

Gázközösségi Szakmai Nap
2024. április 24.
Tengelic, Hotel Orchidea



Lehetőségek és korlátok a hidrogén tüzelési célú felhasználásában

Dr. Vajda József főiskolai tanár
PTE Műszaki és Informatikai Kar

A hidrogénfelhasználás ...

lehetőségei:

- alapvető vizsgálatok elvégzésre kerültek
- elektrolizálók rendelkezésre állnak
- vannak bevizsgált gáztechnikai rendszerkomponensek

korlátai:

- kevés a megújuló energiaforrásból származó áram
- a hidrogénnel való fűtés kevésbé hatékony, mint a hőszivattyús fűtés

A hidrogén tulajdonságai

1. Alapanyaga korlátlanul rendelkezésre áll (pl. víz formájában).
2. Előállításának több módja is ipari léptékben alkalmazható.
3. Égésterméke víz, nem szennyezi a környezetet.
4. Villamos áram közvetlen előállítására alkalmas (tüzelőanyagcella), mikroméretű áramtermelést is lehetővé tesz.
5. Magas a tömegegységre vonatkoztatott energiasűrűsége: $H_{s,n}=39 \text{ kWh/kg} = 3,5 \text{ kWh/m}^3$
(metán: $H_{s,n}=15 \text{ kWh/kg} = 11 \text{ kWh/m}^3$)
6. Széles robbanási koncentráció-tartomány: 4-77 %, (H jelű földgáz: 5-15 %).
7. Magas láng hőmérséklet (levegővel): 2045 °C (metán: 1875 °C).
8. Cseppfolyósítható gáz.
9. Égésénél légszennyező nitrogénoxidok is képződnek.
10. A szél- és napenergiás áramtermelés szezonálisának kiegyenlítő energiahordozója lehet.
11. Földgázhoz keverve szénhidrogént helyettesíthet, gépjárművekben alkalmazva pedig üzemanyagot válthat ki.

DVGW kutatási projekt

„A hidrogén földgázelosztó hálózatba való betáplálásának vizsgálata – kihatások a meglévő épületek gázfelhasználási technológiáinak üzemére, a gáz-plusz technológiákra és az éegésszabályozás stratégiáira”

Cél: annak megerősítése, hogy a hidrogén max. 10 térfogat%-os koncentrációban hozzákeverhető a földgázhoz a háztartási és kisfogyasztói gázfelhasználás területén.

(Forrás: Dr. Holger Dörr, és mások: Untersuchungen zur Einspeisung von Wasserstoff in ein Erdgasnetz, DVGW energie/wasser-praxis, 2016/11.)

A hidrogénbetáplálásra vonatkozó üzemi vizsgálatok

Összes felszerelt gázkészülék	174
kondenzációs kazán	139
átfolyós vízmelegítő	18
gáztűzhelyek és konyhai készülékek	9
blokkégős készülékek	4
kapcsolt hő- és áramtermelő készülékek	1
egyéb készülékek	3
Hidrogénbetáplálás időtartama	2683 h
váltakozva 2, 3 és 4 térf.%-kal	433 h
folyamatosan 4 térf.%-kal	427 h
folyamatosan 6,5 térf.%-kal	988 h
folyamatosan 9 térf.%-kal	835 h
Felszerelt készülékeken végzett mérések száma	422
CO ₂ >500 ppm-es mért értékek darabszáma	9
CO ₂ >500 ppm-es mért értékek	2,1%

Az üzemi vizsgálatok fontosabb megállapításai

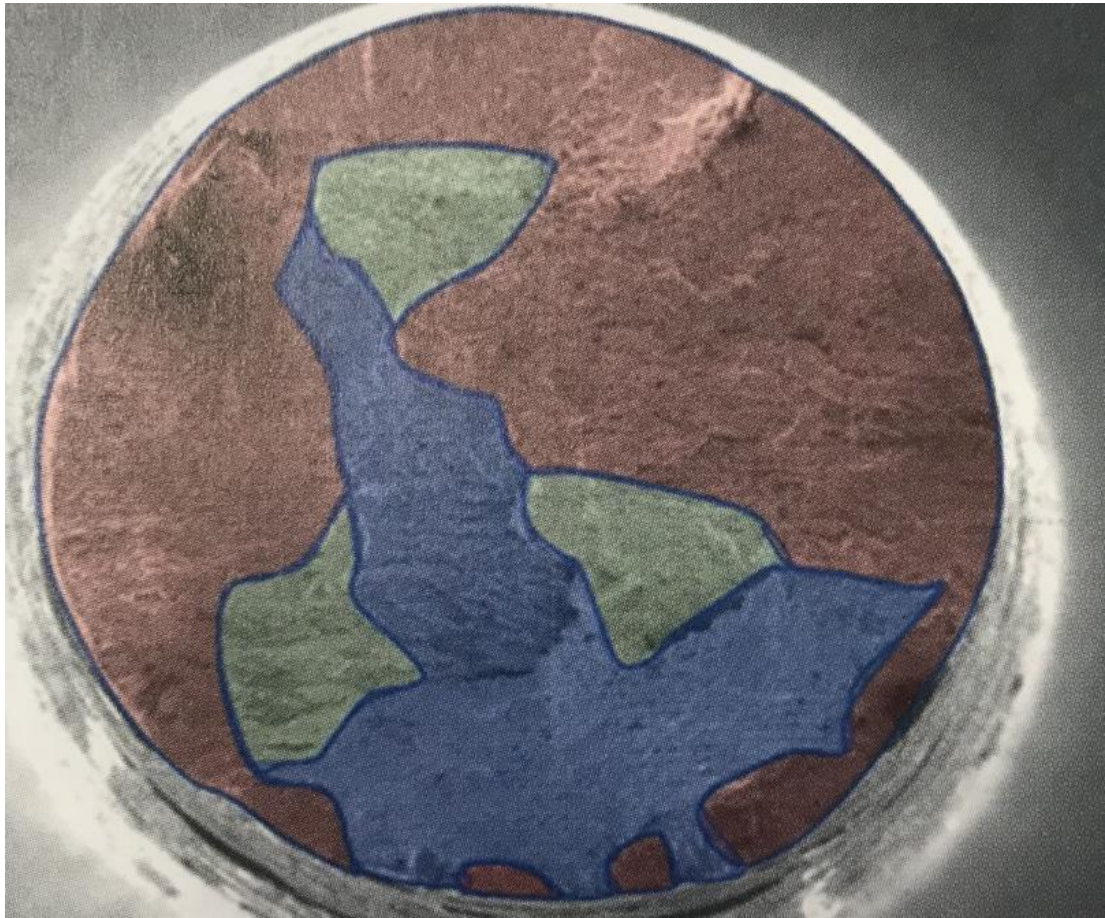
1. **A gyakorlatban semmilyen negatív hatás nem jelentkezett a gázkészülékek üzemében.**
2. **Átlagban csökkentek a CO-emissziók.**
3. **Problémamentes viselkedés** magas hidrogénkoncentrációk és a legrosszabb feltételek mellett is.
4. **A maximális teljesítmény csökkenése** néhány százalékponttal, amelynek oka a kisebb égéshő.

Acél szállítóvezetékek vizsgálata

- A csőanyag mikrorepedései a hidrogénatomok kristályrácsba való behatolásához, és ezzel ridegedéshez vezetnek
- A ciklikus terhelés a repedések gyorsabb növekedését okozzák
- A csőanyag tulajdonságai már néhány százalékos hidrogénbetáplálásnál is változhatnak, ezért ügyelni kell arra, hogy az alkalmazott csőanyag alkalmas legyen a hidrogén szállítására.

(Forrás: DVGW energie/wasser-praxis, 2020. szeptember)

Szakítóvizsgálat



L360 alapanyag, $p= 80$ bar
Barna: hasadási törésfelület
Kék: duktilis (fáradásos, képlékeny) törésfelület
Zöld: vegyes törésfelület

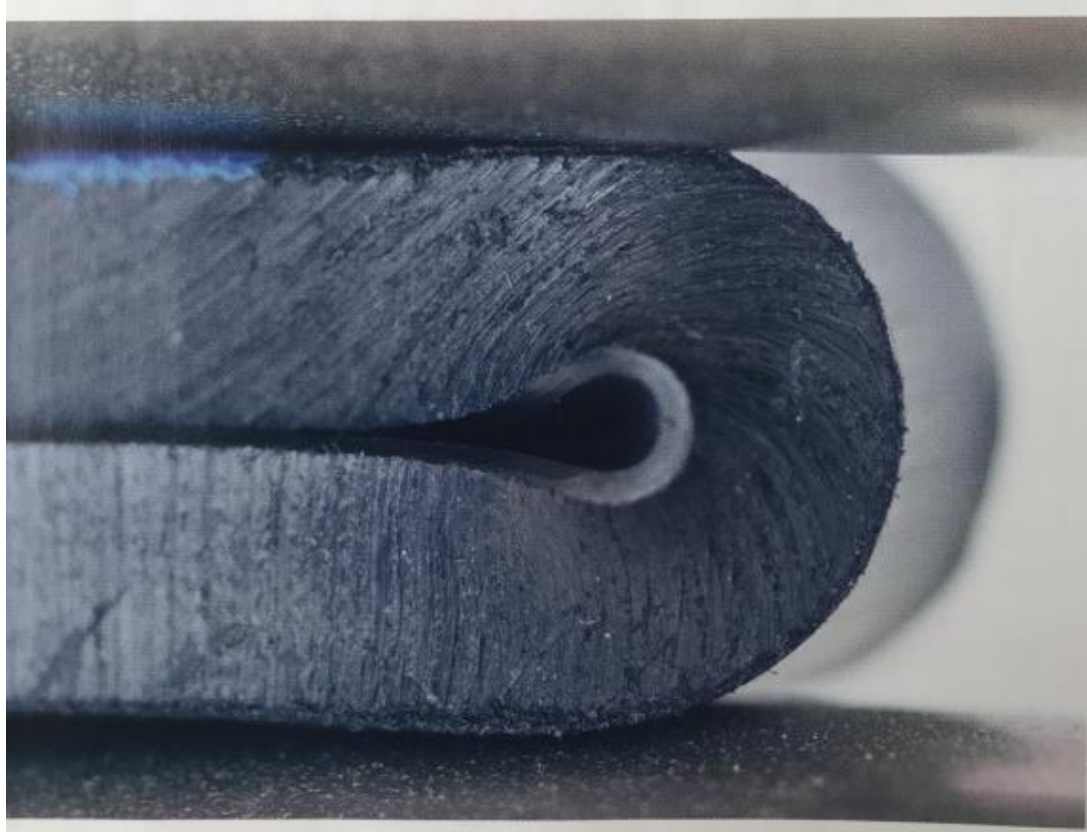
Műanyagcsövek vizsgálata



- A hidrogén műanyagcsőanyagokba való diffúziója elhanyagolható mértékben befolyásolja a cső mechanikai tulajdonságait.
- A hidrogént szállító vezetékek öregedése révén nem jön létre szignifikáns változás a kristályszerkezetben.
- A PE 80, PE 100, PE 100-RC és PA-U12 szerkezeti anyagokból készült csőanyagok alkalmasak a hidrogén szállítására.

Forrás: Andreas Redmann: Einfluss von Wasserstoff auf Kunststoffrohre und Formteile untersucht: Wasserstoffintegrität belegt, Werkstofftechnik, 2021/04-05.

Műanyag elosztóvezetékek elszorítása



- A 190 vizsgálati eredmény azt mutatja, hogy az átszivárgó gázmennyiség függ a gázösszetételtől (sűrűségtől és viszkozitástól).
- Az átszivárgó gázmennyiség 30 térf.% hidrogéntartalomig alig különbözik a tiszta metánnál mért értékektől, e fölött viszont jelentősen nő.

(Forrás: DVGW energie/wasser-praxis, 2020. december)

A hidrogén gyártása

- Földgázbontással** (gőzreformálással): 1000 °C hőmérsékleten a földgázból alumíniumoxid-katalizátor segítségével széndioxidot és hidrogént nyerünk, és a két gázt egy további eljárással szétválasztjuk.
- Metanol (CH₃OH) reformálásával** hasonlóan az előbbi eljáráshoz.
- Víz elektrolízisével**, amelynél a víz elektromos vezetőképességét általában enyhe savazással, vagy lúgosítással javítják. Környezetbarát, de a legdrágább hidrogéntermelési eljárás.

Eljárás	Energiaigény (kWh/Nm ³)	Költség (Ft/Nm ³)
Földgázbontás	0,05	45
Metanolbontás	0,05	78
Elektrolízis	4,51	110

Fogalom meghatározások

Zöld hidrogén: elektrolízissel, 100%-ban megújuló energiaforrásból állítjuk elő.

Szürke hidrogén: Földgáz reformálása révén állítjuk elő, a keletkező széndioxidot a légkörbe vezetjük.

Kék hidrogén: Földgáz reformálása révén állítjuk elő, a keletkező széndioxidot nem vezetjük a légkörbe, hanem leválasztjuk és tároljuk.

Elektrolizálók I.

Enapter EL 4.0 anioncserélő membrános elektrolizáló



Jellemzők

max. 500 l/h hidrogéntermelés

Méret: 0,46 x 0,64 x 0,27 m, 42 kg

Kimenet: max. 35 bar, 99,9 %-os hidrogén

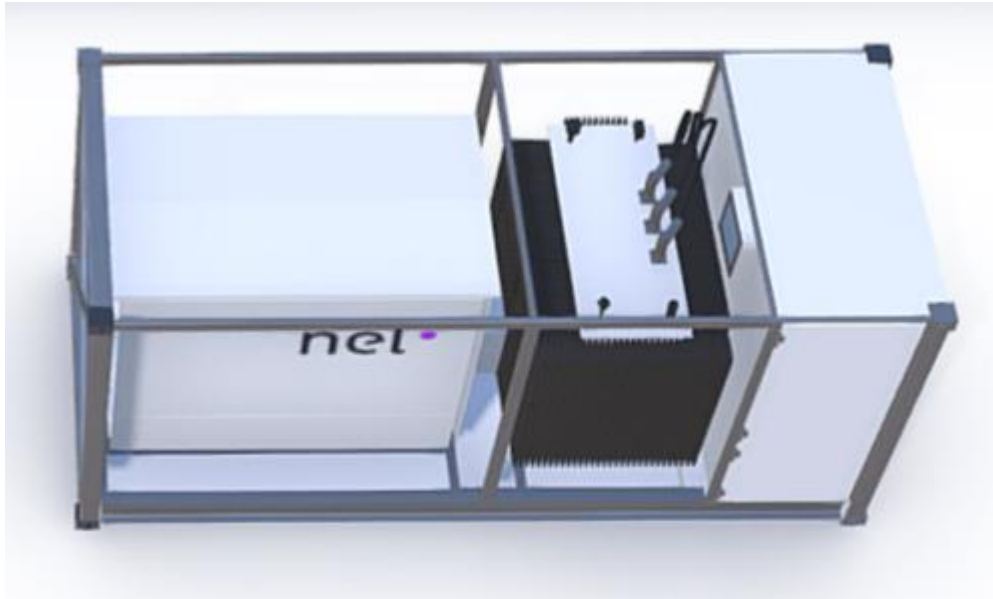
Teljesítményigény: 2,4 kW

Energiafelhasználás: 4.8 kWh/Nm³

Ára: 8.000 Euro

Elektrolizálók II.

nel gyártmányú, PEM elektrolizáló



Jellemzők:

- S, H, C, és M sorozat
- 1698-4920 Nm³/h hidrogén-termelés
- 99,9995 %-os hidrogén
- konténerbe telepíthető

Csatlakozó és fogyasztóvezetékek



Number	103506/04	Replaces	103506/03
Issued	15/12/2022	Scope	AR 214
Contract number	Q96/060	Page	1-5

Product Certificate

Press fittings for joining copper pipes

Tanusított elemek

- Présfitting csatlakozók vörösrézcsőhöz (Profipress G)
- Présfitting csatlakozók acélcsőhöz (Megapress G)
- Gömbcsapok
- Megfúró idomok, és présösszekötők PE-HD csőhöz

Konformitási nyilatkozat:

Sanpress Inox G présrendszerhez
100% hidrogéntartalomig

Nyomásszabályozók



Hydrogen Declaration

Declaration-no.: **20H2_05**
Revision: **A**

Subject: Pressure regulator NORVAL series up to DN 80 (NPS 3") with or without integrated safety device type SN

Arcugnano, 19/10/2021

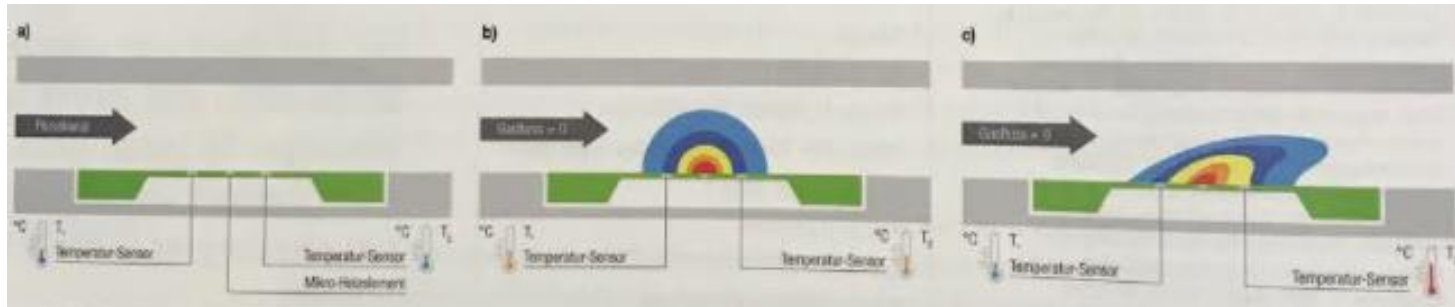


Pietro Fiorentini S.p.A.
Manuel Rigodanza
Technical & Quality Dept.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. R.' or similar, located below the printed name and department.

Gázmérők

Gázmérés – mikrotermikus mérési elv



(Forrás: DVGW energie/wasser-praxis, 2020. szeptember)

Előnyök:

- Nem tartalmaz mozgó alkatrészt
- 5, 10 és 23 %-os hidrogénkoncentrációnál igazoltan kicsi relatív mérési hiba
- Az üzembiztonság 100 %-os hidrogénkoncentrációnál is biztosított
- Kommunikációképes technológia → távleolvasás

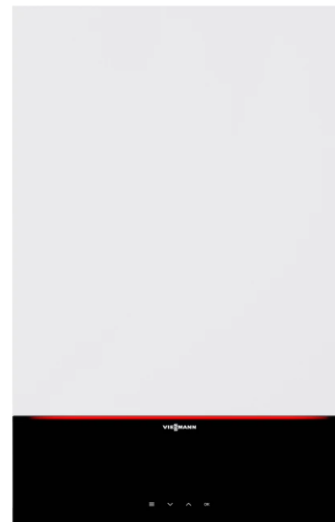
Gázkazánok

Gáztűzhelyek, gázkonvektorok?

A Weishaupt WTC-GB 470-A és 620-A kondenzációs gázkazánok tüzelésénél 20 % hidrogéntartalom megengedett.



A Vitodens 100-W, és Vitodens 111-W kondenzációs gázkazánok tüzelésénél 20 % hidrogéntartalom megengedett.



A 2022 szeptemberében Magyarországon meglévő megújulóalapú villamos-energia kapacitás

Energiaforrás	Beépített kapacitás MW
biogáz	71,654
biomassza	108,140
víz	48,186
szél	327,250
nap	2021,322
geotermikus energia	2,700
depóniagáz	11,555
Összesen	2590,807

Forrás: mekh.hu

Egy kis számítás

- A 2591 MW beépített villamos-energia kapacitással **2720 GWh/év** villamosenergia termelhető.
- A protoncserélő membrán elektrolizátor fajlagos villamos energiaszükségletével (55-58 kWh/kg) számolva előbbi villamos energiamennyiséggel kb 49 ezer tonna hidrogén termelhető, ami gáztechnikai normál köbméterben **578 millió m³-t** jelent.
- Ezzel a 2021 évben felhasznált földgázmennyiség **1,9 %-a** váltható ki.

(Forrás: Galyas Anna Bella, Dr. Szunyog István, Dr. Vadászi Marianna: A földgázfelhasználás hidrogénnel történő helyettesítésének elméleti potenciálja Magyarországon, ÉPÜLETGÉPÉSZ, 2022/6. szám)

A klímasemleges fűtéshez nem éri meg várni a hidrogénre

A hidrogén alkalmazása a zöld áram többszörösét igényli az elektromos üzemű hőszivattyúval összehasonlítva.

Hőszivattyúk: 1 kWh áram \Rightarrow 3 kWh hőenergia

hidrogénes gázfűtés: 2 kWh áram \Rightarrow 1 kWh hőenergia

Tehát ahhoz, hogy hidrogénből ugyanannyi hőenergiát megtermeljünk, hatszor annyi szél- és napelemes-erőművet kellene létesítenünk, mintha az így megtermelt árammal hőszivattyúkat hajtanánk meg.

(Forrás: epuletgepesz.hu/Hirek – Gebaeude Energieberater)

Még annál is jobb/rosszabb a helyzet!

Készülék besorolások az SCOP érték *(jósági fok)* alapján :

A+++ : SCOP \geq 5,1

A++ : 4,6 \leq SCOP $<$ 5,1

A+ : 4,0 \leq SCOP $<$ 4,6

A : 3,4 \leq SCOP $<$ 4,0

B : 3,1 \leq SCOP $<$ 3,4

C : 2,8 \leq SCOP $<$ 3,1

D : 2,5 \leq SCOP $<$ 2,8

E : 2,2 \leq SCOP $<$ 2,5

(Forrás: <https://legkondicionalok.hu/cikkek/josagi-fok-COP-SCOP-EER-SEER-enrgiaosztaly>)

Stiebel Eltron WPL 20 A levegő-víz hőszivattyú, 9,54 kW, SCOP 4,70, max. 65 °C



Városi gáz

(Forrás: ipartortenet.hu)

MSZ 10984:1977 (visszavont) szabvány: Városi gáz minőségi követelményei

„A feketeszén kokszolásakor keletkező széngáz különféle fűtőgázokat tartalmaz: hidrogént (<60%), szén-monoxidot (<10%), metánt, etilént és illékony szénhidrogéneket, valamint kis mennyiségű fűtőérték nélküli – inert – gázokat, például szén-dioxidot és nitrogént.”

(Forrás: wikipedia)