

## 28. DUNAGÁZ Konferencia és Kiállítás 2022.06.07-08.

Hidrogénes földgázra alkalmas nyomásszabályzó állomások  
Nyomásszabályzó állomások elemeinek megfelelősége  
Anyagok megfelelősége  
Tanúsítások

Göncz Csaba  
Sales and Technical Manager

CLEAN EMISSIONS FOR OUR ENVIRONMENT

**HEAT**  
energy

OUR PRODUCTS  
ARE SUITABLE  
FOR UP TO 30% H<sub>2</sub> FEED  
INTO THE GAS NETWORK

SCR and SNCR units for

- POWER STATIONS
- BIOMASS and CEMENT INDUSTRY
- H<sub>2</sub> EQUIPMENT

## Hidrogén mint lehetőség, mint energia forrás a jövőben

Hajtóanyag az Automobilokban, Közúti- Vasúti- Légi szállításban



Energia tárolás- szállítás érdekében, „akkumulátor” gázként használni  
Hálózati felhasználásra, CO<sub>2</sub> emisszió csökkentés érdekében  
Stb.



## Hidrogén mint kockázat

Természetesen nem a H<sub>2</sub> a kockázat, hanem azok a kémiai folyamatok (korrózió) mely a gyártmányokat érheti a hidrogénes és egyéb vegyi anyagok környezetben

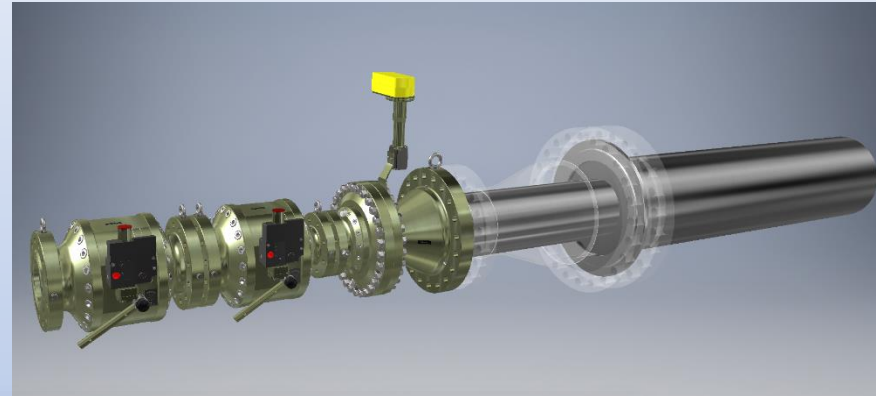
Gyártói, tervezői felelősség:

- Szükséges üzemviteli adatok megszerzése
- Megfelelő anyagválasztás
- Megfelelő technológiák alkalmazása

**A Tervező és Gyártó legyen felkészült**

Üzemeltetői felelősség:

- Kockázati terv az üzemmenetre
- Monitorozás
- Vizsgálati terv



### Tanúsítvány

Szabvány **ISO 9001:2015**

Tanúsítványjegyzéksz. 01 100 1824258

Tanúsítvány birtokosa: **HEAT energy Kft.**  
Erdész u. 28.  
8900 Nagykamizsa  
Magyarország



Alkalmazási terület: gázipari és egyéb technológiai berendezések, fűtőgáz mérő- és szabályozó állomások, gázszerelvények és készülékek, gáznyomás-szabályozók, gáz biztonsági gyorszárok és lefűtők, valamint nyomástartó edények fejlesztése, tervezése, gyártása, értékesítése, szerelése és szervizelése, valamint gázmérők javítása és hitelesítése valamint adatregisztráló és továbbító rendszerek értékesítése, valamint nyomásos alumíniumöntvények gyártása és értékesítése.

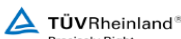
A tanúsítási audit során bizonyítást nyert, hogy a rendszer megfelel az ISO 9001:2015 követelményeinek.

Érvényesség: A tanúsítvány érvényes 2021.11.27-től 2024.11.26-ig.

2021.11.27.

*Kidlas*

TÜV Rheinland Cert GmbH  
Am Grauen Stein · 51105 Köln





## Marathon (Tesoro) Anacortes Refinery (Washington State)

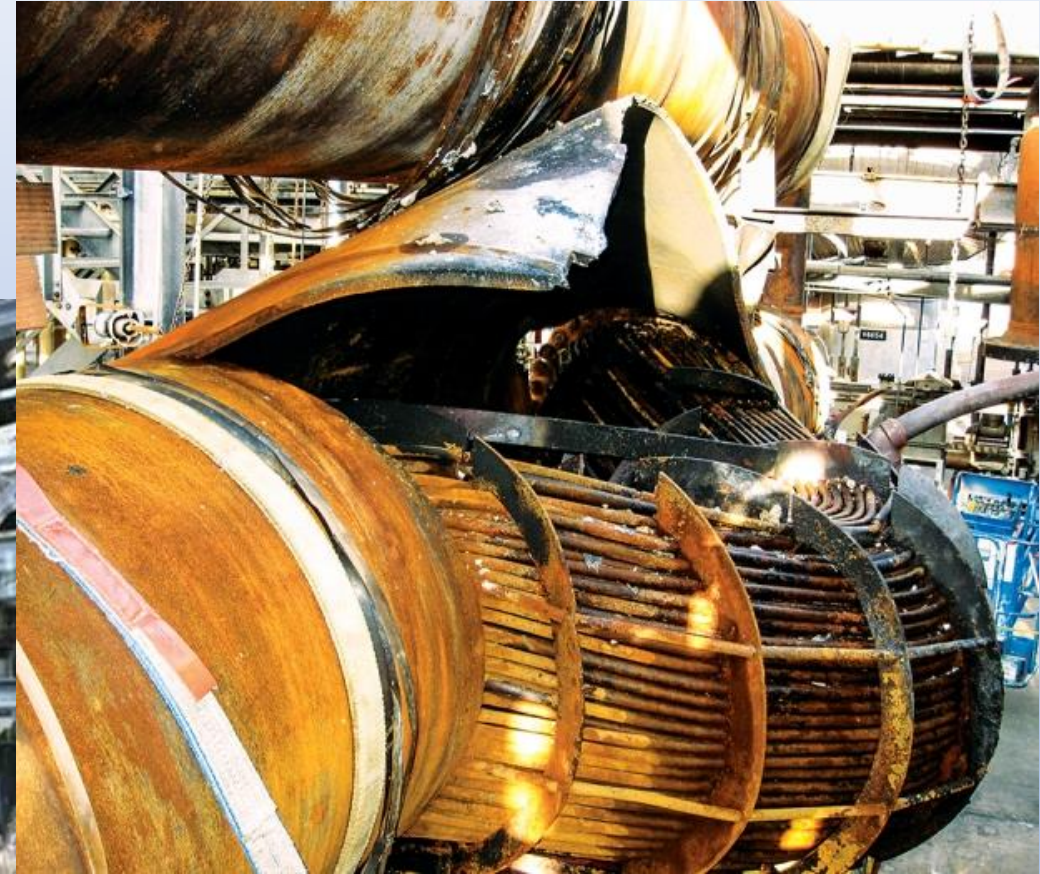




2<sup>nd</sup> of April 2010.



7 halálos  
áldozat



Carbon-½Mo steel (SA -302-B) and Carbon steel (SA-517-70), without PWHT  
API 941 “Steels for Hydrogen Service”  
API risk based inspection recommended practice API 581

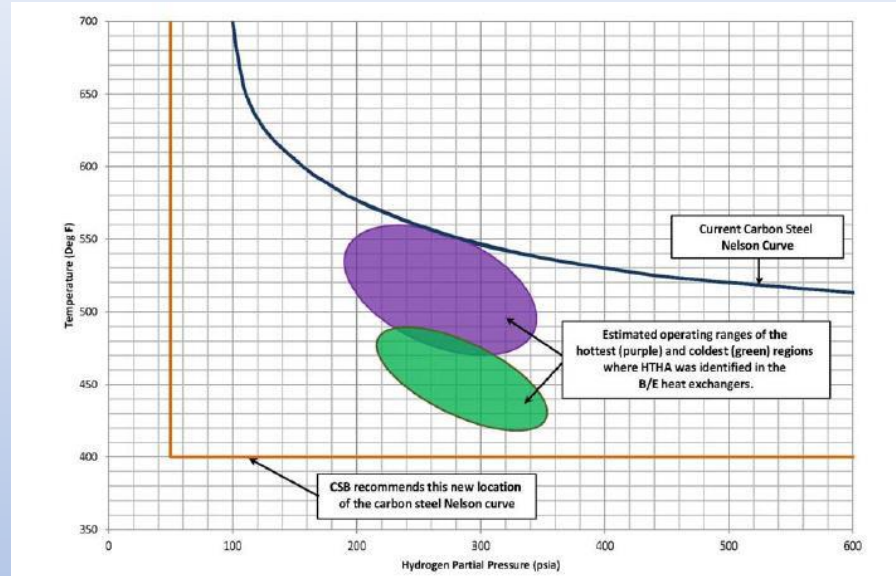
A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a Hőcserélők a Nelson görbék alatti biztonságosan tartott területen működtek.

Finom mikro repedések a HAZ –ban, kisebb, de közel 22 HRC keménység

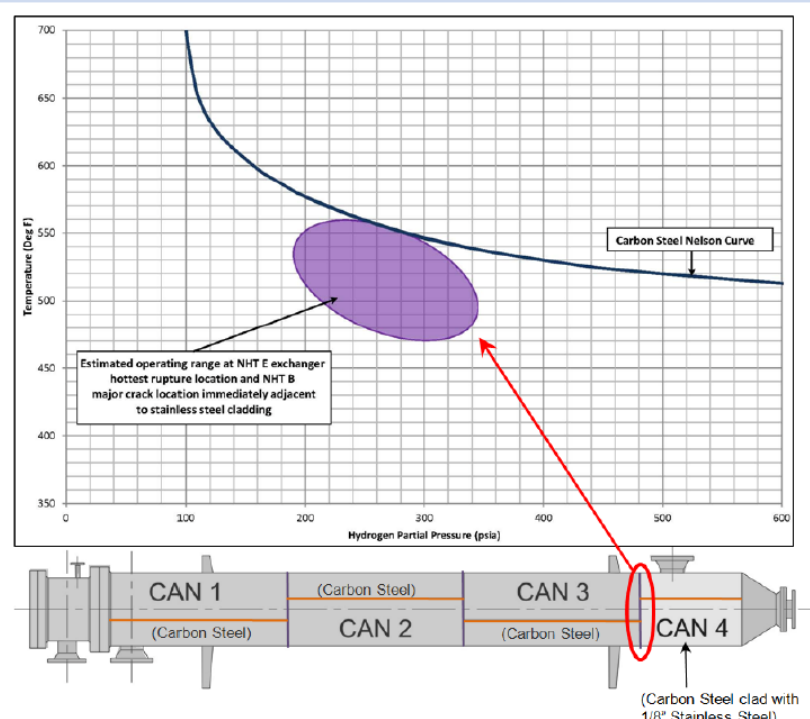
## Acél anyagok lehetséges károsodásai

A Chemical Safety Board által javasolt Nelson görbe módosítás

A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a Hőcserélők a Nelson görbék alatti biztonságosnak tartott paraméter-területen működtek.



Ebben az esetben, minden 50 psia (0,35 MPa) feletti hidrogén parciális nyomás esetén, minden 400 °F (204 °C) felett működő szénacél nyomástartó berendezés kockázatosnak minősül.



Gyártó: Figyelemre méltó, hogy minden sérülés a HAZ anyagban volt, ahol a hegesztési maradék feszültségek a legnagyobbak, esetleg olyan magasak, mint az anyag folyási feszültsége. Más eseteket is figyelembe véve, a károk mindig a hegesztéssel összefüggésben keletkeznek. Nincs szükség a Nelson görbék módosítására, viszont a PWHT meglétét, vagy hiányát vegyék figyelembe a kockázat értékeléseknél. Ismétlődő ellenőrzések gyakoriságának mérlegelése. A Tesoro finomító balesetét a High Temperature Hydrogen Attack és a Hydrogen Assisted Cracking mechanism együttes hatása okozta.

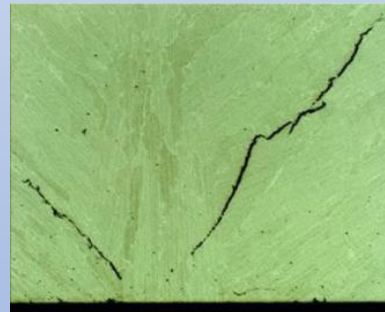
Üzemeltető: Kockázat értékelés, ellenőrzési tervek. A kis belső repedések azonosítása nem egyszerű, és többnyire csak fejlett ultrahangos technikákkal eredményes, amelyek a jel csillapításától és hasonló módszerektől függenek.



## Acél anyagok lehetséges károsodásai

Egy másik példa vizsgálata során hosszvarratos API 5L Gr. X60 a NACE TM0284 szerinti követelményeken, a vizsgálatokon mégis nagy érzékenységet mutatott a HIC-re (a vegyi analízis nagyobb MnS, CaS, és CaO csoportokat azonosított), a hegesztés környezetében 251-254 HV keménységgel, mely túllépi a NACE RP0472 248 HV határértékét.

Mindez a vizsgálaton az alábbi hibaképeket adta:



A jó HIC-rezisztencia eléréséhez alacsony szintű kéntelenítés szükséges, jellemzően 0,002% kéntartalom alá, és fontosnak találták a Ca/S arány szabályozását, mert a feleslegben lévő kalcium CaS-zárványok klasztereinek kialakulásához vezet, amelyek csökkentik a HIC-rezisztenciát.

## Acél anyagok lehetséges károsodásai

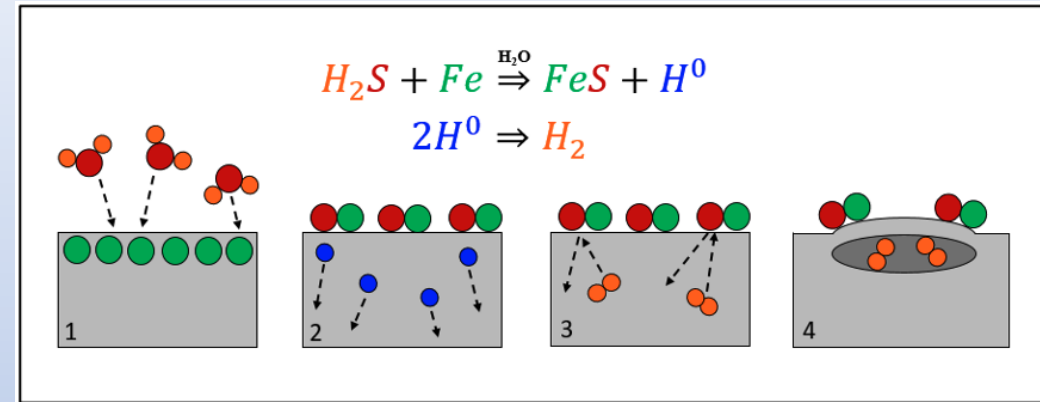
A fenti esettanulmány következtetési:

1. Az Anacortes Tesoro hőcserélő meghibásodását a magasabb hőmérsékletű hidrogéntámadás és a normál hőmérsékleten is ható hidrogén által kiváltott repedési mechanizmus kombinálva okozták, amely csak a hegesztési varratok hőhatást övezeti zónáiban fordult elő.
2. A Nelson-görbe felülvizsgálatára irányuló javaslat nem tűnt indokoltnak, tekintettel arra, hogy a hegesztés utáni hőkezelés hiánya szintén szerepet játszott.
3. Az API 941 és API RP 581 dokumentumoknak nem célja, hogy helyettesítsék a megbízható kockázatértékelési tevékenységeket és üzemeltetési előírásokat, amelyekhez tanácsokat kell meríteni ezekből a dokumentumokból.
4. Úgy vélik, hogy minden ésszerű kockázatértékelés olyan vizsgálati tervekhez vezetett volna, amelyek ellenőrzéseket írnak elő, amelyek kimutatták volna az Anacortes Tesoro hőcserélőkben bekövetkezett károsodást. Egy ilyen kockázatértékelés várhatóan azonosította volna a hegesztés utáni hőkezelés hiányával kapcsolatos, lehetséges kockázatokat.
5. A kockázatértékelés egy olyan átfogó üzemeltetési-vagyonkezelési program, amely a nyomástartó berendezések biztonságos működésének biztosításához szükséges. Egy ilyen program bevezetése a tulajdonosok felelőssége.

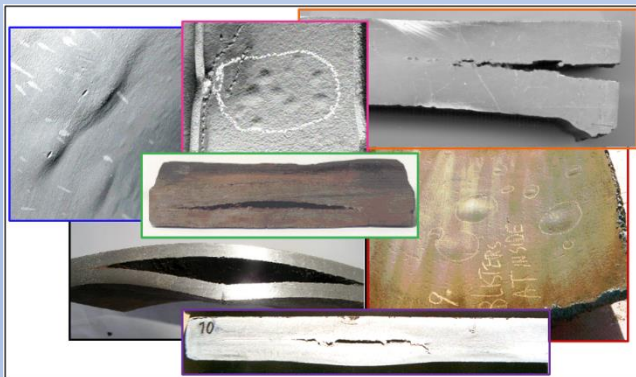


## Hidrogén mint kockázat

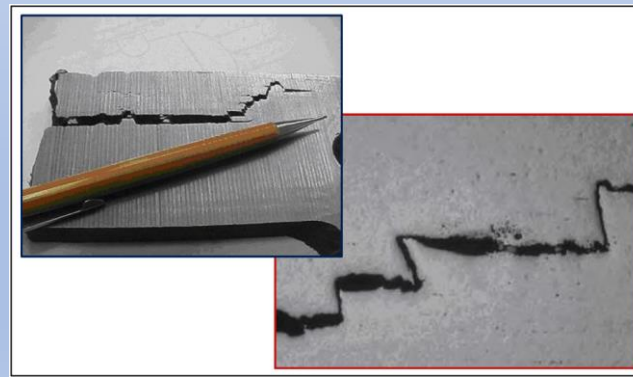
Nedves kémiai reakciók és károsodás mechanizmusa:  
Az elemi kén víz jelenlétében vagy H<sub>2</sub>S tartalom a vassal reagálva hozza létre a H atomot, melynek rekombinációját a S gátolja, így segíti a szerkezetbe hatolást.



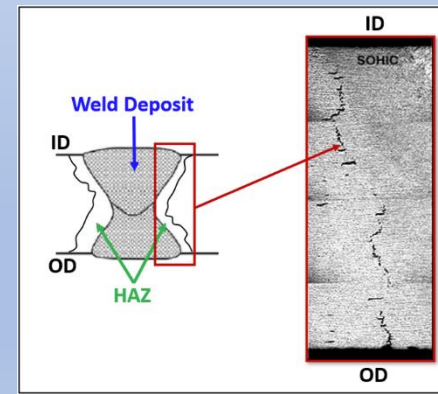
### Károsodási jelenségek fő fajtái



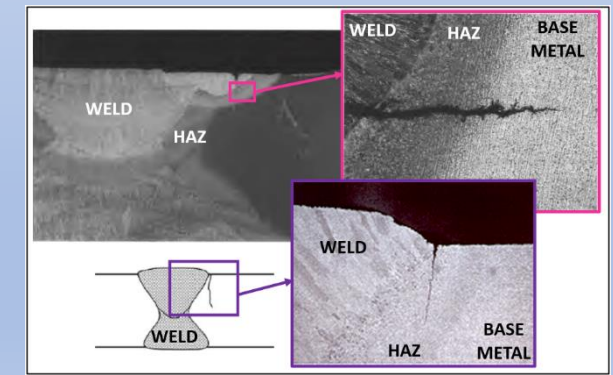
Hidrogén hólyagosodás



Hidrogén okozta repedés



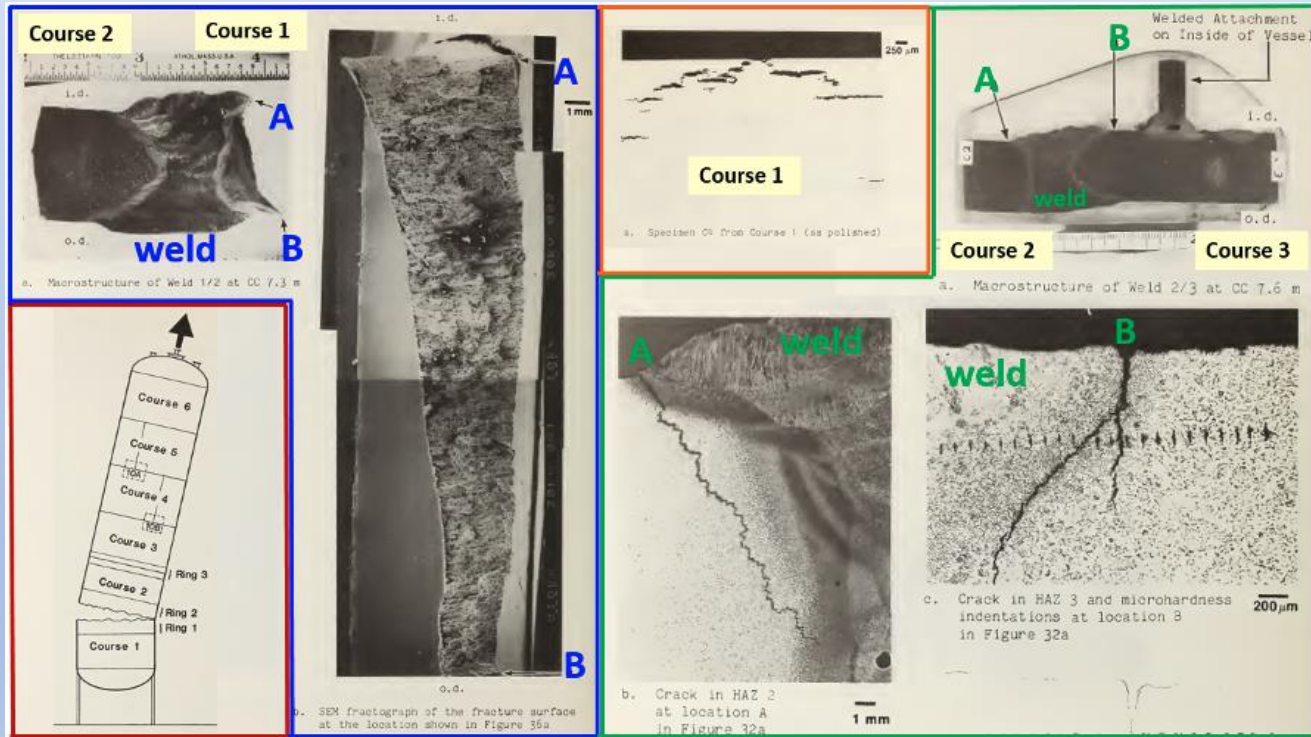
Feszültség orientált  
hidrogén repedés



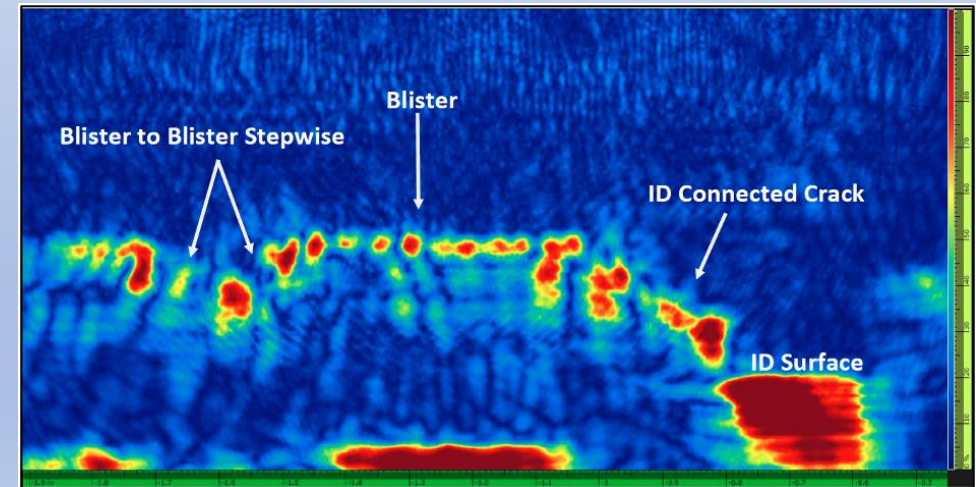
Szulfid feszültség repedés

## Acél anyagok lehetséges károsodásai

Egy 1984-es Amine Adsorber baleset vizsgálati jelentésének képei: szintén részben gyártási gyakorlatra, részben javításokra és felügyeletre visszavezethető események sorozata okozta.



Speciális TFM Ultrahangos felvétel, jól azonosítható Hidrogén hólyagosodásokkal:





## Hol itt a kockázat?





# HEAT energy GROUP



➤ Members of the group:

- ❖ HEAT Holding International, Wien (Vienna), Biedermannsdorf (Austria)
- ❖ HEAT energy Kft.: Nagykanizsa
- ❖ HEAT Hungary: Budapest
- ❖ HEAT Germany: Kassel, Halle/Saale
- ❖ HEAT Poland: Katowice
- ❖ HEAT Bulgaria: Sofia
- ❖ HEAT Romania: Targu Mures





## Saját képességeink, előnyeink

- Saját folyamattervezés, beleértve a CFD analízist, hő és tömegáramok egyensúlyának tervezését
- Kalkulációk és tervezés a **PED** (European Pressure Equipment directive) és EN13445, **AD 2000** or szabványok alkalmazásával vagy az American Pressure Vessel Code **ASME Sect. VIII, Div.1** szerint
- Gyártás az **EN-Standards** vagy **ASME Standards** szerint saját gyártó létesítményekben
- gyártóképesség 40 tonnáig; nagyobb tömegek esetén kooperációs partnerekkel
- Több mint 30 év tapasztalat a tervezés, fejlesztés és gyártás terén a gáziparban
- Vevőspecifikus megoldások tapasztalata a különböző nemzetközi vevők és üzleti szereplők tervezési és gyártási követelményeinek alkalmazása terén, a gázolaj- és zöld energiák területén
- Tervezés 3D alkalmazásokkal




# CERTIFICATE

Certificate registration number: ZSTS / SWZE / 121

The notified body  
TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH (identification number 0408)  
certifies, that the manufacturer

HEAT-Gá zgép Gázipari Gépgyár Kft.  
H 8800 Nagykanizsa; Erdész u. 28

operates a quality assurance system for design, manufacture, final inspection and testing according to Annex III of the Pressure Equipment Directive 2014/68/EU which is subject to surveillance by TÜV AUSTRIA SERVICES GmbH and is therefore authorized to apply the following conformity assessment procedures according Pressure Equipment Directive 2014/68/EU:  
Modules E, E1, D, D1, H, H1

Scope: heat exchangers, separators, filters, vessels, gas-reducing and measuring stations, gas pressure regulator EKB and EKB-SF and VF

Based on our audit according Annex III of the Pressure Equipment Directive 2014/68/EU carried out on 2018-03-15/-16 we certify compliance with the requirements.

Results of the audit are recorded in audit report 0123/LAM/HA/SOP, dated 2018-03-16.

Pressure equipment and assemblies within the scope of this certificate shall carry the marking as illustrated:

## CE 0408

This certificate is valid from 2018-03-19 to 2021-03-18, provided that the terms and conditions of the agreement with the notified body are met.





Vienna, 2018-03-19      DI Martin Schwarz  
Notified body 0408

FM-INE-PE-PED-0104en  
Certificate\_D01\_EE1\_HH1\_en  
Revision: 01 vom 01.01.2017  
Seite 1/1

**TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH**  
Ausgewiesene Vervielfältigung nur mit Genehmigung der TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH gestattet.  
Alle Prof. Inspektions- und Überwachungsleistungen erfolgen gemäß OM System der TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH

Deuschstraße 10  
1230 Wien / Österreich  
Tel: +43 (0)6 9454  
E-Mail: ine-austria@tuv.at





## CERTIFICATE OF AUTHORIZATION

The named company is authorized by the American Society of Mechanical Engineers (ASME) for the scope of activity shown below in accordance with the applicable rules of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code. The use of the certification mark and the authority granted by this Certificate of Authorization are subject to the provisions of the agreement set forth in the application. Any construction stamped with this certification mark shall have been built strictly in accordance with the provisions of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

COMPANY:

**HEAT-GÁZGÉP Kft.**  
**IBG**  
Erdész utca 28  
Nagykanizsa 8800  
Hungary

SCOPE:

**Manufacture of pressure vessels at the above location only**

AUTHORIZED:


**March 19, 2019**

EXPIRES:


**March 19, 2022**

CERTIFICATE NUMBER:

**56,294**




Board Chair, Conformity Assessment



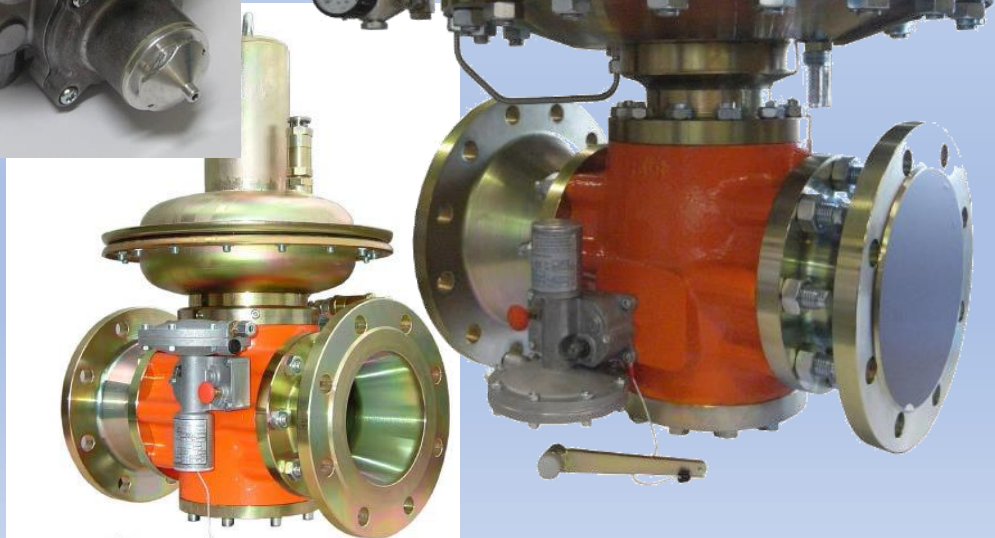
Managing Director, Conformity Assessment

The American Society of Mechanical Engineers



## Megoldások Hidrogén kockázat kezelésére

A fő nyomástartó elemek alapanyai terén az **acél- és ötvözött acél**, valamint az **alumínium** az általunk – de többnyire más gyártók által is – alkalmazott.



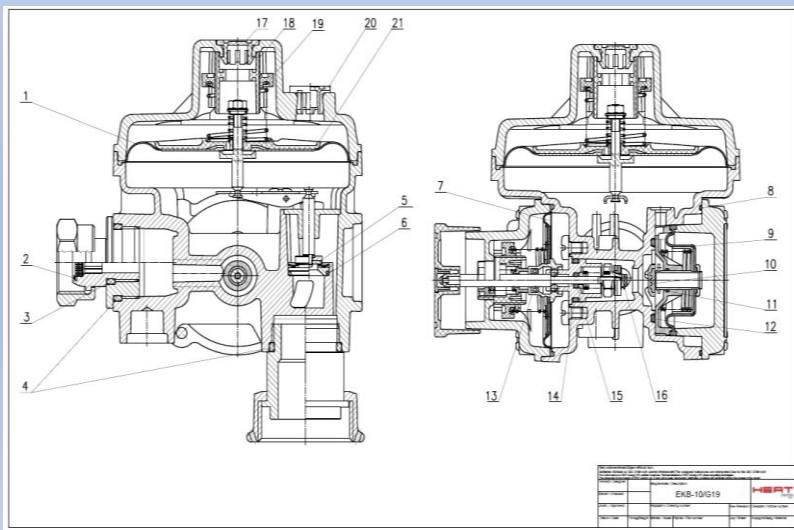


## Megoldások Hidrogén kockázat kezelésére

Alumínium anyagok alkalmazása:

A hidrogénnek az alumíniumötvözetekre gyakorolt hatásai közel sem annyira ismertek, mint az acél anyagok tekintetében. Azonban a repülőgép ipar, űrhajózás terén már 30-40 éves tapasztalatok léteznek. Ennek az irodalmát kell vizsgálni, ha útmutatást keresünk. Mostanra már az alumíniumötvözetek feszültség-korróziós repedéseinek szakirodalma kiterjedt, bár a vizsgálatokat általában vizes vagy „nedves” környezetben végzik, ahol az alumíniumban kialakuló hidrogénkoncentráció sok nagyságrenddel nagyobb, mint a száraz hidrogéngázból fejlődő hidrogénkoncentrációk.

Alumínium mint nyomáshatároló szerkezeti anyag alkalmazása széles felhasználási körülmények között pozitív eredményeket mutat. A tiszta és alacsonyabban ötvözött tételek eredményei nagyon jók. [2]



- Az atomos H felvétel korlátozott az oxidos felületen. A gyártás során azonban ez a koncentráció sokkal magasabb lehet, folyékony állapotban nagyobb oldhatóság. [15, 16]
- A törési ellenállás **a magasan ötvözött alumínium** esetében lényeges csökken nedves gázos környezetben [5]
- A tiszta alumínium szakítási tulajdonságait nem befolyásolta a H<sub>2</sub> gázban végzett vizsgálat alatt még egészen nagy 520 bar nyomásig sem. Tulajdonságai nem romlottak. [11]



## Házi vizsgáló egységünk Nagykanizsán

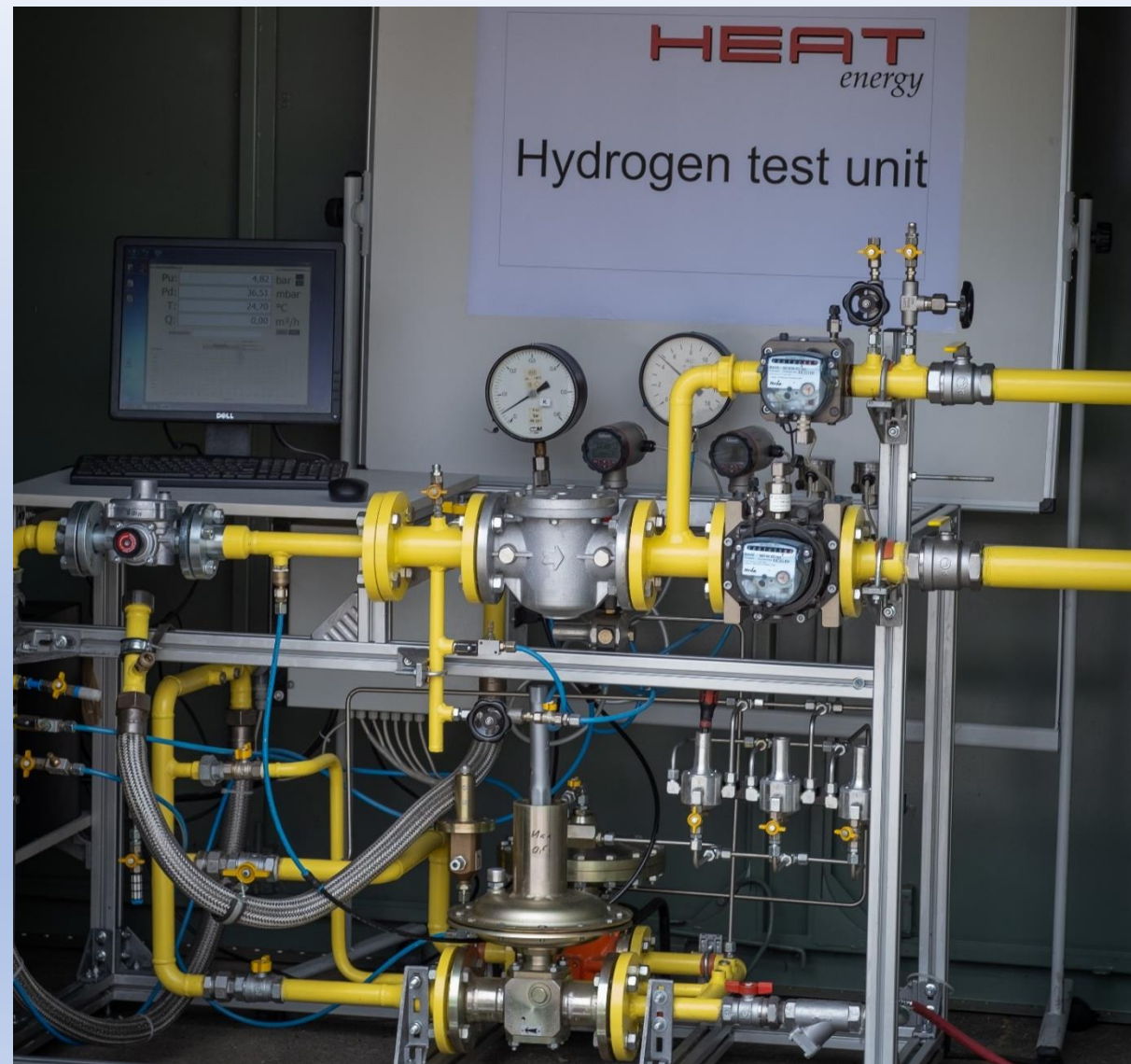
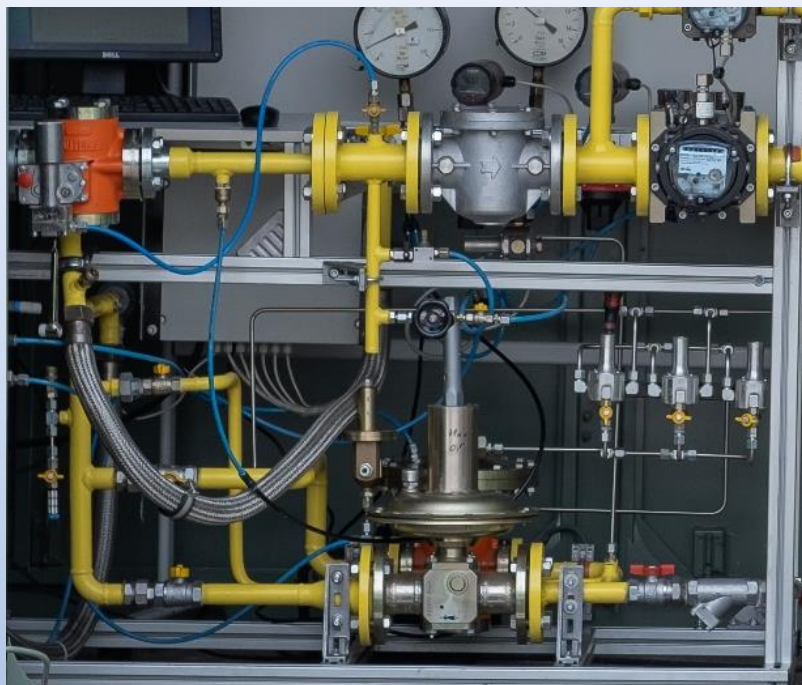


Használt anyagok:

- Carbon acél, különböző minőségek
- Aluminum ötvözetek, főleg AlSi 12
- NBR tömítő- és membrán anyagok
- POM
- PTFE elemek



## Vizsgálatok Hidrogén kockázat kezelésére



Vizsgált gyártmányaink:

City Stop gyorszár

City Flow szabályzó

City Pilot szabályzó

EKB szabályzó

KF szűrő

## Vizsgálatok Hidrogén kockázat kezelésére

A vizsgálatokat a szerelvényeink egymást követő beépítését követően egy-egy hónapos időtartamban végeztük.

Teljes H<sub>2</sub> közegben történtek a tömörségi ellenőrzések.

Ez tiszta száraz gáz közeget jelentett.

A szerelvények 4-10 bar folyamatos nyomásnak voltak kitéve.

Mind az acél, mind az alumínium anyagok beépítésre kerültek.

Az egy hónap után a szerelvények telje funkció vizsgálatokon estek át.

Vizsgálatok közben világossá vált, hogy a csatlakozók és tömítés elhelyezésekre érzékeny a rendszer.

**A szerelvények ismételt működési vizsgálatait- és méréseket terén nem találtunk csökkent funkciókat.**



## Megoldások Hidrogén kockázat kezelésére

A partnerek felé történő ajánlásokhoz szükségesnek gondoljuk független vizsgáló tanústó szervezet igazolását. Ezért kitekintés és konzultációk után úgy döntöttünk, hogy a Kiwa Nederland BV –t választjuk tanúsítónak.

A Kiwa Gastec a vezető technikai támogatója a „H21 Hydrogen for Leeds” projectnek. Ennek a tanulmánynak a tárgya: Leeds meglévő gázinfrastruktúrája a következő tizenöt évben újra felhasználható lenne arra, hogy földgáz helyett hidrogént szállítson fűtésre és főzésre a (760 000 lakosú) lakosság számára.



Európa talán legfelkészültebb vizsgáló laborja a H<sub>2</sub> és a H<sub>2</sub>-Földgáz vizsgálatokra.



## Megoldások Hidrogén alkalmazásokhoz

A világban már folyamatban lévő pilot projektek alapján bizonyítottan alkalmasnak minősített anyagok a jelen táblázat szerintiek:

Material	Suitable
PE80	X
PE100	X
PCV-A	X
PVC-CPE	X
NBR	X
POM	X
Nodular cast iron	X
Copper / copper alloys	X
Carbon steel (St 37/235, ASTM A106 gr B, API 5L gr B)	X
Stainless steel (AISI 316 sorts)	X
Aluminium alloys	X
Methacrylate Ester adhesive	X



# Minősítési lehetőség az alkalmazásra

AR 214  
June 2019  
Validated Dutch version

## Approval requirement 214

Fitness for admixtures up to and including 100% hydrogen gas



**kiwa**

**Trust Quality Progress**



Hydrogen gas Certification

Teljesítmény követelmények a vizsgálat során:

Products:			Long-term behaviour	Functionality
	Leak tightness internal	Leak tightness external		
Valves	X	X	X	
Regulators	X	X	X	X
Maximum flow rate safety valves	X	X	X	X
Gasstopper	X		X	X

Table 2: Performance requirements

**kiwa**

Hydrogen Testing & Certification



Kiwa provides testing, certification and technical guidance at all aspects of the hydrogen infrastructure chain, from generation to end use in our homes, wider built environment and transportation.

CLEAN EMISSIONS FOR OUR ENVIRONMENT

**HEAT**  
energy

OUR PRODUCTS ARE SUITABLE FOR UP TO 30% H<sub>2</sub> FEED INTO THE GAS NETWORK

SCR and SNCR units for

- POWER STATIONS
- BIOMASS and CEMENT INDUSTRY
- H<sub>2</sub> EQUIPMENT



## Irodalom jegyzék – kivonat:

1. US Chemical Safety and Hazard Investigation Board Report 2010-01-I-WA, May 2014.
  2. C. San Marchi, Sandia National Laboratories, Lockheed Martin Company
  21. US Chemical Safety and Hazard Investigation Board Report 2010-01-I-WA, May 2014.
  3. Charles Thomas, QUEST Integrity Group Limited
  4. Philip E. Preuter, The Equity Engineering Group Inc.
  5. MO Speidel. Hydrogen Embrittlement and Stress Corrosion Cracking of Aluminum Alloys. in: R Gibala and RF Hehemann, editors. Hydrogen Embrittlement and Stress Corrosion Cracking. Metals Park OH: American Society for Metals (1984) p. 271-296.
  6. PM Ordin. Safety Standard for Hydrogen and Hydrogen Systems: Guidelines for Hydrogen System Design, Materials Selection, Operations, Storage, and Transportation. Office of Safety and Mission Assurance, National Aeronautics and Space Administration, Washington DC (1997).
  7. GM Bond, IM Robertson and HK Birnbaum. Effects of hydrogen on deformation and fracture processes in high-purity aluminum. Acta Metall 36 (1988) 2193-2197.
  8. PJ Ferreira, IM Robertson and HK Birnbaum. Hydrogen effects on the character of dislocations in high-purity aluminum. Acta Mater 47 (1999) 2991-2998.
  9. RP Gangloff. Hydrogen assisted fracture of high strength alloys. in: I Milne, RO Ritchie and B Karihaloo, editors. Comprehensive Structural Integrity. 6. New York NY: Elsevier Science (2003).
  10. H Vogt and MO Speidel. Stress corrosion cracking of two aluminum alloys: a comparison between experimental observations and data based on modelling. Corros Sci 40 (1998) 251-270.
  11. RM Vennett and GS Ansell. A Study of Gaseous Hydrogen Damage in Certain FCC Metals. Trans ASM 62 (1969) 1007-1013.
  12. RJ Walter and WT Chandler. Effects of High-Pressure Hydrogen on Metals at Ambient Temperature: Final Report (NASA CR-102425). Rocketdyne (report no. R-7780-1) for the National Aeronautics and Space Administration, Canoga Park CA (February 1969).
  13. RP Jewitt, RJ Walter, WT Chandler and RP Frohberg. Hydrogen Environment Embrittlement of Metals (NASA CR-2163). Rocketdyne for the National Aeronautics and Space Administration, Canoga Park CA (March 1973).
  14. JR Scully, GA Young and SW Smith. Hydrogen solubility, diffusion and trapping in high purity aluminum and selected Al-base alloys. Materials Science Forum 331-337 (2000) 1583-1600.
  15. HK Birnbaum, C Buckley, F Zeides, E Sirois, P Rozenak, S Spooner and JS Lin. Hydrogen in aluminum. J Alloy Compd 253-254 (1997) 260-264.
  16. CE Buckley and HK Birnbaum. Characterization of the charging techniques used to introduce hydrogen in aluminum. J Alloy Compd 330-332 (2002) 649-653.
  17. HG Nelson. Testing for Hydrogen Environment Embrittlement: Primary and Secondary Influences. in: Hydrogen Embrittlement Testing, ASTM STP 543, American Society for Testing and Materials. Philadelphia PA (1974) p. 152-169.
  18. HG Nelson. Hydrogen Embrittlement. in: CL Briant and SK Banerji, editors. Embrittlement of Engineering Alloys. Treatise on Materials Science and Technology, volume 25. New York: Academic Press (1983) p. 275-359.
  19. GA Young and JR Scully. The diffusion and trapping of hydrogen in high purity aluminum. Acta Mater 46 (1998) 6337-6349.
  20. E Hashimoto and T Kino. Hydrogen diffusion in aluminum at high temperatures. J Phys F: Met Phys 13 (1983) 1157-1165.
  21. C San Marchi, BP Somerday and SL Robinson. Permeability, Solubility and Diffusivity of Hydrogen Isotopes in Stainless Steels at High Gas Pressure. Int J Hydrogen Energy 32 (2007) 100-116.
  22. RJ Walter and WT Chandler. Influence of Gaseous Hydrogen on Metals: Final Report (NASA CR-124410). Rocketdyne for the National Aeronautics and Space Administration, Canoga Park CA (Oct 1973).
  23. DEJ Talbot. Effects of hydrogen in aluminum, magnesium, copper, and their alloys. International Metallurgical Reviews 20 (1975) 166-184.
  24. PN Anyalebechi. Techniques for determination of the hydrogen content in aluminum and its alloys. in: Proceedings of the 120th TMS Annual Meeting: Light Metals, 1991, New Orleans LA. TMS: Warrendale PA. p. 1025-1046.
- API 581**  
**API 754**  
**API 941**  
**EN751**  
**ISO 15156**  
**NACE MR0175**  
**NACE RP0472**  
**NACE TM0284**

# Köszönöm a figyelmet!

[Csaba.Goncz@heatgroup.hu](mailto:Csaba.Goncz@heatgroup.hu), +36 30 198 9931