A szállítási hálózat-használati díjakra kezdetben „ársapkát” alkalmaznak majd, hogy a korai piaci fázisban a viszonylag kevés H₂-hálózathasználónak ne okozzon túlzott terhet az eleinte még fajlagosan magas díj.

A mellékelt térképen látható a jóváhagyott törzshálózat. Ugyancsak látható, hogy 13 határkeresztező pont kerül kiépítésre más európai országokkal a terv keretében, hogy a német import hidrogénigények vezeték útján is kielégíthetők legyenek.

A jóváhagyást követően az átvitelrendszer-üzemeltetők megkezdik a törzshálózat kiépítését. Az első vezetéseket már jövőre át kell állítani hidrogénre. Mindemellett a hidrogén piaci modelljére vonatkozó szabályozást részleteiben is ki kell még dolgozni, beleértve a szállítási kapacitások értékesítését is. Ezenkívül a jövőbeni piaci szerepek, például a tárolás, különösen a piac felfutási szakaszában, még nem kellően tisztázottak, így e területen is bőven van még teendő. Ahhoz, hogy a piac összességében sikeresen működjön, fontos, hogy a jogalkotók, szabályozó hatóságok



kép: FNB Gas*

megbízható keretfeltételeket teremtsenek a hidrogén-szektor felfuttatásához mind a termelési, mind a keresleti oldalon. Hangsúlyt kell fektetni továbbá a törzshálózat továbbfejlesztésére, hogy a villamosenergia-, a földgáz- és hidrogénhálózat integrált fejlesztéseinek részeként (2. szakaszban) további igényeket és helyszíneket is figyelembe lehessen venni. Az elosztóhálózatok átalakítása fontos része annak, hogy a hidrogénhálózatot az ország területének egészére kiterjedően lehessen fejleszteni.

Forrás:

Enerdata: Germany starts consultations on tenders for hydrogen-ready gas-fired power plants (letöltés: 2024.11.30.) <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/germany-starts-consultations-tenders-hydrogen-ready-gas-fired-power-plants.html>

EWI Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln: The Power Plant Strategy 2026: Goals and challenges. (letöltés: 2024.11.30.) <https://www.ewi.uni-koeln.de/en/publications/the-power-plant-strategy-2026-goals-and-challenges/>

CelanEnergyWire: German govt. to hold first tender for H₂-ready gas plants by early 2025. (letöltés: 2024.11.23.) <https://www.cleanenergywire.org/news/german-govt-hold-first-tender-h2-ready-gas-plants-early-2025>

* Az FNB Gas a gázhálózati átviteli irányítókat tömörítő szakmai ernyőszervezet. <https://fnb-gas.de>

Tagvállalati bemutatkozó

Új vállalati tagjaink bemutatkozó sorozatának keretében most a GanzPlan Kft. – főként - hidrogénnel kapcsolatos tevékenységeiről, terveiről olvashatnak – a Szerk.

A GanzPlan Hungária Kft. 1990-ben alakult vasúti járműtervezési, általános gépipari tervezési, valamint mérnöki szolgáltató és kereskedelmi tevékenységre. Fő feladatunk a rendszerek, alrendszerek tervezése, különböző típusú gépek, járművek konstrukcióinak előtervezése, gyártási tervezése, kiviteleztetése, mozdonyok remotorizációs tervezése. Cégünk több nagyobb projektben is részt vett. Ilyenek a „Vili” akkumulátoros villamos motorkocsi tervezése, rádiótávírányítás M47 és M44 mozdonyhoz, MX/A HÉV korszerűsítése, Volvo 7700 B9L átalakítása villamos hajtásra.

A GPH Kft. és a hidrogéntechnológia: a vasút és busz közlekedés számára világszerte egyre fontosabbá válik a CO₂ kibocsátásmentes, megújuló energiaforrások használata, így cégünk számára is előtérbe került az ilyen rendszerek használata. A GPH nagy lehetőségeket lát a hidrogéntechnológia alkalmazásában, ennek jegyében több különböző, hidrogénhez köthető rendszer koncepciójának kidolgozásával is foglalkozik.

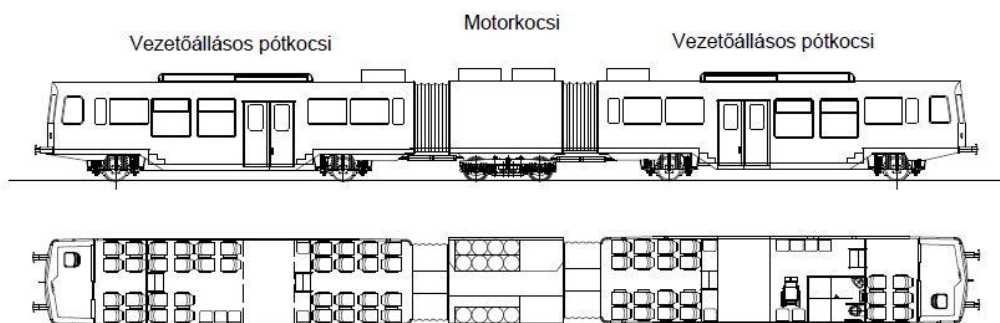
Alacsony tengelyterhelésű motorvonat koncepció: a magyar vasúti hálózat jelentős része olyan mellékvonal, amelyet csak igen alacsony tengelyterhelésű vonatok használhatnak (14-16 t). A meglévő hidrogénüzemű motorvonatok (Stadler RS Zero, Alstom Coradia iLint, Stadler Flirt H2, Siemens Mireo Plus H) messze meghaladják ezt a tengelyterhelési szintet. A GPH ezért kidolgozott egy koncepciót 14 tonnás tengelyterhelés alatti motorvonatra.

A motorvonat három részből áll, két vezetőállásos pótkocsiból és egy „motorkocsiból”. A motorkocsiban

találhatók a hidrogéntartályok, amelyek a motorkocsi két oldalán helyezkednek el. Összesen 12 db, egyenként 14,2 kg hidrogén tárolását teszik lehetővé. A motorkocsi tetején található az LT-PEM típusú tüzelőanyagcella, amelynek teljesítménye 370-400 kW. Az akkumulátorok, inverterek és egyéb elektronikus és pneumatikus rendszerek is itt kerülnek elhelyezésre. A motorvonat maximális sebessége 100 km/h, hatótávolsága 7-800 km, és 60-70 személy szállítására alkalmas, részben alacsonypadlós, kerekesszékesek és biciklik szállítására is alkalmas. A tervezésben az Óbudai Egyetem is közreműködik.

Vasúti mobil hidrogén-töltőállomás: a hidrogénüzemű hajtással történő közlekedés egyik sarokköve a járművek hidrogénnel való feltöltése. A GPH Kft. javaslata egy vasúti kocsira szerelhető, mobil hidrogén-töltőállomás elkészítése. A vasúti kocsikat hidrogéntöltésre létrehozott telepen megtöltik, majd ezeket a kocsikat vasúton elszállítják az olyan állomásokra, ahol a hidrogénüzemű vonatok töltése szükséges. A rendszer előnye, hogy akár több tucat mobil hidrogéntöltő-kocsi is szállítható egyszerre. Emellett használható a vasúti áruszállításban is úgy, hogy a tehervonathoz csatolnak egy ilyen mobil hidrogéntöltő-kocsit, amelynek segítségével a hidrogénhajtású jármű bárhol újratölthető, így gyakorlatilag a hatótávja a sokszorosára növekszik.

Összefoglalva, célunk egy olyan jármű előtervének elkészítése, amelyik a kis teherbírású mellékvonalak korszerű közlekedését tudja biztosítani, lásd az 1930-as években kifejlesztett Árpád motorvonat családot.



További információ: GanzPlan Hungária Kft.

Surányi Sándor, ügyvezető igazgató

Virág Márton László, tervezőmérnök

1089 Budapest, Gaal Mózes u. 5-7.

gph@gph.hu

www.gph.hu

tel. +36-1/333-1332, +36-1/303-6287.