



# H2 - HIDROGÉN HÍRLEVÉL

A Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület hírlevele

Alapítva: 2011-ben.

2026/2. – június

## Tartalom

Az első zöld H <sub>2</sub> -üzem minősítés Magyarországon .....	1
Az ACER második hidrogén-piaci jelentése .....	1
Ballard, Bosch, Cellcentric: új üzemanyagcellák a kínálatban.....	7
Ulsan City: hidrogénüzemű villamos és mintaértékű stratégiai tervek .....	10
Romániai üzemanyagcellás vasúti jármű-beszerzés .....	12
A hidrogén fontos szerepet kap Kína 15. Ötéves Tervében .....	14
100% ammónia tüzelés ipari pilot ..	15
Cummins visszalépés az elektrolizálók piacán .....	16
Újabb nyilvános CAPEX árközlés elektrolizálóra .....	17
Rövid hírek .....	18
BMW iX5: innovatív H <sub>2</sub> -tárolás .....	23
Tagvállalati bemutatkozó .....	24

## Kiadja:



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

Szerkesztők:

Mayer Zoltán

Felelős kiadó:

Dr. Tompos András

az MHT Egyesület  
Hydrogen Europe tagja



## Az első zöld H<sub>2</sub>-üzem minősítés Magyarországon

A földgázellátásról szóló törvény [GET 118/B. § (3)] értelmében 2024. április 1-jétől a megújuló gáz energiamennyiségét az értékesítő kizárólag származási garanciával igazolhatja a felhasználó részére. Ugyancsak a GET definíciója szerint a megújuló gáz egyik részhalmozát képezik a nem biológiai eredetű megújuló üzemanyagok (RFNBO), ami közérthetőbb, de némileg leegyszerűsítő megfogalmazásban a zöld hidrogént jelenti. A „megújuló gáz” jogszabályi fogalom tehát gyakorlatilag a bio-metánt, a biogázt és a zöld hidrogént fedli le. Ezekre adhat ki származási garanciát (GO) az illetékes tagállami hatóság, amely idehaza a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH). A folyamat részletszabályai a megújuló gázok származásának igazolásáról szóló 215/2024. (VII. 29.) kormány-rendeletben találhatók.

A fentiek alapján az üzemeltető kérelmére 2026 április közepén a MEKH kiadta az első, megújuló gázok termelésére és származási garancia bejegyzésére jogosító üzemminősítő határozatát. Ennek értelmében a Magyar Földgáz Tároló Zrt. (MFGT) kardoskúti üzeme megújuló villamos energiából átalakítás útján hazánkban elsőként állíthat elő megújuló hidrogént. A kardoskúti hidrogénüzemet, annak 2 MW-os elektrolizáló rendszerét Egyesületünk tagjai 2024 júniusában személyesen is megtekinthették egy [szakmai látogatás](#) keretében.

További részletek a [MEKH weboldalán](#).

## Hidrogénpiaci és technológiai fejlemények

Az ACER (European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators), az EU energiaszabályozási hatóságainak együttműködési ügynöksége, 2025 decemberében immár második alkalommal publikálta európai hidrogénpiaci monitoring jelentését. A dokumentumot fontos információforrásnak tartjuk, ezért az első jelentéshez hasonlóan a mostani, második riportból is bemutatjuk a lényegesebb megállapításokat. Nincs könnyű dolgunk, hiszen az eredeti ACER jelentés 70+ oldal terjedelmű. Külön felhívjuk a figyelmet, hogy az elemzés 2025 végén, még a venezuelai és az iráni konfliktus kitörése előtt készült.



Hydrogen Market Monitoring Report

**Folytatás a 2. oldalon.**

Érdekes jelenség zajlik az elektrolizálók piacán. A nehézségekről, visszalépésekről szóló sorozatunk most egy nagy gyártóval folytatódik, ugyanis a piaci konszolidáció nem csak a kisebb gyártókat, hanem egy nagyot, a Cumminst is elérte.

**Folytatás a 16. oldalon.**

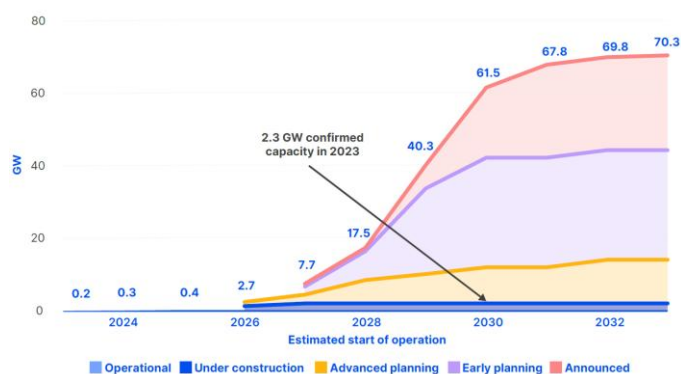
Mindeközben egy másik, ráadásul európai elektrolizáló-gyártó ma még ritkaságnak számító, nyilvános árközléssel lépett a piacra. A dán Stiesdal Hydrogen alkális (6,5 MW) elektrolizálójáról meglepően alacsony árat közölt: 500 €/kW, ami jelentősen alatt van az európai versenytársak eddig ismert árszintjének.

**Folytatás a 17. oldalon.**

Kína új, 15. Ötéves Tervében stratégiai szintre emelte a hidrogént; a legfontosabb technológiai ágazatok közé sorolják. **Folytatás a 14. oldalon.**

## Az ACER második hidrogénpiaci jelentése (folytatás az 1. oldalról)

A jelentés egyik fő szakpolitikai megállapítása, hogy a 2020-as EU-s Hidrogén Stratégia fő célkitűzései, nevezetesen a 2030-ra tervezett 10 GW beépített elektrolizáló-kapacitás és a 10 Mt/év zöld hidrogén EU-n belüli előállítása már biztosan nem valósulnak meg, sőt, jelentős mértékben elmaradnak az uniós céloktól. Annak ellenére is így van ez, hogy például 2023/2024 évben imponálóan magas, 51%-os volt a beépített elektrolizáló-kapacitás növekedése, de ez alacsony bázisról indul és a 10 GW<sub>2030</sub> cél eléréséhez ennél jóval meredekebb növekedési pályára lenne szükség. Ha az S&P Global Commodity Insights adatai alapján az építés fázisában lévő, 2026-ra és 2027-re készre jelenthető hidrogén-projekteteket is idevesszük, akkor is csak mintegy 1,8 GW-tal emelkedik a vonatkozó kapacitás. Ezek és a már működő létesítmények együttesen kb. 2,3 GW elektrolizáló-kapacitást tesznek ki 2030-ra. Ezt szemlélteti az 1. ábra, amely a már megszokottnak tekinthető módon különböző projektfázisok szerint adja meg a várható elektrolizáló-kapacitások értékét. A legkomolyabb kategóriát a már működő és az építés alatt álló projektek adják. Az előrehaladott tervezési fázisban, korai tervezési fázisban és még csak bejelentési fázisban lévő kapacitások esetében egyre nagyobbak tűnik a kapacitási érték, de ezek tényleges megvalósulási kockázata a felsorolás sorrendjében egyre nagyobb. Az árnyaltabb értékeléshez – főleg az utóbbi időszakban tapasztalt nagy lemorzsolódási ráta miatt – nem szabad csak a bejelentett projektek görbéjét nézni, mert az valóban imponálóan magas (61,5 GW<sub>2030</sub>). Célszerű inkább az érettebb projektfázisok alakulását figyelni.



1. ábra: Kumulált elektrolizáló-kapacitás (GW) különböző projektstátuszok szerint az EU-ban, 2023-2033-ra vetítve.

Kép: ACER / S&P Global Commodity Insights

Az építés alatt álló elektrolizáló projektek kétharmadát az első két tagállam adja:

- Németország: 742 MW; Svédország: 414 MW
- Franciaország: 237 MW; Hollandia 200 MW; Portugália: 100 MW.

A jelenlegi trendek alapján 2030-ra összesen kb. 7 GW elektrolizáló-kapacitás működik majd az EU-ban, ami kb. 510 kt hidrogén előállítását jelenti.

- **Franciaországi helyzet:** az utóbbi évben felülvizsgált nemzeti hidrogénstratégiák közül a francia példát ragadjuk ki. A nemzeti hidrogénstratégia első változata 2020-ban készült, a felülvizsgált változat pedig 2025 áprilisában. Az elektrolizáló kapacitásra vonatkozó (GW) célértékeket a francia kormányzat 2030-ra és 2035-re a következők szerint lefelé korrigálta:

- 2030:	6,5 GW	→	4,5 GW
- 2035:	10,0 GW	→	8,0 GW

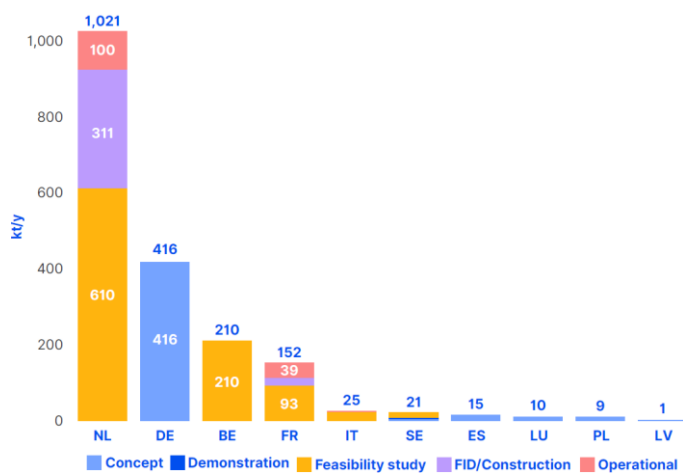
### A low-carbon („kék”) hidrogén projektek helyzete

A statisztikai adatok szerint jelenleg, pontosabban az ACER tanulmány 2025-ös zárásakor mindössze három olyan hidrogénelőállító létesítmény működött Európában, amelyek CCS (Carbon Capture & Storage) technológiát alkalmaztak. Ezek közül egy-egy működik Franciaországban, Olaszországban, Hollandiában. Együttes kapacitásuk 56.000 tH<sub>2</sub>/év. A Nemzetközi Energia Ügynökség hidrogén-adatbázisában 37, a fejlesztés valamilyen szakaszában levő projekt szerepel, amelyek földgáz alapon és CCS technológiával állítanak elő hidrogént. Ezek közül is az érettebb projektfázisban lévők vehetők komolyan. A végső beruházási (FID) döntésen négy hollandiai low-carbon H<sub>2</sub> projekt és egy franciaországi van túl. Együttes kapacitásuk 331.000 tH<sub>2</sub>/év.

Egyelőre nyitott kérdés, hogy a megtermelt low-carbon (kék) hidrogén milyen arányban fog megfelelni a meglehetősen komplikált EU-s szabályrendszernek. A fenti projektek esetében a legnagyobb nehézséget az jelenti, hogy hogyan sikerül a CO<sub>2</sub>-leválasztási, szállítási és tárolási infrastruktúrát a projekthez illeszteni, mind technológiailag, mind gazdaságosság szempontjából. A 2. ábra szintén projektfázisok szerint megbontva mutatja az európai low-carbon hidrogénprojekteket.

### Hidrogén-infrastruktúra

Az ambiciózus tervek, például az ENTSO-G tízéves hálózatfejlesztési (TYNDP, 2024) terve ellenére csekély előrelépés tapasztalható. A korábbi ACER jelentés óta mindössze 55 km új hidrogénvezeték létesült 2024-ben. Az Európai Unióban így a teljes meglévő hidrogénhálózat elérte az 1 636 km-t. (Itt meg kell említenünk, hogy 2025 végén átadásra került Németországban egy 400 km hosszú, a Balti-tengeri térséget Szász-Anhalt tartományjalal összekötő, földgázról



2. ábra: CCS technológiát alkalmazó low-carbon hidrogénprojektek az EU-ban, 2025 októberi állapot szerint (kt/év). Kép: ACER

hidrogénre átalakított (repurposed) vezeték szakasz, ami elég jelentős, de a hivatkozott statisztika ezt még nem láthatta.) A meglévő hidrogénvezetékek főként Belgium, Franciaország, Németország és Hollandia területén találhatók. A vezetékeken túlmenően 500.000 m<sup>3</sup> kapacitású föld alatti hidrogéntároló demonstrációs létesítmény állt üzembe 2024-ben Németországban az Uniper fejlesztésének eredményeként. Ezzel a föld alatti hidrogéntároló létesítmények száma 5-re nőtt.

### Szabályozás

Az Európai Bizottság 2025-ben befejezte az uniós szabályozási keretrendszer alapvető elemeinek kidolgozását, közte a low-carbon hidrogén (LCH) szabályrendszerét is. Ebben a nukleáris alapú hidrogén szerepéről szóló döntéseket 2028-ig elhalasztotta, mivel akkor kerül sor a rendelet hivatalos felülvizsgálatára.

**Kapcsolódó:** a valóság e ponton már meghaladta az ACER jelentést. Ugyanis az Európai Bizottság április 22-én közzétette *AccelerateEU* tervét, amelynek átfogó célja – összefüggésben a Hormuzi-szoros környezetében zajló konfliktussal - az energiaköltségek és a rövid távú áringadozások csökkentése Európában. A terv több energetikai területtel, energiatechnológiával foglalkozik, és köztük elismeri a hidrogén, illetve a hidrogén-származékok fontosságát is a kitűzött célok elérésében és ezek térnyerését szolgáló folyamatot a Bizottság szerint fel kell gyorsítani. Hidrogén szempontjából az *AccelerateEU* legfontosabb vonatkozása, hogy előírja a „hidrogén-előállítás feltételrendszerének célzott felülvizsgálatát” – nevezetesen a megújuló (RFNBO) H<sub>2</sub> előállítását meghatározó, a RED III irányelvhez kapcsolódó végrehajtási rendeletek (*Delegated Acts*) felülvizsgálatát. Ráadásul ez az eredetileg tervezett 2028 helyett várhatóan már 2026-ban megvalósul.

Az ACER jelentés több esetben kitér a nemzeti szakpolitikákra is. A hidrogénelőállítás EU-s szabály-

rendszerét illetően külön kiemelendő a német megközelítés. Főként azért, mert 2025-ben ebben a változás előszele volt tapasztalható, amit a Szövetségi Gazdasági és Energiaügyi Minisztérium (BMWE) *Monitoring-jelentés az energiaátmenetről* című dokumentuma is tükröz. Ezek egyike, hogy jelentősen egyszerűsíteni kell a zöld (RFNBO) hidrogénelőállítás túlzottan komplex szabályrendszerét, és zölddel azonos megítélésben, elbírálásban kell részesíteni a low-carbon (kék) hidrogént. Ez nagy újdonság, mert Németország eddig harcosan csak a zöld hidrogén előállítását és alkalmazását preferálta. A hivatkozott monitoring jelentés viszont pragmatikusabb megközelítést javasol. Emellett jónak látnák, ha a széndioxid-leválasztási és hasznosítási [CC(U)S] technológiákat kiemelt módon, technológia-semleges megközelítéssel integrálnák a szabályozási keretrendszerbe. Ez közvetett módon szintén segítené a low-carbon (kék) H<sub>2</sub> térnyerését.

A hidrogén iránti kereslet fellendítése azonban továbbra is kiemelten fontos. A várakozásokkal ellentétben 2025 októberéig mindössze két tagállam, Dánia és Írország értesítette az Európai Bizottságot a módosított Megújulóenergia-irányelv (RED-III) átültetésének befejezéséről, amely kötelező érvényű célokat határoz meg a nem biológiai eredetű megújuló üzemanyagokra (RFNBO-ra), azaz praktikusán a „zöld” hidrogénre. Ez a késedelem növeli a befektetői bizonytalanságot és akadályozza a piaci belépést, terjedést. Ezzel szemben az élenjáró tagállamok, nevezetesen Németország és Dánia, már előreléptek a nemzeti hidrogénpiaci szabályok kidolgozásában és elfogadásában, precedenst teremtve mások számára.

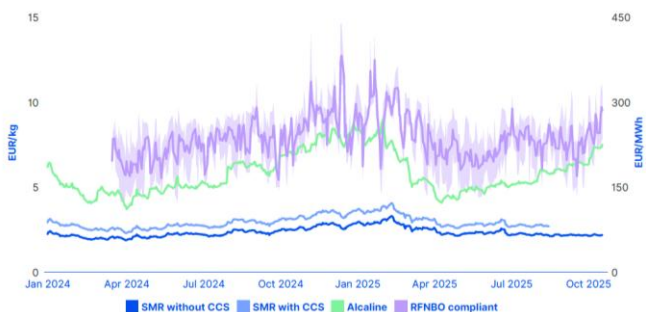
**Kapcsolódó:** jelen cikk lezárása után, áprilisban fogadta el a Német Szövetségi Parlament a RED-III Irányelvet, benne a hidrogénre vonatkozó célértékek nemzeti jogba történő átültetéséről szóló törvényt. Ebben számottevően magasabb zöld (RFNBO) hidrogén célértékeket írnak elő, mint az irányelvben szereplő minimum célértékek, ezzel igen komoly piacot teremtve. Az erről szóló részletesebb cikkünk a kék kiemelésben található.

### A hidrogén – még mindig magas – költsége

Az RFNBO, azaz némi leegyszerűsítéssel a zöld hidrogén átlagos költsége az EU-ban körülbelül 8 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>, ami jelenleg négyszerese a földgázból előállított hagyományos, szürke hidrogén költségének, ami valamivel több mint 2 €/kg. A megadott átlaghoz képest Európán belül a zöld hidrogén költségében jelentős regionális különbségek mutatkoznak.

A cseppfolyósított földgáz (LNG) és a CO<sub>2</sub>-kibocsátási kvóták árszintjére vonatkozó várakozások rövid távon a fosszilis energiahordozó alapon előállított

hidrogénnek kedveznek. Eközben az elektrolizálók vártnál lassabb terjedése korlátozza a méretgazdaságosság elérését, késleltetve a kapcsolódó tőkeköltségek várható csökkenését. A megújuló villamosenergia-költségek csökkenésének közelmúltbeli lassulása, vagy akár megfordulása tovább nehezíti ezeket a költségcsökkentési kilátásokat.



3. ábra: A különböző technológiákkal előállított hidrogén becsült költsége (€/kg, €/MWh) 2024.01 – 2025.10 között. Kép: ACER

A piaci alapú problémák közé tartozik, hogy likvid hidrogénpiac hiánya miatt a szektor még mindig jobbra becslésekre támaszkodik a hidrogén kiegyenlített költségeinek (LCOH) meghatározásakor, ami inkább a hidrogénelőállítás költségein alapul, mint annak tényleges piaci értékén. Bár vannak hidrogénre is árindex meghatározási és publikálási kezdeményezések<sup>1</sup> Európában, de még messze nem tartunk ott, mint például a sokkal fejlettebb földgázpiac. Lásd pl. a TTF tőzsdei árazási háttérét, ami széleskörben elfogadott és meghatározónak számít Európában.

A low-carbon hidrogén (LCH) költségében a 2024-es ACER jelentés óta némi csökkenés volt, mivel a földgázárak mérséklődtek. Ez tovább növelte a low-carbon és a zöld hidrogén közti árkülönbséget. Viszonylag moderált (kb. 60-85 €/tCO<sub>2</sub>) szinten voltak ugyanakkor a CO<sub>2</sub> kvótaárak 2025-ben, ami nem ösztönözte kellően a CCS-technológia irányába történő elmozdulást, hanem a hagyományos szürke hidrogén előállításának kedvezett. Ezek a CO<sub>2</sub>-kvótaárak – mivel a hidrogénelőállítás az emisszió-kereskedelem hatálya alá tartozik – kb. 0,54-0,77 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> értékkel növelik csak a hagyományos hidrogénelőállítás költségét, ami nem túl jelentős, nem jelent még érdemi motivációt. A láthatóan olcsóbb low-carbon („kék”) hidrogén mellett szóló, egyre gyakoribb érv, hogy általa érhető el a hidrogénpiac felfuttatásához szükséges kritikus keresleti szint.

A S&P Global Commodity Insights adatai alapján 2025-ben az SMR alapú, hagyományos szürke hidrogén előállítási költsége kicsivel több volt mint 2 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> („SMR without CCS”, lásd 3. ábrán). A széndioxid-leválasztás (CCS) a low-carbon hidrogénelőállítás költségét 2,8 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> értékre növeli, de ez még nem tartalmazza a CO<sub>2</sub>-szállítás és a geológiai tárolási infrastruktúra költségeit. A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) adatbázisa alapján a földgáz alapú low-carbon hidrogén LCOH költsége 1,7-3,9 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> a CCS nélkül, és 2,7-4,5 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> a CCS technológiával, azaz a CO<sub>2</sub>-szállítás és tárolás költségeivel együtt. A Hydrogen Europe ehhez nagyon hasonló költség-tartományt adott meg egy 2024-es jelentésében a földgáz alapú low-carbon hidrogénre. Itt kifejezetten nagy bizonytalansági faktor a CCS költsége, a CO<sub>2</sub> szállítása és geológiai tárolása, mivel erre kifejezetten projektfüggő és nagyon eltérő költségbecslések vannak. A Hydrogen Europe kb. 100 €/tCO<sub>2</sub> értékre becsüli a CCS-költséget, ami a korábban már említett kb. 0,9-1,0 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> értékkel növeli a low-carbon hidrogén árát a hagyományos szürke hidrogénéhez képest.<sup>4</sup>

Az elektrolízis alapú hidrogénelőállítás költsége jelentős mértékben a villamos energia áráról függ. Hollandiában 2025 októberi árakon ez kb. 7 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>. Ha pedig az EU-s zöld (RFNBO) hidrogénelőállítás szabályrendszerét is alapul vesszük az elektrolitikus hidrogénelőállításnál, akkor még magasabb, 8 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> körüli átlagköltséget kapunk, amely tagországoaktól függően a 7-10 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> sávban mozog. Utóbbit az 3. ábrán a lilával jelölt görbe mutatja.

A hivatkozott HYDRIX zöld hidrogén árindex 2025-ben kis mértékben növekedett, átlagosan 8,2 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>-ra, a 2023-as 7,8 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> értékről. Egy másik, az Ibériai-félszigeten publikált IBHYX árindex 2025-ben 6 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> környékén ingadozott, de ez az EU-s RFNBO szabályoknak megfelelő zöld hidrogén árát mutatja, az igen kedvező megújulás potenciállal rendelkező spanyol és portugál régióban. Látható, hogy a zöld hidrogén és a hagyományos (szürke) hidrogén közti költségkülönbség magas maradt a vizsgált évben, sőt kis mértékben még növekedett is az ACER első, 2024-es piaci jelentéséhez képest. A zöld hidrogén sajnos kb. négyszeres áron volt érhető Európában a hagyományos, szürke hidrogénhez képest a tárgyalt ACER jelentés kidolgozásának (2025) időszakában.

<sup>1</sup> Az egyik ilyen a HYDRIX, amely az Európai Energiatőzsde (EEX) első zöld hidrogén árindexe, amelyről a [Hidrogén Hírlevél 2024/3](#) számában olvashatnak (9. o.): „MHTÉ: Hidrogén ármeghatározás – a HYDRIX árindex”.

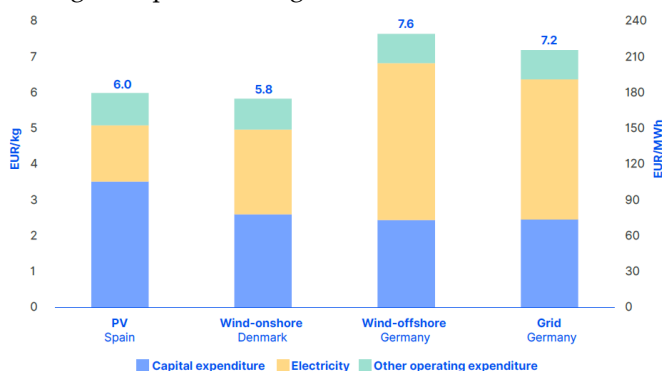
<sup>4</sup> Az Ariadne projekt számításai szerint rendkívül magas, egyelőre értelmezhetetlenül magas 300-500 €/tCO<sub>2</sub> kvótaárakra lenne szükség, hogy a zöld hidrogén költségaritást érjen el a szürke hidrogénnel. Mérsékeltebb, de még mindig magas, széndioxid-kvótaárakat adott meg a Hydrogen Europe is áttörési (break-even) pontként low-carbon hidrogénre, amely egy új ATR+CCS technológia esetében 180 €/tCO<sub>2</sub>, míg egy meglévő SMR technológia esetében 210 €/tCO<sub>2</sub> lenne.

### Melyek a fontosabb költség tényezők? (cost drivers)

Függetlenül az alkalmazott elektrolizáló-technológiától a megújuló alapú hidrogénelőállítás fő költségfokozó tényezői a következők:

- beruházási költség (CAPEX): elektrolizáló stack, üzemegyensúlyi komponensek (BoP), finanszírozási költségek, tervezés, beszerzés és kivitelezés (EPC), egyéb kezdeti költségek (pl. engedélyeztetés és földterület megszerzése), valamint a kapcsolódó infrastruktúra, például helyszíni H<sub>2</sub>-tároló költsége
- üzemeltetési költségek (OPEX): villamos energia, hálózathasználati díjak, karbantartás, munkaerő.

Az egyes költségkomponensek súlya a hidrogén végső előállítási költségében nagymértékben függ projektspecifikus tényezőktől, mint például az alkalmazott elektrolizáló-technológia, a villamosenergia-forrás, valamint az elektrolizáló kihasználtsági tényezője (éves üzemórák száma). A 4. ábra példákat mutat be a különböző hidrogéntermelési útvonalak tipikus LCOH-költségszerkezetére Európában. A napenergia-alapú fotovoltaiikus (PV) rendszerekkel előállított hidrogén esetében a beruházási kiadások jelentik a domináns költségelemet, ami más forrásokhoz képest alacsonyabb villamosenergia-költséggel, valamint az alacsonyabb kihasználtsági tényezővel magyarázható. A drágább villamos energiát használó – például szélerőművekből vagy a hálózathoz származó – termelésnél, ahol a kihasználtsági tényező is magasabb, a villamosenergia-költség szerepe válik meghatározóvá.



4. ábra: Az elektrolitikus alapon előállított hidrogén LCOH költség-komponenseinek tipikus megoszlása négy különböző előállítási értékláncban. Kép: ACER

A hálózati költségek közül a csatlakozási díjnak csak egyszeri és nem túl jelentős hatása van a hidrogén LCOH költségére. Az külön kérdés, hogy az Európában sok helyen jellemző, elégtelen hálózati kapacitások miatt a csatlakozás sok esetben nehéz, és versengő hálózati csatlakozási kérelmek lehetnek. Azonban a hálózathasználati díjak már jelentős részesedéssel bírnak a hidrogén költségében, bár ez is országfüggő. A következő években, évtizedben szükségessé váló jelentős

**Kapcsolódó:** április végén a német törvényhozás legfelső szerve, a Deutscher Bundestag (szövetségi parlament) elfogadta és a nemzeti jogba iktatta az EU Megújuló Energia Irányelvét (RED-III), amely egyebek mellett a zöldhidrogén-piac európai felfuttatásának egyik fő eszköze. A RED-III irányelv a közlekedési és az ipari szektorokban vezetett be kötelezően elérendő minimum kvótákat, határérték-rendszert a megújuló alapú (RFNBO) hidrogén alkalmazására. A törvény Németországban lépcsőzetes RFNBO-felfuttatást vár el a közlekedési szektorban, amelyek ráadásul számottevően magasabbak, mint a korábbi tervezetekben szereplő értékek:

- 2030-ban: **1,5%** (korábbi tervzetben: 1,2%)
- 2032-ben: 3,0% (köztes célérték; korábban nem volt)
- 2040-ben: **10%** (korábbi tervzetben: 8,0%)

Lényeges a 2032-es köztes, 3%-os célérték, ami azt is jelenti, hogy a következő 2-3 évben jelentős zöld hidrogén projektek valósulhatnak meg Németországban például a finomítókhöz kapcsolódóan, és jelentősen megnő a zöldhidrogén-fejlesztések „láthatósága”. A célértékek megítéléséhez azt is fontos tudni, hogy a közlekedés terén a RED-III 2030-ra 1,0%-ot ír elő minimális kötelezettségként, azaz a német jogalkotás jelentősen felülteljesít. Az is német specifikum, hogy a nemzeti jogszabály 2040-re is előír zöld hidrogén célértéket, miközben a RED-III irányelv ezen időtávra ezt – egyelőre – nem teszi. Ez a távolabbi kitekintés viszont kifejezetten hasznos a hidrogénpiac hosszabb távú fejlődéséhez, a szabályozói bizonyossághoz.

A transzpozíciót megvalósító törvény 120 €/MJ büntetési tételt ír elő a hidrogén célértéket nem teljesítőkre. Meglehetősen magas összeget. A büntetés kb. 14,4 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> lenne, ami viszont jelentősen meghaladja az európai zöld hidrogén előállítási költségét. Tehát, ha egy kötelezett gazdasági szereplő nem teljesíti a zöld hidrogén célértékét, akkor számottevően nagyobb büntetést kell fizetnie, mintha megtermelte volna az előírt zöld hidrogén mennyiséget. Ez várhatóan hatékony ösztönző lesz a nem megfelelés elkerülésére.

hálózathasználati díjat várhatóan tovább emelik. Az ACER egy másik, 2024-es villamosenergia infrastruktúra-fejlesztési jelentése 2050-ig a hálózati díjak 50-100%-os növekedését vetíti előre, részben attól függően, hogy a beruházások hogyan igazodnak a villamosenergia-hálózati kereslet alakulásához. A jövőbeni esetleges dinamikus árazású hálózati tarifák, amelyek időbeli és földrajzi jelzéseket adnak a rendszer számára nyújtott rugalmasság ösztönzésére, közvetetten jutalmazhatják azokat az elektrolizáló projekteket, amelyek képesek rugalmasan,

a hálózattal együttműködve üzemelni.

### A nukleáris alapú hidrogénelőállítás

Különböző stratégiai tervekben eddig 7 európai ország jelezte, hogy opcionálisan alkalmazni kívánja a nukleáris alapú hidrogénelőállítást: Csehország, Finnország, Franciaország, Magyarország, Románia, Svédország és Szlovákia. A nukleáris alapú villamos energiából előállított hidrogén low-carbon (LCH) hidrogénnek minősülhet az EU nevezéktana szerint, de versenyképessége dominánsan az input villamos energia árán múlik. Márpedig a nukleáris alapú villamos energiát nem is könnyű meghatározni, mivel a nukleáris erőművek tőkeköltsége a termelési összköltség fő komponense. Emiatt az előállított villamos energia ára nagymértékben függ attól, hogy új vagy régi, részben vagy teljes egészében megtérült („leírt”) erőműről van-e szó. Ebből következik, hogy a zöld hidrogénnél versenyképesebb az ún. „nukleáris hidrogén”, amelynek előállításához egy régi, már megtérült erőműből származó villamos energiát használtak fel. Ha viszont az erőmű új és még jelentős tőkeköltség terheli, versenyképtelen lehet az általa előállított H<sub>2</sub>.

A dekarbonizált villamosenergia-rendszer kulcsfontosságú a megújuló, illetve az elektrolitikus alapú low-carbon hidrogén számára. A *grid-mix* villamos energia dekarbonizálásához a nukleáris erőművek jelentős mértékben hozzájárulhatnak. A villamosenergia-ágazat dekarbonizációjának felgyorsítása bővíteni fogja a tiszta hidrogén lehetőségeit az EU-ban.

### Hálózathasználati díjak elektrolizálók esetében

A már hatályos, tagállami szintű pénzügyi ösztönzők közül ki kell emelni az elektrolizálók üzemeltetéséhez kapcsolódó hálózathasználati díjkezdvezményeket. Ausztriában és Németországban csökkentették e díjtételeket a megújuló alapú hidrogén előállításának költségcsökkentése érdekében. Ausztriában minden olyan *Power-to-X* (PtX) létesítmény, beleértve az elektrolizálókat, amely legalább 1 MW kapacitással rendelkezik, mentesül a hálózathasználati díjak alól az üzemeltetésük első 15 évében. Az elektrolizálók, illetve a PtX létesítmények mentesülnek a csatlakozási díjak alól is, ha hálózati csatlakozási hányadosuk nem halad meg egy bizonyos küszöbértéket. Németországban minden P2X létesítmény hasonlóképpen mentesül a hálózathasználati díjak alól.<sup>2</sup>

### Az Európai Hidrogén Bank aukciói

Az ACER tanulmány publikálásának időpontjában még csak az első (2023) és a második (2024) EHB aukció eredménye volt ismert és elemzett. Az egyik érdekes kiemelés ezen aukciók eredményeiből, hogy a pályázók teljes ajánlati halmazát tekintve a hidrogén kiegyenlített költsége (LCOH) 3,1 és 19,8 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> között változott, ami igen nagy regionális különbségeket mutat. A legalacsonyabb LCOH Spanyolországból, a legdrágább Ausztriából származott. Némileg biztató, hogy az ajánlatok átlagos LCOH költsége – RFNBO hidrogénre – az első aukción 9,5 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>,<sub>2023</sub> volt, majd mindössze egy évvel később, a második aukció során már csak 7,1 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>,<sub>2024</sub> volt az átlag. Azaz 25%-ot csökkent 2024/2023 viszonylatában. Kíváncsian várjuk a 2025. végén kiírt harmadik aukciós kör hasonló eredményeit, hogy lássuk, folytatódik-e a LCOH költségének csökkenése?

E ponton a 2026 tavaszi fejlemények szintén kissé meghaladták az ACER jelentésben leírtakat, ugyanis 2026.05.07-én az Európai Bizottság jóváhagyta az Európai Hidrogén Bank (EHB) harmadik aukciójának eredményeként 9, megújuló és/vagy low-carbon hidrogén előállítására irányuló projekt támogatását. A kilenc nyertes projekt együttesen 1,09 milliárd € támogatást fog kapni fix prémium (€/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>) formájában, 10 éves periódusra. Az EHB harmadik aukciós körének előzetes eredményeiről szóló Egyesületi [közleményünk weboldalunkon](#) található. A részletesebb, átlagárakat is tartalmazó eredmények publikálása később várható.

A felvevőket (*oftaker*-eket) tekintve ismét az ipar áll az első helyen, ezt követi a mobilitási és a hidrogénszármazék-ágazat. Az ágazatonként számított átlagos felvevőárak 3,60 €/kg-tól (építőipar) 14,04 €/kg-ig (fémfeldolgozás) terjednek. A kulcsfontosságú ipari ágazatok fizetési hajlandósága közel áll az átlagos, fentiek szerint jelentett LCOH-hoz. Ide tartozik a vegyipar (6,43 €/kg), a vas- és acélipar (6,69 €/kg), a tengerhajózás (7,12 €/kg) és a finomítók (7,85 €/kg). Ugyanakkor az ammónia- és metanolgyártók fizetési hajlandósága jelentősen alacsonyabb, 4,95 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>, illetve 5,29 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>. Utóbbi annak tudható be, hogy ezek az ágazatok könnyebben hozzáférhetnek a globális ellátási láncokhoz. Az Európai Hidrogénbank által szervezett [aukciókat](#) a tagállamok is igénybe vehetik aukciós szolgáltatásként (AaaS). Emellett a Bizottság elindította az uniós Hidrogén Mechanizmust, amelynek célja

<sup>2</sup> ACER (2025): *Getting the signals right: Electricity network tariff methodologies in Europe. ACER report on network tariff practices.* A hálózati csatlakozási küszöbérték 200 lfm/MW, ami azt jelenti, hogy ha az elektrolizáló hálózati csatlakozás kiépítéséhez megawattontként kevesebb, mint 200 méter vezeték szükséges, akkor a létesítmény mentesül a hálózati csatlakozási díj alól.

a hidrogénkínálat és -kereslet összekapcsolásának elősegítése, a hidrogénpiac létrehozásának felgyorsítása<sup>3</sup>. A tagállamok számos támogatási programot is bejelentettek, de a végrehajtás továbbra is egyenetlen. A kiosztott források felhasználásának felgyorsítása kulcsfontosságú az érett beruházások fellendítéséhez.



Összefoglalásként megállításra került, hogy az európai hidrogénpiac nulláról történő létrehozása jelentős technikai, pénzügyi és infrastrukturális kihívásokat jelent. Összehangolt erőfeszítéseket igényel a szükséges infrastruktúra kiépítéséhez, a beruházások mozgósításához és az innováció előmozdításához a piaci érettséghez elengedhetetlen költségcsökkentések elérése érdekében. Az ACER egyik összegző megállapítása, hogy számos projekt lemondása és elhalasztása ellenére, beleértve néhány feltűnő esetet is, az európai hidrogénágazat figyelemre méltó előrelépést ért el.

Az ACER jelentés javaslatait is megfogalmaz az európai hidrogénpiac gyorsabb, hatékonyabb kiépítése érdekében a következők szerint:

- fel kell gyorsítani a Megújuló Energiák (RED-III, 2023/2413) Irányelv tagállami átvételét, végrehajtását
- késlekedés nélkül végre kell hajtani a [Gáz Dekarbonizációs](#) jogszabálysomagot
- segíteni kell a hidrogénigények megjelenését célzott módon és érett projektekre fókuszálva
- segíteni kell a zöld hidrogén projekteket gyorsabb engedélyezési eljárásokkal és hálózatsatlakozással
- a villamosenergia-szektor dekarbonizációjának gyorsítása, a villamosenergia-költségek csökkentése és az elektrolízis használatának ösztönzése
- a villamosenergia-piacon támogató, rugalmas szabályozási keretek kialakítása a hálózathasználati díjak átgondolása és más kezdeményezések bevezetése révén
- a low-carbon hidrogén előállítási értékláncok kockázatainak vizsgálata (pl. kapcsolódó CO<sub>2</sub>-infrastruktúra költségei, „lock-in” hatások, stb.)
- a hidrogénhálózatok fejlesztésének hozzáigazítása a piaci realitásokhoz.

**Forrás:**

ACER: European hydrogen markets 2025 Monitoring Report.

## Ballard, Bosch, Cellcentric: új üzemanyagcellák a termékínálatban

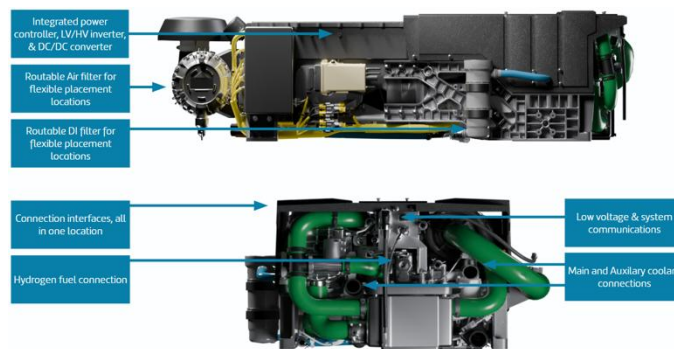
Az év első felében több jelentős üzemanyagcella-gyártó is új modulokat bocsátott a piacra, amelyek közös jellemzője, hogy főként városi és távolsági buszokba, illetve az egyik OEM esetében teherautókba integrálható üzemanyagcellákról van szó.

A Ballard idén jelent meg a piacon az FCmove®-SC márkanévvel viselő (PEM típusú) üzemanyagcellával, amely az FCmove® platformcsalád tagja, de már 9. generációs üzemanyagcella. Kifejezetten a modern közösségi közlekedési buszok igényeire tervezték. Kiemelt szempont volt, hogy könnyen lehessen integrálni a hajtásláncba, illetve az adott járműbe. Az FCmove®-SC emiatt kompakt, kedvező kialakítású. Teljesen integrált DC/DC teljesítmény-átalakítóval, teljes üzemegyensúlyi (BoP) rendszerrel és alapvető szűrőrendszerekkel rendelkezik, mindezt egyetlen „áramvonalas” egységben.

Az FCmove®-SC-t kifejezetten az európai, érett buszpiac számára tervezték, de más nehézgépjárművek (HDV) számára is megfelelő lehet. A könnyű integrálhatóságot és szervizelhetőséget segíti, hogy az elfordítható szűrőrendszerek, az egyszerűsített (hűtő)-folyadék-csatlakozók és kisméretű csatlakozások



FCmove®-SC üzemanyagcellás rendszer. Kép: Ballard Power



Csatlakozási pontok az üzemanyagcellán. Kép: Ballard Power Systems

<sup>3</sup> MHTE: „Elérhető az EU Hidrogén Mechanizmus online platformja”. [Hidrogén Hírlevél 2024/3.](#) (19. o.)

könnyen hozzáférhető helyre kerültek. A BoP alkatrészeket szintén egyszerűbb elérni. A hidegindítás -30 °C-ig megoldott, külső rásegítés (pl. temperálás) nélkül. A gyártó több mint 25 ezer üzemóra élettartamot és 98%-os rendelkezésre állást ad meg az adatlapon.

FCmove®-SC műszaki adatok	
Csúcsteljesítmény:	75 kW
Szabályozott rendszerteljesítmény:	65 kW
Rendszerfeszültség:	520 - 750 V
Minimális (idle) teljesítmény:	6,5 kW
Üzemanyag:	hidrogén (gáz)
FC (fuel cell) gázellátás nyomása:	6 - 10 bar <sub>g</sub>
FC (fuel cell) csúshatásfok:	57%
Méret:	1447 x 600 x 414 mm
Tömeg:	231 kg
Védelem:	IP6K9K
Működési hőmérséklet:	-40 - +80 °C
Hidegindítás (min. start-up):	-30 °C
Hűtőközeg:	etilén-glikol 50%
Hűtőközeg max. kilépő hőm.:	75 °C
Monitoring interfész:	CANbus
Tanúsítványok:	UN ECE Reg 10, Reg 100, Reg 134, EU REACH, ISO23273:2013, ISO6469-2:2018, SAE J2578:2014, ISO/IATF16949:2016, SAE J1939:2013, ISO 6469-4:2015

*Forrás: Ballard Technical Specification Data*

A technológiai fejlesztés mellett fontos piaci fejlemény, hogy a *Solaris Bus & Coach* idén ismét a Ballard termékét, konkrétan az FCmove®-SC üzemanyagcellát választotta. Ezt építik be a következő generációs Solaris busz platformba. A két vállalat májusban megállapodást kötött erről. A Ballard 2029-ig biztosítja az üzemanyagcellák beszállítását a Solaris Generation 2 üzemanyagcellás busz (FCEB) programjához. A valós körülmények közötti használat és az ezek során nyert tapasztalat meghatározó. A Ballard üzemanyagcellás rendszereit eddig már 2.200 buszba integrálták világszerte és együttesen 300 millió kilométer futásteljesítményt tudnak felmutatni.

Más buszgyártó, nevezetesen a Wrightbus, az Egyesült Királyság egyik vezető buszgyártója, nemrég bejelentette, hogy a Ballard Power Systems-szel régóta fennálló partnerség keretében ismét a Ballardot választották üzemanyagcella-beszállítónak a következő generációs *StreetDeck Hydroliner Gen 3.0* hidrogénbusz-platformjához. Ebbe is a fent bemutatott FCmove®-SC üzemanyag-cellás rendszert építik be.

A Bosch idén tavasszal mutatta be a berlini Mobility Move szakmai rendezvényen az FCPM C100 márkanevet viselő üzemanyagcelláját, amelyet szintén elsődlegesen városi buszokhoz terveztek. „Az üzemanyagcella különösen jól alkalmazható azokhoz a buszokhoz, amelyek naponta hosszabb távolságokat tesznek meg, és ritkán van lehetőség útközben feltölteni őket” – emelte ki Jan-Oliver Röhr, a Bosch Power Solutions divízió alelnöke.



Városi buszba integrálható C100-as Bosch üzemanyagcella. Kép: Bosch

Az FCPM termékcsaládot jelöl, amelyben a három üzemanyagcella 100, 190 és 300 kW teljesítményt nyújt. Ezek típusjelzései: C100, C190, C300. Lapos kialakításával és mindössze 40 centiméteres magasságával a C100-as cella a jármű tetejére szerelhető, ami jellemző megoldás az európai városi buszok esetében. A könnyen integrálható rendszert 12-18 méter hosszú városi buszokhoz tervezték. A szokásos CAN és diagnosztikai interfészeket kínálja. A Bosch azt tervezi, hogy 2026 első felében demó járművekben teszteli a C190-et. A termékínálat része az FCPM C300 is, amely 300 kW-os teljesítménye révén ideális energiaforrás a nehéz tehergépjárművek és távolsági buszok számára. Részletes műszaki adatlap a C100-300-ról nem volt elérhető, de a Bosch honlapja („up to”) 30 ezer üzemóra élettartamot ad meg, 0,4 kW/liter teljesítménysűrűséget, és -30 °C hőmérsékletig biztosított hidegindíthatóságot.



(b) A C190 (190 kW-os) üzemanyagcella két stack-ből áll, a távolsági buszok hátsó részébe („motortérbe”) építhető be.

(j) A C100 (100 kW-os) üzemanyagcella egyetlen stack-ből áll, lapos, így a városi buszok tetejére építhető be. Kép: Bosch

A fejlesztések háttéréhez célszerű tisztában lenni a kapcsolódó EU-s szabályozással is:

- a *nehézgépjárművek CO<sub>2</sub>-kibocsátási előírásairól* szóló, 2024-ben módosított (EU) 2019/1242 rendelet (HDV-CO<sub>2</sub>) előírja, hogy 2030-tól az új városi buszok 90%-ának zéró emissziósoknak kell lennie, 2035-től pedig 100%-ának. Ez a rendelet a buszgyártói oldalt ösztönzi,
- a *tiszta és energiahatékony közúti járművek használatának előmozdításáról* szóló (EU) 2019/1161 Irányelv (CVD-II) előírja, hogy az állami és közszolgáltatási beszerzésekben meghatározott arányban „clean”, vagy „zero-emission” buszokat kell vásárolni. Ez az irányelv a keresleti oldalt stimulálja, a közlekedési közszolgáltatások megrendelőire vonatkozik.

A két jogszabály együtt tereli az európai piacot a zéró emissziós buszok felé. Ezért szokták együtt emlegetni őket az EU buszpiaci átállásának két fő pilléréként. A CVD II Irányelv nélkül nem lenne garantált kereslet, a HDV-CO<sub>2</sub> Rendelet nélkül pedig a gyártók lassabban állnának át.

A Cellcentric<sup>5</sup> új, BZA375 üzemanyagcellája szintén új generációs technológia. Ez egy kifejezetten erős, 375 kW-os (~500 LE) folyamatos, nettó teljesítményre képes üzemanyagcella, amelyet nehézgépjárművekhez, elsősorban kamionokhoz ajánl a gyártó.

Sajnos részletes műszaki adatlap erről sem volt elérhető, de a főbb adatai:

- teljesítmény (folyamatos, nettó): 375 kW
- tömeg: <500 kg
- méretek: 960 x 680 x 1290 mm
- fogyasztás: 6 kg<sub>H<sub>2</sub></sub>/100 km
- hasznos élettartam: 25.000 óra (10 év)



Kép: Cellcentric



ZA375 üzemanyagcella az összeszerelő soron. Kép: Cellcentric

Az előző generációs modellhez képest a Cellcentric közlése alapján a BZA375 modell fogyasztása 20%-kal kisebb, 40%-kal kevesebb hulladékhőt termel (@300 kW teljesítménynél), 40%-kal nagyobb teljesítménysűrűséget értek el, azaz kompaktabb kialakítású, mégis 40%-kal kisebb komplexitású a rendszer.



Üzemanyagcella terméksorozat. Kép: Cellcentric

Forrás:

Bus News (2026.05.06.): Solaris Chooses Ballard Fuel Cell System for New Hydrogen Bus Generation

Ballard Product Specification [Data Sheet](#) - FCmove®-SC

Bosch: Fuel Cell Power Module compact [C100](#)

Bosch Power Solutions: Bosch is extending its portfolio with new fuel-cell solutions for buses Introducing the FCPM. Press Release (2026.03.10.)

[Cellcentric Technology](#): The game-changer for heavy-duty fuel cell applications: BZA375

<sup>5</sup> A Cellcentric a Daimler Truck AG és a Volvo Group AB 50:50 arányú közös vállalata, amelyet 2021. márciusában alapítottak, és amely elődállalatai több évtizedes üzemanyagcella-fejlesztési munkájának szakértelmét és széleskörű tapasztalatát használja.

## Ulsan City: hidrogénüzemű villamos és mintaértékű stratégiai tervek

A dél-koreai Ulsan City 47,3 millió dollár értékű szerződést írta alá a Hyundai Rotem céggel, kilenc hidrogén-üzemanyagcellás villamos beszállítására. A Rotem a Hyundai Group vasúti járműgyártó cége, de a védelmi iparban<sup>6</sup> is fontos szereplő. A villamosok 10,8 km hosszú, felsővezetékmentes villamos pályán fognak szolgálatot teljesíteni. Egyetlen feltöltés több mint 200 km megtételére lesz elég. Teljes feltöltésük hidrogénnel 15 perc alatt elvégezhető. A villamos csúcsebessége 60 km/h lesz.



Hidrogén-üzemanyagcellás villamos. Kép: Hyundai Rotem

Az első hidrogénüzemű villamosvonal Techwagan és Chanseungho állomásokat köti össze és 2028-tól üzemelhet. Egy második vonal építése is tervben van, amelynek üzembe helyezése 2029-ben várható.

A hidrogénüzemű villamos fejlesztésének gyökerei 2019-ig nyúlnak vissza. 2021-ben készült el a prototípus, amely a Hyundai csoport saját fejlesztésű (HTWO) üzemanyag-celláját tartalmazta. 2023-ban pilot jellegű demonstrációs program kezdődött, amelynek célja a technológia tesztelése mellett az volt, hogy a járművet megismertessék a közvéleménnyel, fokozzák a társadalmi elfogadottságot és minél több információval lássák el az embereket. Külön siker, hogy a jármű megjelenése igen tetszetős, a villamos 2023-ban elnyerte az *IF Design Award 2023* címet, amelyet nemzetközi zsűri ítelt oda<sup>7</sup>.



Az is kiemelendő, hogy a villamos teljes hosszában alacsonypadlós. A hajtáslánc lelkét jelentő üzemanyag-cellát a cégcsoporton belüli Hyundai Motor biztosítja. A Hyundai személyautókban használt üzemanyagcelláját vették alapul, de egy kicsit másképpen konfigurálták, hogy jobban illeszkedjen a villamoshoz. A felsővezetékmentes (*catenary-free*) működés a városoknak vonzó, mivel a vezeték és különösen a tartóoszlopok nem csúfítják el a városképet, sőt, a karbantartás sem merül

fel feladatként és költségként. Mindeközben az üzemanyag-cellás villamos nagyon halk, lokális kibocsátása nincs, amiben a hagyományos, felsővezetékű változathoz hasonlít.



Kép: Hyundai Motor Group

Dél-Koreában egyébként nincsenek villamosok a közösségi közlekedésben. A fejlesztés során az egyik legnagyobb kihívás az volt, hogy semmiféle hatósági előírás nem létezett a hidrogénüzemű villamosokra, amelyekhez igazodni lehetett, illetve kellett volna. Ulsan City konkrét megrendelése tehát fontos mérföldkő, mert ez az egyik első ilyen „éles” városi projekt a világon. Daejeon város szintén rendelt már a villamosokból, de a rendelkezésre álló forrásokból nem állapítható meg egyértelműen a projekt pontos státusza. Valószínűsíthető, hogy nem kötelező érvényű, hanem egyelőre csak szándéknyilatkozat szintű megrendelésről van szó, igaz, nagyon jelentős, 34 villamosból álló flottára, ami kb. 210 millió dollár értékű megrendelés.

Érdemes még kiemelni, hogy Ulsan városa hosszú évek óta tudatosan részt vállal a hidrogénfejlesztésekből. Kifejezett célja, hogy megújuló energia és hidrogénközponttá (*hydrogen industry hub*) váljon 2030-ra, ráadásul nem csak városi, hanem regionális szinten.

Ulsan nem egy-egy pilot projektet hajt végre, hanem teljes hidrogén-ökoszisztémát épít. Meglévő hidrogén-infrastruktúrája 2025-ös állapot szerint tartalmaz: 16 hidrogén-töltőállomást, háromezret meghaladó hidrogénüzemű járművet, kb. 198 km hidrogénvezeték-hálózatot, továbbá a város régiója adja Dél-Korea hidrogéntermelésének közel felét (48%). Telepített, azaz energiatermelési célú tüzelőanyag-cellás rendszerek is működnek, mind kiserőművi szinten, mind egyes lakónegyedekben. A város tudatosan úgy fejleszt, hogy a speciális „*hydrogen industry hub*” zónájában a kutatás, a gyártás és a demonstráció együttesen valósuljon meg. Ez egyfajta élő labor

<sup>6</sup> Hyundai Rotem ([H<sub>2</sub> Hírlevél, 2025/3](#)): Hidrogéntekológiák a védelmi iparban – üzemanyagcellás harckocsi koncepció (23. o.)

<sup>7</sup> Az *IF Design Award* az egyik legrangosabb, 1954 óta működő nemzetközi elismerés a design szakmában.

(*living lab*) szerepet biztosít, és így a technológia felskálázása is könnyebb. Ulsan hidrogénstratégiáját olyan tényezők alapozzák meg, amelyekre valóban jó eséllyel lehet életképes hidrogén-ökoszisztémát építeni, ugyanakkor komparatív előnyt jelentenek más városokhoz képest:

- jelentős a petrokémiai ipar a régióban, amely nem mellesleg számottevő mennyiségű hidrogént termel melléktermékként
- a Hyundai egyik fő gyártóbázisa<sup>8</sup> is itt található, de fontos teszt- és fejlesztőhelyszín is egyben, ezáltal erős a járműipari integráció lehetősége
- jelentős kikötővel rendelkezik, ami önmagában is hidrogén *hub* lehet, és az exportpotenciált is segíti.

Ezt az erős, szerteágazó ipari háttérrel ötvözi és építi tovább a városi támogatás, stratégia. Így lehet haladni, építkezni. Megfontolásra javasolt modell.

Inkább csak a teljeskörűség érdekében megemlítjük, hogy a dél-koreai nem az egyetlen hidrogén-üzemanyagcellás (HFC) villamosfejlesztés. Kína már 2017-ben Tangshan városban tesztelt egy HFC villamos prototípust. Bár a próbálkozás nem volt túl hosszú életű, érdeme viszont, hogy normál utasforgalomban tesztelték a járművet. Ennél komolyabb demonstrációs projekt kezdődött 2019 végén Foshanban, ahol a CRRC által fejlesztett, de a Ballard üzemanyagcelláját tartalmazó HFC villamost tesztelték négy éven át, egy új villamosvonalon. Ez több százezer utast szállított.

Kiemeljük, hogy HFC villamost nyilván csak teljesen új, felsővezetékekkel nem rendelkező vonal mentén van értelme megvalósítani. Ahol már van felsővezeték és megoldott az energiaellátás, ott természetesen a normál, áramszedős villamos az optimális megoldás.

Négyéves üzemelés után végül a foshani villamosjáratot leállították, mert a technológia működött ugyan, de magát a villamosvonalat nem gondosan jelölték ki, így nem volt kellően kihasználtság. Ezzel együtt érdemes röviden áttekinteni, mert ez már nem egy tesztjármű volt, hanem rendszerszintű alkalmazás egy teljes vonalon, összesen 5 villamossal, bár nyilván így is kísérleti, „*early adopter*” alkalmazás maradt. Maga a villamosvonal nem ott épült, ahol igazán szükség lett volna rá, így alacsony kihasználtsággal közlekedett.

A foshani hidrogén-üzemanyagcellás villamos demó (2019-2024) főbb jellemzői:

- tervezés: CRRC Qingdao Sifang<sup>9</sup> és Ballard



A CRRC hidrogénüzemű villamosa a kínai Foshanban. Kép: Ballard

- pálya hossza: 6,5 km; 10 megálló
- üzemanyag-cella: 2 db, egyenként 200 kW (Ballard)
- max. sebesség: 70 km/h
- utaskapacitás: 394 fő
- $\Sigma$  600 ezer szállított utas,  $\Sigma$  425+ ezer megtett km
- összes üzemóra: 35.000 h; 97%-os üzemanyagcella rendelkezésre állás (*fuel cell availability*)
- H<sub>2</sub> tankolás: Zhihu depó, 1.000 kg<sub>H<sub>2</sub></sub>/nap kapacitás; max. 2 villamos egyidejű tankolása. 15 perc tankolási idő. Hatótáv: 125 km.  $\Sigma$  tankolás: 3.500.

Minden tekintetben és gyökeresen más mobilitási megoldás, de Ulsan kapcsán érdemes azt is külön kiemelni, hogy idén április végén átadták a kikötő első ammónia-bunker létesítményét, ahol megtörtént az első, kereskedelmi jellegű ammónia bunkerolás egy tengerjáró hajóba. Itt egy *port-to-ship* bunker található. Egy olyan létesítmény, ahol a szárazföldről (kikötőből) töltik át a hajóra az ammónia üzemanyagot. Demonstrációs célú ammóniabunker-létesítmény már korábban is működött, a világ több pontján is, de az Ulsan Port Authority (UPA- Ulsani Kikötői Hatóság) közlése alapján a mostani már valódi, kereskedelmi bunkerolás volt. Az Exmar hajózási vállalat *Antwerpen* nevű hajójába töltötték ammóniát. Az Ulsan Port Authority meglehetősen innovatív és rendszerben gondolkodik a környezetkímélő tengerhajózási üzemanyagok terén, ugyanis a korábbi években már megvalósult itt metanol, valamint LPG bunkerolás is (*multi-fuel pathway approach*).

A tankerhajót a HD Hyundai Heavy Industries építette. A 190 m hosszú, 46 ezer m<sup>3</sup> kapacitású tanker cseppfolyósított gázok, ammónia és LPG szállítására alkalmas. Nagy újdonsága, hogy a hajtásrendszer *dual-fuel* (kettős üzemanyagú) technológiája révén ammóniát

<sup>8</sup> Számos hagyományos és elektromos modell mellett a Hyundai üzemanyagcellás SUV-ját, a Hyundai Nexu-t is itt gyártják. A világ egyik legnagyobb autógyára: kb. 1,4-1,6 millió autó/év kapacitás. Ulsanban a Hyundainak saját autóexport kikötője van.

<sup>9</sup> A CRCC globális szinten is jelentős vasúti járműipari cég. Profilja vasúti járművek (vonatok, metrók, gyorsvasút) gyártása. Az egyik legfontosabb kínai nagysebességű vonatgyártó, amely 200-300 km/h sebességre képes vonatokat is gyárt.

is használhat üzemanyagként, miközben maga a szállítmány is lehet ammónia, vagy LPG. Az ammónia gyúlékony ugyan, de nem ég könnyen. Emiatt a tanker meghajtását elsődlegesen, kb. 90–95%-ban az ammónia adja, de a könnyebb begyűjtéséhez (*pilot injection*) kb. 5%-ban hagyományos tengerhajózási (MGO/dízel) üzemanyagot használnak. A duel-fuel rendszer nagy előnye, hogy szükség esetén ammónia nélkül, tisztán dízel üzemanyaggal is képes működni. Ilyen előfordulhat, ha pl. egy kikötőben nem érhető el ammónia bunker üzemanyag, vagy biztonsági okok miatt a hajó ammónia rendszerét esetleg le kell állítani. A mellékelt képen is látható két nagy tartály a hajó fedélzetén, amelyeket 500-500 m<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> üzemanyag tárolására alakítottak ki. Szükség esetén a hajó saját ammónia-rakományát is tudja használni üzemanyagként, ami logisztikailag nagy előny, mert kevesebb fedélzeti ammóniabunker szükséges.



*Ammónia port-to-ship bunkerolása Ulsanban.*

*Kép: Ulsan Port Authority*

A megújuló alapú ammónia üzemanyag bunkerolását a Lotte Fine Chemical biztosította, amely fenntartható hajózási üzemanyag ellátóként határozza meg magát. A bunkerolás során kb. 600 tonna ammóniát tankoltak a hajóba. A Lotte Fine Chemical a zöld ammóniát Kínából, az Envision vállalat megújuló alapú hidrogén- és ammóniaüzeméből<sup>10</sup> importálta. Ez egyben a tiszta ammónia import értékláncának működőképeségét is demonstrálta. A Lotte ehhez természetesen

ammóniatároló-kapacitást is létesített Ulsan kikötőjében, amelyet a jövőben nem csak hajózási-bunkerolási célra, hanem széneróműben történő együttégetésre, azaz energiatermelési célokra is felhasználnak majd.



*Kép: Ulsan Port Authority*

Az ammónia a vízi környezetre veszélyes (akárcsak a hagyományos üzemanyagok), ezért az Ulsan Port Authority még 2025 júniusában egyeztetést és közös védelmi tervek kidolgozását kezdeményezte a koreai Óceánügyi és Halászati Minisztériummal, valamint a releváns hajózási és kikötői hatóságokkal. Mindezek eredményeként biztonsági tervet dolgoztak ki az ammónia bunkerolásra. Bár a tanker még zöld ammónia használatával sem válik teljesen kibocsátásmentessé, ezzel a megoldással a széndioxid-kibocsátás kb. 90%-kal csökkenthető, ami igen jelentős előrelépés.

Forrás:

Hyundai Motor Group: Discover the Hydrogen Fuel Cell Tram: [Explore Hyundai Rotem's Website](#)

Hyundai Rotem: Hydrogen Fuel Cell Tram – [website](#)

Ulsan Metropolitan City: Hydrogen City [Development Project](#)

Ballard Blog: World's first fuel cell-powered tramline in Foshan, China completes four years in operation. ([2024.01.28.](#))

The Maritime Executive: First Commercial Bunkering of Ammonia Completed on Exmar Ship in Ulsan. ([2026.04.28.](#))

Rövid videó a kikötői [ammónia-bunkerolásról itt.](#)

## Romániai üzemanyagcellás vasúti jármű-beszerzés

Több korábbi, sikertelen közbeszerzési forduló után idén tavasszal biztossá vált, hogy Románia 12 darab hidrogén-üzemanyagcellás vasúti járművet vásárol a Siemens Mobilitytól. A 12 darab Siemens Mireo Plus H hidrogénüzemű vonatszerelvényt, a Román Vasúti

Reformhatóság (ARF) rendelte meg, és a tervek szerint 2029-ben állítják azokat forgalomba. A szerződés 15 éves, teljes körű karbantartási megállapodást is tartalmaz, amely további 15 évre opcionálisan meghosszabbítható. A karbantartási munkákat helyben,

<sup>10</sup> Az Envision eddig főként a szélerómű-iparból volt ismert, mivel globális szinten a top-3 gyártó között van. 2025-ben viszont világrekorder méretű (500 MW) elektrolizáló-rendszert alkalmazva működni kezdett Kínában az Envision zöld hidrogén- és ammónia-előállító üze me is. Erről szóló részletes cikkünk a [H<sub>2</sub> Hírlevél 2025/3](#) számában található (6-7. o.)

Romániában végzik majd. A szolgáltatási szerződés értelmében a Siemens Mobility teljeskörűen átveszi a karbantartásért felelős szervezet (ECM) szerepét. A karbantartási tevékenységeket – beleértve a megelőző és javító munkákat, a nagyjavításokat és az alkatrészellátást a Railigent X digitális karbantartási és járműpark-kezelési platform támogatja. A műveleteket romániai létesítményekben végzik, többek között egy külön erre a célra kialakított bukaresti járműtelepen.<sup>11</sup>



Kép: Siemens Mobility

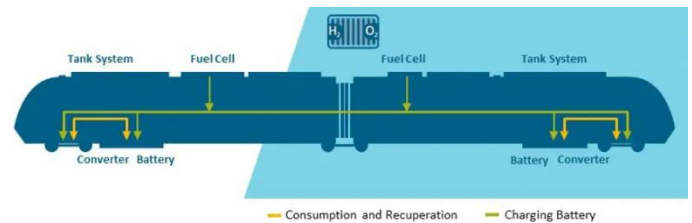
A kétkocsis, csuklós vonatszerelvények 131 állandó ülőhellyel és öt felcsukható üléssel rendelkeznek. A szerelvény maximális sebessége 120 km/h, hossza 46,5 m, nyomtávja 1.435 mm. A szerelvények legfeljebb két összekapcsolt vonatszerelvényből álló vonatként is üzemelhetnek, ami lehetővé teszi az utaskapacitás igény szerinti módosítását a regionális vonalakon. A vonat hatótávolsága max. 1.200 kilométer, a hajtásrendszer csúcsteljesítménye 1,7 MW, és akár 1,1 m/s<sup>2</sup> gyorsulásra képes. Tankolási idő: 15 perc. Maximális tengelyterhelése <20 t. Ütközésbiztonsága megfelel a TSI- és EN15227 szabványoknak. A hajtásrendszer lelkének számító üzemanyagcella nem a Siemens saját fejlesztése, hanem a Ballard Power Systems technológiája. Fontos tudni, hogy a két cég már 2017 óta együttműködik, közösen fejlesztik a kifejezetten vasúti alkalmazásokhoz illeszthető üzemanyagcellát, amely kb. 2x200 kW teljesítményt ad a hajtásrendszerbe. Gyorsításkor ezt egészíti ki az akkumulátor az említett 1,7 MW-ra. A Mireo hidrogén változata tehát egy hibrid hajtásrendszer, mégpedig akkumulátor-domináns hajtásrendszer (*battery-dominant hybrid*). Nagy kapacitású akkumulátor az alapja, amelyet az üzemanyag-cellá

„generátorként” támogat. Ez jól illeszkedik egyébként a városi és elővárosi üzemhez. A Mireo Plus H hidrogénvonatok még 2024 decemberében megkapták az utasszállítási engedélyt Németországban. Elsőként a bajorországi és Berlin-Brandenburgi régióban végeztek személyszállítást.



Kép: Siemens Mobility

A járműparkot PZB vonatbiztonsági rendszerrel<sup>12</sup> és ETCS-szel szerelik fel, így biztosítva, hogy megfeleljenek az európai összekapcsolhatósági követelményeknek. Az utasokat belső és külső kijelzőkön, valamint automatikus hangos bejelentésekkel tájékoztatják.



Kép: Siemens Mobility

A hidrogénüzemű változat a Siemens Mobility Mireo platformjának részét képezi, amelynek akkumulátoros elektromos (Mireo Plus B) és hidrogénüzemű (Mireo Plus H) változatai több európai hálózatban üzemelnek.



Forrás:

Rail Market News: Details of the Siemens hydrogen trains delivery for Romania. [2026.04.29.](https://www.railmarketnews.com/news/siemens-delivers-hydrogen-trains-to-romania)  
Siemens Press Release, [2026.04.28.](https://www.siemens.com/press/en/2026/04/28/siemens-delivers-hydrogen-trains-to-romania)

<sup>11</sup> A korábbi, 2023-2024-es sikertelen beszerzési körök esetében a műszaki, vagy a pénzügyi feltételek nem voltak teljesíthetők, vagy az ajánlat nem felelt meg a kiírás részletes követelményeinek. Volt olyan kör, amikor egyetlen ajánlattevőtől érkezett ajánlat, de az nem felelt meg a követelményeknek. A nyilvánosan ismerhető források alapján nem egyetlen ok miatt bukott meg kétszer is a beszerzés, hanem a „rosszul felépített tender, a gyenge piaci érdeklődés és a pénzügyi bizonytalanság” kombinációja miatt.

<sup>12</sup> A PZB (*Punktformige Zugbeeinflussung*) egy „pontosított” vonatbefolyásolási rendszer, amely felügyeli a mozdonyvezető reakcióit, ellenőrzi a sebességet, szükség esetén automatikusan fékezik. A PZB alapvetően német rendszer, de elterjedt több közép-európai vasúton és Magyarországon is. Az ETCS (*European Train Control System*) modern európai vasútirányítási rendszer, amely folyamatos felügyeletet, digitális kommunikációt biztosít.

## A hidrogén fontos szerepet kap Kína 15. Ötéves Tervében

A tavasz egyik fontos kínai fejleménye, hogy 2026 márciusában az illetékes szerv, a Nemzeti Népi Kongresszus (NPC) hivatalosan is elfogadta „Kína 15. Ötéves Tervét” (*China's 15<sup>th</sup> Five-Year Plan*), amely a 2026–2030 időszakra szól. Ezzel hivatalos állami stratégiai tervvé vált, vagyis a kínai gyakorlatnak megfelelően várhatóan hathatósan végrehajtják.

A 15. Ötéves Tervben a hidrogén, illetve egyes hidrogéntekológiák kifejezetten hangsúlyosan jelennek meg. A terv hat fő gazdasági hajtóerőt



azonosít, és ezeken belül az energetikai pillér markánsan hangsúlyos eleme a belföldi előállítású zöld hidrogén. Az üzemanyagcellás járműveket pedig egyértelműen beemeli a *New Energy Vehicles* (NEV) kategóriába. A hidrogén és az üzemanyagcellás technológia először a 10. Ötéves Tervben szerepelt, azaz már 2000-2005-ben megjelent, de akkor még mint „K+F prioritás”. Majd a soron következő Ötéves Terveken is helyet kapott, de lényegében az utóbbi két, 14. és 15. Ötéves Tervben vált fő témává a hidrogén. A nagyléptékű demonstrációs projektek fázisától Kína most jutott el oda, hogy a hidrogént „új gazdasági növekedési hajtóerőnek” (*new economic growth driver*), a gazdasági fejlődés egyik fontos pillérének tekintse.

**History of China's 5-year plans: Hydrogen as energy carrier for resilience, Fuel Cells and New Energy Vehicle (NEV) ramp-up.**

Fuel Cells are explicitly mentioned being NEVs.

Terv / időszak	Hidrogén megjelenése, szerepe a Tervben
14 <sup>th</sup> Plan (2020-2025)	<ul style="list-style-type: none"> <li>A jövő iparágainak fejlesztése, ide értve a hidrogént is; nemzeti technológiai kutatóközpontok létesítése; iparágak közti integráció és demonstrációs H<sub>2</sub> projektek</li> <li>Kína első közép- és hosszú távú hidrogén és hidrogénipari tervének kidolgozása 2021-2035 időszakra, az első számszerűsített célok megnevezésével 2025-re: 50+ ezer üzemanyagcellás jármű, 100-200 ezer t/év zöld hidrogén előállítás</li> </ul>
15 <sup>th</sup> Plan (2026-2030)	<ul style="list-style-type: none"> <li>A hidrogént explicit módon „új gazdasági növekedési hajtóerő”-ként definiálja. A hidrogén a 6 stratégiai, központi gazdasági pillér egyike.</li> </ul>

*Forrás: Cellcentric, online előadás, 2026.03.24.*

A hidrogén, illetve egyes hidrogéntekológiák ezzel a 2026-2030-as időszakban olyan stratégiai technológiákkal („*strategic future industries*”) került egy csoportba, mint a kvantumszámítógépek, a mesterséges intelligencia, a 6G rendszerek, vagy a fúziós energia.

Ezen iparágaktól, szektoroktól Kína hosszú távú geopolitikai és ipari előnyt vár. Kína a hidrogénre egyszerre tekint:

- energiabiztonsági eszközként
- iparpolitikai eszközként
- exportpiaci lehetőségként
- dekarbonizációs megoldásként.

Energetikai területen a terv 100 ún. „zéró karbon energiaparkot” irányoz elő, amelyekben szélenergia, napenergia és a hidrogéntekológiák integrált megoldásként működnek együtt. Erre azért is szükség van, mert Kínában (is) nagyon jelentős időjárásfüggő megújuló kapacitás épült, és a hálózat sokszor már nem tudja ezeket kezelni, a termelt áramot befogadni. Emiatt a fókusz főként a megújuló alapú, zöld hidrogéneken lesz. Földrajzilag főként a következő régiókban létesítenek majd jelentős hidrogénközpontokat: Góbi-sivatag környéke, Belső-Mongólia, Gansu, Hszincsiang. A cél nem csak a villamos hálózat kiszabályozása és az energiatárolás. A hidrogénigényes nehézipari ágazatok zöldítésében is szerepet játszik majd a hidrogén: acélgyártás, vegyipar, ammónia, metanol, teherszállítás, hajózási és repülőgép (SAF) üzemanyagok.



*Hidrogéntároló tartálypark egy kínai finomítóban. Kép: Sinopec*

A tervet infrastruktúra alapú szemlélet is jellemzi, ezért egyik kulcseleme az országos hidrogén-infrastruktúrák kiépítése: csővezetékek, ipari klaszterek, hidrogén hub-ok (amelyek jelentős részben kikötők köré épülnek), logisztika hidrogénkorridorok. Itt felismerhető némi hasonlóság korábbi iparfejlesztési megoldásokkal, ugyanis Kína a napelem-, vagy az akkumulátor-ipar esetében is elsőként épít(ett) ki jelentős infrastruktúrát, majd globális dominanciát.

A mobilitás terén Kína nem a hidrogénüzemű személyautókra fogad, hanem inkább a nehézgépjármű (HDV, *Heavy Duty Vehicles*) szegmensre, úgy mint kamionok, buszok, bányagépek, kikötői járművek,

vasúti járművek, stb. A személyautók szegmensében az akkumulátoros (BEV) meghajtásra fókuszálnak, de például a Reuters szerint a BEV-iparágat már túlfűtöttnek látják, a hidrogént pedig a következő stratégiai növekedési hullámnak tartják.

A technológiai komponensek terén erős hangsúly van a saját gyártású elektrolizátorokon, membránokon, katalizátorokon, tüzelőanyagcellákon, hidrogéntároláson. Ebben tetten érhető a geopolitikai gondolkodásmód is, mert Kína a hidrogén terén sem akar függeni például a főleg európai PEM (protoncserélő-membrános) technológiáktól, az amerikai high-tech komponensektől, vagy a japán szabadalmaktól.

A közel-keleti konfliktus eszkalálódása okozta, energiabiztonsággal kapcsolatos globális aggodalmak közepette Kína energiaszabályozó hatósága (*China National Energy Agency*, NEA) ígéretet tett a hidrogénipar fejlesztésének felgyorsítására. A hidrogén mint sokoldalú energiahordozó és üzemanyag az ország energiaellenálló-képességét erősíti. 2025 végére Kína zöldhidrogén-előállítási kapacitása meghaladta az évi

220 ezer tonnát, ami a teljes globális zöld H<sub>2</sub>-termelés több mint 50%-a. A *China Hydrogen Alliance* adatai szerint 2025 végéig Kína több mint 540 hidrogén-töltőállomást épített, ami a világ összes ilyen létesítményének mintegy 40%-a. Az elektrolizálók gyártása terén pedig Kína – a Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) adatai szerint – a teljes globális gyártókapacitás kb. 60%-át adja. A legtöbb jelentős hidrogéntekológiai területen Kína tehát már most is vezető szerepet játszik, amit a frissen elfogadott 15. Öt éves Terv várhatóan még tovább erősít. Mindezt nem „ideológiai” alapon, hanem pragmatikus iparfejlesztési, energetikai, geopolitikai megfontolások alapján.

Forrás:

Green Finance & Development [Center](#): China's 15<sup>th</sup> five-year plan 2026-2030 – a comprehensive analysis for China's green transition in climate emissions, energy, industry, finance

Center on Global [Energy Policy](#): China's Hydrogen Strategy: National vs. Regional Plans

Slightline [Climate](#): Hot off the press: China's 15<sup>th</sup> plan for the era of security

## 100% ammóniával történő tüzelés – első sikeres tesztek ipari léptékben

Ammónia együttes projektéről korábban már több alkalommal hírt adtunk, azonban a 100%-ban ammóniával történő tüzelés még meglehetősen újdonság az ammónia energetikai célú felhasználása terén. A japán IHI Corporation és az amerikai GE Vernova (GEV) sikeresen tesztelt energiatermelési célra egy 100%-ban ammóniával működő, belső égésű motort. Az IHI erre a célra épített tesztlétesítményében végzett próbaüzem a két cég 2024-es közös fejlesztési megállapodására épül. A projekt végső célja, hogy 2030-ra kereskedelmi forgalomba hozzák az ammóniával működő motort.

A létesítményt úgy tervezték, hogy reprodukálja a GEV „F” osztályú gázturbináinak üzemi körülményeit. A massachusettsi székhelyű energiatechnológiai vállalat



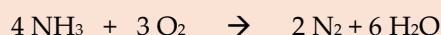
100% ammónia tüzelésre képes tesztmotor. Kép: H2-View.

közölte, hogy 9F gázturbinája – az F osztályú sorozat legnagyobbja - nettó 294 MW teljesítményre készült, azaz már erőművi léptékű (*utility scale*) technológiáról beszélhetünk. Noriaki Ozawa, az IHI igazgatója elmondta, hogy a sikeres ammóniatüzelés jelentős előrelépést jelent az ammónia energetikai értékláncának egy eddig kritikus szakaszán.

Korábban többször írtunk arról, hogy több ázsiai ország, főként Japán és Dél-Korea a tiszta hidrogén alapú ammóniát tartja a dekarbonizált energiatermelés egyik lehetséges megoldásának. Bár az ammónia energetikai célú alkalmazása felgyorsíthatja a tiszta hidrogén iránti keresletet, az ammónia égetése nem teljesen kibocsátásmentes. A folyamat során ugyan nincs CO<sub>2</sub>-kibocsátás, de bizonyos mennyiségű NO<sub>x</sub> és finom szállópor mégiscsak keletkezik. Ezekhez szintén kapcsolódik némi üvegházhatás. Kisebb mennyiségben el nem reagált ammónia (slip) is megjelenhet az emisszióban. A hangsúlyos fejlesztési feladatok közé tartozik a kedvezőtlen emissziók csökkentése.

Ammóniatüzelés levegőminőségi oldalról:

az ammónia ideális (sztöchiometrikus) égése során elviekben csak molekuláris nitrogén és vízgőz keletkezik:



Ez az ideális égés azt feltételezi, hogy tökéletes a keveredés, pontosan elegendő az oxigén, nincs



mellékreakció, nincs hőmérsékleti vagy kinetikai korlát.

A valóságban természetesen az ammónia égése is sokkal bonyolultabb és több melléktermék keletkezhet. Az egyik fő eltérés, hogy magas hőmérsékleten és oxigén jelenlétében a nitrogén nem marad teljesen N<sub>2</sub> formában, hanem részben oxidálódik és NO valamint NO<sub>2</sub> keletkezik (együttesen: NO<sub>x</sub>). Ezek két forrásból is származhatnak, az üzemanyag, azaz az ammónia saját nitrogénjéből és a levegő nitrogénjéből. A részleges oxidáció miatt esetleg N<sub>2</sub>O (dinitrogén-oxid) is megjelenhet. A másik eltérés, hogy az ammónia nem reagál el teljes egészében, hanem kis hányada „*ammonia slip*” formájában megjelenik a kibocsátásban, ami

környezetvédelmi probléma. Bár ez utóbbi súlya nem kritikus, mivel a meglévő mezőgazdasági tevékenységek adják az ammónia fő kibocsátási forrásait; az ammóniaégetés hozzájárulása csekély lesz.

Reakciókinetikai oldalról az jelenti a nehézséget a valós folyamatok esetében, hogy az ammónia nem ég jól: lassan égő, magas gyulladási hőmérsékletű, alacsony lángsebességű üzemanyag. Ezért a valós rendszerekben vagy keverik más üzemanyagokkal (pl. hidrogénnel vagy földgázzal) és/vagy speciális égőket használnak.

Forrás: H<sub>2</sub>-View, [2026.03.19.](#): Duo completes tests of 100% ammonia combustion engine.

## Cummins visszalépés az elektrolizálók piacán

A Hidrogén Hírlevél utóbbi jónéhány lapszámában rendszeresen írtunk a hidrogénszektor lassulásáról, ennek hatásairól, és az iparági szereplők erre adott reakcióiról, stratégiáiról<sup>13</sup>. Nem hallgatjuk el tehát e fejleményeket sem, különösen nem az elektrolizáló szektorban. A piaci konszolidáció ugyanis nem csak a kis elektrolizáló-gyártókat érte el, hanem a nagyobbak közt is van már példa.

A Cummins idén tavasszal jelentette be, hogy felfüggeszti elektrolizáló projektjeinek folytatását, miután 458 millió dolláros, hidrogéntechnológiákkal kapcsolatos veszteség halmozódott fel az utóbbi években. A már leszerződött technológiákat leszállítja, de új értékesítéseket nem teljesít.

Az elektrolizáló-értékláncok gyors ütemű fejlesztése azon a feltevésen alapult, hogy a nagyívű szakpolitikákban (Európában pl. a RePowerEU; az USA-ban az inflációellenes IRA törvény) megjelenő hidrogénkereslet gyorsan vállalati megrendelésekben ölt formát. Ehelyett számos projekt a bejelentés és a végső beruházói döntés (FID) közti fázisban megrekedt, ami az elektrolizáló OEM-eknél kihasználatlan gyártókapacitásokat és növekvő költségeket eredményezett. A Cummins az elsők között szállt be az elektrolizáló piacba, és még 2019-ben felvásárolta a kanadai Hydrogenics céget, amely elektrolizáló és tüzelőanyagcella-gyártó specialista. Gyorsan felfuttatta gyártókapacitását Minnesota államban, Belgiumban, Kínában és Spanyolországban – 2022 és 2024 között együttesen kb. 1 GW/év szintre. Ezt követte a hidrogéntechnológiai piac gyors „lehűlése”, több jelentős projekt törlése, felfüggesztése, vagy késleltetése.

A piac stagnálása nem jelentéktelen részben szabályozási bizonytalanságoknak is köszönhető. Európában például nagyon lassú a Megújuló Energiák Irányelv (RED III) végrehajtása zöld hidrogén szempontjából, míg az USA-ban a *One Big Beautiful Bill Act*<sup>15</sup> „hűtötte” a megújuló energiák, köztük a hidrogén piacát.

Mindez nem újdonság, a gyors növekedési stratégiák hajszolását felváltotta az elektrolizáló-gyártó szektorban a fegyelem és fokozatosság szemléletmódja. Európában például két, viszonylag kisebb elektrolizáló-gyártó is csődbe ment az utóbbi bő egy évben: a *Green Hydrogen Systems* és a *McPhy*. Mindkét vállalat lúgos elektrolizálókat gyártott, de felvásárolták őket a versenytársak. Az újdonság az, hogy most már nem csak a kisebb OEM-eket érinti a konszolidáció, hanem olyan nagyobb szereplőket is akár, mint a Cummins.

A piacon talpon maradó szereplőknek alapvetően három fő képességgel kell rendelkezniük: a tőkekiadások fegyelme, jó minőségű megrendelés-állomány, valamint olyan technológia, amely megfelelő érettségét már valós működési körülmények között is bizonyította. A spekulatív, gyenge lábakon álló H<sub>2</sub>-projektekből származó elektrolizáló-megrendelések, vagy a hidrogén végfelhasználók (*offtaker*-ek) nem megfelelő elkötelezettsége manapság viszonylag könnyen bedönthet projekteket, különösen a szigorú feltételekkel jellemezhető finanszírozási környezetben. Mindez a projektfejlesztők és beruházók számára magasabbra teszi a léceket. Az elektrolizálók beszerzése ma már nem biztosítható egyszerűen „ambíciók” révén, hanem egyszerre kell erősnek lennie a projekt költségvetésének, a projekt struktúrájának és a projektvégehajtás megbízhatóságának. A számos

<sup>13</sup> Lásd pl. H<sub>2</sub> Hírlevél [2024/4.](#): *Elektrolizáló-gyártók rögzös útja a siker felé.* H<sub>2</sub> Hírlevél [2025/1.](#): *Hidrogénszektor: nehézségek és kilátások.*

<sup>15</sup> Részletes cikkünk a [H<sub>2</sub> Hírlevél 2025/3.](#) számában: *Hidrogén helyzetkép az USA-ban a „One Big Beautiful Bill Act” után.*

bejelentett projektből kevesebb fog megvalósulni. Az utóbbi időszak visszakorrigálása a piac átalakulását jelzi, amelyet nem a hangzatos bejelentések határoznak már meg, hanem a ténylegesen megvalósuló eszközök (*deliverable assets*). Az elektrolizáló szektor tehát „szűkül”, de az alkalmazkodni képes vállalatok határozzák majd meg, hogy hogyan is nézzen ki valójában a kereskedelmi alapú hidrogénpiac.

Kapcsolódó: az elektrolizáló piac jelenlegi hektikusságát „ellenoldali” példák is szemléltetik. A svédországi Bodenben előrehaladott állapotban van Európa első, zöld hidrogén alapú acélüzeme. Ennek tervezéséről, építéséről, a szükséges tőke összegyűjtéséről korábbi lapszámunkban<sup>14</sup> már írtunk. Az ipari startup

korábban a *H<sub>2</sub> Green Steel* nevet viselte, amit időközben Stegrára változtatott.

Fontos aktuális mérőszám, hogy idén áprilisra a létesítményben alkalmazandó teljes, összesen 740 MW(!) kapacitású elektrolizáló rendszert beszerelték. A beszállító a német *Thyssenkrupp Nucera* volt. A rendszer 37 db, egyenként 20 MW-os modulból épül fel. Még sok további összeszerelési munka, és viszonylag sok idő van hátra az acélmű tényleges indulásáig, de várhatóan ez lesz Európa messze legnagyobb elektrolizáló rendszere. Körülbelül 100 ezer tonna/év(!) zöld hidrogén előállítására lesz alkalmas.

Forrás: H<sub>2</sub>-View Magazine: What Cummins' shift says about the next phase of the electrolyser market. March 2026. Issue#73.

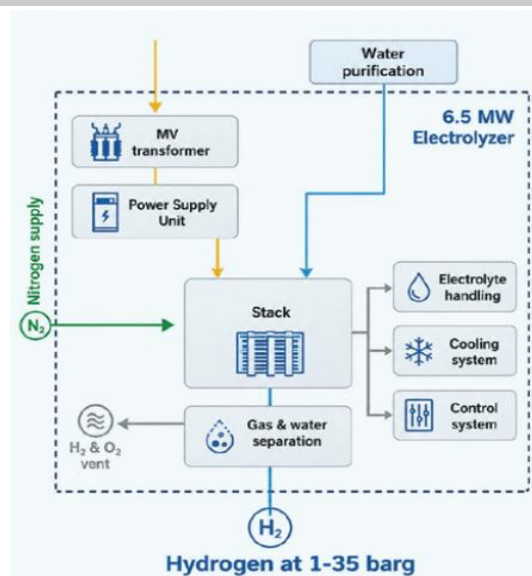
## Nyilvános CAPEX árközlés egy dán elektrolizáló-gyártótól

Előfordul, de még közel sem szokványos az elektrolizáló szektorban a nyilvános gyártói árközlés. Újabb ritka kivételről számolhatunk be, miszerint a dániai háttérű Stiesdal Hydrogen 6,5 MW teljesítményű, alkális elektrolizáló rendszeréről közölt nyilvános árat májusban. Eszerint elektrolizáló rendszerének CAPEX költsége 500 €/kW alatt van, jelentősen alulmúlva az európai versenytársak eddig ismert árszintjét.

Ez nagyon kedvező fajlagos költség, még akkor is, ha csak multi-megawatt léptékű üzem esetében érhető el. Gyakorlatilag megfelezték az eddigi legkedvezőbb európai fajlagos (€/kW) árat. Kritikaként viszont rögtön meg kell jegyezni, hogy a megadott fajlagos CAPEX-ből nem derül ki, hogy tartalmazza-e a szükséges víztisztító rendszert és az egyéb kiegészítő üzemi (*balance of plant*, BoP) berendezéseket is?

A megújulóenergia-technológiákkal foglalkozó Stiesdal közölte, hogy a 6,5 MW-os, moduláris berendezést a korábbi, 3,1 MW-os platformra alapozva fejlesztették ki, amelyet már alkalmaztak a dán *European Energy* vállalat egyik kisléptékű hidrogénprojektjében. A Stiesdal értékesítési vezetője szerint a fajlagos üzemeltetési és karbantartási költségeket is kb. 50%-kal sikerült csökkenteniük a korábbi, 3,1 MW-os elektrolizáló-platformjukhoz képest, de konkrét adatokat erre vonatkozóan nem adtak meg.

A *Stiesdal Hydrogen* a mostani nyilvános árközlése alapján gyakorlatilag a kínai gyártók (CAPEX) árszintjére vinné le az alkális elektrolizálója árát. A norvég *Nel* nemrég mutatta be új, nagynyomású, szintén



Kép: Stiesdal Hydrogen

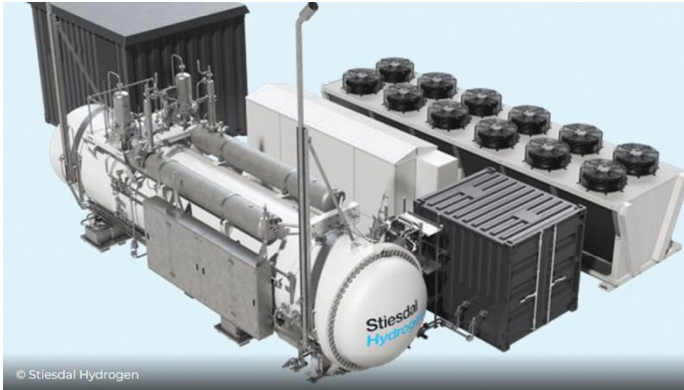
alkális elektrolizáló rendszerét, amelynek CAPEX költsége 1.250 €/kW, teljesítménye pedig 25 MW. Az Egyesült Királyságban működő, PEM elektrolizálókat gyártó *ITM Power* körülbelül 1.000 €/kW CAPEX költséget közölt a rendszereire. Fontos azonban, hogy mindkét utóbbi tartalmazza a kapcsolódó üzemi rendszereket (pl. BoP, víztisztítás); ráadásul az *ITM* elektrolizálója PEM típusú, nem pedig lúgos.

A Stiesdal elektrolizáló főbb műszaki specifikációja:

- nominális villamos energia (AC) input: 6,5 MW
- H<sub>2</sub> termelés: 1.275 Nm<sup>3</sup>/h
- H<sub>2</sub> output nyomás: 35 bar
- H<sub>2</sub> tisztaság: 99,5%

<sup>14</sup> [H<sub>2</sub> Hírlevél 2023/4](#): Rekord mértékű tőkebevonás a svéd, zöld hidrogén alapú acélgyártónál. (9. o.)

MHT Egyesület (2023): A H<sub>2</sub> Green Steel milliárd euró nagyságrendű forrásteremtése - az innovatív ipari projektfinanszírozás egyik esettanulmánya. [https://www.hfc-hungary.org/tan/Green\\_Steel\\_forrasteremtes\\_Best-Practice\\_2023.pdf](https://www.hfc-hungary.org/tan/Green_Steel_forrasteremtes_Best-Practice_2023.pdf)



Kép: Stiesdal Hydrogen

- fajlagos energiaigény (AC): 4,8 – 5,1 kWh/Nm<sup>3</sup>
- felterhelési sebesség: 2%/sec.
- leterhelési sebesség: 50%/sec.
- stack élettartam : 60.000 hours / 7 years (100% CF)
- területfoglalás: 22 m<sup>2</sup>/MW
- garanciális idő: 24 hónap (általános T&C mellett)
- moduláris megoldással 50 – 100 MW felépíthető
- működési teljesítmény-tartomány: 15-100 %

Forrás: [Stiesdal Hydrogen](#): The 6.5 MW HydroGen Electrolyser Gasworld ([2026.05.18.](#)): Denmark's Stiesdal unveils 6.5MW electrolyser at sub-€500/kW capex.

## Rövid hírek

### Rheinmetal – ITM Power partnerség

Szokásunk, hogy ha van új, érdemi fejlemény, akkor egy-egy hírrel visszatérünk korábbi cikkeinkhez, hogy lássuk a teljesebb folyamatot, annak alakulását. Jelen esetben az egyik előzmény a [2025/4](#) lapszámunkban megjelent cikk az ITM Power nagyléptékű (PEM) elektrolizáló rendszeréről (Alpha 50), amelyre a cég nyilvános árat is közölt (~1.000 €/kW). A [2024/4](#). számban az ITM Power átszuktúrálásáról, termékfejlesztéséről írtunk a hidrogén-szektor piaci lassulásának tükrében. További előzmény, hogy a [2026/1](#). számban beszámoltunk a Rheinmetall elektrolizáló és e-üzemanyag fejlesztési projektjeiről.

Új fejlemény köti össze a fent említett cégeket. Egy április végi megállapodás alapján az ITM Power partnerségre lépett a Rheinmetallal, hogy támogassa a német védelmi ipari cég terveit, miszerint decentralizált, zöld hidrogén alapú *e-fuel* üzemek hálózatát építené ki Európa-szerte. A Rheinmetall *Giga PtX* programja „több száz” e-üzemanyag előállító üzem telepítését tervezi, körülbelül 50 MW elektrolizáló-kapacitással, amelyek akár 7.000 tonna NATO-kompatibilis üzemanyagot is képesek lennének előállítani.

Az ITM szerint a projekt jelentős potenciális növekedési piacot jelent a nagyléptékű hidrogén-előállítási technológiák számára. A Rheinmetall szerint a program segíteni fogja a védelmi ipar ellenállóképességét az energiaellátás terén, az európai üzemanyag-kapacitás, valamint a működési készenlét megerősítését. Ugyanakkor a Rheinmetall egyelőre nem osztott meg érdemi részleteket, például a program keretében történő üzemek telepítési ütemtervéről.

A német cég egy másik elektrolizáló-gyártóval, a Sunfire céggel is partnerséget kötött, amely lúgos (alkális) elektrolizálókat gyárt. Továbbá az Ineratec céggel kötött együttműködés keretében Fischer-Tropsch szintézis-technológiákat kap, amely az e-üzemanyag



Az ITM Power 2026 áprilisában 86,5 millió font értékű állami támogatáscsomagot kapott, amit egy teljesen automatizált gyártósor építésére fordítanak, amelyen a képen is látható „Chronos” márkanévre keresztelt elektrolizálót fogják gyártani. Az üzem kapacitását 1 GW-ra becsülik. Ez lesz a „Trident” gyártósor utódja, amely jelentős termelési költségcsökkenést ígér. A cég korábbi flagship terméke, a Trident elektrolizáló egyelőre a piaci kínálatban marad. Kép: ITM Power.

gyártásához szükséges. Az e-üzemanyagokat (*e-fuels*) zöld hidrogén és CO<sub>2</sub> reagáltatásával állítják elő, így lényegében kémiaileg azonos üzemanyagot hoznak létre a hagyományos, fosszilis üzemanyagokkal. A teljes hagyományos üzemanyag-logisztika használható marad tehát, a végfelhasználó eszközöket pedig nem szükséges módosítani. Annak ellenére, hogy az e-üzemanyagok lehetőséget kínálnak a meglévő katonai eszközök működtetésére, költségük továbbra is jelentős akadályt jelent a normál kereskedelmi piacokon. A becslések szerint az e-dízel 2030-ban is legalább 2 euróval drágább lesz literenként, mint a nagykereskedelmi, fosszilis alapú dízel üzemanyag. A védelem területén azonban a releváns kérdés nem az üzemanyag határköltsége, hanem az esetleges üzemanyaghiány miatt bekövetkező működéskiesés, vagy hiba, a védelmi képességek csökkenése, illetve annak költsége – szögezte le Shena Britzen, a Rheinmetall hidrogén-programjának vezetője.

Forrás:

Power-to-X.com ([2026.04.20.](https://www.power-to-x.com/news/itm-power-and-rheinmetall-are-cooperating-on-e-fuel-production-for-armed-forces)): ITM Power and Rheinmetall are cooperating on e-fuel production for armed forces.

ITM Power plc: £40 million strategic investment by Great British Energy and £46.5 million grant from DESNZ to enable a 1 GW Chronos manufacturing line in the UK. [Press Release](#).

### BMW hidrogénbeszerzés az ausztriai gyárban

Ez a cikk is egyfajta folytatása, „utánkövetése” korábbi híreinknek, amire azért térünk vissza, mert az átgondolt építkezés folyamata bontakozik ki belőle. Ráadásul mindkét érintett ipari szereplő esetében van hírelőzmény. A BMW ausztriai Steyr gyárában folytatott üzemanyagcellás fejlesztésekről, az itt tervezett sorozatgyártásról a H<sub>2</sub> Hírlevél [2025/4 számában](#) írtunk. Újdonság, hogy április végén a BMW Group a francia Lhyfe hidrogénbeszállítóval kötött több évre szóló szerződést az ausztriai gyár K+F központjának hidrogénellátására. A Steyrben található BMW gyár már régóta a cég üzemanyagcellás fejlesztéseinek központja és a tervek szerint 2028-tól kezdődhet a sorozatgyártás. A hidrogén az üzemanyagcellás rendszerek fejlesztéséhez, teszteléséhez és validálásához szükséges.



Lhyfe konténeres hidrogéntároló a BMW steyri üzemének K+F központjánál. Kép: Lhyfe.

A Lhyfe 2021 óta az egyik jelentős zöld hidrogén előállító és beszállító Európában<sup>16</sup>. Ez a cég rendelkezik az egyik legnagyobb hidrogénszállító trélerflottával az EU-ban. A francia vállalat csak 2025-ben több mint 850 hidrogénszállítást teljesített Európa több országában. Összesen négy hidrogén-előállító létesítménnyel rendelkezik Franciaországban és Németországban, amelyek együttesen 8,5 t/nap zöld hidrogént állítanak elő. További két hidrogén-előállító üzem indítását tervezik még 2026 végéig. Minden üzemben RFNBO, az EU zöld hidrogén szabályrendszerének megfelelő tanúsítással ellátott hidrogént állítanak elő.

### Uber befektetéssel bővül a 800 darabos párizsi hidrogénüzemű taxiflotta

Az Uber párizsi taxi-szolgáltatásának megerősítése érdekében, átváltható kölcsönrel (*convertible loan*) száll be a HysetCo nevű hidrogénmobilitási szolgáltatóba. Ez az első alkalom, hogy az Uber egy francia vállalatba fektet be. A párizsi hidrogén-üzemanyagcellás taxiflottát a támogatásnak köszönhetően 800-ról közel 2.000 darabosra növelnék a következő egy évben. Ezzel az üzleti taxi (B2B) szegmensen belül az Uber minden ötödik párizsi járműve hidrogénüzemű lehet nagyjából egy év múlva. Prémium jellegű szolgáltatásról van szó, például azon vállalatok számára, akiknek a zéró (lokális) emissziós mobilitás is fontos taxiszoolgáltatás igénybevételekor. A hidrogénüzemű taxiflotta 2021-es párizsi üzembe lépése óta 90 millió kibocsátásmentes kilométert tett meg.



Az egyik üzemanyagcellás Toyota Mirai Párizsban az Uber és a Hysetco logójával. Kép: Uber France.

Nem nyilvános adat, hogy az Uber pontosan mekkora összeget fektet a HysetCo-ba, amely a hidrogénüzemű járművek lízingjével és üzemanyag-töltőkkel foglalkozik. A HysetCo részvényesei: Hy24 (többségi részvényes), Air Liquide, TotalEnergies, Toyota. Az Uber pénzügyi kötelezettségvállalása egy átváltható kölcsön formájában valósul meg, amely kezdetben hitelként működik, de később – bizonyos feltételek mellett – tulajdonrészé (részvényyé / üzletrészé) alakítható. Jellemzően startupoknál és növekedési cégeknél használják ezt a konstrukciót. Valószínűsíthető tehát, hogy az Uber stratégiai befektetőként lép be fokozatosan.



A párizs környéki, Île-de-France régió H<sub>2</sub>-töltőállomásai.

Kép: HysetCo.

<sup>16</sup> MHTE [honlap, 2025.10.17.](https://www.mhte.hu/honlap/2025.10.17.-%E2%80%9C-Lhyfe-10-MW-os-zoldhidrogen-uzem-%E2%80%9C): „Lhyfe 10 MW-os zöldhidrogén üzem”.

Jelenleg 8+1 nyilvános hidrogén-töltőállomás működik 24/7 rendszerben Párizsban, illetve annak környékén, az Île-de-France régióban. Ezek közül több repülőtereken található, ahol a taxik igen gyakran megfordulnak. A HysetCo közlése alapján ez jelenleg Franciaország legnagyobb nyilvános hidrogén-töltőhálózata, amelyet eredetileg a saját, hidrogénüzemű Toyota Mirai flotta tankolására hoztak létre, de ma már elérhető más hidrogénüzemű járművek (pl. furgonok, buszok) számára is.

Forrás: HysetCo weboldal ([2026.05.15.](#))

FuelCellsWorks ([2026.04.22.](#)): Uber Invests in HysetCo to Deploy 2,000 Hydrogen Taxis in Paris.

### Jelentős hidrogénüzemű buszflotta Ausztriában

Májusban jelentős méretű, 35 hidrogén-üzemanyagcellás buszt számláló flotta állt üzembe Ausztriában, Karintia tartományban. Egy ilyen méretű buszflotta Ausztriában a legnagyobb, de jelenleg még európai szinten is figyelemreméltónak számít. Valamennyi busz MCV<sup>17</sup> gyártmány, C127 FC LE modellt, amelyeket az ÖBB Postbus AG üzemeltet. A hivatalos átadás május 6-án, a tényleges üzemkezdet június 1-én történt. A projekt azért is érdemel figyelmet, mert nem csak a már megszokott városi buszokról van szó, hanem helyközi (regionális, elővárosi) járatokról is. Ebből következően nem teljes hosszukban alacsonypadlós kialakítású járművek, hanem alacsony belépésűek.



Kép: ÖBB / Sautner

Az MCV C127 FC LE modell – hasonlóan a Solaris hidrogénüzemű buszokhoz – 100 kW teljesítményű Ballard FCmove-HD+ üzemanyagcellát használ. A hajtásláncot 117 kWh kapacitású akkumulátor egészíti ki. Az *onboard* hidrogéntárolási kapacitás 40 kg. Ezzel a hajtáslánc 310 kW folyamatos és 410 kW csúcsteljesítmény leadására képes, ami szintén jelzi, hogy nem a szokásos, városi közösségi közlekedést szolgáló

hajtásláncról van szó. Alkalmas nagyobb szállított tömeggel, hosszú útvonalakon közlekedő regionális és helyközi járatokra. Utaskapacitása 41 ülő és 27 állóhely.

A beruházás Karintia tartomány *DeCarB* – *Decarbonising Carinthian Bus Transport* programja keretében valósul meg. Főbb közreműködő partnerek: ÖBB Postbus, Verkehrsverbund Kärnten, Gutmann, Kelag. A buszokat kiszolgáló, nagy kapacitú hidrogén-töltőállomás Villachban létesült. Kapacitására jellemző, hogy napi 36 autóbusz kiszolgálására alkalmas, azaz a most beszerzett teljes flottát képes megtankolni egy napon belül. A hidrogént elektrolízissel, a Kelag arnoldsteini üzemében állítják elő, és zöld H<sub>2</sub>-nek minősül.



A teljes projekt költsége közel 40 millió euró, amelyből 28 millió támogatás. A teljes költség nem csak a buszokat, hanem a töltőállomást és a hidrogén-logisztikát is magába foglalja.

Még jelentősebb, 127 darabos üzemanyagcellás busszal (FCEB) egészült ki a bolognai közlekedési vállalat TPER járműflottája idén májusra. Mindegyik busz *Solaris Urbino 12 Hydrogen* típusú, háromajtós, 12 m hosszú. Az FCEB flotta fejlesztése, annak tervezése, pályáztatása egészen 2022-ig nyúlik vissza. A buszok az utóbbi bő két évben fokozatosan, több hullámban álltak üzembe, és idén május végére érték el a 127 darabot. Ezzel az EU egyik legnagyobb, egy helyen, Bologna és agglomerációs térségében közlekedő FCEB buszflottája jött létre. Ennél nagyobb flotta csak Kölnben és Bonnban működik, amelyet a *Regionalverkehr Köln GmbH* üzemeltet, bár az is igaz, hogy – szemben Bolognával – a németországi példa nem „egyvárosos” hidrogénbusz-projekt. Az EU-ban összesen kb. 800-ra becsülik az üzemben lévő üzemanyagcellás buszok számát 2026 első negyedévében. Más becslések, amelyek nem csak a már üzemben lévő, hanem a megrendelt és leszállítás alatt álló FCEB buszokat is beleértik, 800-1.200 körüli számot adnak meg.

Forrás:

Sustainable Bus ([2026.05.08.](#)): MCV delivers 35 hydrogen-electric intercity buses to ÖBB Postbus in Villach, Austria.

ÖBB [Postbus](#): Carinthia runs on Hydrogen - Hydrogen buses and a refueling station set new standards

Sustainable Bus ([2026.05.25.](#)) Bologna starts operation of Solaris hydrogen buses with 127-unit fleet planned

<sup>17</sup> MCV: *Manufacturing Commercial Vehicles*. Egyiptomi háttérű buszgyártó. Az MCV neve a szakmai híreket figyelő szakemberek számára onnan lehet ismerős, hogy az MCV 2025 óta licenc alapján gyártja a Volvo 7900 Electric és 8900 Electric buszcsoportokat, az egyik egyiptomi üzemében. Az MCV az afrikai buszpiacon jobban ismert névnek számít.

### FID fázisban a 145 MW-os zöld műtrágya projekt

Szintén „visszatekintő”, rövid hírünk, hogy az Atome Plc áprilisban meghozta végső beruházási döntését (FID) a Paraguayban létesítendő, 145 MW elektrolizálókapacitást magába foglaló zöld műtrágya projektjéről. E projektről részletesebben a H<sub>2</sub> Hírlevél [2025/4. számában](#) írtunk. Újdonság, hogy áprilisban a FID döntés is megszületett, miután az Atome véglegesített egy 665 millió dolláros hitel- és tőkecsomagot. A zöld ammónia üzem várhatóan 2029 októberében áll üzembe Vilettában. 100%-ban az ott működő, nagy kapacitású vízerőmű áramát fogja használni. A zöld ammónia, pontosabban az ebből készülő CAN műtrágya felvásárlója a norvég Yara lesz. A két vállalat már megkötötte a tízéves, 260 kt/év mennyiségre szóló *offtake* szerződést.

A 665 millió dollár összértékű beruházás stabil finanszírozási struktúrával rendelkezik, melyből 420 millió dollár hitelfinanszírozást nemzetközi fejlesztésfinanszírozási intézmények biztosítanak. 245 millió dollár saját tőkét a Hy24 vezetésével befektetők nyújtanak: az International Finance Corporation (IFC), a KfW DEG, az IDFK, valamint a helyi partner Sudameris. Az Atome közlése alapján a megoldással kb. 500 ezer tonna CO<sub>2</sub> kibocsátását takarítják meg évente a hagyományos előállítási eljáráshoz képest. Elvileg ez lesz a világ első, valóban kereskedelmi léptékű, zöld hidrogén alapú műtrágyagyártó üzeme.

Forrás:

Gasworld ([2026.04.24.](#)): Atome takes FID on 145 MW green hydrogen fertiliser plant in Paraguay.

### BDN H<sub>2</sub>-dízel dual fuel fejlesztés bemutató a BME-n

Májusban a BDN Powertrain a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem motorkísérleti laboratóriumában mutatta be hidrogén-dízel *dual-fuel* retrofit technológiáját, valamint saját fejlesztésű, mesterséges intelligencia alapú motorfejlesztési platformját. Az eseményen az ipar, az akadémia és az európai vasúti szektor képviselői vettek részt. Az élő demonstráció során a meghívott vendégek működés közben tekinthették meg a BDN Powertrain hidrogén-dízel dual-fuel átalakító rendszerét egy prototípus motoron. A fejlesztés célja meglévő dízelüzemű rendszerek retrofit átalakítása vasúti, ipari és energiatermelési alkalmazásokban, amely akár 85%-os emissziócsökkentést is lehetővé tehet a meglévő motorok és infrastruktúra megtartása mellett.



A demonstráció központi eleme a BDN *Engine Development Platform* bemutatása volt, amely a projekt mögött álló, AI-alapú mérnöki fejlesztőkörnyezet.

A platform szimulációalapú fejlesztési módszertanokat, digitális iker modelleket, égésanalízis-adatokat és gépi tanulással támogatott kalibrációgenerálást kombinál annak érdekében, hogy jelentősen felgyorsítsa a motorfejlesztési folyamatokat. A cél nem csupán a meglévő motorok hidrogénüzemre történő átalakítása, hanem a motorfejlesztés teljes digitalizálása. A hagyományos motorfejlesztés ma is nagyrészt időigényes, iteratív próbálgatásalapú kalibrációs folyamatokra épül. A BDN Engine Development Platform segítségével egy szimulációvezérelt, adatközpontú fejlesztési megközelítés felé mozdulnak el, amely képes alapbeállításokat generálni még a fizikai tesztelés megkezdése előtt. Ez jelentősen csökkenti a fejlesztési időt, a mérnöki ráfordítást és a tesztelési költségeket, miközben lényegesen gyorsabb alkalmazkodást tesz lehetővé a hidrogénhez és más fenntartható üzemanyagokhoz.

A bemutatott technológia kiemelt jelentőséggel bír az európai vasúti szektor számára, ahol a meglévő flották dekarbonizációja komoly kihívást jelent. A BDN Powertrain stratégiai partnerei között szerepel a Magyar Államvasutak is.

Forrás és további információ: <https://bdn-group.com/>

### ENEGAS – hidrogénvezeték kapacitás allokáció

Spanyolország gázszállító-hálózat üzemeltetője (TSO), az Enagás tavasszal megtartotta az első és e műfajban eddig egyetlen, zöld hidrogén gázhálózati betáplálásra irányuló allokációs pályázatát. Ennek keretében 35 megújuló alapú hidrogénprojekt került kiválasztásra, az összesen benyújtott 285 pályázat közül. Az érdeklődés tehát meglehetősen nagy volt. A kiválasztott projektek együttesen kb. 900 MW elektrolizáló-teljesítményt reprezentálnak, és az allokációs mechanizmus keretében összesen 12,64 GWh/nap hidrogén-mennyiségre kaptak betáplálási jogot, amely 2%(V/V) maximális bekeverési koncentráció (*blending cap*) mellett valósítható meg. Az Enagás ezt a koncentrációértéket tartja műszakilag biztonságosnak – jelentősebb hálózati átalakítások nélkül – a jelenlegi földgázhálózati adottságok mellett, és ez összhangban van a spanyol és EU-s vonatkozó gázminőségi előírásokkal is. A most megítélt kapacitás Spanyolország zöldhidrogén előállítási (PNIEC) célkitűzésének 7,4%-át teszi ki, az első fejlesztési fázisban. A pozitív elbírálást nyert hidrogén-életpályák két éven belül kell üzembe állniuk. A mostani allokáció meglévő, földgázhálózati bekeverésre irányul, de az Enagás távlati, stratégiai célja egy 2,645 milliárd euró értékű, nemzeti hidrogén-gerinchálózat



kiépítése, amely 2600 km dedikált H<sub>2</sub>-vezeték foglalt magában, és számos ipari fogyasztót valamint több száz települést érne el.

Forrás: Fuel Cell Works, [2026.04.27.](#)

### Európai Hidrogén Bank: a 3. aukciós kör eredményei

2026 május 7-én az Európai Bizottság jóváhagyta 9, megújuló és/vagy low-carbon hidrogén előállítására irányuló projekt támogatását az Európai Hidrogén Bank (EHB) harmadik aukciós körének eredményeként. A kilenc nyertes projekt együttesen 1,09 milliárd € támogatást fog kapni fix prémium (€/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>) formájában, 10 éves periódusra. A támogatások – az aukciós kiírásnak megfelelően – az EHB három pénzügyi keretéből (*basket*) voltak elnyerhetőek. A nyertes ajánlattételi árak 0,57 és 3,49 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> tartományban mozognak ebben a körben, de az adott támogatási kerettől (*basket*) függően.



Ha a most nyertes projektek megvalósulnak, akkor ezek kumuláltan közel 1,1 GW-tal növelik az európai beépített elektrolizáló-kapacitást, és összesen 1,3 millió tonna – megfelelően tanúsított – RFNBO („zöld”) valamint low-carbon hidrogént fognak termelni, az üzemelésük első 10 évében, ami alatt a támogatás jár.

Pozitívum, hogy újabb országok, nevezetesen Görögország és Ausztria most először szerepelnek a nyertesek listáján. A legnagyobb, sikeres pályázat egy finnországi projektre érkezett. A már megszokottnak tekinthető EHB nyertesek közt van még német, spanyol, dán és norvég projekt is. Így összesen 7 ország nyert.

Az aukciós szolgáltatás (*Auction-as-a-Service, AaaS*) keretében nyert projektek még nem nyilvánosak, azonban annyi tudható, hogy 3 spanyol és 2 dán projekt kap meghívást a támogatási megállapodás aláírására. Ezzel az AaaS mechanizmus jelentős, 1,7 milliárd € további támogatást nyújt H<sub>2</sub>-előállításra, amelyből Németország önmagában 1,3 milliárdot ad.

A megállapodások aláírása várhatóan 2026 negyedik negyedévében történik. A projekteknek a támogatási megállapodás aláírását követő 2,5 éven belül el kell érniük a pénzügyi zárást, és a támogatási megállapodás aláírását követő 5 éven belül meg kell kezdeniük a tényleges működést.

További információk, a nyertes projektek, a projektgazdák, kapacitások és az ajánlati árak tételes leírása [honlapunkon elérhető](#).

### Föld alatti hidrogéntároló első feltöltése

Fontos mérföldkőhöz érkezett tavasszal a német és az európai gázipar. A Storag Etzel GmbH mint tároló-üzemeltető, valamint a Gasuine holland gázhálózati TSO március végére befejezte két sókavernás föld alatti hidrogéntároló első, pilot jellegű feltöltését, összesen 90 tonna hidrogént betárolva.

A két vállalat a H2CAST (*H<sub>2</sub> CAvern Storage Transition*) projekt keretében már 2023 óta működik együtt, és fő céljuk a föld alatti, sókavernákban történő hidrogéntárolás sikeres demonstrálása. Az érintett két sókaverna korábban földgáztárolásra szolgált az Etzel alsó-szászországi földgáztárolóban. 2025-re átalakították és alkalmassá tették őket hidrogén tárolására. Feltöltésük már 2025-ben megkezdődött, max. 170 bar tárolási nyomásra. A feltöltést megelőzően és közben szivárgási és egyéb biztonsági teszteket is végeztek.

A feltöltés azért történt ilyen lassan, mert most még közúti trélerekkel kellett beszállítani a hidrogént. A jövőben az Etzel hidrogéntárolót csatlakoztatják a jelenleg kiépítés alatt álló német hidrogén-vezeték-hálózatra. Mivel szerencsés és határközeli az elhelyezkedése, a tároló később a holland hidrogénpiacot is kiszolgálhatja. Nincs messze Wilhelmshaven kikötője sem, amit a tervek szerint fontos hidrogén és ammónia import hub központtá fejlesztenek.

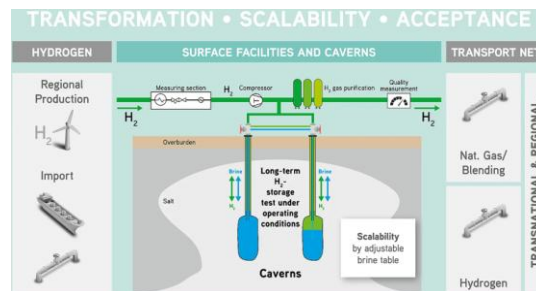
Az Etzel-tároló több sókavernából áll, de most csak két kis kavernát vontak be a pilot jellegű átalakításba és csak ezeket töltötték fel hidrogénnel. A H2CAST projektvezetőjének nyilatkozatai alapján a teljes hidrogéntárolási kapacitás 1 TWh lesz, ami kb. 30.000 t hidrogénnek felel meg, ami már jelentős mennyiség.

**Kapcsolódó cikk:** korábban részletes cikket írtunk [honlapunkon](#) a világon már korábban is működő föld alatti hidrogéntárolókról. 2024 előtt négy föld alatti hidrogéntároló működött globálisan, amelyekből három az USA-ban, Texas államban található. Ki kell emelni, hogy ezek szintén sókavernás tárolók, de a legnagyobb is max. 280 GWh hidrogén tárolására alkalmas. A többiek befogadási kapacitása „csak” kb. 30-130 GWh. Ennek tükrében különösen fontos, hogy az Etzel-tároló – teljes kiépítettség esetén – közel nagyságrendi ugrást jelent az eddigi H<sub>2</sub>-tárolási kapacitásokhoz képest.

A soron következő feladatok közé tartozik a hidrogéntisztítási folyamatok és a többciklusú tárolóüzemeltetés hatékonyságának tesztelése. E célokra külön tesztüzem létesül, amely építés alatt áll és még 2026-ban elkészül, illetve megkezdődik az első tesztek elvégzése. A sókavernás tárolás során mikrobiológiai, geokémiai folyamatokból kerülhetnek szennyezők a

tárolt hidrogénbe, valamint a korábbi földgáztárolási funkció miatt esetleg szénhidrogén szennyezők is lehetnek a kitért hidrogénben. Fontos tehát az említett gáztisztító és analitikai rendszer telepítése és hatékonyságának monitorozása, mivel a jövő hidrogénhálózatába is csak szabványos tisztaságú hidrogén kerülhet.

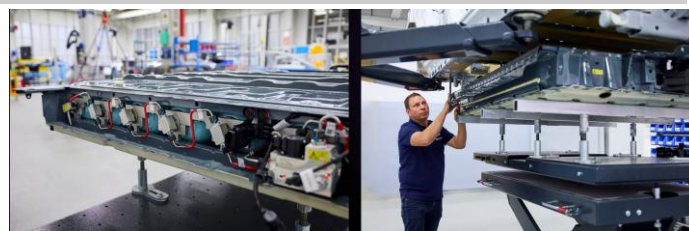
Ez a cikk teljes terjedelemben, további képekkel és a források megadásával [honalapunkon megtalálható](#).



Kép: H2CAST Etzel Project

## Innovatív és költségcsökkentő onboard hidrogéntárolás a BMW iX5-ben

[2025. decemberi](#) számunkban írtunk, arról, hogy a BMW Csoport a tervek szerint 2028-tól kezdi el az iX5 Hydrogen modell üzemanyagcella-rendszereinek sorozatgyártását a steiri üzemében, Ausztriában. Tavasszal újabb, rendkívül figyelemre méltó fejlesztésről érkezett hír. A bajor gyártó első ránézésre szokatlan, „lapos” hidrogéntárolási megoldást (BMW Hydrogen Flat Storage System) dolgozott ki, aminek több előnye is van.



Kép: BMW Group



BMW Hydrogen Flat Storage System. Kép: BMW Group.

Az egyik a nagyobb hatótáv, mivel a hét kisebb, Type-IV hidrogéntartályból álló rendszer összesen 7 kg<sub>H<sub>2</sub></sub> tárolására képes, amivel a gyár közlése alapján 750 km (WLTP) tehető meg. A teljes tankolási idő, tehát nem a 20%-ról 80%-ra történő feltöltés, hanem az üres tank feltöltése kevesebb mint 5 perc alatt elvégezhető.

A legfontosabb előny talán a remek helykihasználás, ami a tartályok különleges elrendezésének köszönhető. Ráadásul a rendszer pontosan ugyanakkora, mint a BMW iX5 akkumulátoros változatában a Gen6 nagyfeszültségű akkumulátorpakk. Ezzel kiküszöbölték azt a hátrányt, ami abból adódott, hogy az egy, vagy két nagyobb, hengeres elrendezésű H<sub>2</sub>-tank túl nagy helyet foglalt, és ezért vagy a csomagter, és/vagy az utastér lett kisebb. Statikai okok miatt a hengeres hidrogéntartályt nem, vagy csak részben lehetett integrálni a padlólemezbe.

További fontos előny, hogy a „lapos” hidrogéntárolóval rendelkező hidrogénüzemű modellváltozat ugyanazon a gyártósoron készülhet, mint a iX5 valamennyi, eltérő hajtásláncú változata, ide értve a tisztán akkumulátoros (BEV) verziót is. Ezzel az okos megoldással jelentősen csökkennek a költségek még viszonylag kis szériás gyártás mellett is, valamint az

üzemanyagcellás változat gyártási kockázata csökken.

Járulékos előny, hogy a hidrogéntároló a jármű különlegesen megerősített padlólemezébe kerül, oda, ahol a BEV típusnál az akkumulátor lenne, így a megnövelt mechanikai védelem növeli a biztonságot is. Ezzel az elrendezéssel a hidrogén-tartályrendszer tömege is mélyebbre kerül, vagyis a tömegközéppont alacsonyan marad. Ezáltal a vezetési élmény is javul. A BMW ezt a fejlesztési koncepciót *technology open approach*-nak nevezi. Ennek köszönhetően az ügyfelek tetszés szerinti hajtáslánccal rendelhetik meg a számukra kedves BMW iX5 modellt az öt elérhető változat közül, miközben a gyárnak csak egyetlen gyártósorra van mindehhez szüksége. A koncepciót természetesen több szabadalommal is levédették.

Az egyes tartályok párhuzamos kapcsolásban csatlakoznak egymáshoz, a Type-IV kategóriában megszokott szénszálas erősítéssel rendelkeznek és egy robosztus fém védőkeretben helyezkednek el. Egyedi nyomástartó edények helyett tehát lényegében egyetlen, többkamrás kialakítású nyomástartó edénynek tekinthető, aminek egy központi zárószerevénye van. A tárolórendszer nyomása a személyautóknál megszokott 700 bar.

Az természetesen fontos szem előtt tartani, hogy az iX5 Hydrogen, illetve tágabb értelemben a hidrogénmobilitás piaci sikere nem csak a járműtechnológián múlik, hanem a töltőinfrastruktúrán, hidrogénellátáson is. Tennivaló tehát akad még bőven.

Forrás: BMW Goup News / Innovation ([2026.04.09.](#)): New BMW iX5 Hydrogen tank system.



## Tagvállalati bemutatkozó

Tagvállalataink bemutatkozó sorozatának keretében most a Teletom Kft. hidrogénnel kapcsolatos tevékenységeiről, szolgáltatásairól olvashatnak – a Szerk.

Teletom Kft.: ahol a hidrogéntechnológia és az információbiztonság találkozik



A Teletom Kft. 2008 óta végez távközlési és ipari környezetben üzemelő rendszerekhez kapcsolódó mérnöki támogatást, telepítést és üzemeltetést. A vállalkozás egyszemélyes formában működik Lóth Tamás vezetésével, aki szükség esetén dedikált szakmai partnerek bevonásával biztosítja a magas színvonalú kivitelezést. A fókusz a gyakorlati megvalósítás: amikor egy új technológiának nemcsak működnie kell, hanem stabilan és biztonságosan kell illeszkednie a meglévő üzemeltetési környezetbe.

A hazai hidrogéntechnológiai projektekben a Teletom Kft. több mérföldkőnél is jelen volt:

- Magyar Telekom (2008-2018): 10 bázisállomáson, egyenként 5 kW-os Altery PEM üzemanyagcella tartalékenergia-ellátó rendszerek telepítési közreműködése, eseti javítása és karbantartása. A feladat gerincét a vezérlés és felügyelet meglévő rendszerekbe történő interfész- és integrációs illesztése adta
- E.ON (2020, Gemenc): Közreműködés a kövesdpusztai szolár-víz-bontó-hidrogéntároló-PEM üzemanyagcella mintaprojekt terepi üzemeltethetőségi szempontjainak kialakításában
- Magyar Telekom, GenCell projekt (2023): Egy 5 kW-os alkálikus hidrogén-üzemanyagcella telepítési fázisáig vezető mérnöki támogatás, ahol az interfész-egyeztetéseken túl a kritikus tűzvédelmi, munkabiztonsági és logisztikai feltételek kidolgozása volt a feladat.

A hidrogéntechnológiában a robbanásbiztos („Ex”) környezet, a gázellátás és a logisztika miatt a fizikai biztonság (safety) alapkövetelmény. Napjainkban azonban ez már elválaszthatatlan a kiberbiztonságtól (security). Az ipari rendszerek távfelügyelete, az IoT-eszközök és az automatizált vezérlések sérülékenysége közvetlen kockázatot jelent a fizikai infrastruktúrára is.

Erre reagál a szabályozói környezet is: a 2024. évi LXIX. törvény (NIS2) a kiemelten kockázatos ágazatok közé sorolja a hidrogéntermelés, tárolás és szállítás üzemeltetőit. Ez a gyakorlatban kötelező, auditálható információbiztonsági működést ír elő.

További információ: [www.teletom.hu](http://www.teletom.hu)



Hidrogén palackköteg helyszíni mozgatása – A terepi logisztika, a fizikai biztonság (Safety) és a digitális folyamatbiztonság (Security) ma már egyetlen integrált rendszert alkot. Kép: Teletom

A Teletom Kft. a hidrogén-ökoszisztéma szereplőinek abban nyújt egyedülálló támogatást, hogy a terepi, ipari üzemeltetési tapasztalatot ötvözi az információbiztonsági auditori minősítéssel. Így a NIS2 felkészítés és az IT/OT rendszerek ellenőrzése nem elméleti sablonok alapján, hanem a hidrogéntechnológia gyakorlati logikáját követve valósul meg, segítve a hazai piaci szereplőket a jogszabályi megfelelés és a gyakorlati üzembiztonság közötti híd kiépítésében, amelyben a Teletom Kft. készen áll szakmai partnerként támogatni a szektor fejlődését.

