H2 - HIDROGÉN HÍRLEVÉL

A Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület hírlevele

Alapítva: 2011-ben. **2024/2. – június**

Tartalom

Az Európai H_2 Bank első árverésének eredményei ...……1

750 millió $ támogatás az USA-ban hidrogéntechnológiákra ……...….4

Hidrogéntartályok ……..6

Hidrogén (együtt)égetésre képes gázturbinák hazai telepítési lehetőségei ……...……....9

Az Uniper föld alatti hidrogéntároló projektje 2030-ra működőképes ….11

Nukleáris alapú hidrogéntermelés 14

Vállalati együttműködések a szilárd-oxidos technológiák (SOFC) terén..17

Ammónia erőművi együttégetése Japánban ……...18

Finomítói hírek ……20

Net Zero Industry Act ……21

Tagvállalati bemutatkozó ……22

Kiadja:

Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület

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

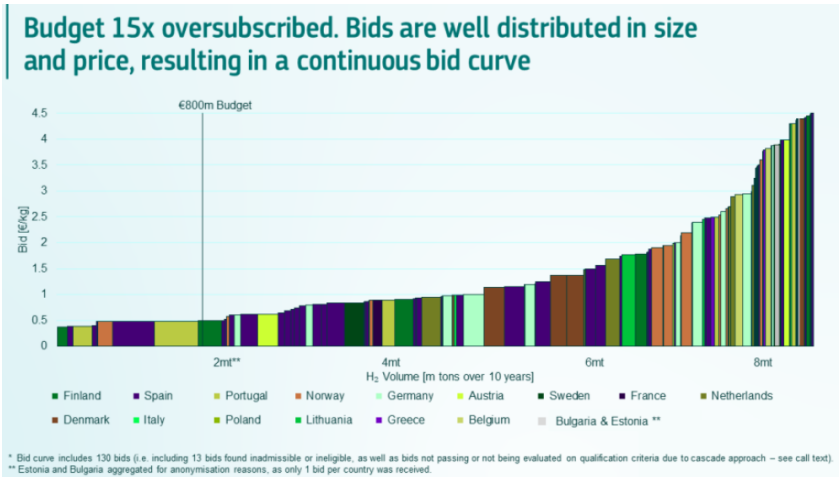
Szerkesztők:
Dr. Bogányi György ✝
Mayer Zoltán

Felelős kiadó:
Dr. Tompos András

az MHT Egyesület
Hydrogen Europe tagja

Az Európai H_2 Bank első árverésének eredményei

2024.04.30-án az Európai Bizottság, pontosabban az Európai Hidrogén Bank aukcióját menedzselő ügynöksége, a CINEA nyilvánosságra hozta az első, még kísérleti jellegű árverésének részletes eredményeit, amelynek keretében 7 megújuló alapú (zöld) hidrogén projekt nyert 720 millió € támogatást. Érdekesség, hogy a sokszorosan (~15x) túljegyzett árverésen a nyertesnek minősülő ajánlati árakban az igényelt prémium összegei (0,37 – 0,48 €/kg$_{H2}$) nagyon jelentősen alatta maradtak a kiírásban szereplő max. 4,5 €/kg$_{H2}$ értéknek. Ez a cikk az aukció főbb tapasztalatait, a nyertes projekteket, valamint két olyan EU tagállamot mutat be, amelyek az Európai Hidrogén Bank aukciós szolgáltatását (*Auction as a Service*, AaaS) is igénybe veszik, és ez alapján nemzeti forrásból támogatják az európai szinten nem nyertes hidrogénprojekteket saját országuk területén. *Folytatás a 2. oldalon.*



Aukciós árgörbe az ajánlatok által igényelt prémium alapján. Kép: CINEA

Hidrogén és NH_3 hagyományos erőművekben

Ebben a lapszámban három olyan cikk is található, amely hidrogén, illetve hidrogénszármazék, nevezetesen ammónia hagyományos (jelen értelemben: nem tüzelőanyag-cellás) erőműben történő alkalmazásáról szól. Az egyik cikk ráadásul magyar vonatkozású, mert az MVM is vizsgálja hidrogén (együtt)égetésre képes gázturbinák hazai telepítési lehetőségeit – *ez a cikk 9. oldalon található.*

Meglehetősen nagyszabású, ammónia (együttégetési) pilot projekt kezdődött Japán legnagyobb kapacitású (4,1 GW) szén-erőművében. Az import zöld ammónia együttégetésével járó erőművi technológiai demonstráció mellett a tengeri beszállításon alapuló NH_3 import ellátási láncot is tesztelik ezáltal – *e cikk a 18. oldalon található.*

Harmadik témaként a nukleáris erőművekben termelt hidrogén lehetőségével foglalkozunk. Ennek keretében részben magas hőmérsékletű elektrolizálók (HTE), részben hő (termokémiai) alapú H_2 előállítás van a fókuszban – *lásd 14. o.*

Az Európai Hidrogén Bank első árverésének eredményei *(folytatás az 1. oldalról)*

A Hidrogén Banktól most elnyert, fix prémium formájú támogatás 10 évre szól és ezen időszak alatt a nyertes projektek együttesen 1,58 millió tonna zöld hidrogént fognak előállítani. Az Európai Hidrogén Bank támogatásához a pénzügyi fedezetet az EU kibocsátás-kereskedelmi (ETS) rendszeréből, annak Innovációs Alapjából (*Innovation Fund*) biztosítják, áthidalva a jelenlegi előállítási költségek és a hidrogén végfelhasználók által fizetni kívánt ár közötti árkülönbséget.

Mint korábban már írtunk róla, a H_2 Bank első aukcióját 2023.11.23-án nyitották meg és 2024.02.08-án zárták le, az előre meghirdetett, 800 milliós eurós támogatási keret terhére. Az aukcióra 132 projekt nevezett összesen 17 országból, amelyek 90%-a volt formailag is megfelelő; azaz 119 projekt aukciós ajánlatát kellett sorba rendezni az ajánlati áruk alapján.

Végül az ajánlati árak és mennyiségek, valamint a teljes aukciós büdzsére figyelemmel 7 projekt nyert. Földrajzi megoszlását tekintve a nyertes projekt közt 3 spanyolországi, 2 portugál, 1 norvég és 1 finnországi található. Mennyiségi oldalról is Spanyolország kiugró eredményt képviselt, mert esetében az innen benyújtott projektek együttesen 2,8 milliót tonna hidrogént tettek ki (a 10 éves periódusra), míg a mennyiségi szempontból második Németország esetében ez már „csak" 1,0 Mt volt, amit Portugália követett 0,98 Mt értékkel.

Project	Coordinator	Country	Bid volume (kt_H2/ 10 yrs)	Bid capacity (MWe – Mega watts electric)	Expected GHG avoidance (kt_CO2/ 10 yrs)	Bid price (EUR/ kg)
eNRG Lahti	Nordic Ren-Gas Oy	Finland	122	90	836	0.37
El Alamillo H2	Benbros Energy S.L.	Spain	65	60	443	0.38
Grey2Green -II	Petrogal S.A.	Portugal	216	200	1477	0.39
HYSENCIA	Angus	Spain	17	35	115	0.48
SKIGA	Skiga	Norway	169	117	1159	0.48
Catalina	Renato Ptx Holdco	Spain	480	500	3284	0.48
MP2X	Madoquapower 2x	Portugal	511	500	3494	0.48

A European Hydrogen Bank első zöld hidrogén aukciójának nyertes pályázatai. Forrás: Európai Bizottság sajtóközleménye, 2024.04.30.

Külön érdekesség, hogy a nyertes projektgazdák által igényelt prémium 0,37 – 0,48 €/kg$_{H2}$ között található, ami jóval a – kiírásban szereplő - 4,5 €/kg$_{H2}$ felső ajánlattételi határ alatt van. E meglepően alacsony támogatási igényt a Hydrogen Europe azzal kommentálta, hogy ezen adatok nem jelentenek újdonságot például a megújulóenergia-ágazathoz képest: a piacon nagy a verseny, de arra számítanak, hogy az árak emelkedni fognak, majd csökkenés és hosszú távon stabilizálódás következik be. A kiválasztott projektek méretbeli és földrajzi elhelyezkedésének sokfélesége azt mutatja, hogy a versenyképesség és az innováció elsőbbséget élvezett a mennyiséggel szemben. Fontos még kiemelni, hogy az ajánlati árak abszolút értékben 5,8 – 13,5 €/kg$_{H2}$ között voltak; legalacsonyabbak spanyol és görök projektek esetében, a legmagasabbak francia és lengyel projektek esetében adódtak.

A megadott adatokból látható, hogy igen nagy volt az érdeklődés (119 érvényes projektből mindössze 7 db nyert), és így sokszoros (kb. 15-szörös) volt a túljegyzés a mostani akciós körben rendelkezésre álló 800 millió eurós kerethez képest. A nyertes projektek együttesen – a 10 évre szóló - támogatási időszak alatt ~1,58 millió tonna zöld hidrogént fognak előállítani, és ez kb. 1,5 GW elektrolizáló kapacitás kiépítését jelenti. (Ez azért érdekes indikátor, mert a zöld hidrogén előállítás – az EU jelenlegi szabályrendszere alapján – gyakorlatilag csak elektrolízis alapú előállítás lehet.)

A 7 kiválasztott nyertes projekt most megkezdi a CINEA ügynökséggel kötendő egyedi támogatási megállapodások előkészítését. Ezeket a megállapodásokat várhatóan legkésőbb 2024 novemberéig aláírják.

EMLÉKEZÜNK - Dr. Bogányi György (1954-2024)

Sajnálatos gyászhírt kell közülnünk: a Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület egyik alapítója, kezdetektől elnökségi tagja, valamint a Hidrogén Hírlevél egyik szerkesztője Dr. Bogányi György, 2024 áprilisában elhunyt. Szakmai és emberi értelemben is nagyon jelentős veszteséget szenvedett ezzel Egyesületünk, valamint a hazai hidrogén szakma. Az elsők közt volt, aki felismerte a hidrogén, illetve a hidrogéntechnológiák jelentőségét, a bennük rejlő lehetőségeket, összefüggésben az átalakuló energetikai és mobilitási szektorokkal is. Már az első hazai, de igazából a CEE régiónkban is első, 2006-os budapesti nemzetközi hidrogén-konferencia szervezésében már részt vállalt. Az első (2009-2010) – még az NKTH által finanszírozott - Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Technológiai Platform egyik vezető szakmai tanácsadója volt. Korát jelentősen megelőzve már 2009-től kidolgozott terve volt egy üzemanyag-flexibilis tüzelőanyag-cellás (pilot) kiserőmű hazai létesítésére, vizsgálatára. Az Egyesületet aktív vállalati tagságán túl is számos eszközzel segítette, amelybe bele értendő még családtagjainak segítsége is, például a H_2 Hírlevél nyelvi lektorlásában, az Egyesület egyes arculati elemeinek kidolgozásában is.

Isten veled, Gyuri! Köszönjük a közös munkát, emléked megőrizzük!

Mindeközben az Európai Bizottság tervezi, hogy 2024 novemberében meghirdeti a második EHB aukciót, amely már nagyobb, ~2,2 milliárd € értékű lesz, és a mostani, „pilot" jellegű árverés tanulságait is felhasználja majd. A második aukció elindítása előtt további konzultációt folytatnak az érdekelt felekkel. Az elnyert fix összegű támogatást ez esetben is legfeljebb 10 évre kapjhatják meg a tanúsított és ellenőrzött megújuló (zöld) hidrogén-termelésükhöz. A támogatási megállapodás aláírását követően a projektfejlesztőknek legfeljebb 5 éven belül meg kell kezdeniük a termelést, különben elveszthetik a támogatást.

Az ajánlatoknak azt is tartalmazniuk kellett, hogy hány éven belül vállalja a megvalósítást az adott projektgazda. A kiírás alapján – a pályázat érvényességéhez - ez legfeljebb 5 év lehetett, de ezen belül 2,9 év volt a medián értéke annak, hogy a támogatás aláírásától számított mennyi időn belül vállalja az adott pályázó a hidrogén-előállító rendszerének üzembe állítását. A pályázók abszolút domináns hányada alkálikus vagy PEM típusú elektrolizálót, illetve ezek valamilyen kombinációját alkalmazza projektjében, és egyelőre csak a projektek ~1% alkalmazna egyéb elektrolizáló típust. A végfelhasználókat illetően mind a közlekedés, mind az ipar megjelent, amit a kiírás szerint szándéknyilatkozatokkal (LoI / MoU) kellett alátámasztani; és itt érdekes, hogy darabszámát tekintve számottevően több az ipari végfelhasználó, mint a mobilitási, annak ellenére, hogy a közlekedés magasabb árat hajlandó (*'willingness to pay'*) fizetni a hidrogénért.

„Auction as a Service" – tagállami részvétel

A fentiekhez szorosan kapcsolódó hír, hogy Németország után Ausztria lesz a második uniós tagállam, amely az Európai Hidrogén Bank (EHB) aukciós mechanizmusán keresztül saját nemzeti forrásból támogatja majd – 400 millió € összeggel – a hazai zöld hidrogén előállítást. [2] E megoldás megértéséhez tudni kell azt, hogy az EHB aukciós feltételrendszerében lehetőség volt, illetve van a tagállamoknak, illetve az ajánlattevő cégeknek igénybe venni az úgynevezett *„Auction as a Service"* (AaaS) szolgáltatást. Ennek lényege, hogy ugyan a zöld hidrogén aukció során elnyerhető fix összegű prémium támogatás pénzügyi forrása uniós szinten az Innovációs Alap, és ez az aukció uniós szinten zajlik, de az EHB központi forrásából támogatást nem nyert projektek is kaphatnak támogatást – pénzügyi ajánlatuk sorrendjében -, de a saját tagállami forrásból. A projektek csak akkor vehetők figyelembe az AaaS-ben, ha olyan országban vannak, amely úgy döntött, hogy nemzeti rendszert kínál az AaaS-en keresztül. A projekteket először az Innovációs Alap költségvetése alapján veszik figyelembe: ameddig tart az Innovációs Alap költségvetése, az e keretbe – az ajánlati árak alapján – „beférő" ajánlatokat ez a keret támogatja. Ha bizonyos projektek már nem kapnak támogatást ezen a költségvetésen belül, akkor az AaaS keretében kerülnek elbírálásra, azaz a tagállamok e célra felajánlott költségvetéséből támogatják a megfelelő árazással benyújtott ajánlatokat. Az AaaS rendszerhez csatlakozott országok megkapják a területükön megvalósuló projektek – ajánlati ár alapján – rangsorolt listáját. A résztvevő országoknak követniük kell az Innovációs Alap által kiadott projektrangsort (azaz aukciós ár-rangsort), és nem adhatnak hozzá további odaítélési kritériumokat. Természetesen az AaaS támogatott projekteknek is meg kell felelniük az EU-szintű „zöld" (pontosabban: RFNBO) státuszú hidrogén előállítási kritériumoknak a támogathatóság egyik előfeltételeként.

illusztráció: hydrogenfuelnews.com

Ausztria tehát úgy döntött, hogy az Európai Hidrogén Bank aukciójának „AaaS" szolgáltatásával biztosít nemzeti forrásból 400 millió € támogatást a területén tervezett zöld hidrogénelőállítási projekteknek. Ezen projektek esetében is érvényes, hogy a támogatott projekteknek legkésőbb a támogatási szerződés aláírásától számított 5 éven belül üzembe kell állniuk, ráadásul ezt a projektben vállalt névleges kapacitás 100%-ának elérésével kell megtenni. Ausztria aktuális célkitűzése, hogy 1 GW elektrolizáló-kapacitást létesít 2030-ra. A most tervezett támogatás formai és jogi hátteréhez tartozik, hogy a Klímavédelmi Minisztérium (BMK) és a Pénzügyminisztérium (BMF) az EHB AaaS (*Auction-as-as-Service*) rendszerének keretében megújuló hidrogénre vonatkozó aukciós fordulót kíván indítani, hogy a hidrogén előállításának támogatására a hidrogén kilogrammonkénti fix prémiumát biztosíthassa tagállami forrásból. Az erre vonatkozó törvénytervezetet – *„Hydrogen Promotion Act"* - a BMK február végén vizsgálta felül, hogy a nemzeti finanszírozást lehetővé tegye.

A fentiek alapján fontos felmerülő kérdés, hogy egy adott tagállam - pontosabban: résztvevő ország, mivel e rendszerben az Európai Gazdasági Térség országai vehetnek részt és nem csak az EU tagállamok - hogyan válhat részesévé az AaaS-nek, azaz hogyan veheti igénybe az európai szintű aukciót, mint szolgáltatást? Ha egy ország az AaaS-rendszer segítségével támogatást kíván nyújtani a hidrogéntermeléshez, a következő lépéseket kell figyelembe vennie:

- a résztvevő országnak rendelkeznie kell már meglévő támogatási rendszerrel, vagy új támogatási rendszert kell elfogadnia az AaaS számára,
- minden támogatási rendszert a Bizottsággal folytatott állami támogatási eljárás keretében kell jóváhagyni, és meg kell felelnie a CEEAG[1]-nak,
- a résztvevő országoknak biztosítaniuk kell, hogy támogatási rendszereikben szerepeljenek bizonyos elemek (pl. a nyomon követésre, az átláthatóságra, a jelentéstételre és a kifizetésekre vonatkozó rendelkezések, az aukció nemzeti részlegére szánt költségvetés megjelölése). Amint ez megtörtént, elküldik az AaaS használatára vonatkozó nemzeti rendszerekről szóló teljes értesítést. A Bizottság Versenypolitikai Főigazgatósága a bejelentés áttekintését követően, a kísérleti árverés megnyitása előtt döntést hoz a nemzeti rendszerekről.

Az „AaaS" rendszerben a tagállamok önkéntes alapon vehetnek részt. Ennek tagálkami igénybevételének nagy előnye tehát, hogy a tagállamnak nem kell saját aukciós eljárást lefolytatnia, hanem az EHB aukciós eredményei alapján történhet a projektek támogatása.

A téma teljessége kedvéért megemlítjük, hogy Németország volt – már 2023 végi bejelentésével - az első tagállam, amely részt vesz az Európai Hidrogén Bank keretében az EU „aukció, mint szolgáltatás" (AaaS) árverési rendszerében. Ennek keretében Németország 350 millió eurót bocsát rendelkezésre a nemzeti költségvetéséből a németországi hidrogénelőállításra, azon Németországban tervezett projektek számára [3], amelyek az EHB aukciós ársorrendjében a meghatározott támogatási kereten belül nem nyertek EU-szintű támogatást.

Forrás:

[1] European Hydrogen Bank auction provides €720 million for renewable hydrogen production in Europe. European Commission Press Release, 2024.04.30., Brussels. & CINEA: European Hydrogen Bank pilot auction results

[2] H2 View Magazine. Issue #50. April, 2024.

[3] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_5823

750 millió dolláros támogatás az USA-ban hidrogéntechnológiáknak

A USA Energiaügyi Minisztériuma (DoE) március végén jelentette be, hogy az "*Investing in America*" program részeként 24 szövetségi államban, 52 projektre 750 millió dollárt biztosít, hogy jelentősen csökkentsék a tiszta hidrogén költségeit, és erősítsék az USA globális szerepét a fejlődő hidrogéniparban. A támogatott a projektek - amelyeket a kétpárti infrastrukturális törvény (*Bipartisan Infrastructure Law*) finanszíroz - segítenek az elektrolízis technológiák fejlesztésében, valamint a tiszta hidrogén rendszerek és komponenseik gyártási és újrahasznosítási képességeinek javításában, és nem utolsó sorban segítik a munkahelyteremtést egy „jövőálló" szektorban.

A támogatás technológiai kulcsterületei:

- **elektrolizálók:** a teljes támogatási csomag több mint 40%-a (316 m$) az elektrolizálógyártás fejlesztésére megy. E területne 8 projekt részesül támogatásban, amelyek olyan kutatás-fejlesztési és demonstrációs tevékenységet végeznek, amely nagyobb méret-gazdaságosságot tesz lehetővé, beleértve az automatizált gyártási folyamatokat; a feldolgozhatóságot, minőségellenőrzési módszereket az elektrolizálók teljesítményének és tartósságának fenntartása érdekében; csökkentett ritkafém felhasználást, valamint az élettartam végi hasznosítás és újrahasznosíthatóság tervezését,
- **elektrolizáló-komponensek és ellátási láncuk fejlesztése:** a fentiekhez kapcsolódóan, az elektrolizáló-komponensekre és ellátási láncuk fejlesztésére szintén jelentős, 81 m$ összeget fordítanak, összesen 10 kiemelt projekre. A kiválasztott projektek támogatni fogják az amerikai ellátási lánc gyártási és fejlesztési igényeit a kulcsfontosságú elektrolizáló-komponensek, így többek között a katalizátorok, membránok és porózus transzport rétegek tekintetében,
- **modern technológiák és alkatrészeik fejlesztése:** e területen (18 projektre) 72 m$ támogatás jut. A kiválasztott projektek olyan újszerű anyagokat, alkatrészeket és terveket mutatnak be az elektrolizálógyártók számára, amelyek megfelelnek a teljesítmény-, élettartam- és költségmutatóknak (KPI), így lehetővé teszik a költségcsökkentést és élvonalbeli projektek által lehetővé tett gyártási innovációk csökkentik az ellátási lánc kockázatait.

[1] CEEAG: Guidelines on State aid for climate, environmental protection and energy.

Az ilymódon lehetővé tett hosszú távú költségcsökkentés valószínűleg jelentős szerepet fog játszani a DOE *„Hydrogen Shot”*[2] célkitűzésének elérésében,

- **üzemanyagcellák és stack-ek fejlett gyártási eljárásai:** e technológiai területen 5 projekt, összesen 150 m$ támogatást nyert. A kiválasztott projektek támogatják az alacsony költségű üzemanyagcellák nagy sorozatú gyártását az USA-ban, olyan kutatás-fejlesztés és demonstráció révén, amely lehetővé teszi a különböző üzemanyagcella-gyártó és -beszállítói csoportok számára, hogy rugalmasan kezeljék a méretnövelési kihívásaikat és méretgazdaságossági előnyöket érjenek el,

A támogatást nyert projektek földrajzi elhelyezkedése. Kép: DoE EERE

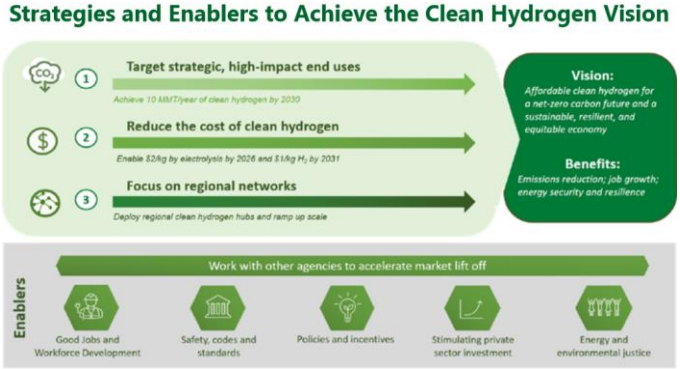
- **üzemanyagcellák ellátási láncának fejlesztése:** e területen 10 projekt, összesn 82 m$-t nyert. Esetükben a cél, hogy a kiválasztott projektek K+F tevékenységet végezzenek az üzemanyagcellák anyagai és alkatrészei hazai ellátási láncának kritikus hiányosságainak kezelésére, valamint olyan fejlett technológiák kifejlesztésére, amelyek csökkentik vagy megszüntetik a per- és polifluoralkil vegyületek (PFAS) szükségességét, ami a technológia környezetkímélő jellegét javítja,
- **újrahasznosítást és nyersanyag visszanyerést végző konzorcium:** e területen csak 1 projekt nyert, 50 m$ támogatást. Ez a finanszírozás egy ipari, tudományos és nemzeti laboratóriumokból álló konzorciumot hoz létre, amely innovatív és gyakorlatias megközelítéseket dolgoz ki a hidrogéntechnológiák és egyes komponenseik újrahasznosítására, anyagvisszanyerés lehetővé tételére. A projekt az egész iparág számára útmutatót alkot az újrahasznosításra, biztosítva a hosszú távú ellátási lánc biztonságát és a környezeti fenntarthatóságát.

Az egyes támogatásokat technológiai területek szerinti megoszlásban és földrajzi megoszlás szerint a mellékelt ábrák mutatják.

Kép: US DoE, Office of Energy Efficiency and Renweable Energy

Hatását tekintve az itt leírt támogatási kör – amely egyébként az érintett cégek saját beruházásaival együtt 1,6 mrd USD értéket tesz ki - azt fogja eredményezni, hogy 14 GW-ra bővül az éves üzemanyagcella-gyártási kapacitás, amely háztartási léptékű tüzelőanyagcellákat és kb. 50.000 nehézgépjármű, illetve busz gyártásához elegendő üzemanyagcella mennyiséget lesz képes legyártani. Az elektrolizálók terén e támogatási program a tervek szerint 10 GW gyártási kapacitás kiépülését eredményezi. Továbbá, az elektrolizálók és az üzemanyagcellák költségcsökkentése révén ezek a projektek javítani fogják a hidrogén nehézgépjármű-vekben, ipari alkalmazásokban és energiatároló médiumként való felhasználásának üzleti szempontjait.

A most bejelentett technológiai támogatások segítik a DOE tiszta hidrogén központjainak (*Regional Clean Hydrogen Hubs*) hosszú távú életképességét is azáltal, hogy segítenek feloldani a költségcsökkentés mögöttes technikai akadályait, amelyek csak a méretnövelés révén önmagukban nem leküzdhetők. Az említett, USA-beli H2 Hub-okról, és fejlesztési forrásaikról részletes cikk található Hidrogén Hírlevelünk 2024/1 lapszámában (a 12. oldalon).



Forrás: *Kép: US DoE*

https://www.energy.gov/articles/

https://www.energy.gov/eere/fuelcells/

[2] A US DoE „Hydrogen Shot” program részleteit lást a 2024/1 Hidrogén Hírlevél lapszámunk, 13. oldalán.

HIRDETÉS

Linde

A legmodernebb H_2 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 H_2-adagolókon át a H_2-töltőállomásokig, 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

Hidrogéntartályok

A komprimált hidrogén tárolására szolgáló tartályokat alapvetően négy - újabban öt - csoportba soroláják: Type 1, Type 2, Type 3, Type 4, és esetleg Type 5.

A legegyszerűbb az 1-es típusú (Type-1) tartály, amely teljes egészében acél-, eseteg valamilyen alumínium-ötvözetből áll. Az ilyen típusú tartályok üzemi nyomása 200-300 bar tartományban van, és ekkor kb. 15 g_{H2}/liter tárolási sűrűség érhető el. A Type-1 acéltartályokat jellemzően oxigén, hidrogén, nitrogén, CO_2/argon hegesztési gázok tárolására használják. Az alumíniumötvözet tartályokat például orvosi oxigén tárolására alkalmazzák, hogy a rendszer tömegét csökkentsék, ezáltal a hordozhatóságát javítsák.

A Type-2 tartályok az 1-es típus felépítését követik, de tartálypalást részén tekercseltek, ami a palack vállát, nyakát nem érinti. E tekercselés (a palást „borítása") általában üvegszál, emellett előfordul szénszál, vagy Kevlar® szál is, de a Type-2 tartályok is alapvetően acél anyagúak. Mind a fém alapszerkezet, mind a tekercselés nyomásálló és a kettő együttesen adja a palack nyomás elleni ellenállóképességét; így ezen palackok már kompozit palackok. Ezeket pl. nagynonyású (akár 900 bar) tárolására használják pl. töltőllomások puffertartályaiként, de jellemzőbb a 100-500 bar nyomástartományban történő működés; ekkor kb. ~20 g_{H2}/liter a tárolási sűrűség.

A Type-3 tartályok hasonlóak a 2-es típushoz, de a kompozit tekercselés a fémtartály teljes testét érinti. A 3-as típusok esetében a béléstest általában

Type-4 tartályos hidrogénszállító-tréler. Kép: H_2-view Magazine

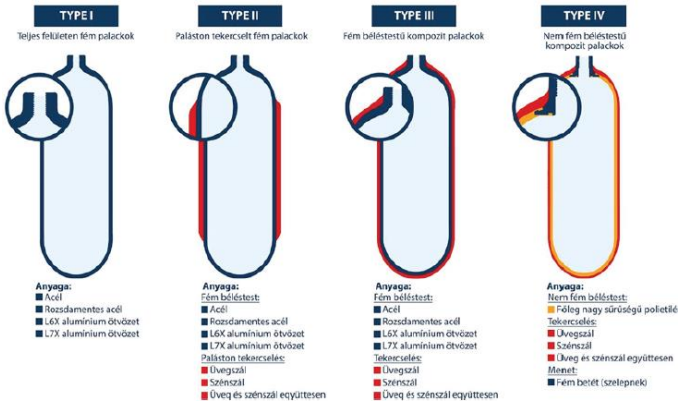
Amennyiben cége hidrogéntechnológiai terméket vagy szolgáltatást szeretne reklámozni H_2 Hírlevelünkben, kérjük lépjen kapcsolatba velünk a címlapon található e-mail címen és kérje hirdetési ajánlatunkat.

aluminium-övözetből van, és a kompozit borítás jellemzően szénszál vagy Kevlár szál.

Előfordulhat olyan megoldás is, hogy a tekercselésben vegyesen alkalmaznak szénszálakat és üvegszálat. (A szénszál erősebb, könnyebb, de drágább, mint az üvegszál.) A nyomás elleni védelmet elsődlegesen a tekercselés látja el a Type-3 palackok esetében. Például egy alumínium béléstestet (liner-t) és szénszál erősítést, azaz kompozit felépítésű Type-3 tartály 350-700 bar nyomásra tervezett, amelyet pl. buszok, vagy személyautók tankjai esetében a nominális nyomásszint. 350 bar nyomsszint esetén kb. 25 g_{H2}/liter a tárolási sűrűség. Emiatt a Type-3 tartályokat gyakran használják járművek onboard hidrogéntárolására, ahol a könnyű tartálytömeg és a nagy tárolási nyomás is elvárás. A másik előny, ami miatt a 3-as tartálytípust alkalmazzák, hogy hidrogéntankolás esetén a keletkező hőt a teljes egészében fém tartálytest jól el tudja vezetni, nincsenek lokálisan túlmelegedő részek. A Kevlár borítású alumínium tartálytestet pl. a repülők oxigén-palackjai esetében alkalmazzák.

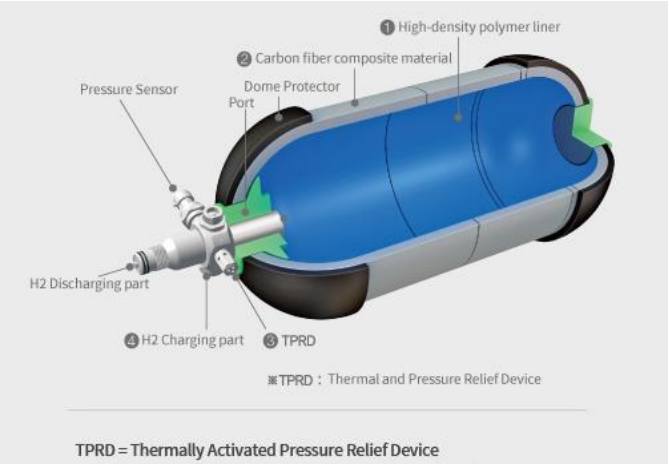
Illusztráció: Kevlar tekercselésű oxigénpalackok egy repülőn.
Kép: H2-view Magazine

A Type-4 tartályok hasonló felépítésűek, mint a 3-as típusok, azonban a liner valamilyen műanyag, nem pedig fém. A tartály teljes felületén tekercselt. A kompozit szerkezet kialakításához vagy szénszál, vagy Kevlar szál, vagy üvegszál borítást alkalmaznak. A tartály liner anyaga általában polietilén vagy poliamid. Ha a Type-4 tartály borítása üvegszál, akkor üzemi nyomása kb. 250 bar, amelyet CNG járművekben használnak az üzemanyag onboard tárolására. Ha a Type-4 tartály szénszál kompozit felépítésű, akkor az üzemi nyomása akár 1000 bar is lehet hidrogéntárolás esetében. A személyautóknál jellemző 700 bar nyomásszint mellett kb. ~40 g_{H2}/liter a tárolási sűrűség. Ha a tréleres közúti szállítást tekintjük, akkor a Type-1 acéltartályos trélerek tradicionálisan 300-350 kg hidrogén szállítására képesek, addig a – mellékelt ábrán is látható, - Type-4 palackokat alkalmazó tréler ~900-1.000 kg komprimált gáz állapotú hidrogén szállítására



Kép: Rév és Társa Kft.

is képes. Alacsony nyomású Type-4 tartályokat használnak még pl. LPG vagy hűtőközegek tárolására is a kis tömeg és a hordozhatóság érdekében. Mivel a belső rész műanyag béléstestű, ennek hőelvezető képessége rosszabb, mint a fémek esetében, és ez a töltési tulajdonságokra, a karbantartásra, és egyéb használati tulajdonságokra is hatással lehet. [1]



Egy korszerű, Type-4 hidrogénpalack felépítése és szerelvényei.
Kép: doosanmobility.com

Egyes osztályozások nem csak 1-4, hanem az 5-ös típust is megemlítik. Azonban a Type-5 tartályok a jövőt jelentik, jelenleg még nagyon ritkák, és inkább csak speciális alkalmazásokban találhatók meg, mint pl. űrrepülésben vagy egyes védelmi célú alkalmazásokban. Ezek is kompozit tartályok, de esetükben nincs belső béléstest, hanem elvileg csak tekercselésből állnak.

A palackok méretei elég széles skálán mozognak. Akár 0,5 litertől ma már elérhetőek 3.000 literes, nagynyomású palackok is. A legnagyobb palackméret-tartomány a Type-1 kategóriában található. Esetükben a legkisebb 0,5 literes palackoktól, a 3.000 literes „jumbo" palackokig minden méret elérhető. Viszont az acél palackok megmunkálása a legnehezebb, ezért az adott méret legyártásához megfelelő szerszám szükséges. A szerszámok itt a legköltségesebbek, ezért egyedi

méretet itt csak nagy darabszám esetén lehet elérni. Inkább standard méretek a jellemzőek, standard átmérőkre. A sokszínűséget jellemzi, hogy ugyanakkor a Type-1 alumínium palackokból 50 liter feletti méret nem jellemző. A kompozit tartályok (Type-2, 3, 4) esetén jellemzően 80 liter és 320 liter közötti űrtartalom, de Type-2 palackokból akár még nagyobb palackok is elfordulhatnak; de pl. drónok esetében a kicsi, néhány literes palackok is előfordulnak. A Type-4 esetében a legkönnyebben egyedi méret létrehozása, mert itt a legkönnyebb egy egyedi béléstest legyártása.

Nyomásszintet illetően jelenleg a legelterjedtebb, leginkább közismert a 200-300 bar. Néhány éve már megjelentek a 350, 500 és a 700 bar-os hidrogénpalackok és mára már léteznek 1.000-1.500 bar-os palackok is. Egy konkrét, viszonylag közismert példát említve: 700 bar-os Type-4-es palackok találhatók például a Toyota Mirai-ban vagy a Hyundai NEXO-ban, illetve más hidrogén-üzemű személyautókban. Telepített alkalmazások esetében, ahol nem fontos a tárolótartály tömege vagy helyfoglalása, a Type-1 tartályok is megfelelőek, így pl. Type-1 acéltartályok léteznek a fent említett 1.000-1.500 bar nyomástartományban is.

Az eddig leírtakból látható, hogy a palacktípusok összehasonlítása nagyon komplex feladat, mert a legtöbb esetben vegyesek az elonyök, illetve hátrányok; továbbá ezek attól is függenek, hogy éppen melyik típust hasonlítjuk össze melyikkel. Például a TYPE I acélhoz képest a TYPE I alumínium sokkal magasabb áron érhető el; viszont 50 liter fölött az alumínium TYPE-I típusból nem gyártanak. A TYPE II acélpalack mind a kettőnél magasabb lehet árban, ahogy a TYPE III mind a három előzőnél magasabb árú. A TYPE IV sokszor olcsóbb, mint a TYPE III, de drágább, mint a TYPE I. vagy II. Tömegét (fajlagos H_2-tárolókapacitást) illetően viszont a TYPE IV alapvetően a legkedvezobb, majd a TYPE III, TYPE II és végül a TYPE I következik. Azonban sok egyéb eltérő tulajdonságuk is van, ami megnehezíti a választást.

A feladat konkrét ismeretében kell minden egyes esetben megvizsgálni, hogy adott feladatra, illetve adott használati körülmények között melyik palack a legmegfelelőbb. E számos tulajdonság, szempont (ár, súly, karbantartás, korrózió, hőelvezetés stb.) kvalitatív jellegű összehasonlítását igyekszik szemléltetni a lenti táblázat a [2] forrás alapján.

A palackok élettartamánál eloször is fontos megjegyezni, hogy a palackokat időközönként műszaki ellenőrzés alá kell vetni, hogy ellenőrizzék, hogy továbbra is biztonságosan üzemeltethetőek. Ezt a palackoknál időszakos vizsgálatnak hívják. Ilyenkor jellemzően egy nyomáspróbával, vagy ultrahangos vizsgálattal, illetve egyéb tesztekkel vizsgálják meg a palackokat és csak akkor használhatóak tovább, ha minden tesztnek megfeleltek. Ekkor újabb teszt időpont kerül a palackra. A palackok jellemzően 5, 10, 15 éves időszakos vizsgálati periódussal rendelkeznek, függően a felhasználástól, gyártási szabványtól, beletöltött gáztól, palack típusától és anyagától. Ezen felül a palackoknak lehet élettartama, amikor már tovább még időszakos vizsgálattal sem használhatóak. A palackokat élettartamuk szerint megkülönböztetjük: i) korlátozott élettartamú (*Limited Life*), ii) élettartam korlátozás nélküli palackok (*Non-Limited Life* – NLL).

A korlátozott élettartamú (LL) a palackoknak van egy olyan végdátuma, amit követően hiába teljesíti a palack az időszakos vizsgálatot, tovább már nem használható. Korlátozás lehet azért, mert egy gyártási szabvány (felhasználás) nem engedi, mint pl. a kompozit CNG palackok üzemanyag tárolására, vagy mert úgy kerültek gyártásra, hogy csak meghatározott élettartamra lehet őket használni. Néhány esetben az adott ország szabályozza a különböző palackok maximális élettartamát. (Régen például az acél TYPE I-es palackok élettartama is korlátozva volt 50 évben). Korlátozás szinte tetszés szerint adható, de jellemzően 15, 20, 30 éves palackok szoktak elfordulni a piacon. Ha az adott szabvány, illetve ország ezt külön nem

Tulajdonság – azonos méret esetén	TYPE I Acél	TYPE I Alu/SS	TYPE II Acél	TYPE II Alu/SS	TYPE III	TYPE IV
ÁR- Általában	Legkedvezőbb	Közepes	Közepes	Magas	Legmagasabb	Legmagasabb
SÚLY- Általában	Legnehezebb	Közepes	Könnyú	Magas	Legkönnyebb	Legkönnyebb
Külső korrózió	Van	Nincs	Van	Nincs	Nincs	Nincs
Belső korrózió	Van	Nincs	Van	Nincs	Nincs	Lehet
Karbantartás	Drága	Olcsó	Drága	Olcsó	Legolcsóbb	Közepes
Selejt arány	Magas	Alacsony	Magas	Alacsony	Alacsony	Magas
Hőelvezetés	Jó	Jó	Jó	Jó	Közepes	Rossz

Type I- IV hidrogénpalack-típusok kvalitatív összehasonlító táblázata. Forrás: Rév Gázipari Kft [2]

szabályozza, akkor manapság a gyártók igyekeznek élettartam korlátozás nélküli palackokat gyártani. Ilyen palackot ma már csak a 4-es típusból lehet engedélyeztetni; gyártanak is, de bizonyos applikációkban csak korlátozott élettartamú palackokat lehet használni. [2]

Forrás:

[1] H2-view Magazine: Glass fibre cylinders for hydrogen storage and distribution. Issue #46.

[2] Rév Gázipari Kft. (2022): Hidrogén tárolása és disztribúciója palackokban.

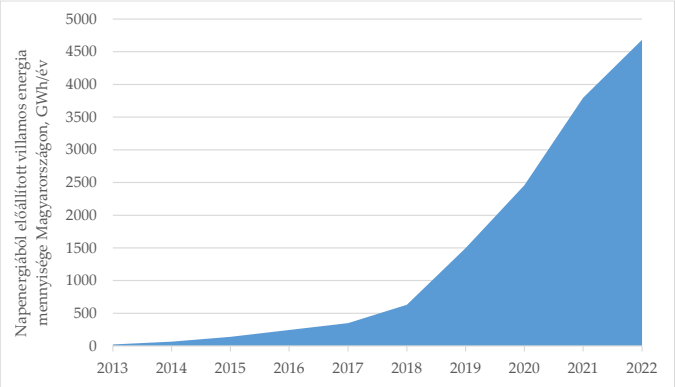
[3] www.addcomposites.com/post/types-of-hydrogen-tanks-technological-differences-and-advantages-explained

Hidrogén (együtt)égetésre képes gázturbinák hazai telepítési lehetőségei

Varga Tímea, vezető hidrogéntechnológiai szakértő, MVM Zrt.

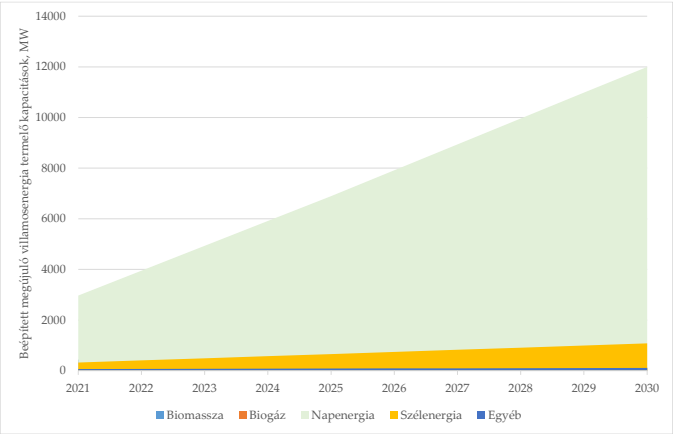
Az Európai Unió más országai mellett Magyarország is komoly vállalást tett annak érdekében, hogy a magyar gazdaság 2050-re klímasemleges legyen. Az elfogadott 2020. évi XLIV. törvény rögzíti, hogy 2030-ra Magyarország bruttó üveggázhatású gáz kibocsátása 40%-kal lesz alacsonyabb mint 1990-ben volt, 2050-re pedig a nettó zéró kibocsátás, a klímasemleges gazdaság elérése a cél. A törvény ugyanakkor azt is meghatározza, hogy az ország bruttó villamos energia felhasználásában 2030-ra a megújuló villamos energia részarányának legalább 21%-nak kell lennie. A 2023-ban felülvizsgált Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve a 2030-ra elérni kívánt 40%-ot 50%-ra, a megújuló villamos energia részarányát pedig 29%-ra emelte.

A nemzetközi és az európai klímapolitika meghatározó célkitűzése a megújuló energiaforrások felhasználása, kitermelésükre vonatkozó technológiai és üzemeltetési feltételek megteremtése. Az időjárásnak, a napsütéses óráknak, mint alternatív tiszta energiaforrásnak a kiaknázása, a hazai energiapolitikai beruházások, az aktív intézkedések és támogatások eredményeként, az elmúlt években Magyarországon is felgyorsult.



1. ábra: Napenergiából előállított villamos energia mennyiségének alakulása [1]

Köszönhetően hazánk klímapolitikai vállalásainak, valamint a megújuló energetikára vonatkozó támogatáspolitikai törekvéseknek, a napenergia termelés eddig soha nem látott felfutó szakaszba lépett. Mivel a napelemek, naperőművek egy időjárásfüggő energiahordozóból termelik az energiát, így esetükben az üzembiztos, megbízható és folyamatos energiaszolgáltatás kérdésköre még nagyobb relevanciával bír.



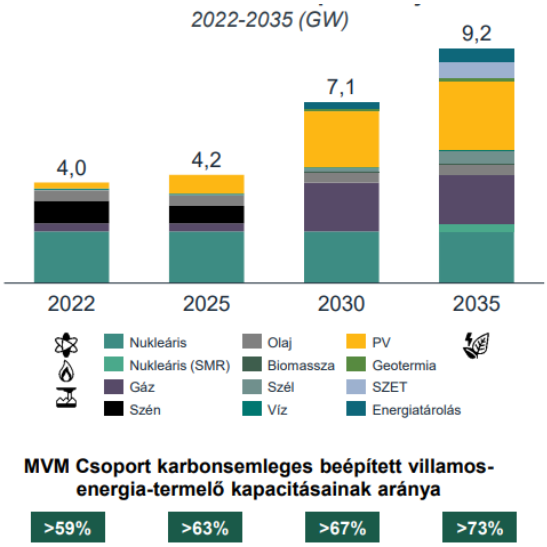
2. ábra: Magyarországi beépített megújuló villamosenergia termelő kapacitások [2]

A hazai zöld átállást biztosító törekvések további fontos pillére Magyarország legnagyobb teljesítményű lignit tüzelésű erőművének a Mátrai Erőműnek az átalakítása. A naperőművek időjárásfüggő villamos energiatermelésének kiegyenlítésére, a folyamatos energiaellátás biztosítására, az alacsonyabb szén-dioxid emisszióval járó villamos energia előállítására a Mátrai és Tisza Erőmű területére összesen 1.650 MW villamos teljesítményű – a Mátrai Erőműben egy max. 650 MW beépített kapacitás blokk, míg a Tisza Erőműben két, egyenként max. 500 MW kapacitású – kombinált ciklusú gázturbina (CCGT) létesítéséről született döntés.

A földgáztüzelésű, kombinált ciklusú erőművek jellemzően rugalmasan működtethető erőművek, így kiválóan alkalmazkodnak az egyre magasabb időjárásfüggő megújulóenergia-kapacitások térnyeréséhez, kiegyensúlyozási szolgáltatásukkal pedig az egész villamosenergia-rendszer biztonságáért felelnek. A fenntartható fejlődés hosszabb távú biztosításának feltétele a fosszilis tüzelőanyag alacsonyabb szén-dioxid intenzitású tüzelőanyagra váltása, melynek egyik lehetősége az említett fő tüzelőanyagként földgázt felhasználó CCGT blokkok hidrogén tüzelőanyaggal

történő kiegészítése, kiváltása.

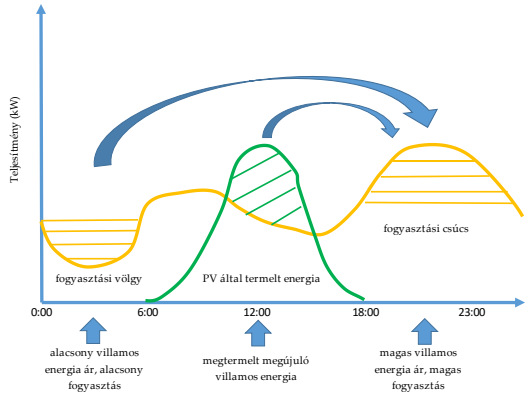
Fentieket az MVM Csoport 2024. februárban kommunikált stratégiája is alátámasztja. A stratégia zöld átállás pillére magába foglalja a megújuló portfólió bővítését, mely beépített nap- és szélerőművi teljesítmények növelésén túl a geotermikus energia hasznosítására is kiterjed. A megújuló portfólió bővítése mellett további akciók a Mátrai Erőmű CCGT projekt megvalósulásához igazított tüzelőanyagváltása, energiatárolók létesítése, rugalmas villamos energiatermelői kapacitások növelése, és nem utolsó sorban a Paksi Atomerőmű üzemidő hosszabbításával a meglévő nukleáris kapacitás fenntartása.



3. ábra Az MVM termelési portfóliója [3]

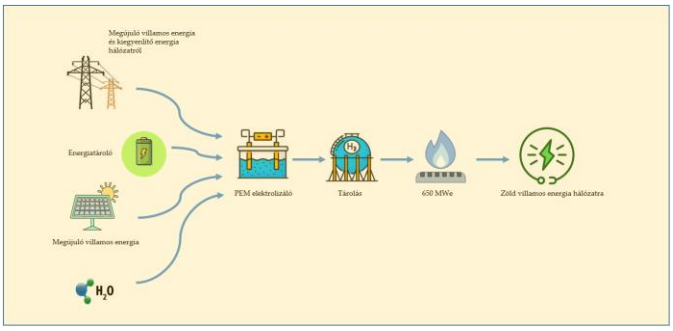
Az MVM Csoport stratégiájához kapcsolódva, a hidrogén tüzelésére is alkalmas gázturbinák ellátására pilot projektet készít elő. A projekt célja a megújuló energiatermelést biztosító naperőmű, villamos energia tárolására szolgáló akkumulátor, az elektrolizáló és gázturbina villamos hálózati szabályozásban való együttes részvételének üzemi körülmények között történő vizsgálata, a gázturbina földgáz mellett hidrogén tüzelőanyaggal történő üzemeltetése, ezáltal a gázturbina működésének részleges dekarbonizációja.

A projekt keretén belül megépítendő zöld hidrogén előállító rendszer feladata kettős. Egyrészt a megújuló villamos energiával előállított hidrogén gázturbinában történő eltüzelésével hozzájárul a gázturbina széndioxid-emissziójának csökkentéséhez. Másrészt a villamos-energia rendszeregyensúly fenntartását szolgálja, hiszen a rendelkezésre álló - adott időszakban jellemzően többletként keletkező - megújuló villamosenergia felhasználásával hidrogént állít elő, az előállított hidrogén pár óráig történő tárolását követően az igényeknek megfelelően zöld villamos energiát termel.



4. ábra Villamosenergia termelés időbeli elcsúsztatása.

Az elektrolizáló villamos energia ellátását közel kétharmad arányban az elektrolizáló mellé telepített naperőmű és energiatároló együttese biztosítja. Az üzemeltetés szempontjából nem ideális időszakokban, hosszan tartó napsütés nélküli órákban a hidrogén előállításához szükséges villamos energia a villamos energiahálózatról érkezik.



5. ábra A kialakítandó rendszer elvi felépítése

Az MVM Csoport a projekt eredményei és tapasztalatai alapján tervezi meghatározni a további ilyen jellegű és célú projektek létesítését, optimális konfigurációját, valamint vizsgálni a technológia további alkalmazási lehetőségeit a Mátrai Erőmű gázturbinájának, illetve a Tisza Erőmű gázturbináinak esetében.

Források:

[1] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal

[2] Nemzeti Energia- és Klímaterv 2023. évi felülvizsg. változat

[3] MVM Csoport stratégia 2024-2035

Kapcsolódó - RWE H_2-toleráns gázturbinás tervek

A fenti cikkhez kapcsolódóan megemlítjük, hogy május végén a német RWE nyilvánosságra hozta, hogy egy új, 800 MW-os gáztüzelésű erőművet tervez építeni Németország nyugati részén. Itt olyan turbinákat alkalmaznának, amelyek 2030-ra történő üzembe helyezéskor akár 50%-ban is képesek hidrogénnel üzemelni - bár a vállalat nem vállalta, hogy ténylegesen ennyi hidrogént fog ekkore (együtt)égetni a földgázzal,

mint elsődleges üzemanyaggal.

Az RWE már szerződést kötött az olasz Ansaldo Energiával és a spanyol Tecnicas Reunidas céggel a „hidrogénnel üzemelő" kombinált ciklusú gázturbinákra, és elindította a tervezési, engedélyezési eljárást, azonban a végső beruházási döntés (FID) időpontját még nem határozta meg. A vállalat emlékeztet, hogy ez, a tavaly bejelentett, eredetileg 2026-ra tervezett, 10 GW kapacitású hidrogénüzemű erőművekre vonatkozó, 16 milliárd eurós németországi pályázat szabályaitól függ. Az RWE megerősítette, hogy részt kíván venni az árverésen. A német kormány legutóbbi közleménye azonban nem határozta meg, hogy mikor kerül sor a tenderre, viszont azt előírja, hogy a hidrogénüzemű erőműveknek 2035 és 2040 között át kell állniuk a földgázról 100%-ban H_2-re, bár ennek pontos időpontjáról 2032-ben döntenének kormányzati szinten. Meglehetősen sok tehát még a bizonytalanság.

Továbbá, bár a legutóbbi tájékoztatás „legfeljebb 4x2,5 GW-os új kapacitást" említ, nem világos, hogy ez azt jelenti-e, hogy négy nagyobb projektet helyeznek előtérbe, vagy ez a projektenként pályázható maximális kapacitásra vonatkozik? Az RWE végső beruházási döntése a hidrogénüzemű erőműről a Németországban tervezett hidrogénvezeték-hálózat kiépítésétől is függ.

A vállalat kiemelte, hogy hidrogéntoleráns CCGT erőműve - amelyet Werne-ben építenének, esetleg a meglévő Gersteinwerk gáztüzelésű erőművel azonos helyen - a javasolt csővezetékek egyikének közelében helyezkedne el. *„Csak akkor tudunk végleges beruházási döntést hozni, ha a helyszín hidrogénhálózathoz való csatlakozása biztosított, és a keretfeltételek lehetővé teszik az erőművek gazdaságilag életképes üzemeltetését"* - mondta az RWE Generation vezérigazgatója.

Forrás: www.hydrogeninsight.com/power/rwe-unveils-plan-for-800mw-hydrogen-ready-gas-fired-power-plant-in-germany/2-1-1651773

Az Uniper föld alatti hidrogéntároló projektje 2030-ra működőképes

Az Uniper Energy Storage vállalat Németország észak-nyugati részén nagyléptékű, föld alatti sókavernákban történő hidrogéntárolási projektet vagy projekteket kíván megvalósítani. A tervezett tárolókapacitás 250-600 GWh lesz, amely 2030-ra kereskedelmi működésbe léphet. Ennek érdekében az Uniper[3] jelenleg részletesen vizsgálja és elemzi a meglévő és potenciális új tárolókat Alsó-Szászországban és Észak-Rajna-Vesztfáliában a tervezett hidrogénhálózat (kiemelten a European Hydrogen Backbone) mentén.

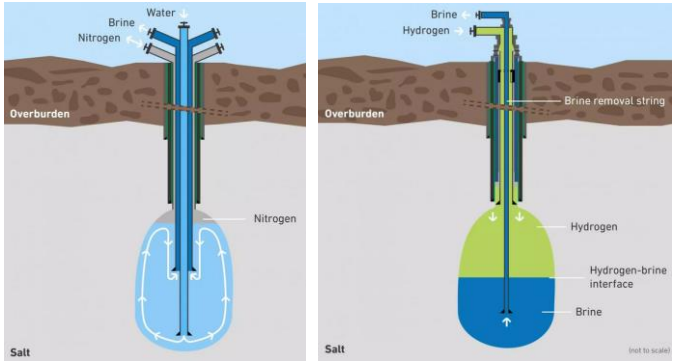
„A hidrogéntároló létesítmények fejlesztésébe történő beruházásokhoz világos szabályozási és finanszírozási keretre van szükség a működőképes üzleti modellek kialakításához" - mondta Holger Kreetz, az Uniper COO-ja. Az energetikai vállalat 2030-ig akár 600 GWh együttes kapacitású hidrogéntároló létesítmények fejlesztését tervezi, de hogy konkrétan melyik és milyen kapacitású tárolási projekt valósul meg és hogyan, nagyban függ majd a keretfeltételektől és a gazdasági életképességtől. Ezért adták meg, hogy a várhatóan ténylegesen működésbe lépő föld alatti hidrogéntárolási kapacitás széles tartományban, de valahol 250 és 600 GWh érték között lesz.

Az olyan hidrogéntárolási projektek, mint a Hydrogen Pilot Cavern (HPC) Krummhörn-ben és a HyStorage Bierwang-ban már részei az Uniper "*Greener Gasses*" stratégia megvalósításának, és a kereskedelmi célú H_2-tárolási projektek előkészítését szolgálják. A HPC Krummhörn kísérleti projekt értékes eredményeket fog szolgáltatni a kereskedelmi hidrogéntároló rendszerek megvalósításához. A krummhörni telephelyet ezután kereskedelmi szempontból továbbfejlesztik, hogy első lépésben 250 GWh tárolókapacitás álljon a piac rendelkezésére. Az első kereskedelmi célú hidrogéntároló üzembe helyezését Krummhörnben 2029 harmadik negyedévére tervezik. Az elkövetkező öt évben további mintegy 200 millió EUR összegű beruházás áll majd rendelkezésre a föld feletti létesítmények építésére és a földalatti létesítmények átalakítására. Emellett lehetőség lesz a telephely bővítésére is, hogy 2030 után tovább növeljék a tárolókapacitást. A Krummhörn pilot tárolóban max. 250 bar lesz a hidrogén nyomása; az első tesztüzemben min. 200.000 m^3 lesz a tárolt hidrogénmennyiség (az egyébként kezdetben 3.000 m^3 méretűre kialakított kavernában), ahol tiszta (100%) hidrogén tárolása történik. A projekt a berendezések hidrogéntoleranciája mellett egyben „tesztelni" hivatott a hatósági, engedélyezési környezetet is.

Az Uniper azt tervezi, hogy Alsó-Szászországban és Észak-Rajna-Vesztfáliában meglévő és új telephelyek fejlesztésével további hidrogén-tárolókapacitást biztosít. A tervek szerint 2030 végéig összesen legfeljebb 600 GWh kapacitású hidrogén-tárolókat építenek és

[3] Az Uniper egy düsseldorfi székhelyű, nemzetközi energetikai cég, amely kb. 40 országban van jelen, és kb. 7.000 munkavállalóval rendelkezik. Fő piacai: Németország, Egyesült Királyság, Svédország és Hollandia.

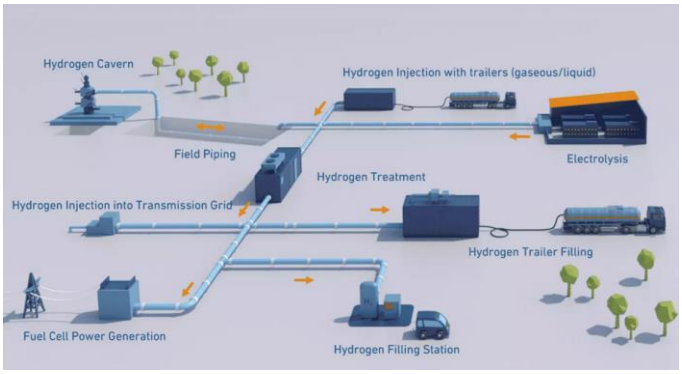
helyeznek üzembe. A szükséges hidrogéntároló kapacitások iránti kereslet pontosabb előrejelzése érdekében az Uniper Energy Storage a mai naptól 2024 első negyedévében átfogó piaci konzultációt folytat. Az eredmények további alapul szolgálnak majd a hidrogéntároló telephelyek konkrét bővítési terveihez és a hidrogéntároló termékek keresletorientált biztosításához a jövőben. A hidrogén nagyléptékű tárolásának más módszereivel összehasonlítva a tiszta hidrogén sókavernás tárolólétesítményekben történő tárolása már viszonylag érett technológia; néhány sókavernás hidrogéntároló már hosszú évek óta kereskedelmi üzemben áll, igaz főleg az USA-ban[4].



Sókavernás hidrogéntároló (b) kialakításának és (j) tesztüzemének működési sémája, az első, hidrogénnel történő feltöltésnél. Kép: www.uniper.energy

Az Uniper Energy Storage jelenleg a HyStorage kutatási projektet az OGE, a RAG Austria, a SEFE Securing Energy for Europe és a NAFTA, valamint más interdiszciplináris ipari és tudományos partnerek részvételével működő konzorcium részeként végzi. E projekt célja a hidrogén porózus kőzetformációkra gyakorolt hatásának vizsgálata annak érdekében, hogy meghatározzák a porózus tárolórendszerek alkalmasságát és integritását a hidrogén tárolására. Általánosságban azonban a pórusos kőzettároló létesítmények eltérő tulajdonságaik miatt egyedi mérlegelést igényelnek a hidrogéntárolásra való alkalmasságuk meghatározásához. Porózus tárolási lehetőségek főként Dél-Németországban találhatók, és – a sókavenék mellett - elvileg ezek is jó lehetőségeket kínálnak nagy mennyiségű hidrogén szezonális tárolására, nagy be- és kitárolási sebességgel.

Az Uniper Energy Storage jelenleg összesen több mint 80 TWh földalatti földgáztároló kapacitással rendelkezik Németországban, Ausztriában és az Egyesült Királyságban. Ezzel az Uniper az egyik legnagyobb tárolóüzemeltető Európában.



Föld alatti (sókavernás) hidrogéntároló helye és szerepe a hidrogén ökoszisztémában. Kép: www.uniper.energy

A hidrogéntároló (vagy tárolók) üzembe helyezésével a cég szeretné tárolókapacitásaink egy részét akár hidrogéntárolásra újrahasznosítani, vagy új tároló(ka)t építeni. A cég álláspontja szerint a hidrogén, mint energiavektor fontos szerepet játszhat a jövő energetikai rendszerében, mert a rendkívül nagy volumenű, időjárásfüggő megújulók belépésével stabil és megbízható villamosenergia-rendszer, illetve hidrogénellátás csak nagy volumenű hidrogéntárolók építésével és működtetésével lesz lehetséges. Ugyanakkor a földgáztárolóknak a következő években is fenn kell tartaniuk az ellátás biztonságát.

Forrás:

https://www.uniper.energy/news/uniper-to-develop-hydrogen-storage-capacities-by-2030

https://www.uniper.energy/hydrogen-pilot-cavern

Kapcsolódó szabályozás

Az itt megadott projekt már messze nem egy „műszaki érdekesség", amelynek az alapvető működőképesége is kérdéses, hanem már illeszkedik az EU formálódó szabályozásához: együtt fejlődik a szabályozással és - korai alkalmazként nyilván - vissza is hat majd a szabályozás alakulására. A 2021-ben tervezetként közzétett, és jelenleg véglegesítése utolsó fázisában álló „*Hydrogen and decarbonised gas package*" egyebek mellett már explicit módon definiálja a „hidrogéntároló létesítmény" vagy pl. a „hidrogénipari vállalkozás" fogalmát, amely így várhatóan olyan megszokott gázipaci szereplő lesz, mint jelenleg pl. a földgáztárolók / tárolói engedélyesek. A módosított TEN-E Rendelet pedig immáron explicit módon definiálja az energiainfrastruktúra-kategóriák közt a hidrogéntároló létesítményeket, kapcsolódó hidrogénvezetékeket stb., amelyekre – a PCI projekt listákra történő felkerülés után - a CEF-E keretből EU-s támogatás is nyerhető.

[4] A sókavernás, nagyléptékű hidrogéntárolásról, a már működő példákkal az Egyesület weboldalán található egy részletes cikk: https://www.hfc-hungary.org/jelentos-meretu-foldalatti-hidrogentarolasi-projekt-az-usa-ban/

HIRDETÉS

Amennyiben cége hidrogéntechnológiai terméket vagy szolgáltatást szeretne reklámozni H2 Hírlevelünkben, kérjük lépjen kapcsolatba velünk a címlapon található e-mail címen és kérje hirdetési ajánlatunkat.

Nukleáris alapú hidrogéntermelés – néhány kezdeményezés

Néhány éve az EU-s szakpolitika szintjén még tabutémának számított a nukleáris alapú hidrogéntermelés, de főként a RePowerEU Terv (2022) és a realitások hatására mostanra újra terítékre került e téma. Technológiai oldalról pedig hosszú évek óta létező gyakorlat, az újabb, innovatív (pl. magas hőmérsékletű, IV. generációs reaktorokkal végzett) előállítás pedig szintén több évetizede létező kutatási - és demonstrációs - szakterület.

Az egyik, jelenleg (2022-2025) között futó európai projekt az „NPHyCo", amelyet a Framatome GmbH koordinál. Projekt adatlapját a költségvetésével és EU-s támogatási aránnyal a mellékelt adatlap szemlélteti. [1] Az NPHyCo projekt a meglévő atomerőművek nagy mennyiségű hidrogéntermelésre történő alkalmazhatóságának megvalósíthatóságát és életképességét vizsgálja, és egy nukleáris alapú, H_2 előállítást is célzó, kapcsolt energiatermelési projektet készít elő, rövid megvalósítási határidővel. A projekt vizsgálja a műszaki, gazdasági és üzemeltetési megvalósíthatóságot, kidolgozza a kísérleti projekt konfigurációját, és kiválasztja a kísérleti erőmű helyszínét (helyszíneit) a megvalósítási szakaszhoz. Az NPHyCo a meglévő hidrogéntermelő technológiákra valamint a meglévő és tervezett atomerőművekre összpontosít. A célkitűzés az, és a fent említett rövid határidő arra utal, hogy a konkrét nukleáris alapú hidrogén projekt, immáron „hardveres" formájában három éven belül megvalósuljon az NPHyCo projekt zárásától számítva.

Az NPHyCo projekt célja, hogy ismereteket szerezzen az atomerőművek és az újonnan épített H2-erőművek összekapcsolásával kapcsolatban. A projekt a kölcsönös előnyök maximalizálása érdekében javaslatot tesz az integráció optimális mértékére, amely a két erőmű kölcsönös integritásán alapul. Az eredményeket gyakorlati döntési mátrixokban, iránymutatásokban és ellenőrző listákban foglalják össze. Ezeket az eredményeket az atomerőművek

A Nine Mile Point atomerőmű Oswegoban (NY). Kép: world-nuclear-news.org

üzemeltetői, a H_2-termelésre irányuló EPC szerződések részes felei és más iparági szereplők, például befektetők, nukleáris biztonsági hatóságok és hidrogénfogyasztók is felhasználhatják döntéshozatali folyamataikban. Az NPHyCo projekt weboldalát a [2] forrás tartalmazza.

Project Information

NPHyCo
Grant agreement ID: 101061007

DOI
10.3030/101061007

EC signature date
7 June 2022

Start date 1 September 2022
End date 28 February 2025

Funded under
Euratom Research and Training Programme (EURATOM)

Total cost
€ 2 670 193,75

EU contribution
€ 1 999 922,00

Coordinated by
FRAMATOME GMBH
Germany

Az USA-ban létezik már működő rendszer is. A Constellation Energy még 2023 márciusában jelentette be, hogy a New York állambeli Oswegóban található *Nine Mile Point* atomerőművében üzembe állította 1,25 MW-os eletrolizáló üzemét nukleáris alapú („sárga") hidrogéntermelés céljából. Ehhez az erőmű a Nel Hydrogen-től szerezte be a PEM típusú elektrolzálót.

Ezt megelőzően 2022-ben az Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériuma (DoE) jóváhagyta ezen elektrolízis rendszer megépítését és telepítését Nine Mile Pointban, amelyhez a DoE 5,8 millió USD értékben támogatást is nyújtott. A projektet a DOE Hidrogén- és Üzemanyagcella-technológiák Hivatala finanszírozza a H2@Scale programon keresztül. A H2@Scale egy olyan DOE kezdeményezés, amely az érdekelt feleket tömöríti a megfizethető hidrogéntermelés, -szállítás, -tárolás és -felhasználás előmozdítása érdekében, hogy több ágazatban is lehetővé tegye a széndioxid-mentesítést és a bevételi lehetőségeket. A Nine Mile Point-i hidrogéntermelő rendszer egyike a DoE által támogatott négy projektnek, amelyek célja a tiszta hidrogén előállításának bemutatása kereskedelmi célú atomerőművekben. A projektet a DoE Hidrogén- és Üzemanyagcella-technológiák Hivatala finanszírozza a H2@Scale nevű programon keresztül. A H2@Scale egy olyan DoE-kezdeményezés, amely az érdekelt feleket tömöríti a kedvező költségű hidrogéntermelés, -szállítás, -tárolás és -felhasználás előmozdítása érdekében, hogy több ágazatban is lehetővé tegye a dekabonizációt és a bevételi lehetőségeket. A Nine Mile Point-i, nukleáris alapú hidrogéntermelő rendszer egyike a DoE által támogatott négy projektnek, amelyek célja a tiszta hidrogén előállításának bemutatása $

kereskedelmi célú atomerőművekben.

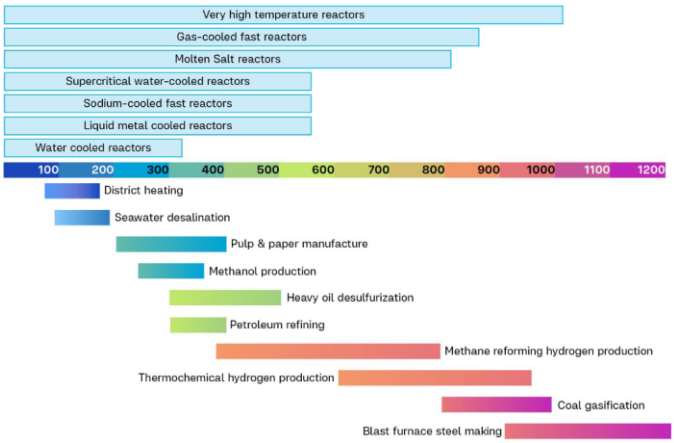
1,25 MW-os elektrolizáló a Nine Mile Point atomerőműben. Kép: world-nuclear-news.org

A Nine Mile Point-i atomerőmű elektrolizló rendszere napi 560 kilogramm hidrogént termel. Ezt egyrészt az erőmű saját hidrogénigényének kielégítésére használják, amely a generátorok hűtéséhez használnak jellemzően. A maradék mennyiséget pedig tréleres kiszállítással más H_2-végfelhasználókhoz szállítják, de az elektrolizáló rendszer használja az erőmű meglévő hidrogéntároló rendszerét is.

A US DoE-hez tartozó *Office of Energy Efficiency & Renewable Energy* (EERE) valamint az *Office of Nuclear Energy* (NE) együttműködése keretében az alábbi nukleáris alapú hidrogéntermelési projekteket is támogatják meglévő atomerőművekben:

- Nine Mile Point NPP (Oswego, NY)
- Davis–Besse NPP (Oak Harbor, Ohio)
- Prairie Island NPP (Red Wing, Minnesota) – ennek a projektnek külön érdekessége, hogy itt magas hőmérsékletű elektrolizáló (HTE) illesztése történik az atomerőműhöz. Ez információink szerint az első HTE technológiát alkalmazó projekt atomerőművek esetében, de ennek esetében is már 2024-ben tervezik a hidrogéntermelés megkezdését.

A nemzetközi kezdeményezések szintjén érdemes kiemelni a *Nuclear Hydrogen Initiative* (Nukleáris Hidrogén Kezdeményezést), bár az ebben résztvevő ~50 szervezet főként amerikai kötődésű vagy székhelyű. Az egyik tanulmányukban [6] a következő ábra szerint mutatják be, hogy melyik fejlett reaktortípus milyen hőmérsékleten képes hőt termelni, és ez mely iparágak kiszolgálására lenne alkalmas. A következő ábráról látható, hogy a metánreformálási eljárás hőigényét 6 reaktortípus is képes lenne már kiszolgálni, bár ez még csak részleges dekarbonizációt jelentene. Míg a termokémiai alapú vízbotással történő hidrogénelőállítás szükséges hőfokszintjét (600-900 °C) – ami teljes dekarbonizációt jelentene e folyamatban – három fejlett reaktortípus is képes lenne kielégíteni: sóolvadékos reaktorok, gázhűtésű gyorsreaktorok, nagyon magas hőmérsékletű reaktorok (VHTR).



Fejlett reaktortípusok és poteciális ipari alkalmazásaik. Kép: Nuclear Hydrogen Initiative az IAEA alapján.

A fejlett reaktortípusok közül több még különböző fejlesztési fázisban van, de például a magas hőmérsékletű reaktorok között már van működő példa, igaz egyelőre csak prototípus, és tesztreaktorként (HTTR – *High Temperature Test Reactor*) működik. Ez Japánban található, 30 MW termikus kapacitású és termokémiai vízbontási ciklussal képes – a villamos energia mellett – hidrogént is előállítani. Ez egy grafitmoderátoros, hélium hűtésű HTGR tesztreaktor. A 2011-es földrengés és szökőár után ezt is leállították, biztonsági felülvizsgálatot végeztek, majd ez alapján 2021-ben újraindult a Japán Atomenergia Ügynökség (JAEA) HTTR tesztreaktora.

A japán HTTR tesztreaktor. Kép: JAEA.

Ténylegesen működő, magas hőmérsékletű reaktor található még például Kínában. A Tsinghua Egyetemen egy HTR-10 (*High Temperature Reactor*) kutatási célú reaktora működik, amely működését (első kritikus állapotát) 2000-ben érte el, teljes kapacitással történő működését pedig 2003-ban kezdte meg; 10 MW termikus teljesítménnyel rendelkező prototípusról van szó. A Tsinghua-i gázhűtésű reaktor (HTGR) működési hőmérséklete 700-750 °C, de ennek esetében nem

tudunk kapcsolt hidrogéntermelési technológiáról. E reaktor megalkotását is részben a magas hőmérsékletű ipari folyamatokhoz történő illesztés motiválta, részben pedig a villamos energia termelést gáz-gőz kombinált ciklussal tervezik esetében megvalósítani.

A közelmúltban jelent meg a hollandiai székhelyű, nukleáris projekteket fejlesztő ULC-Energy vállalat részéről egy tanulmány [10], amely a Rolls-Royce kis moduláris reaktorával (SMR, *Small Modular Reactor*) előállított hidrogén költségviszonyait, a dániai Topsoe által gyártott magas hőmérsékletű szilárd-oxidos elektrolizálóval (SOEC) kombinálva vizsgálta. A tanulmány legérdekesebb megállapítása, hogy az SMR-SOEC kombinációval kevesebb mint ~3,5 €/kg_{H2} költségen tudnának hidrogént előállítani; és e költség távlatilag (2050-re) ~2,0 €/kg_{H2} értékre csökkenhet. A további főbb megállapítások a nukleáris erőmű jellegéből és a magas hőmérsékletű elektrolízis (HTE) tuladjonságaiból már lényegében adódik: i) a SMR reaktorral 27/4 rendszerű energiatermelés valósítható meg, kb. 95%-os éves kihaszáltsági faktorral, ii) a SOEL elektrolizálóhoz szükséges hőbevitel közvetlenül a nukleáris folyamatból kinyerhető, iii) a magas hőmérsékletű (HTE) elektrolízis számottevően nagyobb villamos hatásfokkal valósítható meg, mint a tradicionális elektrolizálók (AEL, PEM) esetében, iv) a hidrogéntermelés akár off-grid is megvalósulhat.

A kisméretű nukleáris reaktorok (SMR) fejlesztése nem újkeletű. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség meghatározása szerint ezek max 300 MW_e kapacitású reaktorok, azaz számottevően kisebbek ($^1/_3$-$^1/_4$), mint a hagyományos, adott helyszínre telepített reaktor-méretek. Egy másik nukleáris SMR fejlesztő, a brit MoltexFLEX szintén a közelmúltban írt az SMR alapú hidrogéntermelési technológiájáról. [11] A cég FLEX reaktort, egy újszerű fejlett (*Advanced Nuclear Technolgy*) technológiát dolgoz ki, ami a sóolvadékos (MSR, *Molten Salt Reactor*) reaktorcsaládba tartozik. Szemben a tradicionális, könnyűvizes reaktorokkal, amelyben szilárd fázisban és pasztillák formájában van jelen az üzemanyag, az MSR reaktorban folyékony sóolvadék tartalmazza az uránium üzemanyagot, és egyben hűtőközegként is szolgál. Az MSR konstrukció előnye, hogy alacsony nyomáson működik, ezért nem kellenek olyan robusztus és drága konténment struktúrák, csővezetékek, mint a hagyományos könnyűvizes (LWR) reaktorok esetében, amely utóbbiak igen jelentős nyomáson üzemelnek. A [11] forrás adatai szerint a MoltexFLEX 700 °C-on vagy e felett képes hőkiadásra, amely elvileg az ipari folyamatok 2/3-ának lenne képes a hőszükségletét fedezni, ha a szükséges hőmérséklet tükrében vizsgáljuk; továbbá – ami most szempontunkból lényegesebb, hogy - ezzel elvileg már a magas hőmérsékletű elektrolízisen (HTE) alapuló hidrogén-előállítás is lehetővé válna. Ez is természetesen azért még a „jövő zenéje", mivel a FLEX reaktorból még nincs megépült prototípus sem, és legkorábban a 2030-as évektől képzelhető el a kereskedelmi terjedésük.

Mindeközben szakpolitikai szinten nem minden EU tagállam lelkesedik a nukleáris alapú hidrogéntermelésért. Visszatérő jellegű vita van, illetve volt még 2023-ban is, hogy a nemrég elfogadott Megújuló Energiák III. irányelvbe (RED-III[5]), pontosabban azon belül az ipari célú megújuló üzemanyagok (RFNBO) arányának számítási módjába beemelhető-e a nukleáris energia a hidrogénen keresztül. Egy Németország vezette héttagú országcsoport (Ausztria, Dánia, Németország, Írország, Luxemburg, Portugália és Spanyolország) ezzel nem értett egyet [8]. Ezzel szemben Franciaország és nyolc másik uniós tagország azt kérte a RED-III irányelv vitája során, hogy a megujuló alapú közlekedési üzemanyagokra vonatkozó kötelező célértékek kiszámításához használt képlet nevezőjéből kivennék a nukleáris alapon (karbonmentesen) előállított hidrogén mennyiségét, azaz ha egy ország nukleáris alapú hidrogént is előállít, illetve felhasznál, akkor e mennyiséggel csökkentheti az összesen felhasznált hidrogén mennyiségét, ezáltal a képlet alapján könnyebb elérni a megújuló alapon előállított RFNBO üzemanyagra vonatkozó %-os célkitűzést. E csoporthoz tartozott Franciorszag, Bulgária, Horvátország, Magyarország, Szlovákia, Csehország, Lengyelország, Románia, és Szlovénia.

A konrét joganyagban, a RED-III (EU 2023/2413) irányelvben ez végül egy új, 22/b) cikként jelent meg, a következők szerint: *„Az RFNBO használatára vonatkozó célkitűzés csökkentésének feltételei az ipari ágazatban: (1) Egy tagállam 2030-ban 20 %-kal csökkentheti a 22a. cikk (1) bekezdésének ötödik albekezdésében említett, végsőenergia-termelésre és nem energetikai célokra felhasznált RFNBO részarányát, amennyiben: a) … b) a fosszilis tüzelőanyagokból előállított hidrogénnek vagy származékainak az említett tagállamban felhasznált részaránya 2030-ban nem haladja meg a 23%-ot, 2035-ben pedig a 20%-ot."* Utóbbi, b) alpont közérthetőbben azt jelenti, hogy gyakorlatilag ez csak abban az esetben teljesül(het), ha meglehetősen magas arányban nukleáris alapú H_2-előállítás is történik az adott tagállamban, és csekély lesz (23% alatti) már 2030-ban

[5] (EU) 2023/2413 Directive amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652.

a jelenleg még uralkodó, földgáz alapú (SMR, vízgőzös reformálási eljárással) előállított szürke hidrogén aránya.

Forrás:

[1] HORIZON-EURATOM-2021-NRT-01-11 - Cross-sectoral synergies and new applications of nuclear technologies. https://cordis.europa.eu/project/id/101061007

[2] NPHyCo projekt weboldal: https://www.nphyco.org/

[3] World Nuclear News - https://world-nuclear-news.org/Articles/Nine-Mile-Point-starts-supplying-hydrogen https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319923049200

[4] US DoE Office of Nuclear Energy - www.energy.gov/ne/articles/3-nuclear-power-plants-gearing-clean-hydrogen-production

[5] https://nuclear-hydrogen.org/

[6] Nuclear Hydrogen Initiative (2022): Hydrogen Production from Carbon-free Nuclear Energy - Overview of Current Policies and Recommendations for Government Actions.

[7] JAEA: www.jaea.go.jp/english/news/press/2021/073003/

[8] www.euractiv.com/section/energy-environment/news/seven-countries-reject-nuclear-derived-hydrogen-from-eu-renewables-law/

[9] Európai iparági szereplők nyílt levele a low-carbon hidrogén elszámolhatóságáról az RFNBO célok számítási módszertanában - https://hfc-hungary.org/joint_open_letter_for_low-carbon_hydrogen_RED-II_2023_MARC.pdf

[10] Nuclear Engineering International (2024.05.21.): New study finds SMR-produced hydrogen could be cheaper.

[11] H2-View Magazine: Spotlight on MoltexFLEX. Issue #48. February 2024.

Vállalati együttműködések a szilárd-oxidos technológiák (SOFC) terén

A Bosch még 2018-ban közös fejlesztési megállapodást (JDA, *Joint Development Agreement*) írt alá a Ceres Power nevű céggel magas hőmérsékletű SOFC (*Solid-oxide Fuel Cell*) tüzelőanyag-cellák gyártására. Ennek keretében a Bosch 4%-os részesedést vásárolt a Ceres-ben, amit 2020 végére 18%-ra növelt. Ez utóbbi tranzakció részeként megállapodás született arról is, hogy a Ceres technológia transzfert biztosít és átadja a szükséges licenszeket a Bosch számára energiatermelési célú (*stationary*) tüzelőanyag-cellák kis sorozatú gyártásának megkezdéshez. Ennek eredményeként a Bosch ~200 MW/év kapacitású SOFC gyártósora várhatóan 2024 végén üzembe lép, amelyhez egyébként 160 millió € EU-s támogatást is kapott. Emellett a Bosch – pontos összeget nem említve, de – több száz millió € értékű saját beruházást is végez a SOFC tüzelőanyag-cellás technológiába, annak gyártásába. Mindezzel a Bosch egyértelműen a telepített, energiatermelési célú tüzelőanyag-cellák rendszerszállítójaként pozícionálja magát, saját értékteremtéssel a cella és a stack szinten is. Még 2020-as sajtóközlemény szerint 250(!) fejlesztő dolgozott a Boschnál a SOFC technológia- és gyártásfejlesztésen.

SOFC rendszer működési séma. Kép: Bosch

E telepített tüzelőanyag-cellák társasházak, üzemek, kereskedelmi egységek, adatközpontok vagy pl. elektromos járműtöltők esetében használhatók. A Bosch-Ceres együttműködéssel lényegében a SOFC tüzelőanyag-cellás technológia terén a fejlesztés, gyártás, értékesítés és szervizelés ugyanazon cég részéről megvalósulhat.

SOFC technológia építőelemei és egy beépített rendszer. Kép: Bosch

A brit Ceres Power 2024 elején a taiwani Delta Electronics céggel is megállapodást kötött, szintén a szilárd-oxidos technolgiák terén, de ez esetben mind a tüzelőanyag-cellák (SOFC), mind az elektrolizálók (SOEL) terén. E kooperáció esetében is technológia transzfer és gyártási licensz átadás történik; a gyakorlatban pedig a gyártósor építés 2024-ben megkezdődik, a tényleges termelés indulása pedig 2026-ban várható. A kooperáció alapja a Ceres magas szintű SOFC/SOEC magasszintű technológiai tudása, valamint a Delta Electronics azon képessége, hogy képes a precíz és nagyobb sorozatszámú gyártási

műveletekre. A Delta alapvetően a teljesítmény-elektronika és adatközpontok gyártási képességeivel szerzett hírnevet.

Együttműködési megállapodás aláírási ceremónia. Kép: Ceres Power.

A közvetlen gyártási célokon túlmenően a Delta Electronics továbbá azt tervezi, hogy intelligens energetikai megoldásait - beleértve a micro-grid alkalmazásokat és energiagazdálkodási platformokat - tovább fogja integrálni a hidrogéntechnológiai rendszerekkel, hogy átfogóbb és rugalmasabb, alacsony széndioxid-kibocsátású infrastruktúra ajánlatokat kínálhasson ügyfeleinek.

További példa a vállalati együttműködésekre, hogy még 2018-ban a Ceres Power a dél-koreai Doosan céggel is SOFC tüzelőanyag-cella együttműködési és licenszmegállapodást írt alá. Dél-Korea a világ egyik vezető tüzelőanyagcella-piaca, így a Ceres egyik fontos célpiaca. Támogató szabályozási háttér és ambiciózus hosszú távú célok jellemzik: már 2020-ban kb. 300 MW volt Dél-Koreában a beépített tüzelőanyag-cellás (kis)erőművek együttes teljesítménye, és az országos stratégiai célkitűzések alapján ezt 15 GW-ra tervezik bővíteni 2040-re. E megállapodás, illetve a rendszer-szintű licensz keretében 5-20 kW-os telepített SOFC energiatermelő rendszereket gyártanak.

A Ceres sikerének, illetve népszerűségének valószínűsíthető oka, hogy szilárd-oxidos technológiája esetében – saját adatszolgáltatása alapján - számottevően alacsonyabb, 550-650 ^{0}C a szükséges működési hőmérséklet, míg a jelenleg elterjedt SOEL technológiák esetében ez ~750-800 ^{0}C. Az előbbi érték sem kevés, hiszen nem könnyű ilyen hőmérsékletű „hulladékhőt" találni, viszont a magas hőmérsékletű technológia eredményeken a vízbontásban felhasznált villamos energia 20-25%-kal kevesebb lehet, mint az alacsony hőmérésklettű, hagyományos elektrolizálók esetében. A Ceres – azonos hatásfokú, de - majdnem kétszáz celsius-fokkal alacsonyabb működési hőmérséklete nem csak a (hulladék)hőforrás megtalálása szempontjából előnyös, hanem az alacsonyabb hőmérsékleten olcsóbb szerkezeti anyagok is alkalmazhatók, továbbá ez a gyártási folyamatot is könnyíti; mindez a költségcsökkenés irányába hat. A licenszértékesítés mellett a Ceres jelenlegi másik fő tevékenységi iránya a tesztelés. Megbízható, bizonyított teljesítmény-indikátorokkal rendelkező technológiát szeretnének ügyfeleik rendelkezésére bocsátani, mivel sok esetben konzervatív iparágak (pl. finomítók) számára kell értékesíteni technológiájukat és azt integrálni az ott már meglévő technológiai rendszerekbe, folyamatokba.

Forrás:

H2-View Magazine. Ceres Power takes another leap into SOEC stack production. Issue #48, 2024.

www.offshore-energy.biz/delta-and-ceres-enter-hydrogen-energy-technology-collaboration/

www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/stationary-fuel-cell-bosch-plans-to-start-full-scale-production-in-2024-221952.html

www.prnewswire.com/news-releases/ceres-power-and-doosan-expand-strategic-collaboration-with-mass-manufacturing-in-south-korea-301154655.html

Ammónia erőművi együttégetése Japánban

A JERA, Japán legnagyobb energiatermelő vállalata és világszinten is jelentősnek tekinthető áramszolgáltató 2024 áprilisában megkezdte az ammóniatüzelés, pontosabban együttégetés tesztelését az egyik legnagyobb (4,1 GW), „*Hekinan Thermal Power Station*" nevet viselő, széntüzelésű hőerőművében.

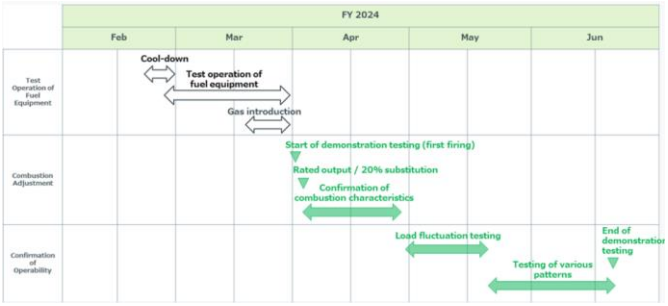
Az ammónia, ha környezetkímélő módon állítják elő (pl. zöld hidrogénen keresztül), akkor az energetikai átmenet egyik dekarbonizált üzemanyagává válhat. A JERA április 1-én kezdte meg az ammóniával történő együttégetés tesztelését a Hekinan hőerőmű 1 GW-os 4. számú, széntüzelésű blokkjában, amelyet júniusig végeznek mintegy 40.000 tonna ammónia felhasználásával. Ezzel a jelentős arányú - 20% NH_3 „bekeverés" - ammóniatüzelés a világon elsőként valósul meg nagy kapacitású, kereskedelmi szénerőműben, ami egyébként egy négy éves (2021-2025) kísérleti projekt része. Az említett 20%-os égetési részarányt az ammónia-szén tüzelőanyag-keverék fűtőértékén kell érteni. Az ammónia közvetlenül kerül felhasználásra az erőműben, tehát nincs szó pl.

hidrogénné történő előzetes visszaalakításáról. A JERA vállalta, hogy 2030-ra kereskedelmi megoldásként alkalmazza az ammónia-tüzeléses energiatermelést, és a 2050-es klímasemlegességi cél érdekében már a 2040-es években 100%-ban ammóniát használ tüzelőanyagként.

Technológiai oldalról a JERA és az IHI 2022 októberében kezdte meg az ammónia égők, a tartály, a párologtató, a csővezetékek és egyéb létesítmények építését, amelyek a Hekinan hőerőműben az alap tüzelőanyag (a szén) ammóniával történő részleges helyettesítésének teszteléséhez szükségesek. Az előkészületek során kifejlesztettek egy ammónia tesztégőt még kis volumenű ammóniaégetéshez az 5. blokkon, valamint kidolgoztak egy biztonsági protokollt az ammónia erőművi alkalmazására. Erre szükség is van, mert az ammónia esetében a Seveso (III.) irányelvben foglalt felső küszöbérték 200 tonna, azaz a japán tesztüzem már jelen állapotában is bőven a felső küszöbértékes veszélyes üzem kategóriába tartozna jogi, hatósági szempontból (lásd a 219/2011. (X. 20.) korm. rendeletben), ha az EU-ban működne.

(b) Ammónia égetésére képes tesztégő a kazánba szerelve, (j) ammónia tárolótartály az erőműben. Kép: JERA

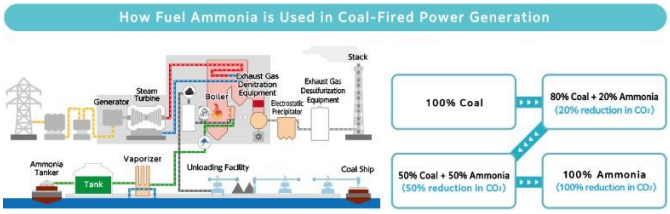
Ezen előkészületek után 2024 áprilisában kezdődtek meg a nagy mennyiségű tüzelőanyag-helyettesítés demonstrációs tesztjei az erőmű 4. blokkjában. Ennek során az erőmű általános jellemzőit vizsgálják, a kazán hőtechnikai viselkedését, az erőmű kibocsátásait, különös tekintettel a nitrogén-oxid (NO_x) kibocsátásra; továbbá monitorozzák a működőképességre, valamint a kazánokra és a kiegészítő berendezésekre gyakorolt hatásokat, beleértve a váltakozó teljesítményű üzemállapotokat is.



Az ammónia együttégetés tesztüzemének ütemterve. Forrás: JERA

A JERA és az IHI Corporation a demonstrációs tesztek során felmerült kérdések megoldásával arra törekszik, hogy 2025 márciusára megteremtse az ammónia, mint tüzelőanyag hőtermelésben történő felhasználásának technológiáját az általános erőművi elterjedés érdekében. Emellett az IHI a demó projekt során szerzett ismereteket a hőerőművekben 50%-os vagy annál nagyobb arányú ammóniaégetésre alkalmas technológia létrehozására, majd a jövőben akár 100%-ban NH_3 égetésre alkalmas égők kifejlesztésére fogja alkalmazni.

A *Hekinan Thermal Power Station* széntüzelésű hőerőmű 4,1 GW kapacitásával a legnagyobb széntüzelésű erőmű Japánban, de e teljesítménnyel világszinten is igen jelentősnek mondható. Öt széntüzelésű blokkal rendelkezik, amelyeket 1991 és 2002 között helyeztek üzembe. Ahogy a mellékelt fényképekről is látható tüzelőanyagául szolgáló szenet - főként - importból, tengeren történő szállítással biztosítják és az erőmű (160 hektáros) területének nem elhanyagolható részét foglalja el a széntároló.



Ammónia együttégetés technológiai sémája széntüzelésű erőműben. Kép: JERA

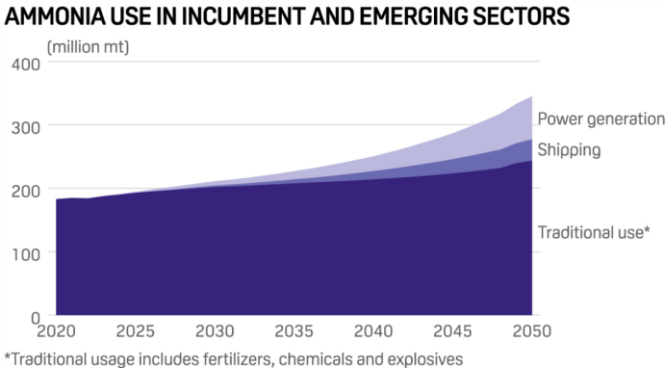
A Hekinan hőerőmű a tengerparton fekszik, így ammóniafogadó terminál kiépítése viszonylag egyszerű, főleg mivel az egyik meglévő szénfogadó hajtóterminált alakítják át megfelelően. Ennek helyét, a demonstrációban résztvevő erőművi blokkot, és az ammóniatároló tartály, valamint kapcsolódó technológiáinak (pl. elpárologtató) helyét mutatja a következő ábra, de a bal hasábban található ábrán a már megépült (2.000 m^3-es) ammóniatároló is látható.

Az ammóniaszivárgások megelőzésére – a szokásos humán és technológiai biztonsági intézkedések érdekében – tett erőfeszítések közé tartozik, hogy a szigorú biztonsági terveket eleve földrengések, szökőár és árvizek hatásaira is méretezik. Az ammónia égetés során nincs szén-dioxid kibocsátás, hanem elvileg csak molekuláris nitrogén és víz az égéstermék, és persze valamilyen mértékben nitrogén-oxid, amely utóbbiról „nagyvonalúan” nem tesz említést a forrás. Itt viszont érdemes tudni, hogy a már meglévő szénerőmű füstgáztisztító rendszerrel is el van látva a nitrogén-oxid (és kén-dioxid) emisszió csökkentése érdekében, ami valószínűleg az ammóniaégetés NO_x-

kibocsátáscsökkentése szempontjából is előnyös. Az ÜHG-kibocsátásmentes működés előfeltétele, hogy az ammónia low-carbon vagy zöld hidrogén bázison legyen előállítva, így nem meglepő, hogy korábbi lapszámainkban gyakran számoltunk be zöld hidrogén, illetve zöld ammónia export/import projektekről.

Hekinan erőmű és tervezett ammóniaellátása. Kép: JERA

Japán, illetve a japán vállalatok nagy erőkkel kutatják a környezetkímélő energiatechnológiákat, mivel az ország 2050-re szeretné elérni a klímasemlegességet. Érdekes, hogy a forrásként is szolgáló S&P Global Commodity Insigths milyen jelentős mértékűnek becsli 2050-re az ammónia villamosenergia-termelésre történő alkalmazását, ami már kb. 2030-tól érzékelhető arányban jelenne meg.



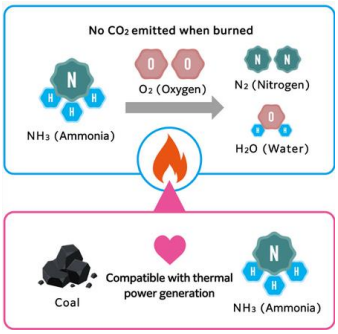
Ammónia alkalmazása a tradicionális és új felhasználási célterületeken világszinten. Forrás: Standard and Poors GCI

A tárgyi projektet, mint oly sok innovatív, környezetkímélő energiatechnológiai megoldást a japán NEDO (*New Energy and Industrial Technology Development Organization*) állami ügynökség támogatja.

Forrás:

www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/blogs/energy-transition/040324-et-highlights-jera-japan-ammonia-hydrogen-fuel

JERA Press Release (2024.04.01.): Start of Demonstration Testing of Fuel Ammonia Substitution at JERA's Hekinan Thermal Power Station



Finomítói hírek

Átadták a MOL Dunai Finomítóban a 10 MW-os elektrolizáló üzemet

A fontos hazai hírek közé tartozik, hogy április közepén a MOL-csoport átadta 10 MW kapacitású zöld hidrogén üzemét Százhalombattán, a Dunai Finomítóban. Ez lesz Kelet-Közép-Európa eddigi legnagyobb kapacitású - PEM típusú – elektrolizáló üzeme, amelyben a tényleges termelés 2024 második felében indul. A 22 millió € értékű beruházás révén – megújuló villamos energiát felhasználva – 1.600 t/év zöld hidrogén előállítására lesz képes a Finomító. Az elektro-lizáló rendszert a Plug Power szállította és a segítségével előállított zöld hidrogént a MOL elsődlegesen saját hálózatában, az üzemanyaggyártás során használja fel.

Forrás: MOL Sajtóközlemény, 2024.04.11.
https://molgroup.info/hu/media-kozpont/

Elektrolizáló rendszer létesül a Fiume-i finomítóban is

A nemzetközi tendenciákra és az EU zöld hidrogén előállítási kötelezettségekre tekintettel több európai

Átadó ünnepség a Dunai Finomítóban. Kép: MOL

finomítóban is folyamatban van, immáron MW+ léptékű elektrolizáló rendszerek létesítése, és immáron a CEE régióban is. A fenti hír horvátországi „analógiájának" tekinthető, hogy az INA fiumei finomítójában aláírták májusban azt a megállapodást, amely alapján a kaliforniai székhelyű Ohmium nevű cég fog telepíteni egy 10 MW teljesítményű és szintén PEM típusú elektrolizáló rendszert a fiumei finomítóba.

Forrás:
https://www.h2-view.com/story/croatian-refinery-to-adopt-green-hydrogen-with-10mw-electrolyser-installation/2110255.article/

Elfogadták a „*Net Zero Industry Act*" (NZIA) rendeletet

Április végén az Európai Parlament, május 27-én pedig a Tanács is jóváhagyta - a Zöld Megállapodás Ipari Terv (*Green Deal Industrial Plan*), azaz az új európai iparpolitika egyik alapkövét, - a Nettó Zéró Ipari Törvényt (NZIA). Ennek átfogó célja, hogy növeljék Európa „nettó zéró" technológiáinak versenyképességét, munkahelyeket teremtsenek, egyszerűsítsék és gyorsítsák e technológiák gyártási kapacitásainak engedélyeztetését.

Az NZIA által meghatározott „nettó zéró" technológiák tárháza meglehetősen széles, de szempontunkból most az a lényeges, hogy a hidrogéntechnológiák közül explicit módon tartalmazza az elektrolizálókat és a tüzelőanyagcellákat is. Általánosságban az NZIA a dekarbonizációt segítő technológiákat fedi le, konkrétan a következő technológiákat sorolja fel a rendelet: villamosenergia- és hőtárolási technológiák, hőszivattyúk, (villamos) hálózati technológiák, fenntartható alternatív tüzelőanyag-technológiák, a nukleáris folyamatokból származó, az üzemanyagciklusból származó minimális hulladékképződés melletti energiatermelésre szolgáló fejlett technológiák, kis moduláris reaktorok (SMR), a kapcsolódó üzemanyagok; széndioxid-leválasztási, -hasznosítási (CC(U)S) technológiák, valamint az energiarendszerekkel kapcsolatos energiahatékonysági technológiák; továbbá a fent már említett hidrogétechnológiák. Az NZIA rendelet érett fázisban lévő technológiákra terjed ki, amelyek legalább TRL-8 (*Technology Readines Level*) szinten vannak.

Az egyik számszerű, átfogó cél, amelyben az NZIA előrehaladását mérik majd, hogy 2030-ra a nettó zéró technológiák EU-n belüli alkalmazásaiból 40%-ot EU-n belül állítsanak elő. A másik, hogy a széndioxid-leválasztás és -tárolás terén 2030-ig legalább 50 millió tonna éves besajtolási kapacitást kell elérni.

Az NZIA megalkotásának, azon belül egyes hidrogéntechnológiák bevonásának nem titkolt indoka az is, hogy az EU ne veszítse el a globális versenyben pozícióit – mint ahogy pl. a napelemgyártás esetében történt-, hiszen H_2 Hírlevelünkben is számos alkalommal írunk arról, hogy pl. az USA, ázsia (elsődlegesen Kína, Dél-Korea, Japán) milyen jelentős fejlesztési, illetve támogatási programokat valósít meg e téren.

A gyorsabb engedélyeztetés mellett az érintett tiszta technológiai projektek különleges státuszt kaphatnak, és a jogalkotók bíznak abban, hogy az NZIA katalizátorként fog működni ezen technológiákba irányuló beruházások és állami támogatások tekintetében. A jogszabály javasolja továbbá a stratégiai technológiai termékek

Illusztráció: a német kancellár aláírásával lát el egy elektrolizálót 2023 decemberében, a Siemens berlini elektrilozáló-gyártóüzemének átadási ünnepségén. A Siemens elektrolizáló 'gigafactory' 1 GW/év gyártókapacitással indult, amelyet 2025-re 3 GW/év értékre terveznek növelni. Kép: Euractive.

piacra jutásának megkönnyítését, az ezen ágazatokban dolgozó európai munkaerő készségeinek fejlesztését, különösen a „nettó zéró" ipart szolgáló akadémiák elindítása révén. (*H_2 Hírlevelünk éppen egy évvel ez előtti, 2023/2 számában írtunk pl. az Európai Hidrogén Akadémia indulásáról.*) Továbbá a „nettó zéró" technológiák számára ún. „szabályozói tesztkörnyezet" létrehozását is támogatja az NZIA, ami olyan rendszer, amely lehetővé teszi a vállalkozások számára, hogy egy illetékes hatóság által kidolgozott és nyomon követett egyedi terv alapján, ellenőrzött valós környezetben teszteljék az innovatív nettó zéró technológiákat.

A következő lépések várhatóan már csak lapzártánk után történnek; amint az Európai Parlament elnöke és a Tanács elnöke aláírja az NZIA rendeletet, azt ki fogják hirdetni az EU Hivatalos Lapjában, majd a kihirdetésének napján hatályba fog lépni.

Az európai hidrogénipar nem teljesen elégedett, mert bár üdvözölte, hogy az elektrolizólók és a tüzelőanyag-cellák bekerültek az NZIA rendelet „nettó zéró technológiák" [*3. cikkely (1) bekezdés*] fogalomkörébe és a rendelet mellékletében tételesen definiált technológiák közé, de hiányolták, hogy a hidrogén tárolótartályok és a hidrogén-töltőállomások nem kerültek fel e listára, amely egyfajta „gyorsítósávot" biztosítana gyártási kapacitásaik létrejöttének.

Az NZIA-t kiegészíti „upstream" oldalon a Kritikus Nyersanyagokról szóló, szintén nemrégiben életbe lépett (CRM – *Critical Raw Material Act*) rendelet, amely a szükséges nyersanyagok kapcsán nyújthat segítséget.

Forrás:

Az Európai Bizottság (2023) javaslata a nettó zéró technológiai termékek európai gyártási ökoszisztémájának megerősítését célzó intézkedési keret létrehozásáról. COM(2023) 161 final.

Tagvállalati bemutatkozó

Vállalati tagjaink bemutatkozó sorozatának keretében most a Seidl és Társa Kft.-ről, illetve hidrogéntechnológiai termékeiről olvashatnak – a Szerk.

A Seidl és Társa Kft. 2002-ben alakult, fő tevékenysége épületgépészethez kapcsolódó építőipari szolgáltatások biztosítása. Műszaki ellenőrzési, szakértői és projekt menedzsment tevékenysége mellett 2017-től forgalmazza, telepíti és üzemelteti a Schwank csarnokfűtési rendszereit, több mint 500.000 m²-en.

A német *Schwank GmbH.* 90 éve foglalkozik ipari gázkészülékek gyártásával és értékesítéséve, piacvezető szerepet tölt be a gáz-infravörös csarnokfűtési rendszerek területén. 2019-ben elsőként fejlesztett NO_x redukált földgáz üzemű sötétsugárzót, mely azóta is egyedüliként felel meg a BREEAM fenntarthatóság alapú minősítő rendszer követelményeinek. Legújabb fejlesztése a 2023-ban bemutatott *geniumSchwank* sötétsugárzó, a világ első 100%-ban hidrogénnel működő fűtőkészüléke. Az új készülék fontos lépés és egyben innovatív áttörés a hidrogén minél szélesebb körű elterjedése szempontjából.

geniumSchwank készülék bemutatója az ISH-n. (Frankfurt, 2023).

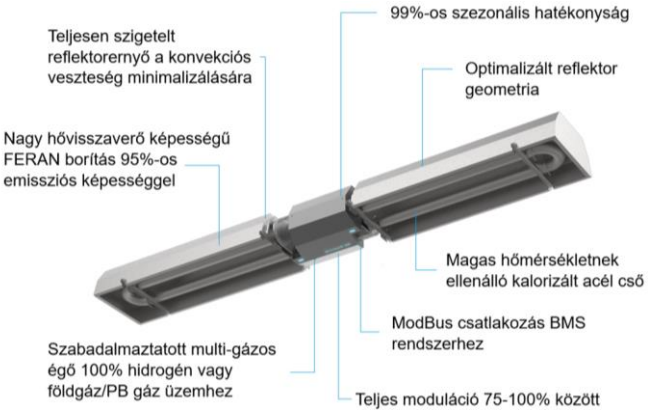
A geniumSchwank készülék multigázos megoldás, 100% hidrogénnel, vagy földgázzal/PB gázzal is használható. Azon piaci szereplők részére, akik már most is elkötelezettek a jövőbeli karbonsemlegesség iránt, viszont még nem áll rendelkezésükre hidrogén, elérhető a földgázos változat, NO_x csökkentett, BREEAM követelményeknek megfelelő kivitelben.

Schwank
Heating. Cooling. Systems.

Később a már meglévő készülékek néhány egyszerű lépéssel H_2 üzemre alakíthatóak át. Ezzel a multi-gázos megközelítéssel a rendszer alkalmazkodik a mai világ igényeihez: egyszerre jelent rugalmasságot környezetvédelmi és gazdasági szempontból. A befektetők és a tulajdonosok részére egyaránt tervezési biztonságot tud nyújtani a fosszilis tüzelőanyagokról a megújuló energiára való áttérés időszakában.

NOW CLIMATE NEUTRAL WITH SCHWANK

A készülékek 15-57 kW közötti teljesítmény-lépcsőben kaphatók, amivel az ipari szektorban szinte minden igény kielégíthető a néhány száz négyzetméteres szerelőcsarnokok fűtésétől a több tízezer négyzetméteres logisztikai központokig és gyártócsarnokokig.



2024. elején megtörtént az első 100%-ban hidrogénnel üzemelő készülékek üzembe helyezése a *Dillinger Hüttenwerke*-nél, Európa legnagyobb acéllemez gyártó vállalatánál, valamint a *Schuler Pressen*-nél, amely a világ legnagyobb présgép gyártója.

Rövidtávú célunk egy olyan pilot projekt megvalósítása Magyarországon, mely mind a szakértő közösség, mind a szélesebb közönség előtt szemléltetni tudja a hidrogén és a hidrogén alapú fűtés széles körű jövőbeni lehetőségeit. Ennek a tervnek a megvalósításához szükségünk van partnercégekre és széles körű tapasztalatukra a hidrogénes rendszerek építése és üzemeltetése terén.

További információ:
Seidl és Társa Kft., Schwank Magyarországi Képviselet
1118 Budapest, Budaörsi út 46.
E-mail: office@schwank.hu - Web: www.schwank.hu