



**A kisüléstől a robbanásig:
Hogyan fedi fel a kombinált H₂ és C₂H₂
monitoring a transzformátorhibák
eszkalációját?**

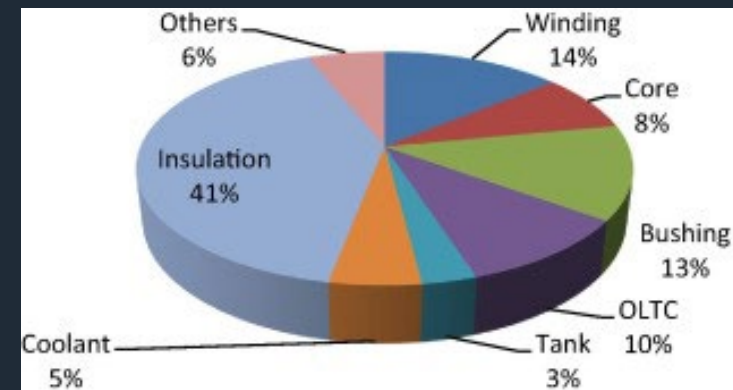
Hálózatbiztonság újragondolva

Megger[®]

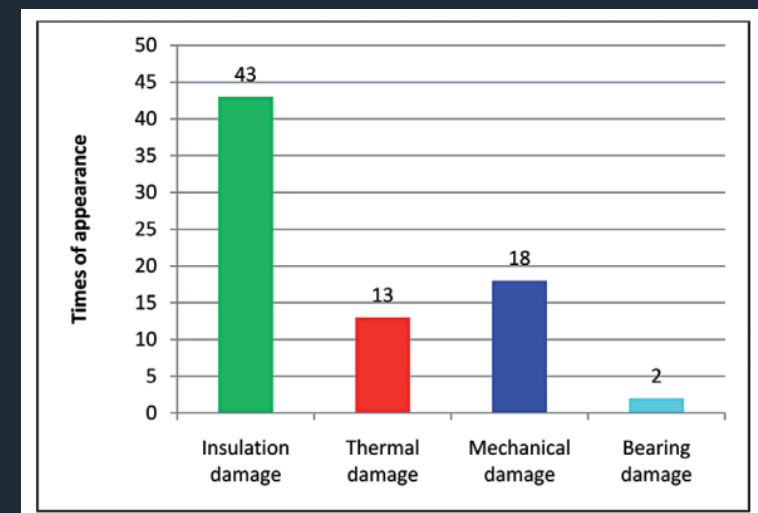
- 1. Miért szükségesek a transzformátor felügyeleti rendszerek?**
2. Hibagáz analízis alapjai (DGA)
3. Miért a Hidrogén és az Acetilén?
4. InsuLogix G2 Termék bemutatás
5. Felhasználói felület
6. Előnyök
7. Esettanulmányok és Referenciák az InsuLogix G2-höz

Indokok és fő mozgatórugók

- Transzformátor parkok előregedése
- Megnövekedett hálózati terhelés
- Decentralizált energiaellátás és „okos hálózatok”
- Alacsonyabb karbantartási költségvetés és költséghatékonysági elvárás
- Műszaki fejlesztés és a szenzortechnológia megújulása
- Kommunikációs és integrációs fejlesztések



Ref.: Engineering Failure Analysis, Vol 55, 2015
(transzformátorok)



Cigre TB 392 (vízerőművi generátor meghibásodási statisztikák)

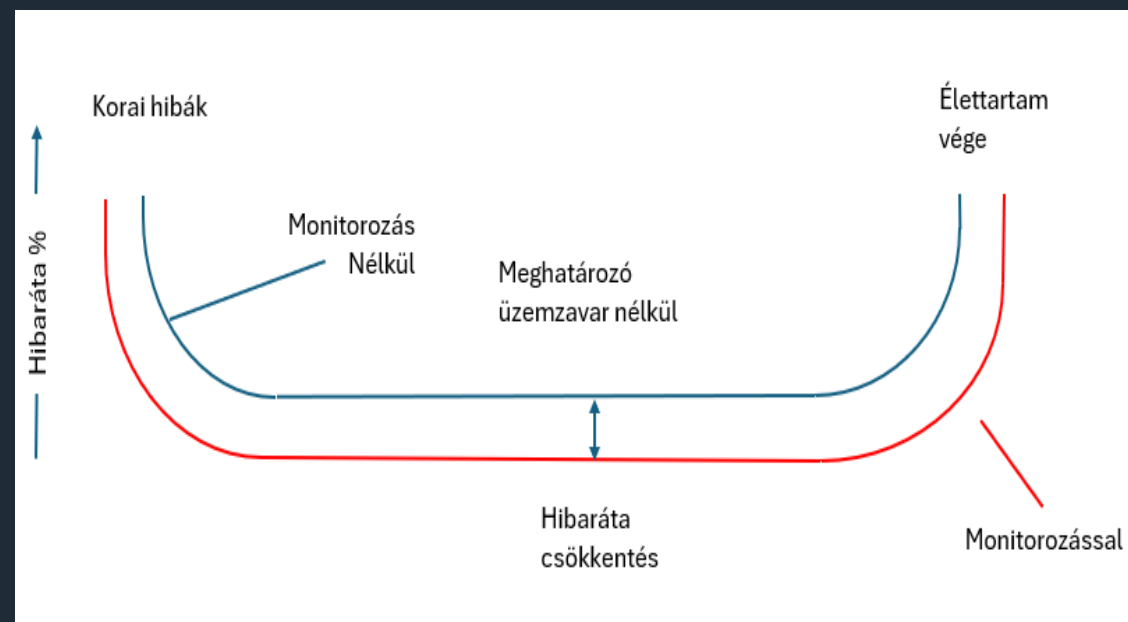
Miért szükségesek a transzformátor hibajelző rendszerek?

Hibajelzők a korai hibafelismerésre

- A legtöbb anomáliát felismerik
- Akár üzemszerű, de kritikus, akár már gázfejlődést mutató egységekhez alkalmazható
- ↓ Fenntartási Költség

Hibadiagnosztikai rendszerek emelt szintű felügyelethez, illetve kritikus állapotú egységekhez

- Detektálja az anomáliákat
- Képes azonosítani a hibákat és a mértéküket
- Leginkább a kritikus, vagy rendellenességet mutató esetekben használt
- ↑ Fenntartási Költség



Napirend

1. Miért szükségesek a transzformátor felügyeleti rendszerek?
- 2. Hibagáz analízis alapjai (DGA)**
3. Miért a Hidrogén és az Acetilén?
4. InsuLogix G2 Termék bemutatás
5. Felhasználói felület
6. Előnyök
7. Esettanulmányok és Referenciák az InsuLogix G2-höz

Az oldottgáz-elemzés alapjai

- Oldottgáz-elemzés (DGA) – Az elektromos berendezések szigetelőfolyadékában oldott gázok azonosítása, mérése és kiértékelése (IEEE Std C57.104-2019)
- A folyékony szigetelés adja a transzformátor szigetelésének többségét
 - ~85 – 90 % a magtípusú transzformátoroknál
- A folyékony szigetelésnek számos funkciója van:
 - Elektromos szigetelés
 - Hűtés
 - Információhordozó – az emberi vérhez hasonlítható



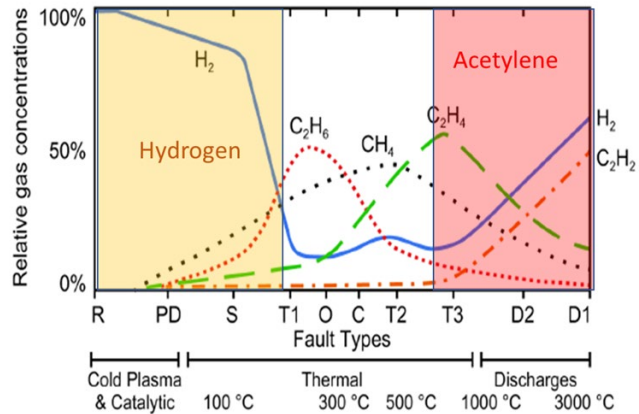
Gas generation by fault type

Indikáció / Hibák	H2	CO	CO2	CH4	C2H2	C2H4	C2H6	O2	H2O
Cellulóz öregedés		•	•						•
Ásványolaj bomlás	•			•	•	•	•		
Tömítetlenség (tágulási tartály, hegesztés stb.)			•					•	•
Termikus hibák – Cellulóz	•	•	•	•				•	
Termikus olajhibák @ 150°C – 300°C	•			•		NYOMOK	•		
Termikus olajhibák @ 300°C – 700°C	•			•	NYOMOK	•	•		
Termikus olajhibák @ 700°C felett	•			•	•	•			
Részleges kisülés (RK)	•			•	NYOMOK				
Ívhúzás (Arcing)	•			•	•	•			

Napirend

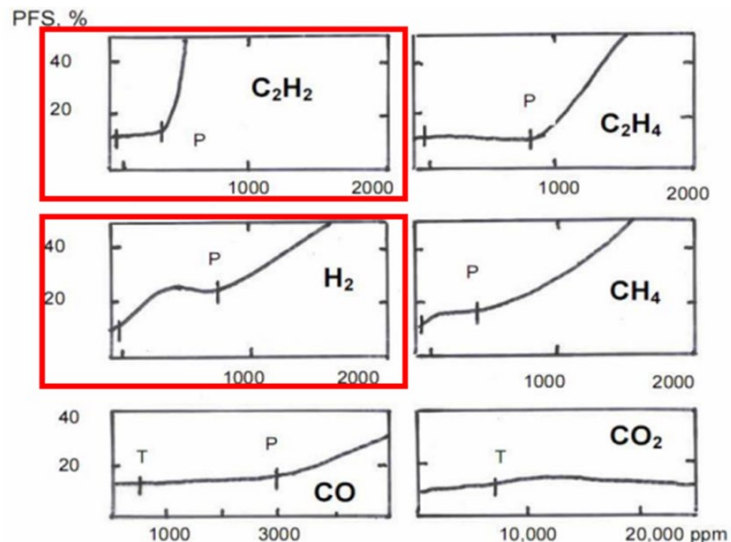
1. Miért szükségesek a transzformátor felügyeleti rendszerek?
2. Hibagáz analízis alapjai (DGA)
- 3. Miért a Hidrogén és az Acetilén?**
4. InsuLogix G2 Termék bemutatás
5. Felhasználói felület
6. Előnyök
7. Esettanulmányok és Referenciák az InsuLogix G2-höz

2-gázos felügyeleti stratégia – miért hidrogén és acetilén?



NOTE—See 3.2 for faults acronym and Annex C for faults type definition

Figure 1—Relative percentage of dissolved gas concentrations in mineral oil as a function of temperature and fault type
Above chart referenced from IEEE C57-104.2019



Probability of Having a Failure-Related Event (PFS) in % vs Gas Concentrations in ppm; T = Typical value; P = Pre-failure value (PF)
CIGRE TB 771 - Advances in DGA interpretation, 2019

- H_2 -> a hibaaktivitás legkorábbi jelzése; számos hiba során keletkezik.
- C_2H_2 -> a nagy energiájú kisülés megerősítése (diagnózisa) – ez jelenti a legmagasabb kockázatot.



Együtt: A H_2 jelzi, hogy történik valami, a C_2H_2 (jelenléte/hiánya, szintje, trendje) pedig jelzi, mennyire veszélyes a helyzet.

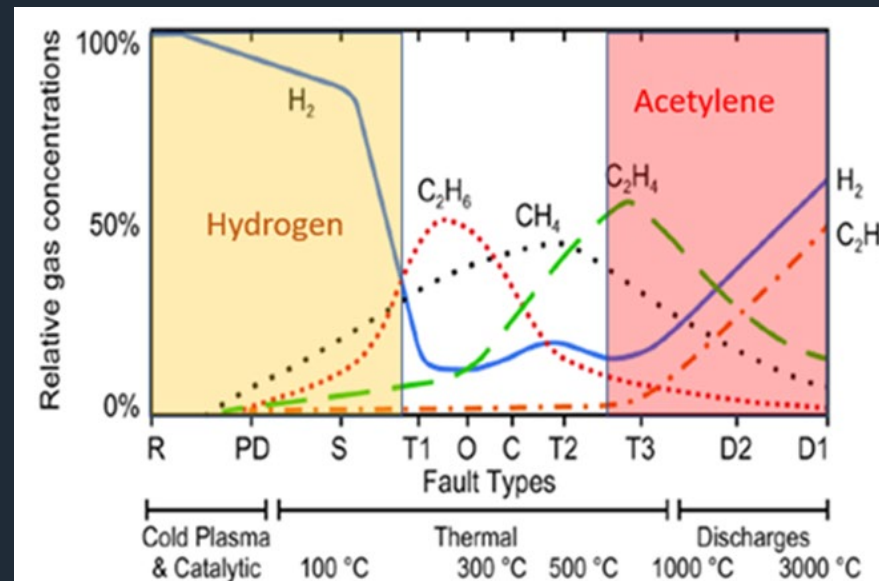
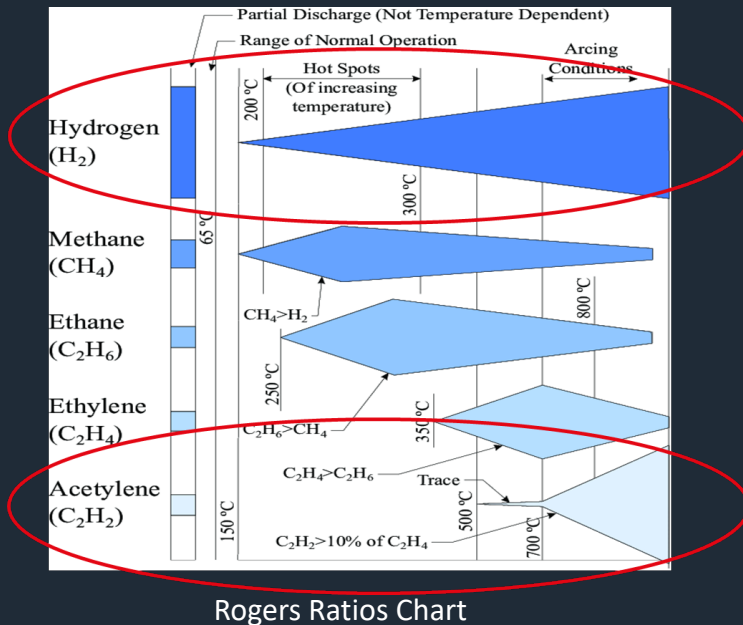


Lehetővé teszi a magabiztos és határozott cselekvést.
Megtérülést biztosít (a vészhelyzet szintje alapján avatkozunk be).

Hatékony és eredményes DGA felügyelet.

InsuLogix G2

- 3 kulcsparamétert figyel: H_2 , C_2H_2 és nedvesség.
- Lézer-spektroszkópiát használ a nagy érzékenységű C_2H_2 méréshez.
 - 0,5 ppm – jobb, mint a CIGRE által javasolt 2 ppm.
- Egyszerű és költséghatékony a széleskörű alkalmazáshoz.
 - Laboratóriumi elemzéssel párosítva a közepes hőmérsékletű hibák diagnosztizálásához.



Oldottgáz-felügyeleti stratégiák

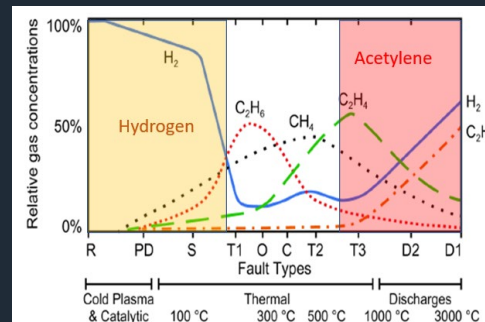
Monitor	Szolgáltatott információ	Jellemző akció a hibajelzés esetén	Előny/ Költség
H2	Kezdeti hibák	Olajminta vételezés	Közepes
H2+CO	Kezdeti hibák; szigetelés melegedése	Olajminta vételezés	Alacsony
InsuLogix G2	Kezdeti hibák; Nagy energiájú hibák; Elektromos ív	Olajminta vételezés	Magas
3-6 gáz	Kezdeti hibák; szigetelés melegedése; Nagy energiájú hibák; Elektromos ív; alap diagnosztika	Olajminta vételezés	Közepes
7+ gáz	A fentebbiek kiegészítve teljes diagnosztikával	Olajminta vételezés	Alacsony

➤ Kezdeti hibajelzők

- H2, H2 + CO és kompozit gáz monitorok
- Korai figyelmeztetés
- nem tesz különbséget a kis és nagy energiájú hibák között
- **Lehetséges, hogy egyáltalán nem jelzi a nagy energiájú meghibásodásokat**

➤ Megger InsuLogix G2

- Kezdeti + súlyos hibák jelzője
- **Biztosan detektálja a D1, D2 és néhány T3 hibát**



➤ Diagnosztikai analizátorok

- A legtöbb NIR, NDIR, FTIR, PAS, vagy GC technológiát használ
- Több gázt mérnek és valamilyen diagnosztikát biztosítanak (pl. Duval Háromszög)
- Drágább a fenntartásuk

A hidrogén és acetilén monitorozásának az eredményei

- Prioritások felállítása a kockázat alapján (javítások, cserék, beruházások).
- Karbantartás tervezések támogatása.
- Vészhelyzeti szint tisztázása: „szólj, ha cselekednem kell”, „szólj, ha aggódnom kell”.
- Kevesebb felesleges mintavétel és kiszállás vészhelyzeti módban.
- Megelőzi a váratlan lekapcsolásokat.
- Magasabb rendelkezésre állás.
- Egyetlen megelőzött hiba kifizetheti a teljes flotta monitorozását.

Miért az InsuLogix G2?

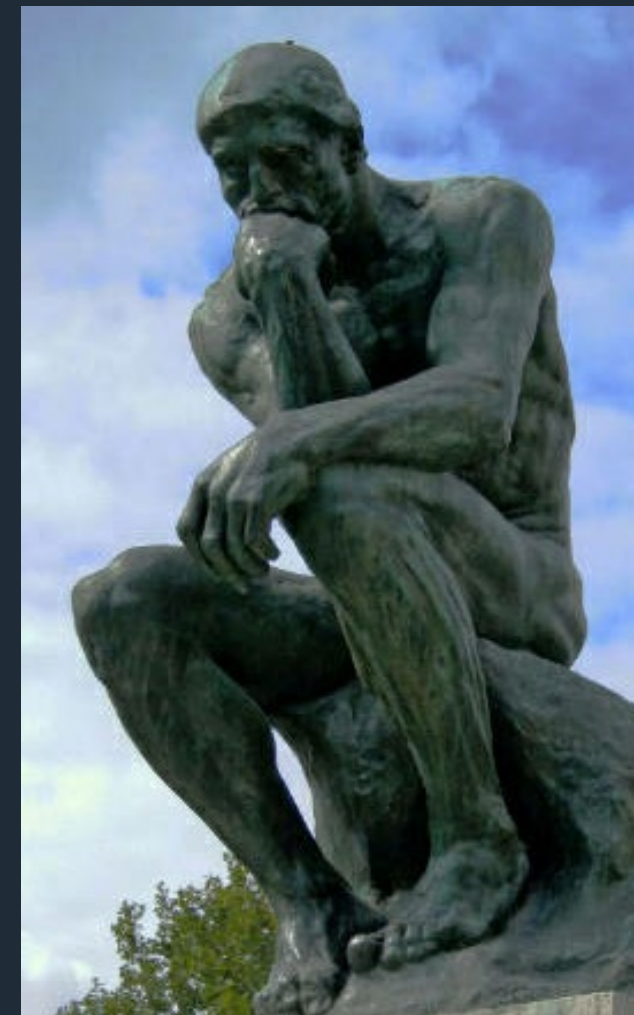
- Az egyetlen jelzőszintű eszköz a piacon amely rendelkezik precíziós acetilén-méréssel.
 - 0.5 ppm alsó érzékelési határ (LDL)
- T3, D1 és D2 hibák észlelése.
 - Karbantartási prioritizálás az esemény súlyosság alapján.
- Alacsony fenntartási költség.
 - Nincs fogyóeszköz, nincs szükség helyszíni újrakalibrálásra.

Napirend

1. Miért szükségesek a transzformátor felügyeleti rendszerek?
2. Hibagáz analízis alapjai (DGA)
3. Miért a Hidrogén és az Acetilén?
- 4. InsuLogix G2 Termék bemutatás**
5. Felhasználói felület
6. Előnyök
7. Esettanulmányok és Referenciák az InsuLogix G2-höz

DGA Monitorozás – Megfontolandó jellemzők

- Egy jól tervezett DGA monitor jellemzői:
 - **Alacsony fenntartási költség.**
 - **Egyszerű telepítés** – új és régi egységekre is.
 - **Robusztus** – bírja a zord körülményeket.
 - **Tartós** – nincs szükség nagyjavításra (10+ év élettartam).



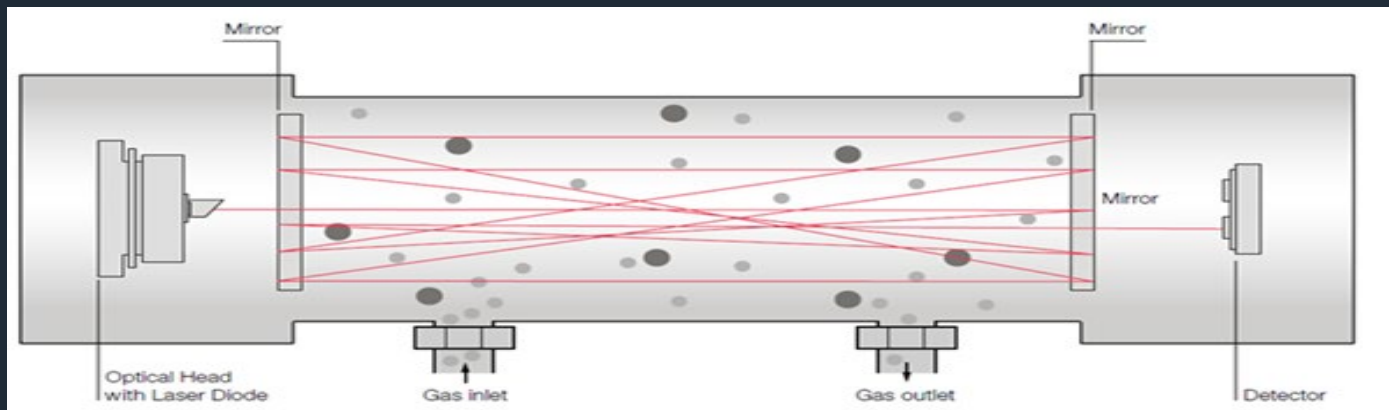
InsuLogix G2 – Főbb előnyök

- Az acetilén jelenlétének biztos ismerete növeli a biztonságot azáltal, hogy felhívja a kezelőszemélyzet figyelmét egy potenciálisan veszélyes helyzetre.
- Biztonságot ad a laboratóriumi mintavételek között.
- Lézeres C₂H₂ mérés töredékáron a PAS vagy GC monitorokhoz képest.
- Egyetlen 1,5 colos csatlakozás szükséges
 - nem kell áramtalanítani a transzformátort a telepítéshez.
- Beépített webszerver – nincs szükség szoftvertelepítésre.
- Nincs fogyóanyag = **Alacsony karbantartási költség**



Hangolható lézerdióda abszorpciós spektroszkópia

- Terepen bizonyított technológia
 - távközlés, űrkutatás, repülőgépek, finomítók
- Kiváló érzékenység (LDL) – a GC-vel egy szinten
- Hosszú élettartam (10+ év) – nincsenek kopó alkatrészek vagy fogyóeszközök.



A lézer a C₂H₂ hullámhosszára van hangolva

Hangolható diódalézer működési elve

Érzékelők

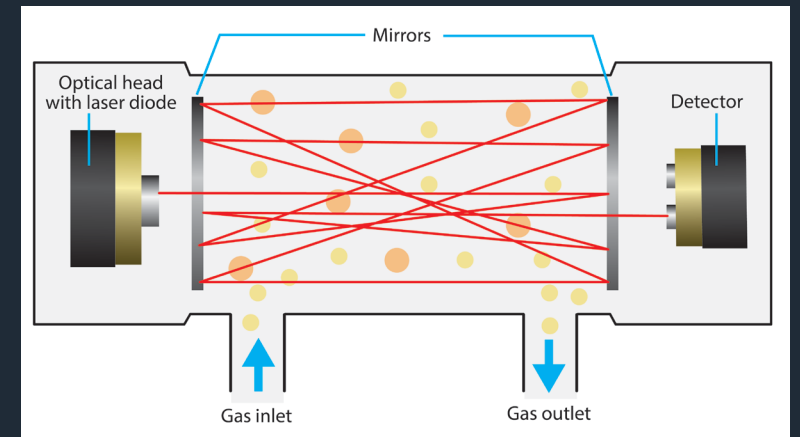
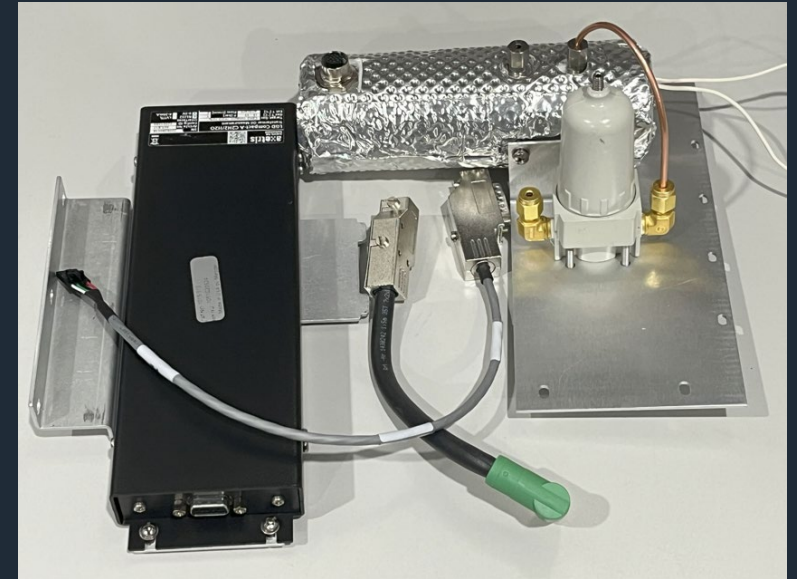
➤ Lézeres Gázdetektor (LGD)

➤ Acetilén (C_2H_2)

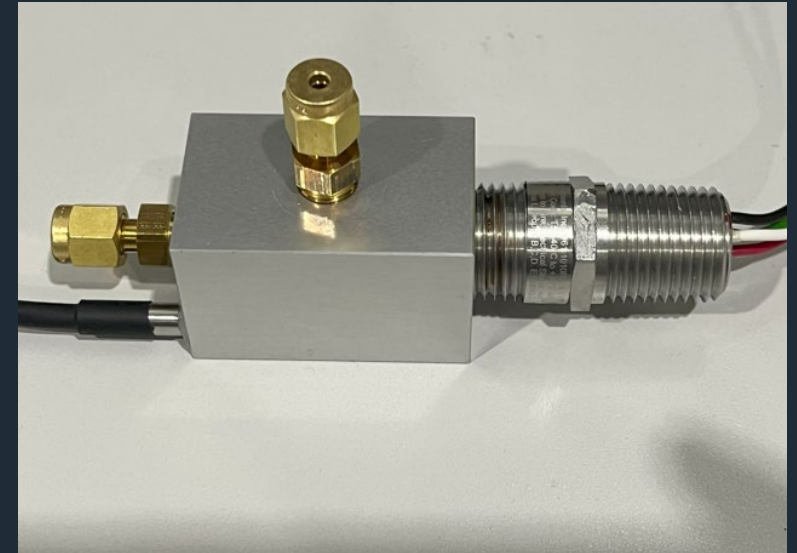
- Tartomány = 0.5-500 ppm
- Pontosság = ± 0.5 ppm vagy 15 %, amelyik magasabb
- Ismételhetség = 14 %
- Az acetilén által elnyelt fény mennyiségét méri

➤ Nedvesség (H_2O)

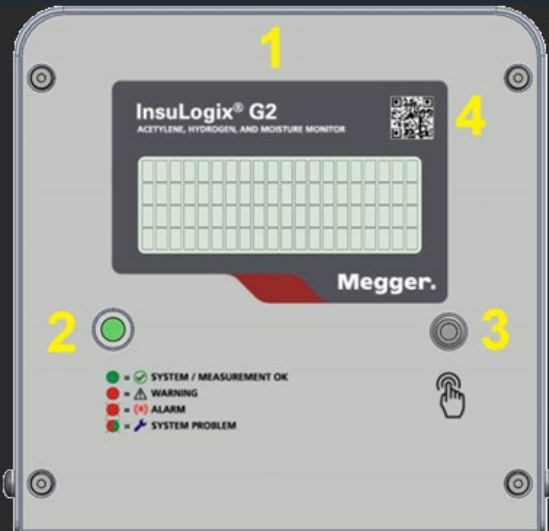
- Tartomány = 0-100,000 ppm
- Pontosság = ± 2 ppm or 2 %, amelyik magasabb
- Az olaj víztartalma ppm-ben a transzformátortartályban lévő olajra nézve reprezentatív, míg a százalékos relatív páratartalom (%RH) nem lenne az, mivel az olajcsatlakozást fűtjük az olajcsere elősegítése érdekében.



- **Hővezetőképesség érzékelő (TCD)**
 - Hidrogén (H_2)
 - Technológia = Hővezetőképesség
 - Tartomány = 0-5000 ppm
 - Pontosság = ± 25 ppm or 15 %, amelyik magasabb
 - Ismételhetőség = 10 %
 - Alsó érzékelési határ (LDL) = 25 ppm (olajban oldott)



Első és hátsó panel jellemzői.

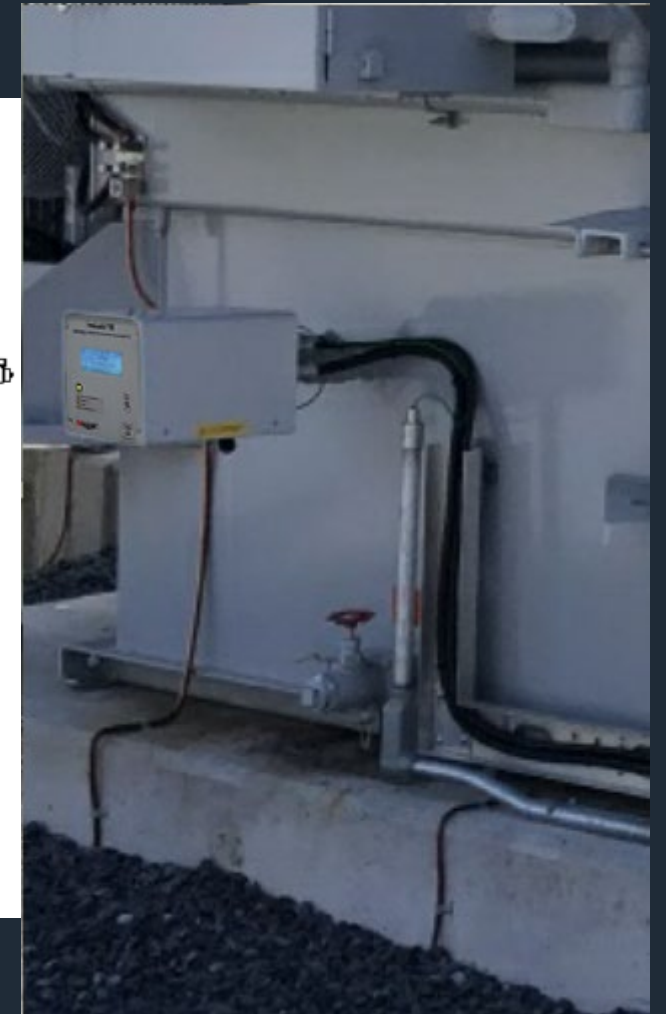
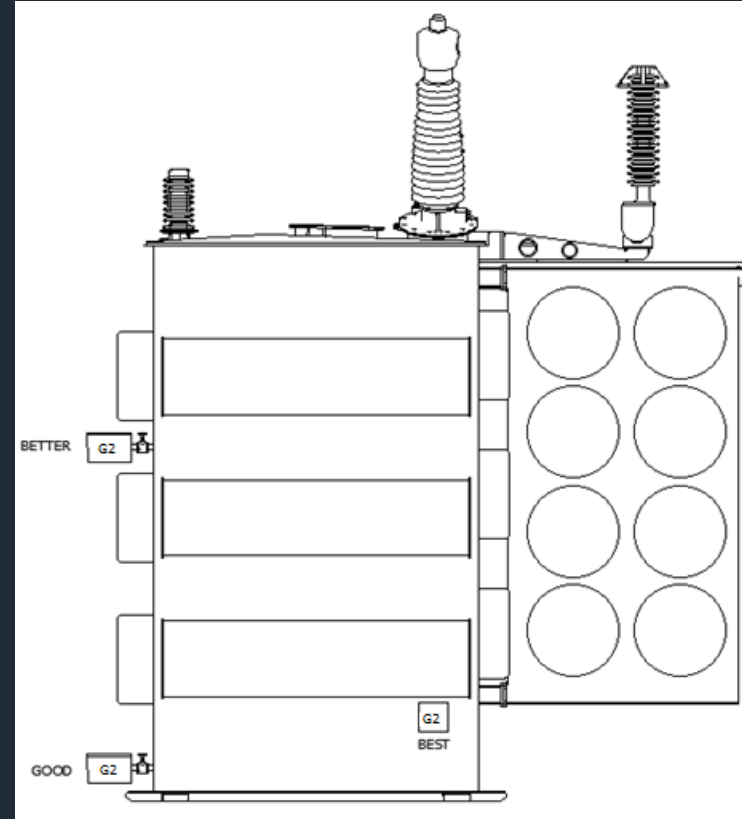


Számozás	Típus	Funkció
1	LCD 80 karakteres (4x20)	Kijelző a működési és monitorozási paraméterekhez
2	Zöld-Piros	Vizuális visszajelzés
3	Nyomógomb	LCD képernyők közötti váltás
4	QR kód	Átírányít a G2 termék weboldalra

Számozás	Leírás	Funkció
1	1.5" MNPT csatlakozás	Connects the monitor to the transformer valve
2	Olaj minta/légtelenítő szelep	Telepítés utáni légtelenítés Olaj mintavételezési pont
3	Kipufogó szelep	Kipufogó a gázkörnek
4	3/4" védőcső csatlakozás	Csatlakozási pont gégecsőhöz
5	Nyomáskiegyenlítő szelep	A ház szellőzésére
6	IP67 Ethernet port	Laptop csatlakozáshoz Használható állandó csatlakozás kiépítéséhez
7	Földelőpont	1/4" – 20 csatlakozás a ház földeléséhez

Telepítés

- 1,5 colos golyós vagy tolózár a megfelelő áramlás biztosításához
- A hűtőből visszatérő ághoz közel a legjobb.
- Telepítéskor a képernyő láthatóságát célszerű figyelembe kell venni
- Kerülni kell a szivattyú bemenetét.
- Kerülni kell a leeresztő szelepet, ha lehetséges.
 - Szelepes alkalmazások esetén az Enhanced Response Time Kit (ERTK) megfontolandó



Industrial Canada, 60MVA

Napirend

1. Miért szükségesek a transzformátor felügyeleti rendszerek?
2. Hibagáz analízis alapjai (DGA)
3. Miért a Hidrogén és az Acetilén?
4. InsuLogix G2 Termék bemutatás
- 5. Felhasználói felület**
6. Előnyök
7. Esettanulmányok és Referenciák az InsuLogix G2-höz

InsuLogix G2 – Web-server based user interface

Megger. InsuLogix G2 | System Time: 2023-09-25 14:02:31

Dashboard

- C₂H₂ - Acetylene**: 0.0 ppm
- H₂ - Hydrogen**: 79 ppm
- Water Content - Oil**: 18 ppm

Controls: C₂H₂ Peak (ppm), H₂ Peak (ppm), WCO Peak (ppm), RoC (ppm/day)

Status: ✔

Megger. InsuLogix G2 | System Time: 2023-09-20 15:00:33

Historical Data

Gases and Moisture (2023-09-15 - 2023-09-17)

Legend: C₂H₂ (red), H₂ (yellow), %RH (green), WCO (blue)

Buttons: Disable Drag, Reset Zoom, Print Graph, Download

Megger. InsuLogix G2 | System Time: 2023-09-20 15:05:32

System Events

Timestamp	Message	Type	Status Levels	Severity	Event ID	Recommended Actions
2023-09-15 04:49:30	H2 is in Normal Range	DGA	Info	✔	1106	None.
2023-09-14 17:32:47	H2 is in Warning Range	DGA	Warning	⚠	1107	Please perform further diagnosis of the transformer.
2023-08-21 10:59:37	Moisture ppm is in Normal Range	Moisture	Info	✔	1136	None.
2023-08-20 19:43:46	Moisture ppm is in Warning Range	Moisture	Warning	⚠	1137	Please perform further diagnosis of the transformer.
2023-07-23 16:13:32	Relative Humidity is in Normal Range	Moisture	Info	✔	1112	None.

Buttons: Download

Megger. InsuLogix G2 | System Time: 2024-03-25 08:32:06

Settings

Device Information:

- Serial Number: 0453020124
- Firmware Version: 1.7.5.10
- Manufacturing Date: 12/08/2023
- Installation Date: 12/29/2023
- Company Name: Megger
- Substation: Shaker
- Transformer Name: MPT1
- Transformer SN: 453NH03276

Calibration Parameters:

- Oil Type: Mineral
- H₂ - Offset (ppm): 0
- %RH - Offset: 0
- C₂H₂ - Offset (ppm): 0
- O₂ Concentration (ppm): 1
- CO₂ Concentration (ppm): 1
- Elevation above sea level (meters): 135

Buttons: Cancel, Save

Napirend

1. Miért szükségesek a transzformátor felügyeleti rendszerek?
2. Hibagáz analízis alapjai (DGA)
3. Miért a Hidrogén és az Acetilén?
4. InsuLogix G2 Termék bemutatás
5. Felhasználói felület
- 6. Előnyök**
7. Esettanulmányok és Referenciák az InsuLogix G2-höz

G2 Piaci pozicionálás

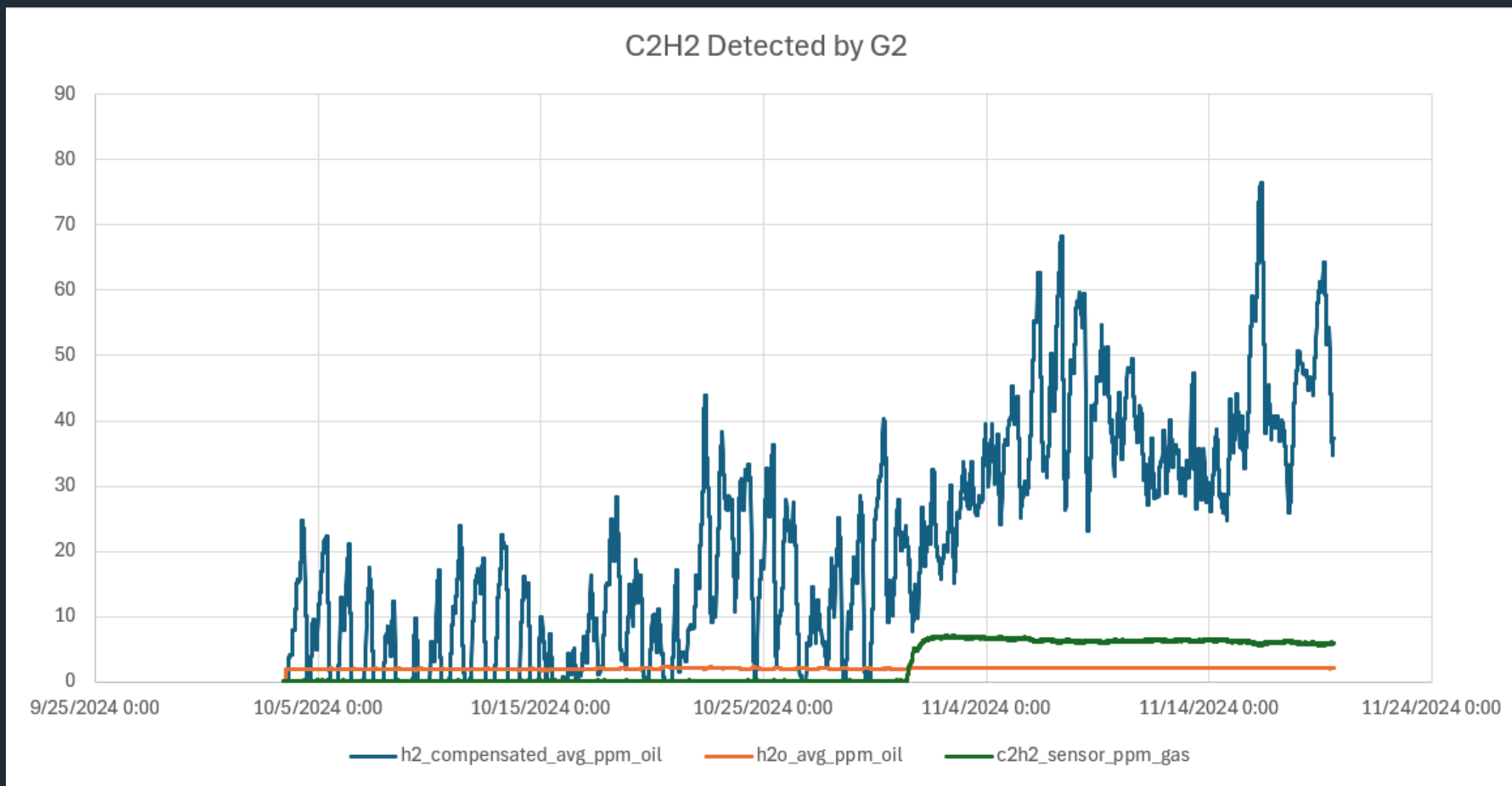
Alkalmazás/typus	Monitor rendszerek	Mért gázok és nedvesség az olajban	Lehetséges hibák azonosítása
Hibadiagnosztika	M8/(M9)	H ₂ , CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ , C ₂ H ₂ , CO, CO ₂ , O ₂ , (N ₂)	Mind a 10 hiba
	M6/(M7)	H ₂ , CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ , C ₂ H ₂ , CO, (CO ₂)	
	M5	H ₂ , CH ₄ , C ₂ H ₄ , C ₂ H ₂ , CO	A 6 alaphiba
	M3	CH ₄ , C ₂ H ₄ , C ₂ H ₂	
Fejlett hibaészlelés	(M3)/(M4)	H ₂ , C ₂ H ₂ , (CO), (C ₂ H ₄)	D1 és D2 azonosítható, habár csak későbbi fázisban – a rendszer acetilén érzékenységétől függően Több információ kell az RK vagy a kóbor gázképződés azonosításához
Hibaészlelés	M2	H ₂ , CO	A 10 hiba közül egyik sem azonosítható
	M1	H ₂	
	M1*	Kompozit azonosítása a H ₂ -nek és különböző gázoknak	
Fejlett hibaészlelés	M2 (InsuLogix G2)	H ₂ , C ₂ H ₂	Korai hibaazonosítás (hidrogén érzékelés által). A »jóindulatú« kezdődő hibák – mint például az RK és a kóbor gázképződés – azonosítása a hidrogén és az acetilén elkülönített mérése révén. Korai felismerése a D1, D2, T3 a alacsony acetilén LDL miatt.

Az InsuLogix G2 acetilénre vonatkozó alsó méréshatára (LDL) 0,5 ppm, míg az (M3) monitoré 3 ppm, az (M4) típusé pedig 5 ppm. A G2 alternatívát kínál az összes M1, M1, M2, (M3) és (M4) monitorral szemben. Az M1, M1 és M2 modellek egyáltalán nem mérnek acetilént, az (M3) és (M4) típusok érzékenysége pedig lényegesen alacsonyabb.

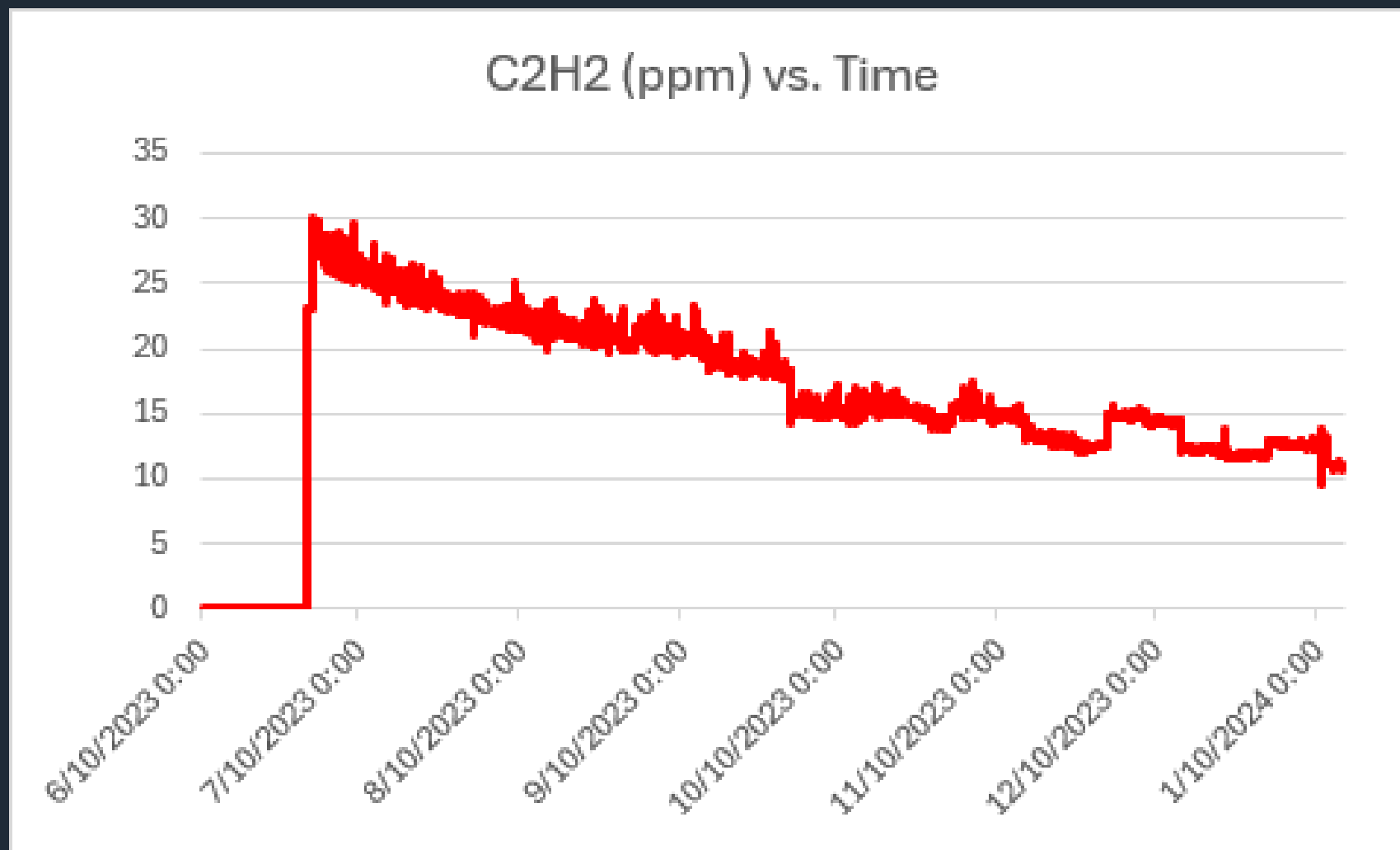
Napirend

1. Miért szükségesek a transzformátor felügyeleti rendszerek?
2. Hibagáz analízis alapjai (DGA)
3. Miért a Hidrogén és az Acetilén?
4. InsuLogix G2 Termék bemutatás
5. Felhasználói felület
6. Előnyök
- 7. Esettanulmányok és Referenciák az InsuLogix G2-höz**

Esettanulmány 1



Esettanulmány 2



Döntési mátrix H₂ és C₂H₂ jelzési szintekre

Ez egy döntési mátrix minta. Transzformátor méretét és történetét is figyelembe kell venni.

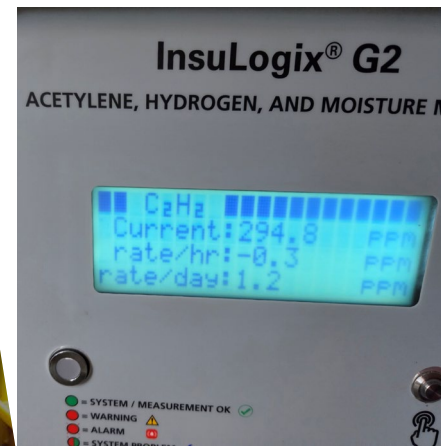
A Megger nem vállal felelősséget semmilyen kárért, amely ezen táblázat jelenlegi formájában történő alkalmazásából ered.

Állapot	Hidrogén (ppm)	Acetilén (ppm)	Javaslat
Nincs jelzés	<50	<0.5	Folyamatos monitorozás
Nem kritikus jelzés	>50	<0.5	Ütemezett laborvizsgálat
Kritikus jelzés – Lehetséges kezdődő elektromos kisülés	<50	0.5-2	Ütemezett laborvizsgálat 24 órán belül
Kritikus jelzés – Állandósult hiba	>50	>15	Sürgős ütemezett laborvizsgálat, fel kell készülni a teljesítmény csökkentésre, vagy áramszünetre
Kritikus jelzés – gyors emelkedés	Gyors emelkedés, >10 ppm/óra	Gyors emelkedés >1 ppm/óra	Azonnali beavatkozás és kivizsgálás; vészhelyzeti leállást megfontolni

Megjegyzés: Transzformátorok OLTC-vel a fő tartályon belül: ha a C₂H₂/H₂ arány magasabb mint 2 akkor lehetséges az olajszivárgás az OLTC-ből a transzformátor tartályba.

Esettanulmány

Az InsuLogix G2 alkalmazása egy kritikus állapotú, gázosodó transzformátor precíz felügyeletére, ahol a gyakori laboratóriumi vizsgálat költséges és nem lenne hatékony. A 6 hónappal ezelőtt laboreredmények még 8 ppm acetilént mutattak. A telepítés után a G2 lényegesen magasabb, 300 ppm-hez közeli acetilénszintet észlelt. Az ezt követő újabb laboratóriumi vizsgálat megerősítette a mért értéket



Echantillon / Evènement >>	SM #
SM # = Echantillon analysé par Sea Marconi [OUT] = Echantillon analysé par autres	486134
Date >>	18/12/2025
Monoxyde de carbone (CO) [ul/l]	151,115
Hydrogène (H2) [ul/l]	80,081
Méthane (CH4) [ul/l]	278,578
Ethane (C2H6) [ul/l]	143,649
Ethylène (C2H4) [ul/l]	1081,374
Acétylène (C2H2) [ul/l]	290,002
Propane (C3H8) [ul/l]	68,459
Propylène (C3H6) [ul/l]	838,318
Propandiène (CH2CCH2) [ul/l]	24,615
Méthylacétylène (CHCCCH3) [ul/l]	23,58
<< Gaz combustibles totaux (TDCG) >> [ul/l]	2025



Utility

Project Specification

Client
Utility

Location
France

Solutions Installed
InsuLogix G2

Megger[®]

Köszönöm a Figyelmet!

Megger Hungária Kft.

1027 Budapest, Vitéz u. 14/a.

Telefon/FAX: +36 1 214-2512

Mobil: +36 20 9654-297

E-mail: info@megger.hu

www.megger.hu

Megger[®]

