



Hidrogén, mint a jövő energiaforrása, üzemanyaga

Linde Hegesztési Szimpózium, 2022.szeptember 21.

Balogh Dániel

Piac- és üzletfejlesztési vezető, Linde Gáz Magyarország Zrt.

daniel.balogh@linde.com

Making our world more productive



A hidrogén

Mi jut eszünkbe róla?



- Hidrogén okozta repedés, hidegrepedés
- Metallurgiai tényezők figyelembevétele védőgázként, plazmagázként

Aktív gáz

Nagy ionizációs potenciál

Porozitásveszély

Ívszűkítő hatás

Kitűnő hővezetőképesség

-> kémiai redukáló hatás

-> nehezebb ívgyújtás, nagyobb feszültség

-> anyagfüggő, erősen ötvözött acéloknál

-> nagy energiasűrűség, pozícióhegesztés

-> mély beolvadás, jó nedvesítés, hegesztési sebesség növelhető

Önálló védőgázként nem alkalmazható, csak komponensként

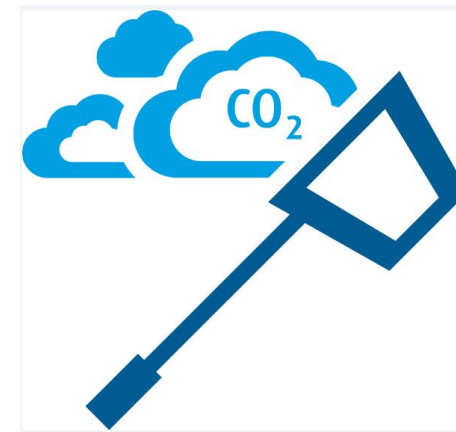
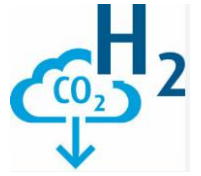
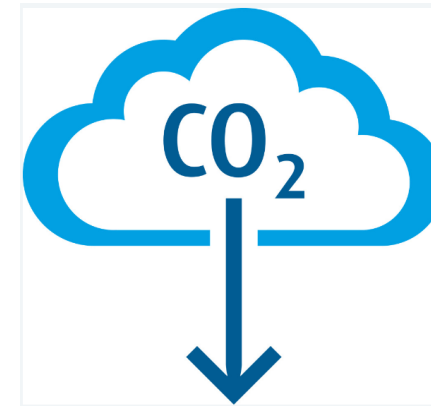
-> ausztenites acél TIG hegesztés, plazmahegesztés, formálógázként stb

- Laboratóriumokban vizsgáló/kalibráló gázként
- Vegyiparban, kémiai reakcióhoz
- Kőolajfinomításhoz, ammóniagyártáshoz
- Elektronikai felhasználás
- FCEV üzemanyagként
- Védőgáz hegesztésnél



Dekarbonizáció

CO2 lábnyom csökkentése



EU és nemzeti cél:

2030-ra nettó kibocsátásnak az 1990-es szint 45%-ára kell csökkennie

2050-re összességében klímasemleges gazdasággal rendelkezzenek tagországai



Üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése

CO₂ megkötés az ipari gáz termelés során

SMR-ből, ammónia, etilén, acél és etanol üzemekből



Különbéle **égetést megelőző** valamint **égetést követő megkötési technológiák** állnak rendelkezésre



CO₂ előállítás a **kereskedelmi piac** és **nagyipari fogyasztók** (pl.: karbamid gyártás) számára

CO₂ megkötés és felhasználás

vevők általi felhasználási célokra



CO₂ mineralizáció betonban

Transzportbeton és előre gyártott beton esetében



CO₂ felhasználás üvegházak esetében

Linde OCAP csővezeték Hollandiában



CO₂ használata a víz pH szabályozásához és remineralizációjához
Linde SOLVOCARB technológiája szennyvízhez és ivóvízhez

CO₂ megkötés és felhasználási technológia IG

termelés és vevők általi felhasználási célokra

Linde DRYREF™

száraz metánreformálás
vegyi anyagok előállításához
külső CO₂ importtal



Linde utóégetőt követő leválasztás és tisztítás

nehezen dekarbonizálható
iparágak számára
(pl.: cement, acél)

Linde oxyfuel égetéses
leválasztás és tisztítás
ipari dekarbonizáláshoz
(pl. energiaipar, cement,
üveggyártás)





HIDROGÉNSTRATÉGIAI JÖVŐKÉP			
Erős kompetenciákat fejlesztünk ki a hidrogén értéklánc kulcsfontosságú elemei mentén, mely célzott KFI, valamint gazdaságfejlesztési tevékenységekkel kiegészítve a karbonsemleges társadalom felé való elmozdulást és a magyar gazdaság versenyképességének fenntartását szolgálja.			
KIEMELT CÉLOK – 2030			
<p>Nagyvolumenű karbonzegény és decentralizált karbonmentes hidrogén előállítás</p> <p>A felhasználói igényekhez illeszkedő, versenyképes árú, karbonzegény és karbonmentes hidrogénelőállítás feltételeinek megteremtése.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 ezer tonna /év karbonzegény hidrogén + • 16 ezer tonna/év „zöld”** és egyéb karbonmentes hidrogén • 240 MW elektrolizáló kapacitás** 	<p>Ipari felhasználás dekarbonizációja részben hidrogénnel</p> <p>Ipari termelési folyamatainak és termékhasználatának zöldítése kezdetben főleg karbonzegény hidrogén felhasználásával, hosszabb távon karbonmentes hidrogénfelhasználásra történő átállással.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 ezer tonna /év karbonzegény hidrogén + • 4 ezer tonna/év „zöld”** és egyéb karbonmentes hidrogén • 95 ezer tonna CO²-kibocsátás elkerülése 	<p>Közlekedés zöldítése</p> <p>Tiszta közlekedési módokra való átállás felgyorsítása a gázolaj-felhasználás tiszta alternatívákkal történő fokozatos kiváltásával. Ennek keretében a 2030-as időtávon a hidrogén elsősorban a nehézgépjármű-forgalomban jelenik meg reális alternatívaként.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 ezer tonna /év „zöld”** és egyéb karbonmentes hidrogén • 20 hidrogén töltőállomás / 40 töltőpont • 4,8 ezer HFC jármű • 130 ezer tonna CO²-kibocsátás elkerülése 	<p>Támogató villamosenergia- és (föld)gáz-infrastruktúra</p> <p>Szektorintegrációs képesség – elsősorban szezonális áramtárolási képesség – kiépítése a szektorok közötti szinergiák kihasználásával, a karbonsemleges áttérést lehetővé tevő infrastruktúra kiépítésével és a meglévő infrastruktúra átalakításával.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 60 MW átlagos leszállózási képesség • évi min. 2% térfogatarányos bekeverés a földgázrendszerben (ahol indokolt)
TÁMOGATÓ CÉLOK			
<p>Ipar- és gazdaságfejlesztési lehetőségek kihasználása</p> <p>Az iparági trendek és a hazai erősségek közös metszetében található tevékenységek megerősítése a versenyképesség növelése és a hazai penetráció elősegítése céljából.</p>	<p>Horizontális feltételrendszer: ösztönző működési környezet kialakítása</p> <ul style="list-style-type: none"> • Átfogó szabályozási és működési keretek kialakítása, • partnerség és nemzetközi együttműködés erősítése. 	<p>KFI és oktatás, ami támogatja a hidrogén sikerét az átmenetben</p> <ul style="list-style-type: none"> • A stratégiai célok megvalósításához nélkülözhetetlen az olyan tudományos, technológiai és horizontális kompetenciaegyüttes kiépítése, amely megalapozza az új technológiák hazai alkalmazását és fejlesztését, valamint demonstrálja azok hazai létjogosultságát. 	

3. A Stratégia megvalósítása

A Stratégia mielőbbi gyakorlatba ültetését 6 átfogó, úgynevezett prioritást élvező projekt segíti elő, amit 2030-ig 3 időtávra ütemezett szakterületi intézkedések tesznek teljessé.

A Stratégia fő céljait megvalósító, mielőbb indítandó prioritást élvező projektek (zárójelben a becsült támogatási igény) az alábbiak:

- 1) **Zöld Kamion Program** a teherforgalom zöldítéséért (35-40 Mrd HUF)
- 2) **Zöld Busz Program Plusz** a helyi léptékű, szállítással összefüggő közszolgáltatások zöldítéséért (10-20 Mrd HUF)
- 3) **Hidrogénvölgyek kialakítása Magyarországon** a hidrogénértéklánc összefüggő hálózatának adott földrajzi régiókban való létrehozásának ösztönzéséért (10-15 Mrd HUF)
- 4) **Hidrogén Highway Projekt** a karbonmentes hidrogénelőállítás, szállítás és energiatárolás megalapozásáért (20-30 Mrd HUF)
- 5) **Kék Hidrogén Projekt** az ipari hidrogénfelhasználás karbonlábnyomának csökkentéséért (20 Mrd HUF)
- 6) Hidrogéngazdaság kiépítését szolgáló **kutatás-fejlesztés és innováció** (10 Mrd HUF)

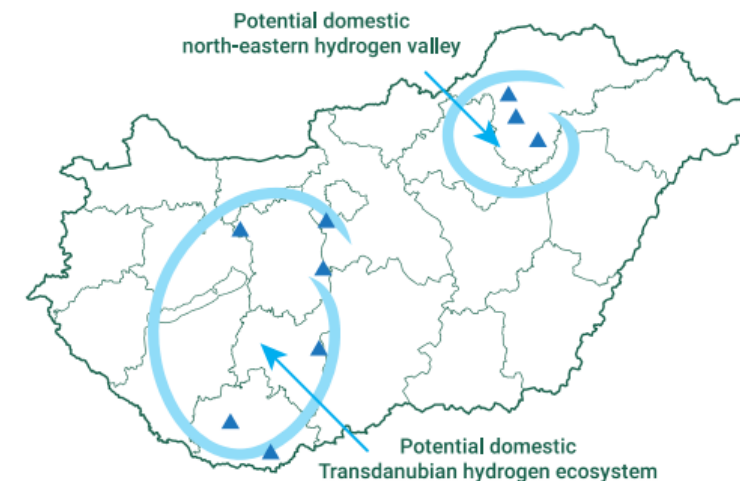
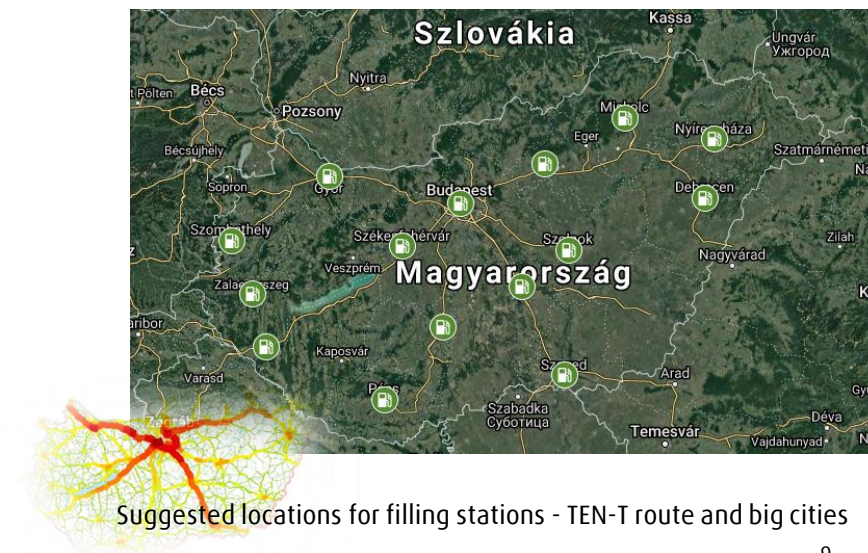


Figure 3: Potential hydrogen valleys of Hungary





Gyártás és felhasználás számtalan lehetősége



Gyártás és feldolgozás



Forrás természetes gázból és a biogázból



150+ SMR & PSA

Metán gőzreformáló CO₂ megkötéssel (carbon capture)

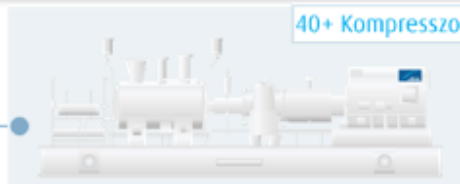


Forrás a megújuló energiákból



80+ üzem

Elektrolízis



40+ Kompresszor

H₂ feldolgozás



170 TPD

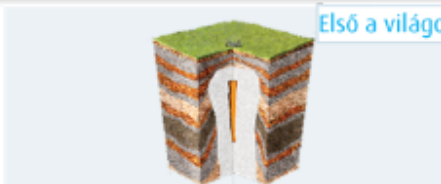
H₂ cseppfolyósítás

Tárolás és elosztás



1000+ km

H₂ csővezeték



Első a világon

Nagy tisztaságú H₂ föld alatti tároló



1600 teherautó

Folyékony és gáznemű H₂ szállító járművek



Kriogén tartályok és palackok

Alkalmazások



190+ állomás

Mobilitás - az autóktól a vonatokig



Úttörő projektek

Ipari felhasználás: Finomítók, Acél, Vegyi anyagok, Ammónia



Legnagyobb P2X üzem

Teljesítmény pufferelés



Hamarosan

Épület fűtése

A hidrogén

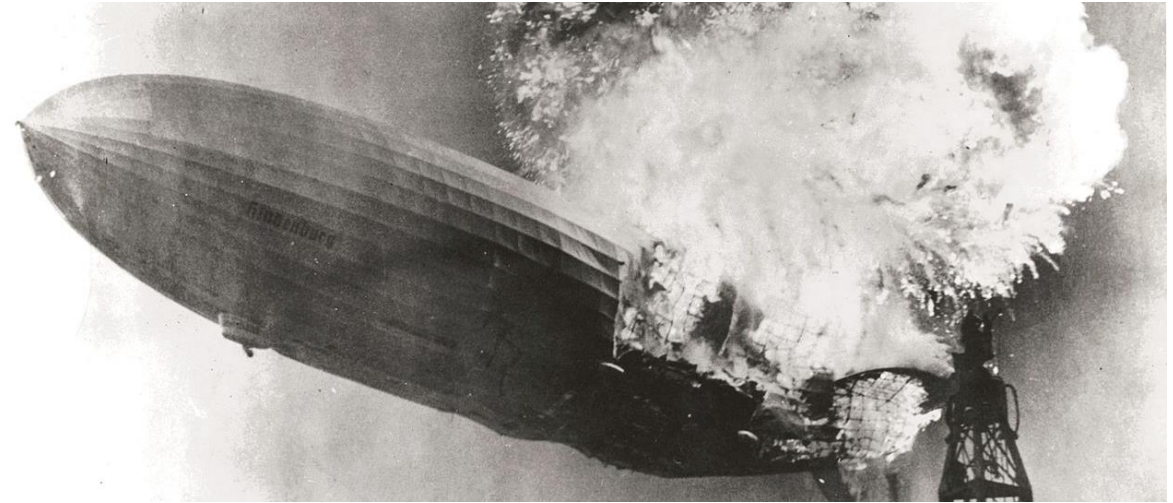


2.1 : Entzündbare Gase.



Tulajdonságok:

- Vegyjele: H, rendszám: 1
- Legkönnyebb elem (14x könnyebb a levegónél)
- Leggyakoribb elem az univerzumban (egyatomos formában, ~92%)
- Kéttomos gáz, de főleg vegyületeinek formájában fordul elő a Földön
- Színtelen, szagtalan, nem mérgező, nem üvegházhatású
- Nagyon gyúlékony, rendkívül tűzveszélyes, égési sebesség ~8x propánhoz képest
- Cseppfolyós formában 14x könnyebb a víznél, alacsony hőmérséklet (Forráspont-253°C)
- Párolgásakor 1 l folyékony H₂ -ből kb. 845 l gázhalmazállapotú H₂ keletkezik
- Nem energiaforrás, hanem másodlagos energiahordozó



Biztonsági kockázatok:

- Robbanási határérték: 4-75%
- Nappali fényben láthatatlan lánggal ég, > 2.000°C (NASA seprű teszt)

Biztonsági óvintézkedések:

- Veszélyes anyag – biztonságtechnika kiemelt fontosságú szerepben
- Lángálló védőruházat viselése
- Jó szellőzés biztosítása
- Gáz- és lángérzékelők, robbanásbiztos eszközök használata



Hidrogén előállítása



Szürke (pl. Gőzreformálás):
 C_mH_n (szénhidrogén, földgáz) + H_2O (víz)

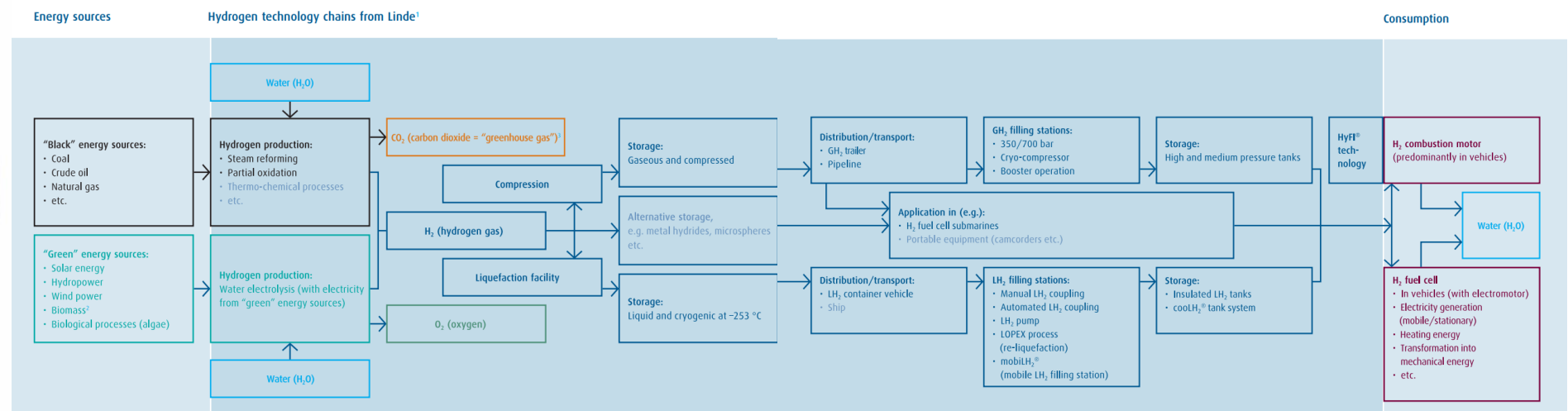
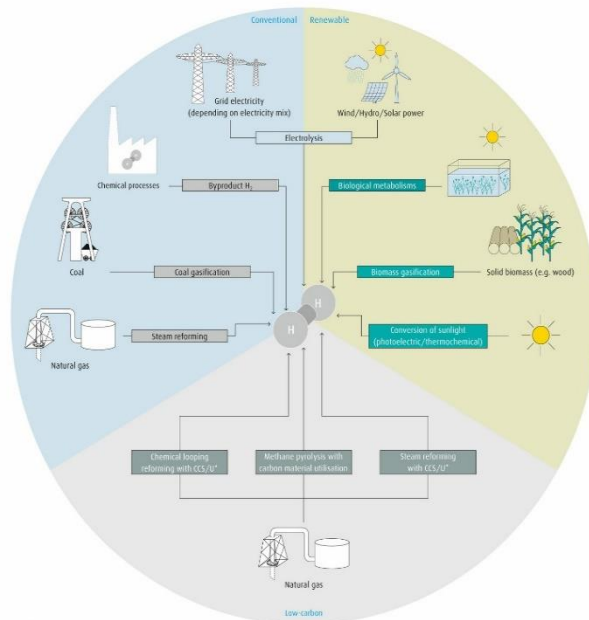
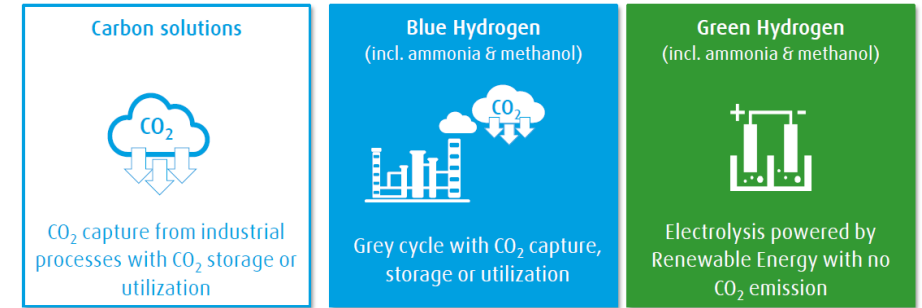
H_2 (Hidrogén) + CO (szénmonoxid) + CO_2 (szén-dioxid)

Kék (pl. Gőzreformálás+ "Carbon capture"):

Szürkéből szén-dioxid felfogásával

Zöld (p. Elektrolízis zöld energiával):
 $2 H_2O$ (Víz)

$2 H_2$ (hidrogén) + O_2 (oxigén)



¹CCS/UT: Carbon capture and storage/utilization

Előállítás

ILE-Zöld hidrogén gyártás vízbontással



24 MW at Leuna, Germany (2022)

24 MW at Porsgrunn, Norway (2023)

100 MW at Wesseling, Germany (2024)

200 MW at Lingen, Germany (2024)

GLOBAL
GREEN GAS
SOLUTIONS

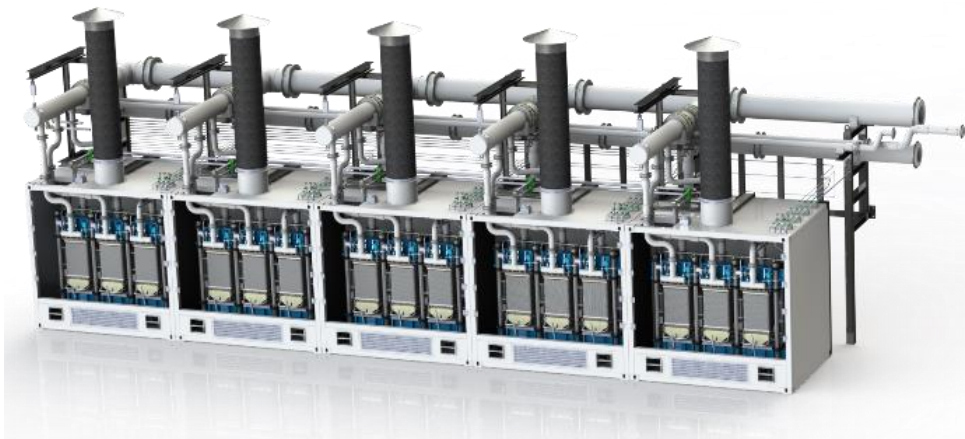
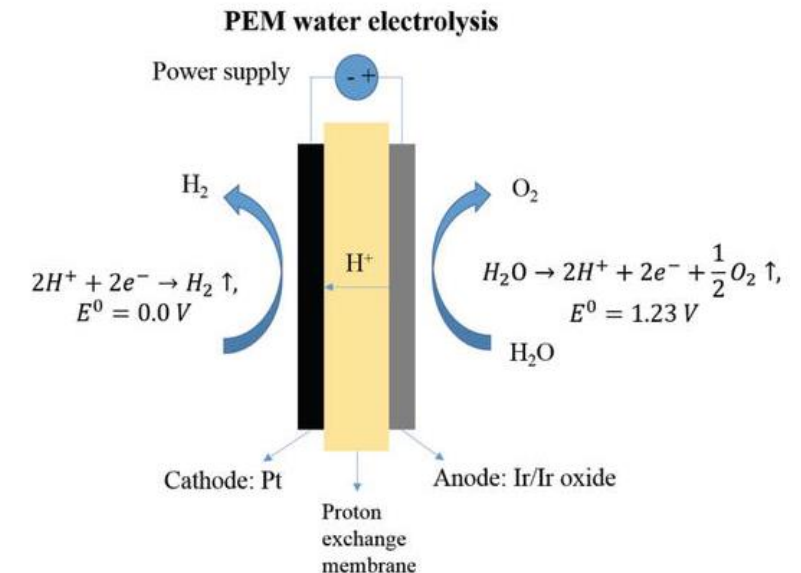
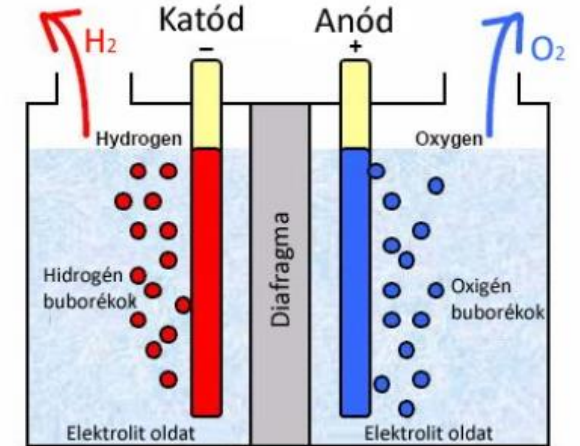
ITM LINDE ELECTROLYSIS

Az elektrolizálóknak alapvetően három típusát különböztethetjük meg:

- (1) alkális (lúgos) elektrolizálók
- (2) protoncserélő-membrános (ionvezető polimer, PEM) elektrolizálók
- (3) magas hőmérsékletű elektrolizálók (HTE), „szilárd-oxidos elektrolizálók” (SOE) kifejezést is használják

Általánosságban az elektrolízises előállításról elmondható (fordított PEM alapú):

- 1 kg Hidrogén előállításához ~9 liter víz szükséges ($H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2}O_2$) (+ víztisztítás)
- 1 MW teljesítményű elektrolizáló ~15-18kg Hidrogént képes előállítani
- Napelem 1 éves időtávon nézve idejének 16-20%-ban képes áramot termelni
- 1-2 MW egység teljesítmény, moduláris felépítés



Zöld H2 egyedülként Magyarországon



Making our world more productive

Linde Green tanúsítvány



Ugyfét:
 Your Company's Name:
 Street:
 Post. Code City:

Ugyfélszolgálat:
 Linde Gáz Magyarország Zrt.
 vevoszolgalat@hu.linde-gas.com

Tanúsítvány adatai:

Azonosító: LG1970222
 Kiállítás dátuma: 29.03.2022
 Vevőszám: 1111

Tisztelt Your Company's Name,

Ezúton szeretnénk megköszönni, hogy a 100% megújuló energiával előállított, Linde Green termékcsaládunkhoz tartozó termékünket választotta. A hagyományos termékeinkhez viszonyítot, Ön segítségével elért CO2 kibocsátás csökkentés mértéke az alábbi időszakokban:

Tárgy hónapban:

Termék	Gtkszám	Időszak	Vásárolt mennyiség	CO2 csökkentés
LIN	HU2200902	2.2022	1.00 t	0.38 t
LOX	HU2010902	2.2022	1.00 t	0.48 t

Tárgy évben:

Termék	Gtkszám	Időszak	Vásárolt mennyiség	CO2 csökkentés
LIN	HU2200902	1-2.2022	1.00 t	0.38 t
LOX	HU2010902	1-2.2022	1.00 t	0.48 t

A Linde Green levegő gázok és termelésük CMS99 szerint tanúsított. A Linde Green levegő gázok és hidrogén termelés mennyiségi mérlegét és elosztását a CMS93 szerint tanúsított platformon biztosítja.





ZERTIFIKAT

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH
 Zertifizierstelle „klima und energie“
 bescheinigt hiermit, dass das Unternehmen

 Linde Gas Produktionsgesellschaft mbH & Co. KG
 Spergauerstraße 1a
 06237 Leuna
 für den Geltungsbereich
 Erzeugung von grünem Wasserstoff (GreenHydrogen)
 mit dem Dampf-Reforming-Verfahren von Biomethan in Leuna
 den Nachweis erbracht hat, dass die Anforderungen des
 TÜV SÜD Standards CMS 70: Erzeugung von grünem Wasserstoff
 (12/2017)
 erfüllt sind. (Austö-Bericht-Nr. 2897388)



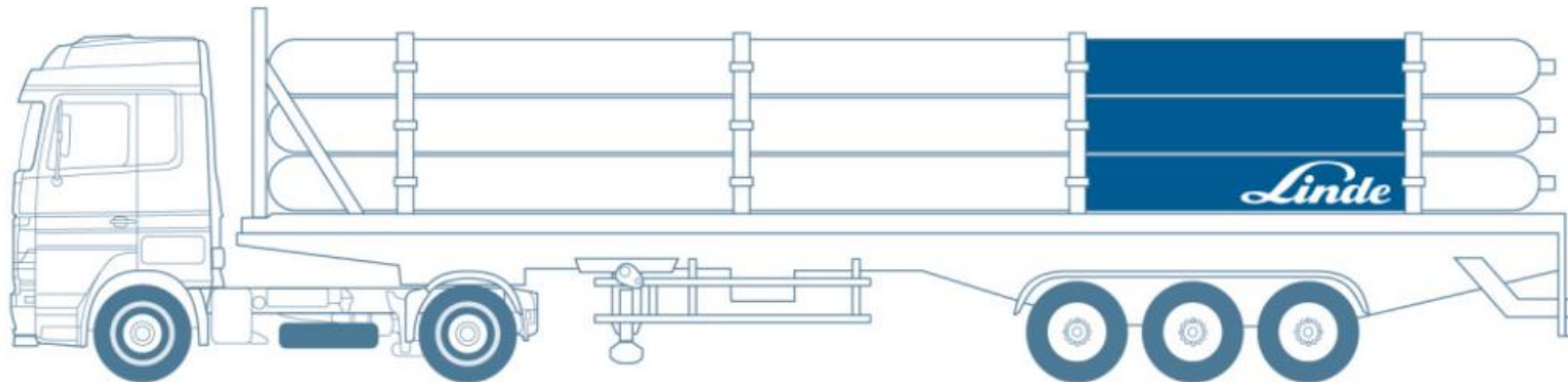
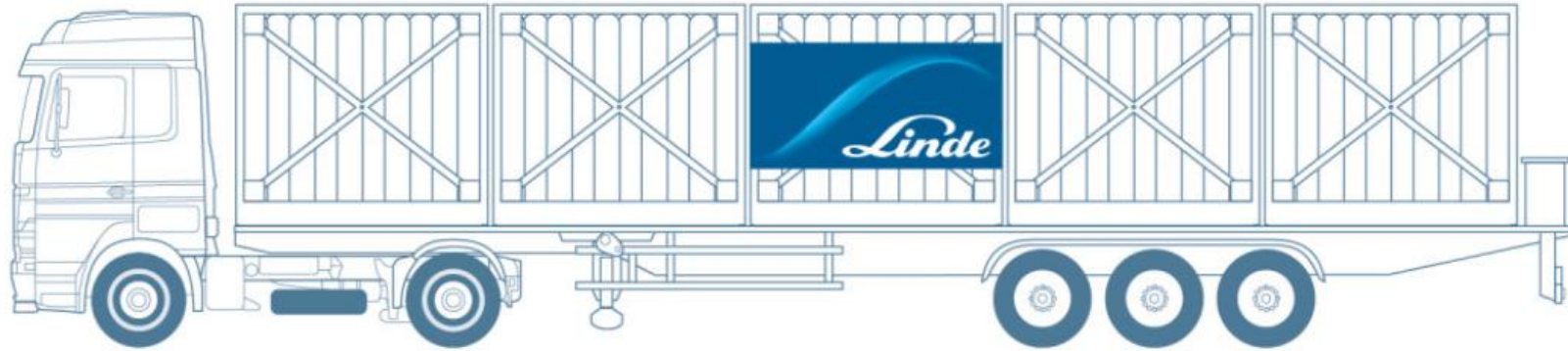

Zertifikat-Nr. **70.0092.18** gültig von 23.10.2018 bis 31.12.2019
 München, 23.10.2018

 Zertifizierstelle „klima und energie“

Kazincbarcika HyCO üzemek



Hidrogén szállítás napjainkban



Onsite ellátás, több 100km hosszú H2 gázvezeték, Cseppfolyós H2 előállítás, egyedüli Németországban a Lindénél Leuna



Jellemző tárolási formák



Alkalmazások

BE GREEN



Földgázba történő bekeverés/kiváltás
Petrokémia ipar - szürke H2 zöldítése
Vegyipar, ammóniagyártás
Acélgártás/cementgyártás- dekarbonizáció
Energia tárolás- Grid balancing
Mobilitás, közlekedés
Szállítmányozás
...

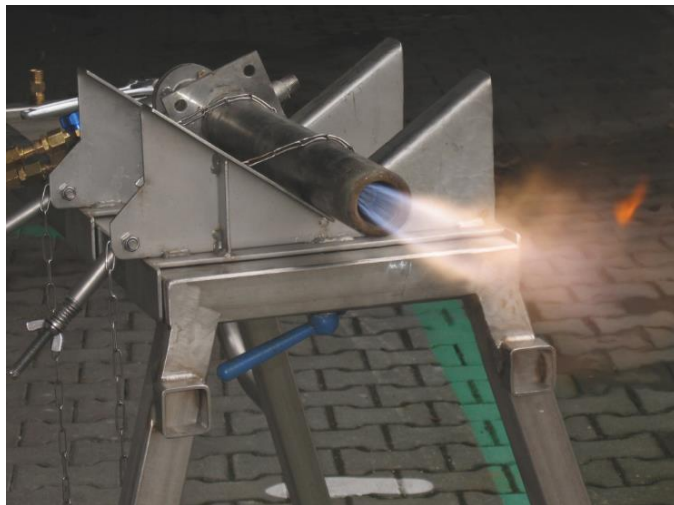


Hidrogén bekeverés, földgáz kiváltás



H ₂ Fűtőérték	~120MJ/kg	~12,7MJ/m ³
Földgáz Fűtőérték	~50MJ/kg	~34MJ/m ³

Térfogategységre eső energiaérték (MJ/m³) alacsonyabb!



Tüzelőanyagként

- hőtermelő berendezések/kazánok/égők
- villamos energiát termelő berendezések (hidrogén-földgáz keverék, vagy tiszta hidrogén égetésére képes gázturbinák)

Demonstration plant in Kardoskút UGS

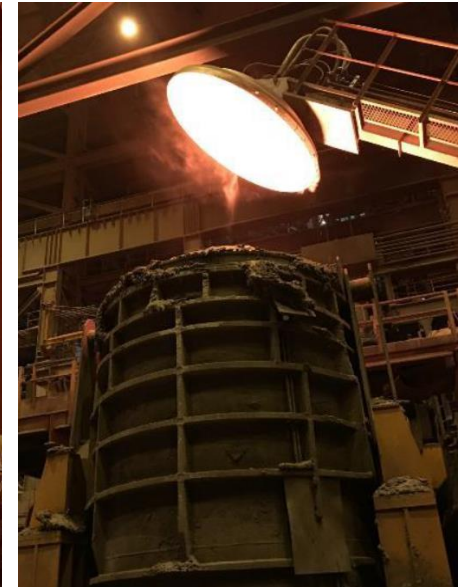
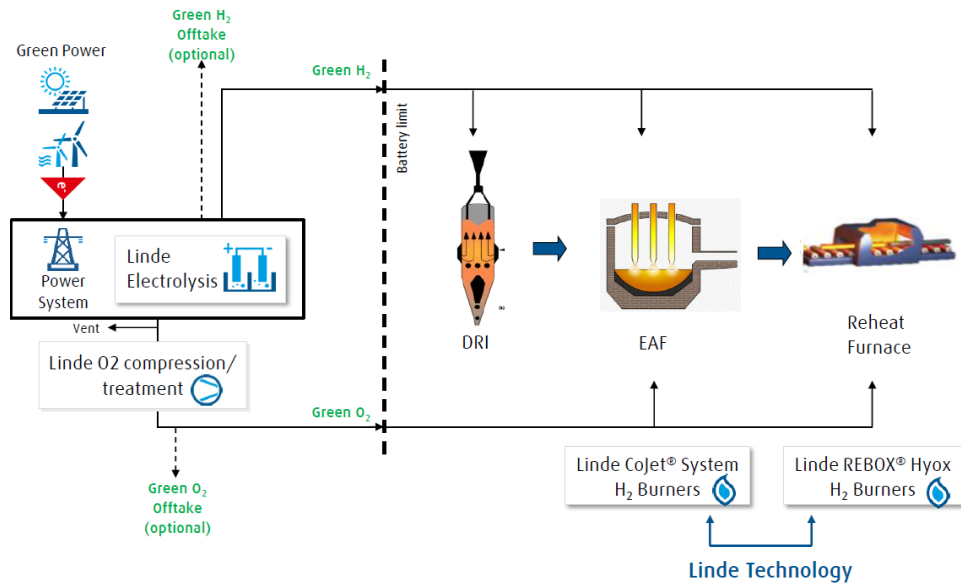


Our partnerships



FGSZ-Aquamarine projekt

Hidrogén alkalmazhatósága az acéliparban



Világ első fosszilis energia-mentes acél előállítása



Ovako Steel, Hofors, Sweden
18th of March 2020

25 tons of ball bearing steel heated with
Flameless Oxyfuel using 100% Hydrogen
as fuel

Both Hydrogen and Oxygen produced with
Electricity from Renewable Energy sources

OVAKO



Full-scale permanent installation
planned for 2023
24 Soaking Pit Furnaces
Saving 20,000 t CO₂ annually



Energiatárolás

Grid balancing



Energia tárolás

Mainz energiapark



Key features

- Connected to a wind-farm (8 MW)
- 6.3 MW peak electrolyser stacks (each 2.1 MW)
- 800 kg storage (25 MWh)
- 200 tons target annual output from 2017 onwards
- Injection in local gas grid and multi-use trailer-filling
- Budget: total 17 m€, funding: ~50% (BMWi)



Energiabiztosítás kicsiben



Energiaellátás, szünetmentes megoldások



H2 Mobility a Lindénél



Driving the future of mobility
With state-of-the-art hydrogen fueling technologies
Linde Hydrogen FuelTech offers highly efficient fueling concepts according to your individual needs.

Hydrogen Mobility a Lindénél

Lefedjük az ellátási láncot



Production

Distribution

Storage

Compression

Dispenser

After-sales



Steam reformer
(e.g. steam biomethane reformer)



Trailer
(e.g. 300 bar GH₂ or LH₂ trailer)



Gaseous
(e.g. 200 bar tubes)



Compression
(e.g. ionic compressor station)



Stand-alone dispenser
(e.g. for 700 bar and/or 350 bar)



Project management

or

or

or

or

or

and



Electrolyser
(e.g. PEM or alkaline)



Pipeline
(e.g. from producer)



Liquid
(e.g. LH₂ tank)



Pumping
(e.g. cryopump station)



Integrated dispenser
(e.g. 700 bar for mobile)



Service /Maintenance

Első hidrogén töltőállomás (2006) (gáz és cseppfolyós töltés)





**Vienna,
Austria**



**Pullach,
Germany**

2000
Founding of ATZ

2006
Ionic Compressor

2012
Small series production

2017
Combination as H2MS

2016
CP 3.0 LH2-System

2012
LH2-Station Unterschleißheim

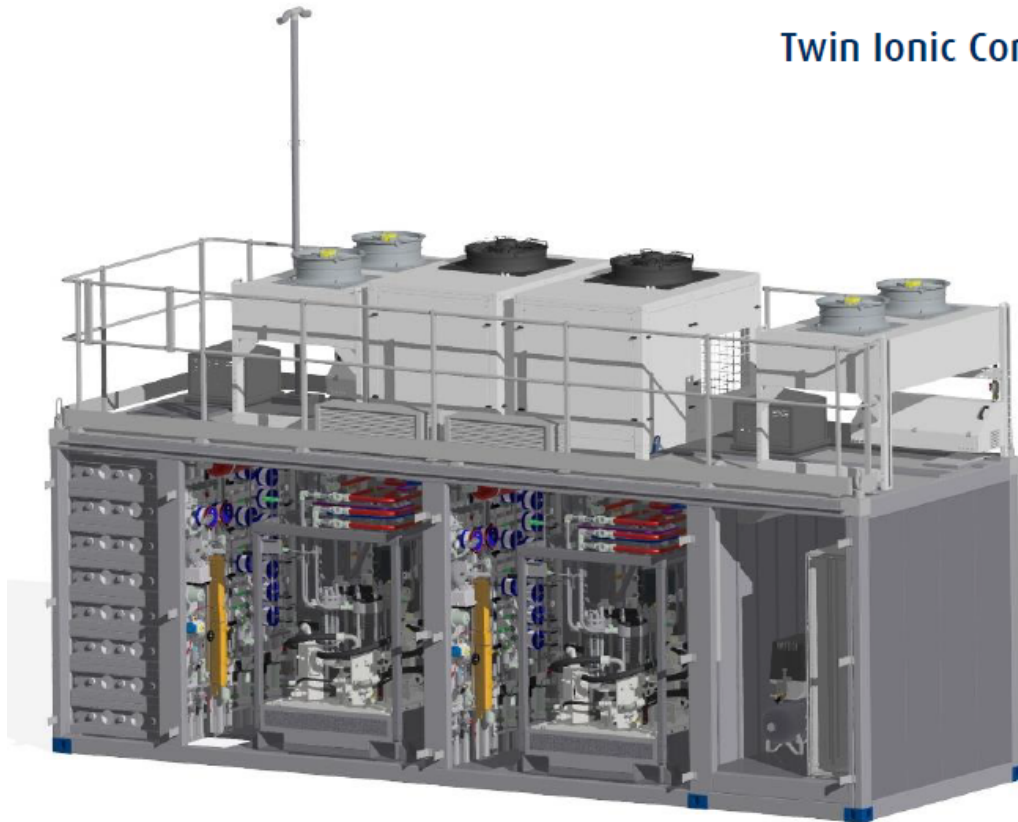
2009
LH2-Cryocompressed

Linde Hydrogen fuelling technologies

Twin Ionic Compressor station EU Standard

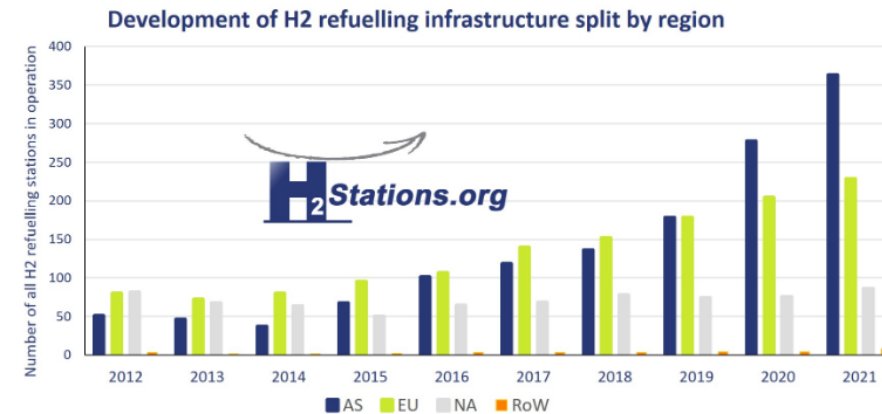
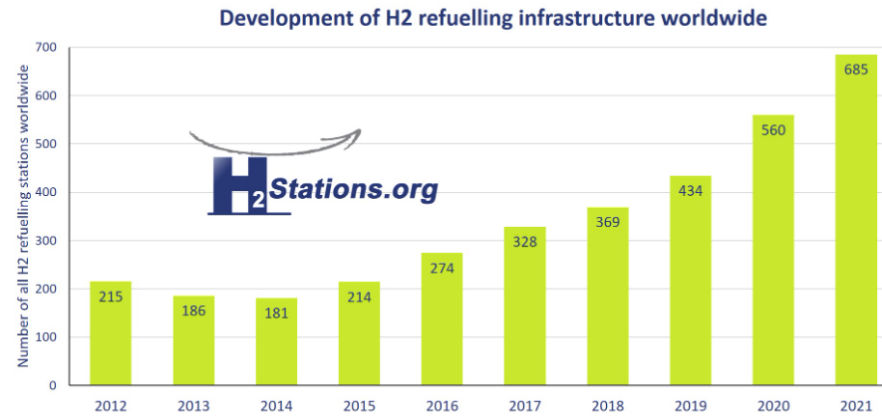
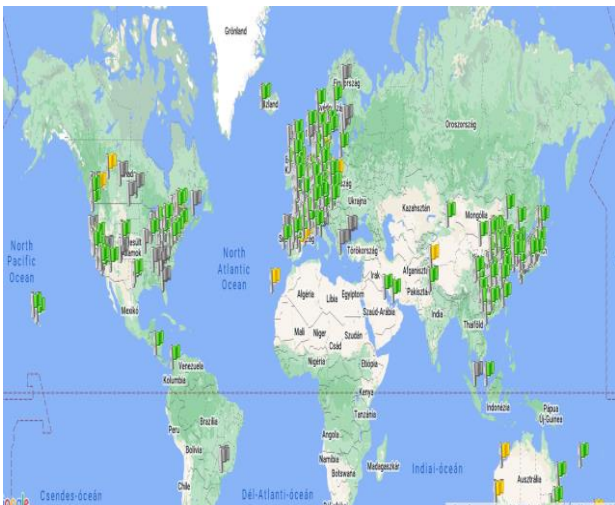
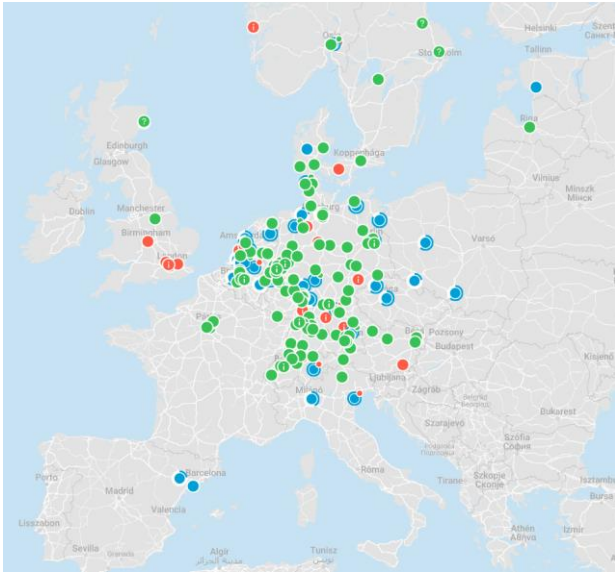


Twin Ionic Compressor by Linde for GH2 storage



- ✓ High throughput of up to 2x 30 kg/hr @ 90 MPa
- ✓ Scalable up to 140kg/h throughput per compressor
- ✓ Pressure level from 0.5 up to 90 MPa
- ✓ Dispenser: 70 MPa and 35 MPa
- ✓ Footprint: 27' length x 8' width x 8,5' height
- ✓ Energy consumption reduced by 25%
- ✓ Very small number of moving parts (liquid piston)
- ✓ CE certification level
- ✓ Reduced wear and long service life
- ✓ Fulfills industry standard SAE J 2601

H2 töltőállomások a világban (Linde 200.HRS California-ban)



Folyadék vs gáz töltőfej



Üzemanyagcellás autók (néhány példa)



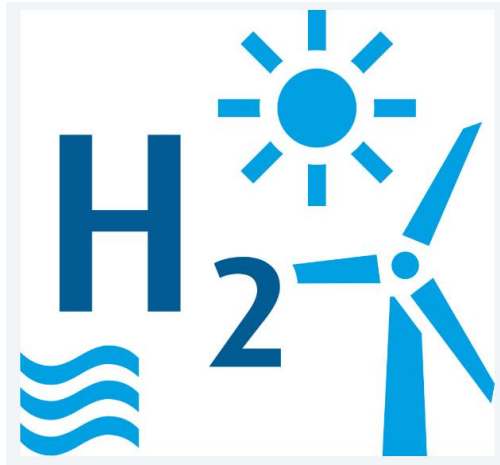
Zöld hidrogén

PEM minőség



ISO 14687-2:2012 specifies the quality characteristics of hydrogen fuel in order to ensure uniformity of the hydrogen product as dispensed for utilization in proton exchange membrane (PEM) fuel cell road vehicle systems.

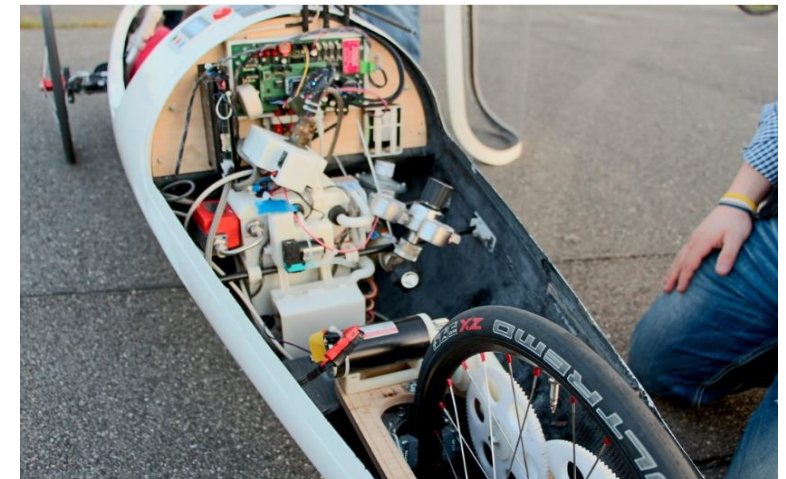
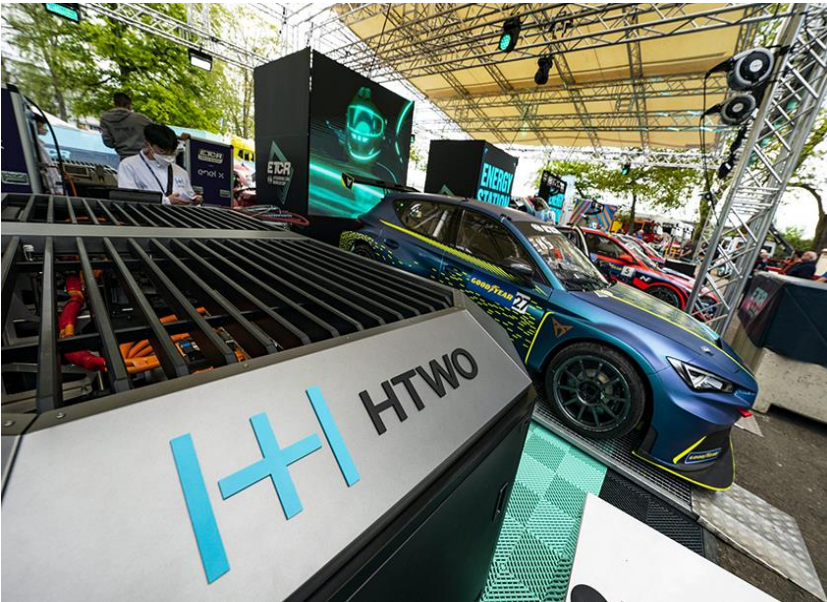
Terméklejlesztő /Product characteristics:	Követelmény /Requirements:
H ₂ tartalom/content	≥ 99,97 %
O ₂ tartalom/content	≤ 5 ppm
N ₂ tartalom/content	≤ 300 ppm
Ar	≤ 300 ppm
H ₂ O tartalom/content	≤ 5,0 ppm
C _n H _m tartalom/content	≤ 2 ppm
CH ₄ tartalom/content	≤ 100 ppm
CO tartalom/content	≤ 0,2 ppm
CO ₂ tartalom/content	≤ 2 ppm



Üzemanyagcellás targoncák



Hidrogénes versenyek



Közelebbi példák



6 propellers for redundancy and increased efficiency

3 hydrogen storage options for different flight durations

1300 W fuel cell

Click-in rail for high-precision sensors





A világ első HRS-e üzemanyagcellás vonatok számára, Bremervoerde

- 14 H₂ vonat üzemeltetése (Alstom Coradia iLint típus)
- Max. 1600 kg H₂/nap
- Max. 1800 kg GH₂ helyszíni tárolása
- Hidrogén ellátás Linde GH₂ tartálykocsikkal
- Helyszíni előállítás: bővítés ELY szélenergiával
- Üzembe helyezés 2021-ben



Európa egyik legnagyobb H₂ Busz üzemanyag töltőállomása, Köln

- Üzembe helyezve 2020-ban
- Naponta 20 busz újratöltésére elegendő kapacitás
- Linde által kifejlesztett új, nagynyomású tárolási technológiát alkalmaz, amely lehetővé teszi a többszöri egymás utáni töltést.
- Kölnben, Németországban található
- A projektet a Német Szövetségi Közlekedési és Távközlési Minisztérium támogatta



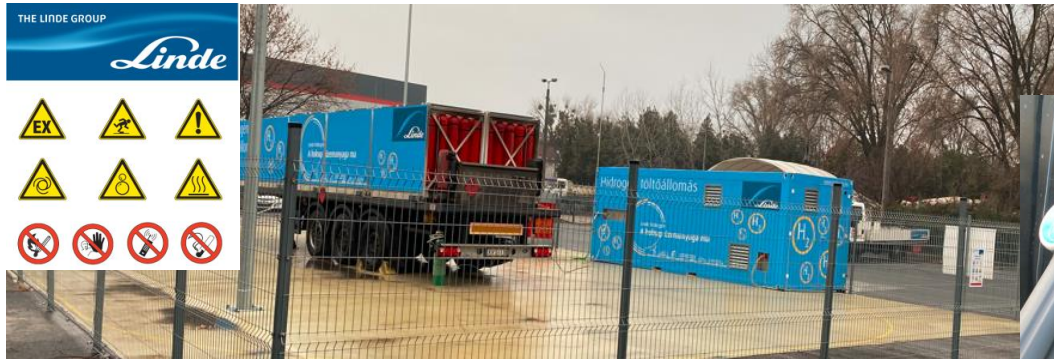
HRS SPIC Yancheng-ben, üzembe helyezés 2021-ben

- SPIC Kína 5. legnagyobb, 126 GW létesítményi kapacitással rendelkező energiatermelője
- SPIC-nek ítelték oda a Pekingi Téli Olimpia ("Zöld Olimpia") során a Peking belvárosa és az eseménynek helyett adó Yanqing közötti szállítási útvonalak biztosítását, amelyet 4 HRS és H₂ ellátás biztosít

1. magyarországi Hidrogén töltőállomás megnyitása



350bar vs 700bar



Zöld Busz Program 1.tesztjárat



Linde biztosította az üzemanyagot a Zöldbusz Program keretein belül az első Mo-i FCEV busz teszthez

Közös megvalósítás:

- HUMDA Ltd (Hungarian Motorsport Development Agency)
 - Volánbusz Zrt
 - Prim-Vol Trade Kft (Solaris disztribútor)
- ~1 hónapos teszt KÖKI és Vecsés között



Ideiglenes töltőállomás kialakítása

Hydrogen Present and Future in Mobility Conference and Exhibition in Hungary

Zalazone tesztpálya V4 konferencia

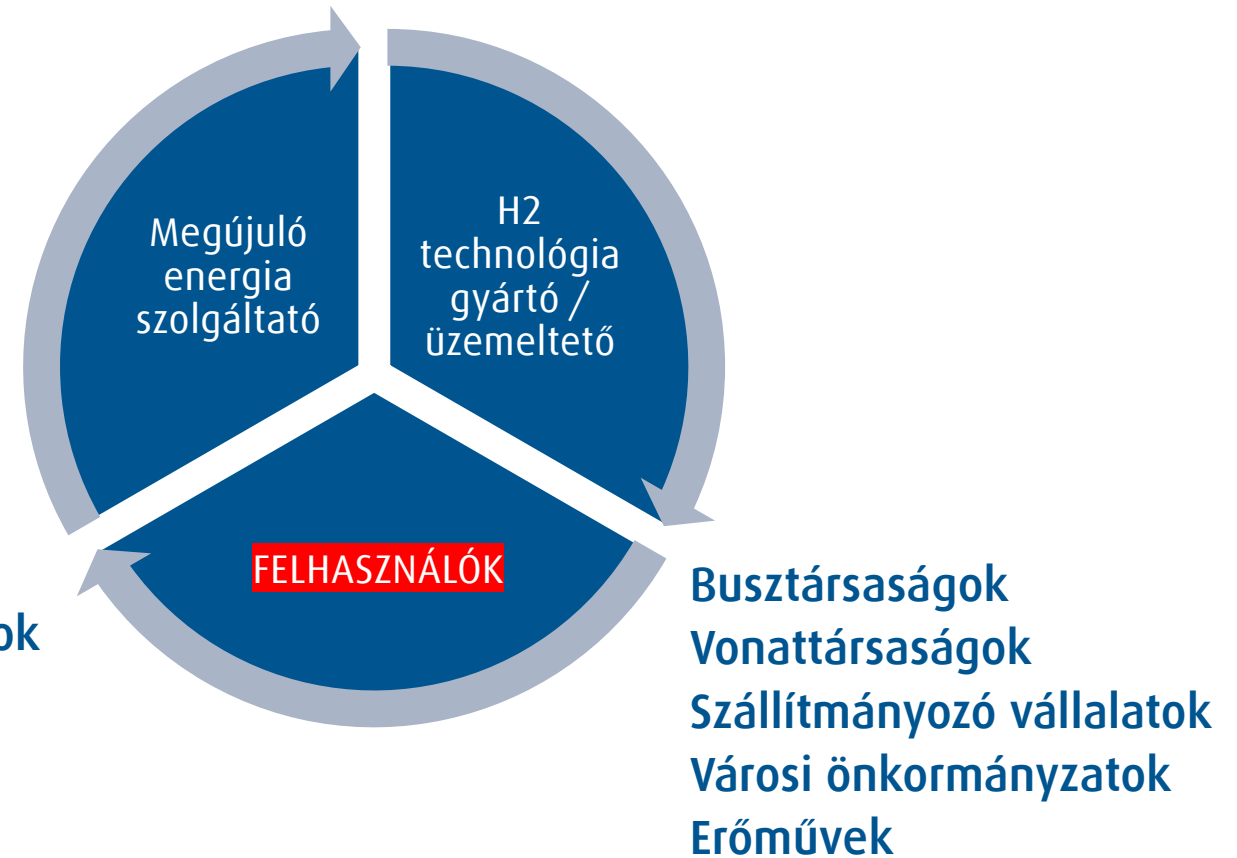


Tudjuk-e mit fogunk kezdeni a gyártandó hidrogénnel?



Személyszállító vállalatok
Ipari vállalatok
Acélipari vállalatok
Petrokémiai vállalatok
Hulladékkezelő vállalatok

INTEGRÁCIÓ



Making our world more productive

