

Transzformátor olaj on-line oldott gáz monitorok és hordozható hibagáz, analizátorok



Morgan Schaffer oldott gáz mérési elvek
kiértékelési útmutatók

Mathieu Guertin

Tibor Kovacs

Hungary, 2010

MS egyedüli teljes portfólió, komplett megoldások



Termékek :

On-line monitorok
Hordozható hibagáz analizátorok
Olaj etalonok
Szoftver

Services

Oil testing
Data Analysis
Field services
Analytical Solutions

Kanadai szakértők



Eastern Canada ice storm

Extrém időjárási körülmények ...

70-90°C hőmérséklet
ingadozás a legmele-
gebb leghidegebb közt

A műszerezés jellemző ismérvei :

minőség

Precízió & pontosság

Megbízhatóság extrém
körülmények között is

Pontosság, csúcstechnika 1965 óta

Idén 45 éves fennállási jubileum!

Alapítva 1965-ben Montreal-ban, Kanada

Bevezették, kifejlesztették és szabványosították a DGA-t (oldott gáz analízis) a 60-as évek végén

Megírták az ASTM D3612** nemzetközi szabványt (Method A)



****IEC 60567**

2009

**MS MORGAN
SCHAFER**
Transformers - The Inside View

Az olaj állapotának megállapítása

ASTM szabványok a szigetelő olajra



| Description | ASTM Number |
|-------------------------------|---------------|
| Dielectric Strength | D877/D-1816 |
| Acidity | D-974 |
| Interfacial Tension | D-971 |
| Color | D-1500 |
| Water Content | D-1533 |
| Density | D-1298 |
| Visual Examination | D-1524 |
| Power Factor | D-924 |
| Inhibitor Content | D-4768 |
| Dissolved Gas Analysis | D-3612 |
| Furan Analysis | D-5837 |

Olaj minőségvizsgálatok

Kezdődő problémák észlelése

Detect insulation degradation

ASTM 3612: Extrakciós módszerek

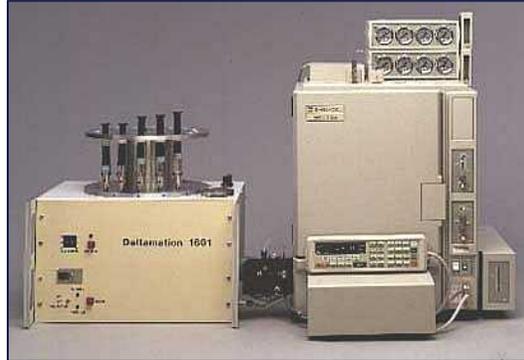
A



Vákuumos Extrakció

Oil sample is exposed to a vacuum to extract the gases which are then collected and analyzed by **GC**.

B



Átöblítéses kinyerés

Oil is injected directly into the instrument. Nitrogen is allowed to bubble through the sample. This strips the gases from the oil where they are analyzed by the attached **GC**.

C



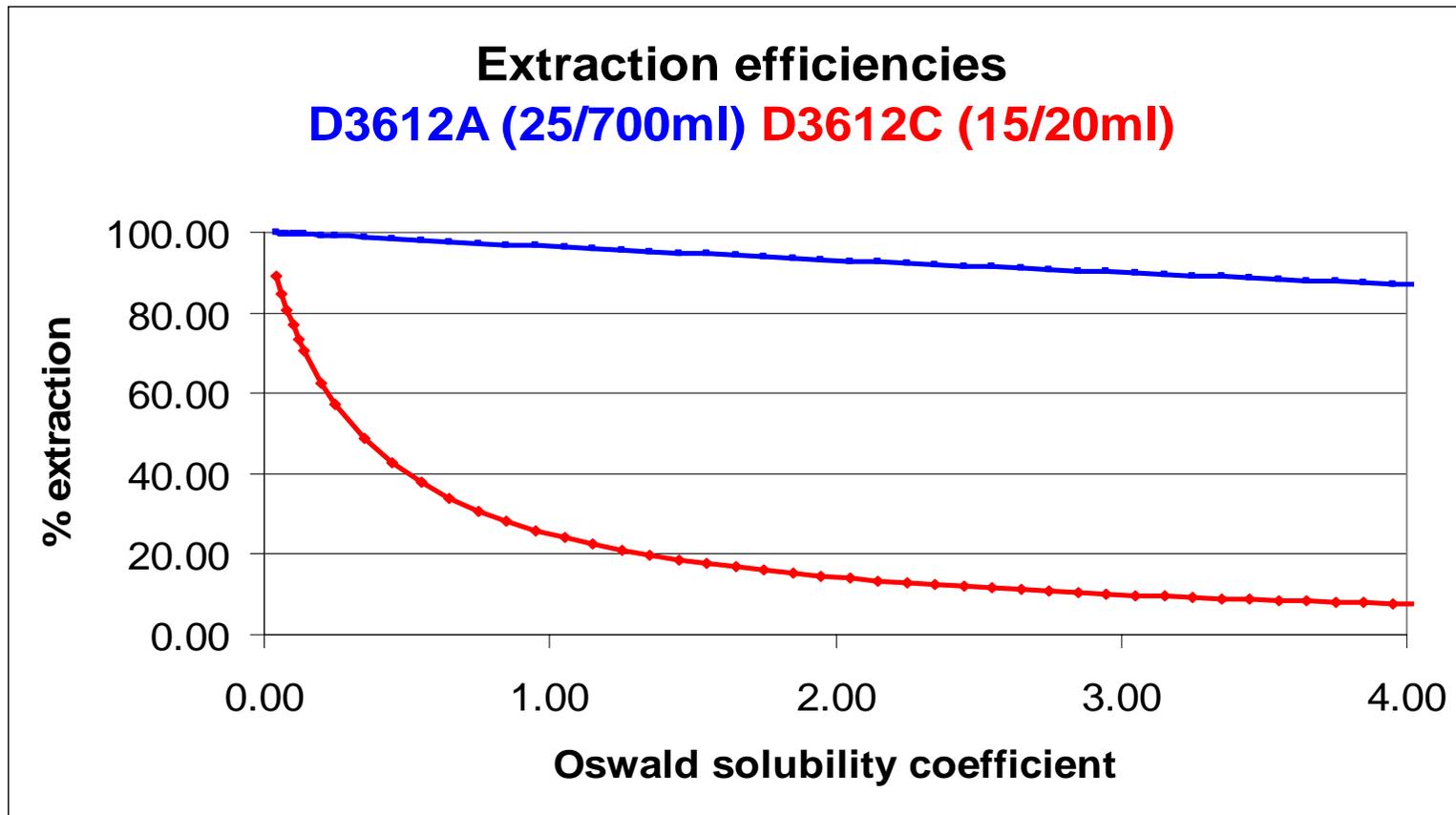
Fejrész-tér analízis

Equilibrium between gas phase and liquid phase at known pressure, temperature and volume, the gases are then analyzed by **GC**



**Mindegyik módszer
Gázkromatográfián alapul (GC)**

Hibaszázalékok az A és a C kinyerési módszernél



A gázok és az olaj típusa kihat a pontosságra

ASTM 3612: Szabvány



Designation: D 3612 – 02

Standard Test Method for Analysis of Gases Dissolved in Electrical Insulating Oil by Gas Chromatography¹

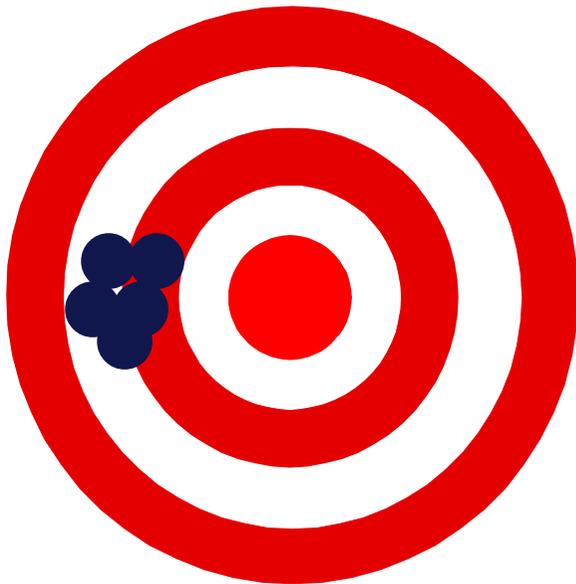
Regular use of
standards
required by
ASTM

9.6 A procedure to check the extraction efficiency requires the use of prepared gas-in-oil standards of known concentration. The methods of preparation are outlined in Annex A1 and Annex A2.

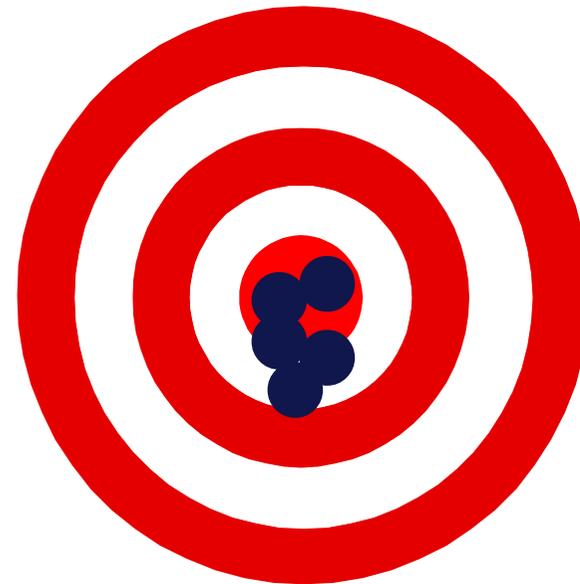
22.3 Determine the linearity of the detector response monthly by testing a range of gas concentrations expected to be encountered in actual samples. Extraction efficiencies should also be determined over a corresponding range to ensure they are linear and constant over time. Samples can be prepared by simple dilution of pure gases with either nitrogen or carrier gas (for gas standards) or degassed oil (for gas-in-oil standards). If commercially supplied standard mixtures are used, they may be checked using this method. Check efficiencies and linearity whenever chromatographic conditions are changed.

Precízió & Pontosság

Kihatás a mérésekre



Precíz de... nem pontos

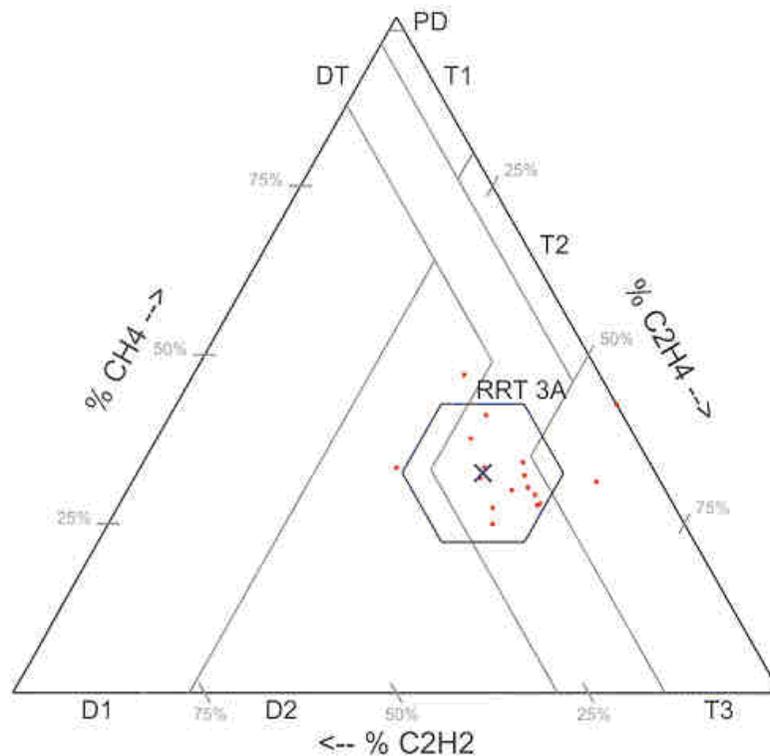


Precíz ÉS pontos

Mindkét kritérium döntő fontosságú a helyes
diagnózis felállításában és döntéshozatalban...

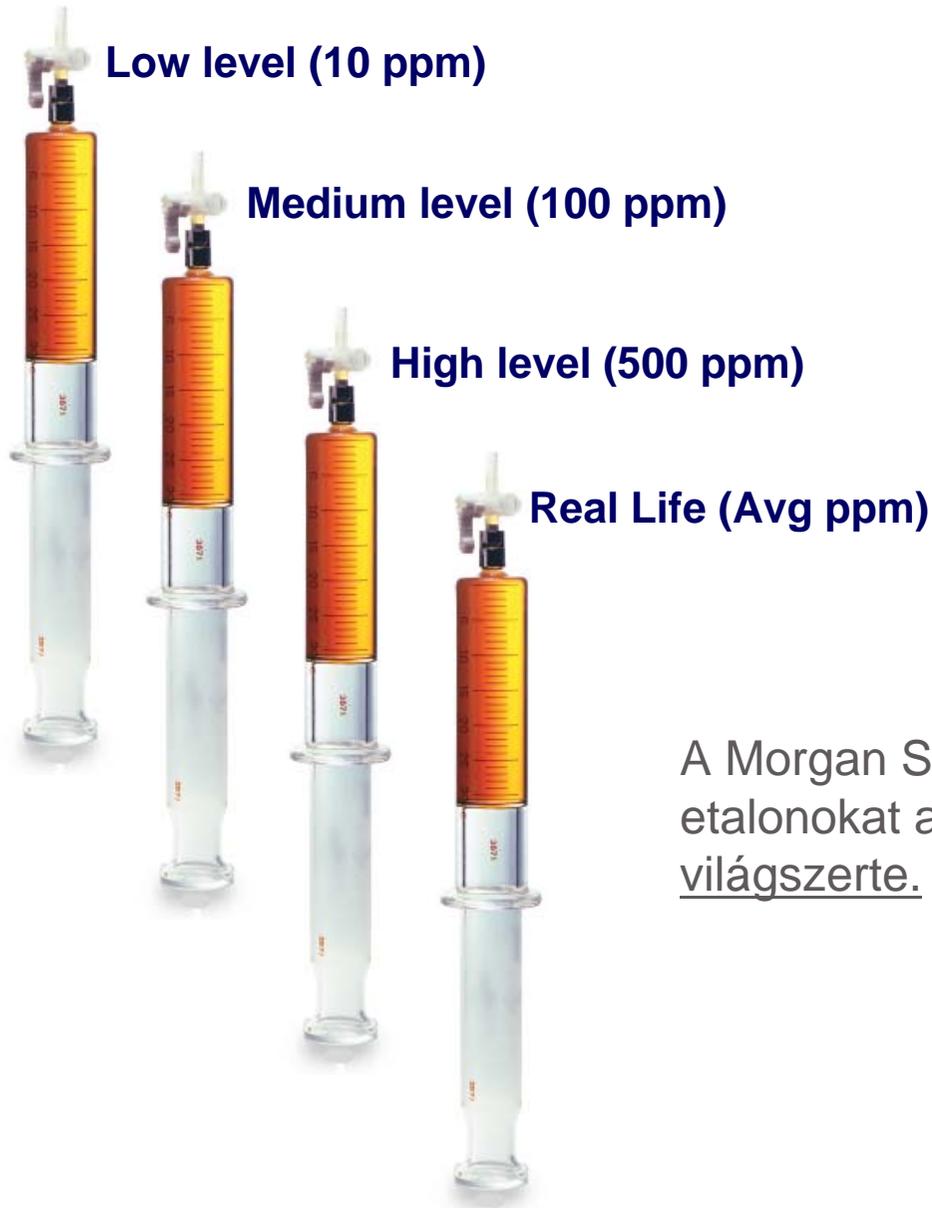
Pontos-e az oldott gáz analízis eredménye ?

A diagnózis megbízhatósága nagyban függ az oldott gáz analízis (DGA) pontosságától



CIGRE result for Round Robin Test (RRT) at low concentration levels. Results of individual laboratories (.) and prepares DGA standard value (x)

MS Olaj Etalonok: TRUE NORTH



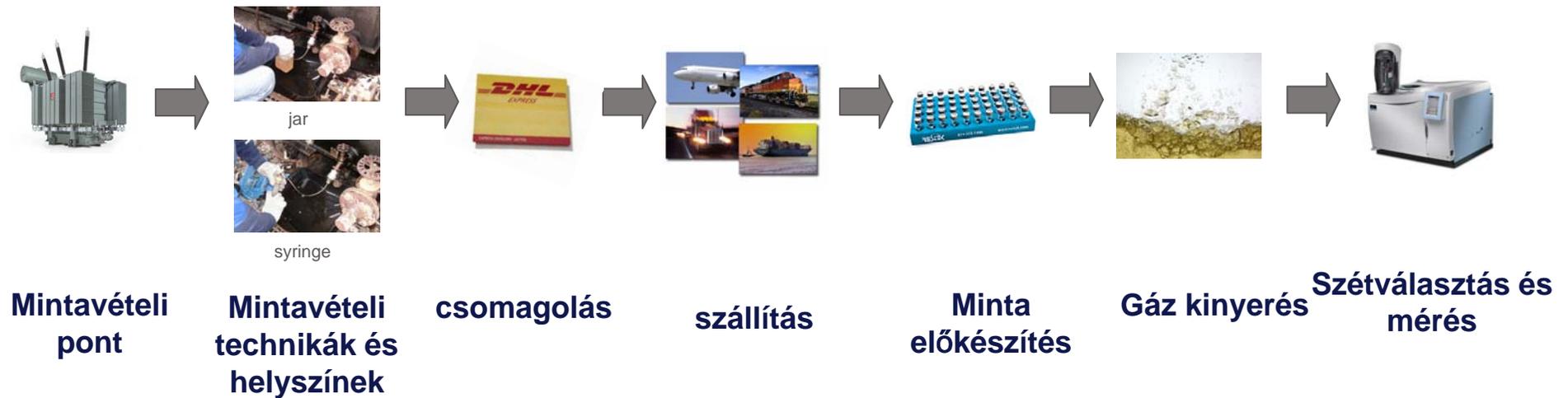
Nemzetközi szabványok mint az ASTM 3612 és IEC 60567 előírják hogyan készítsünk gáz-az-olajban etalonokat.

A procedúra költség és időigényes, és magasan kvalifikált szakembereket igényel

A Morgan Schaffer több mint 6 éve szállít DGA etalonokat a laboroknak, több ezer etalon biztosítva világszerte.

DGA - oldott gáz analízis

A folyamat lépései



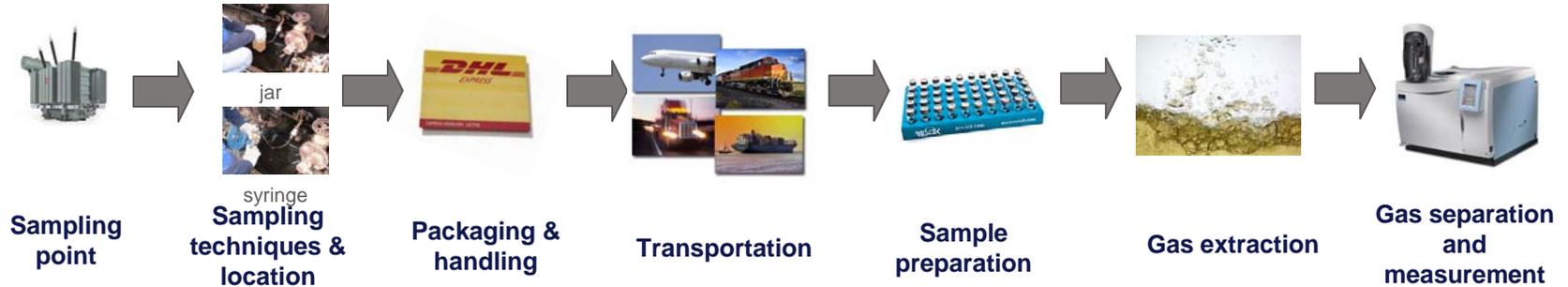
Sok különböző lépcső

A változók nehezen nyomkövethetők

Több operátor vesz részt a folyamatban

DGA

Ideális vs realitás



Ideális eset

100ppm

100ppm

100ppm

100ppm

100ppm

100ppm

100ppm

Nincs veszteség / nincsenek változók

Legjobb eset

100ppm

99ppm

98ppm

98ppm

97ppm

95ppm

95ppm

Little variations / controlled process

Legrosszabb eset

100ppm

92ppm

85ppm

82ppm

79ppm

69ppm

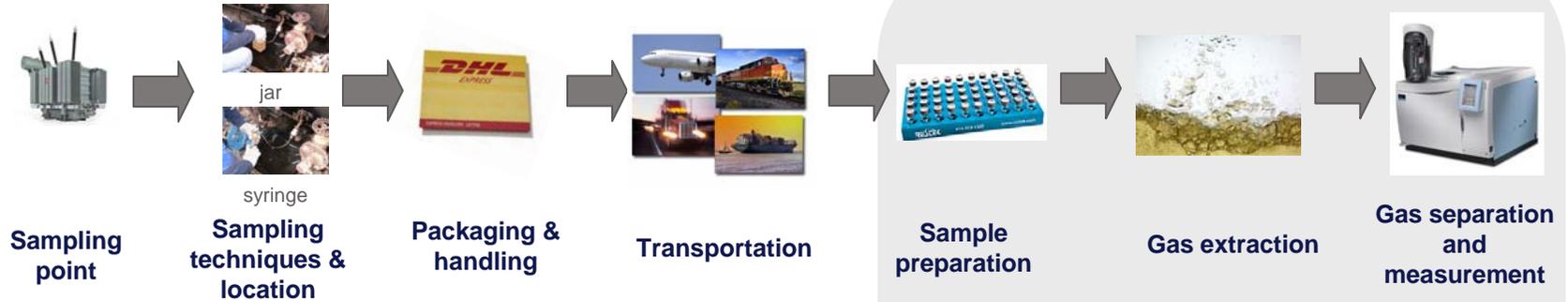
65ppm

Process out-of-control / no accuracy
Issue with sample preparation / gas extraction / separation / measurement

DGA

Ideal vs reality: how do you know?

H₂ hypothetical concentration



Ideal situation

100ppm

100ppm

100ppm

100ppm

100ppm

100ppm

100ppm

Use of gas-in-oil standards



TN 10 / 100 / 500 / TrueLife

If process is accurate and precise

Expected results of testing

TrueNorth = +/- 5%

TRACEABILITY OF GAS CONCENTRATION

Termékek és szolgáltatások

Műszerezés



MYRKOS

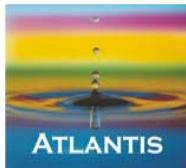
Hordozható hibagáz analizátor
PPM jegyzőkönyvező szoftverrel



CALISTO Széria

Online trafó-olaj monitorok
Calisto Access szoftverrel

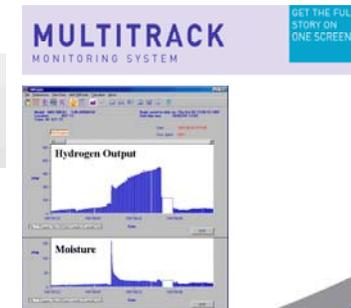
Labor szolgáltatások Olaj Etalonok



Software



MS OIL LIMS
MS SAMPLE MANAGER



DGA – oldott gáz analízis : Hibagázok

1. Gases
2. Present in very small quantities (ppm)
3. No bubbles, i.e. dissolved in oil

7 hibagáz

Carbon dioxide (CO₂)

Carbon monoxide (CO)

A szigetelt tank szivárgására utal

A szigetelés túlmelegedésére utal

Hydrogen (H₂)

Methane (CH₄)

Ethylene (C₂H₄)

Ethane (C₂H₆)

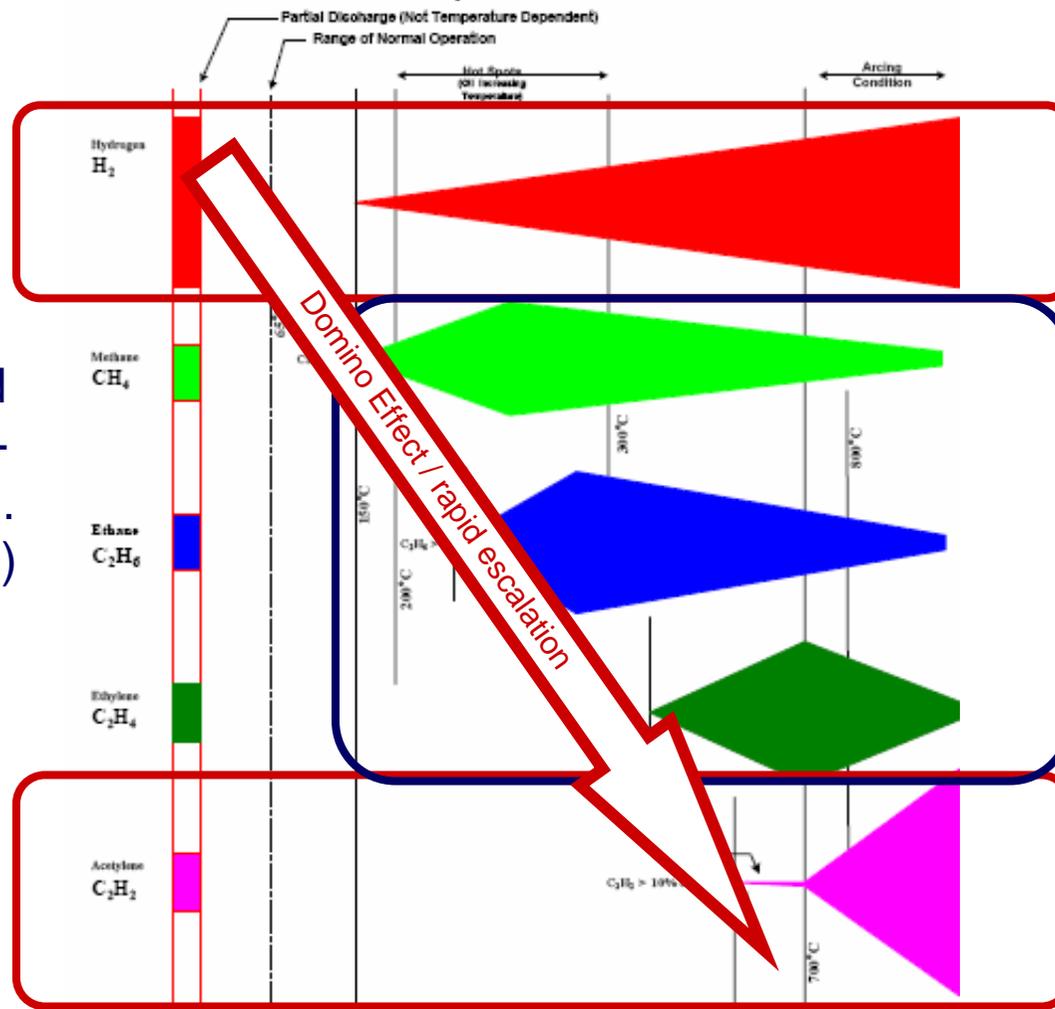
Acetylene (C₂H₂)

Állapot/hibák rosszabbodására utal

A gázok a komplex olaj/szénhidrogén molekula különféle (hő és elektromos) sokkok hatására való szétbomlásából és az atomok újra-kombinálódásából keletkeznek. Többféle módszer létezik a DGA eredményeinek kiértékelésére (Duval háromszög, Roger Arány ... stb.). A DGA egyértelműen jelzi a problémát.

Éghető gázok keletkezési trendje

Combustible Gas Generation vs. Approximate Oil Decomposition Temperature



A csökkenő trend téves következtetéseket szülhet ... (hiba megszűnés)

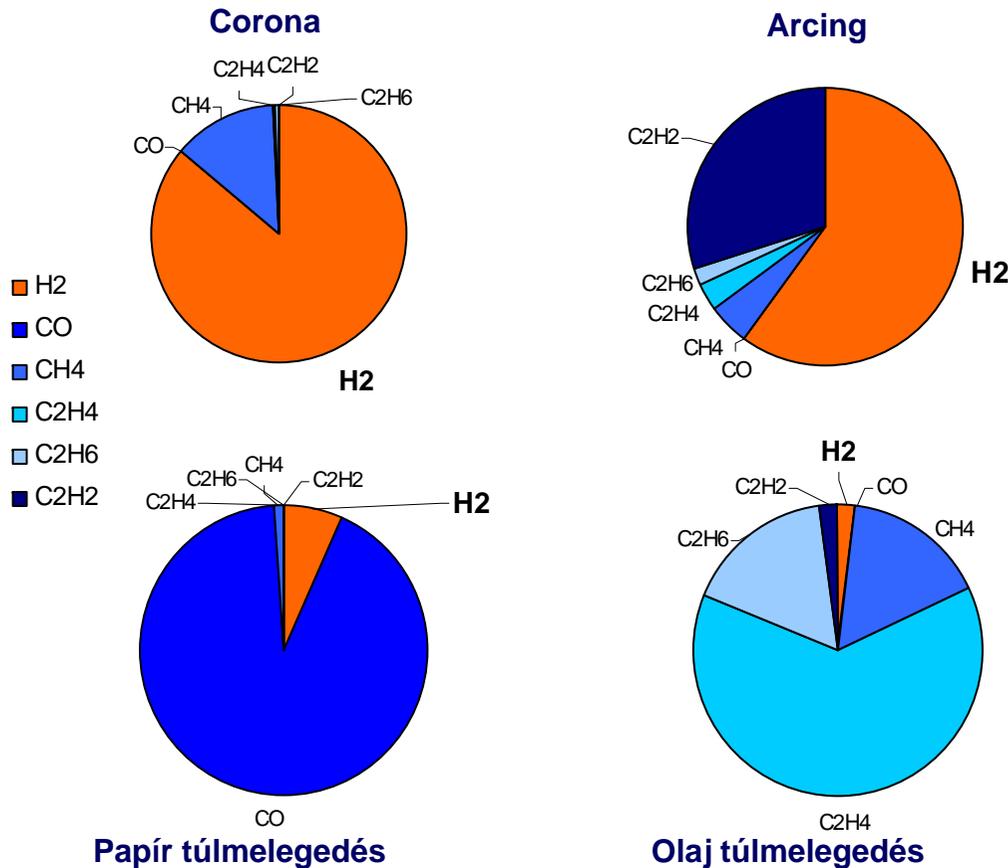
Csak 2 gáz mutat folyamatosan növekvő trendet

Gas Generation (Not to Scale) Approximate Oil Decomposition Temperature above 150°C

Reference: Technical Paper FIST 3.30 (Page 41) Transformer Maintenance Facilities Instructions, Standards and Techniques - United States Department of Interior Bureau of Reclamation, Denver, CO Hydroelectric Research and Technical Services Group D-8460 October 2000

Hibagázok okozói ...

Hibagázeloszlás a probléma jellege szerint



H₂ jelen van minden probléma típusnál

Arcing is the most concerning type of fault condition as it typically escalates to a transformer failure.

Calisto / Calisto 2
Proven records of Precise and Accurate readings

Transzformátor monitoring: 3 kulcs adat



no.1

képesség az állapotváltozás észlelésre
MINDEN esetben = **Védelmi adat.**



no.2

Képesség az állapotváltozás
követésére = **Monitoring adat.**

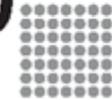


no.3

Képesség a „rossz” állapot diagnózisának
felállítására = **Diagnosztikai adat.**

Calisto Széria

Calisto
hydrogen - moisture



Calisto
hydrogen - moisture
carbon monoxide



Detektálás

Monitoring

On-Line Diagnózis ha
szükséges

Calisto
5 fault gases - moisture



Calisto
complete DGA - moisture



Calisto & Calisto 2

Oldott H_2 / CO plussz H_2O Monitor

Precíz és pontos mérés külön-külön minden oldott gázra



H_2 & H_2O

Accuracy: H_2 +/- 5%

H_2O +/- 3%



H_2 , CO & H_2O

Accuracy: H_2 +/- 5%

CO +/- 15%

H_2O +/- 3%

Lehetővé teszi a

Detektálás

Monitoring

Minden típusú állapotváltozást

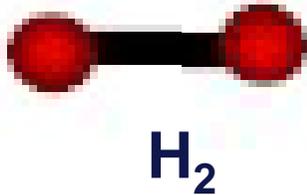
Állapotváltozási trend követést

Calisto & Calisto 2

Oldott Hidrogén és Nedvesség Monitor

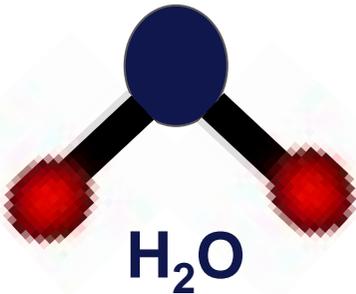
Calisto műszaki adatok:

Why Hydrogen?



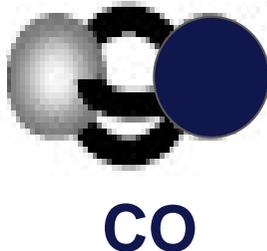
- Hidrogén keletkezik minden jellegű transzformátor hibánál
- Detecting low concentrations of dissolved hydrogen will trigger the alarm well before the Buchholz relay is tripped.
- folyamatos H₂ mérés
- 5 Programozható Alarm relé
- Méréstartomány : 2 ...50,000 ppm
- Adatmemória : 6,000 adat
- Mintavétel : 5 másodpercenként

Why Water?



- A nedvesség befolyásolja a szilárd szigetelés dielektromos jellemzőit.
- folyamatos H₂O mérés
- Data storage: 6,000 records
- Reported in ppm, %RS at 25°C, or %RS at specific transformer temperature
- Selection table of oil type

Why Carbon Monoxide**?

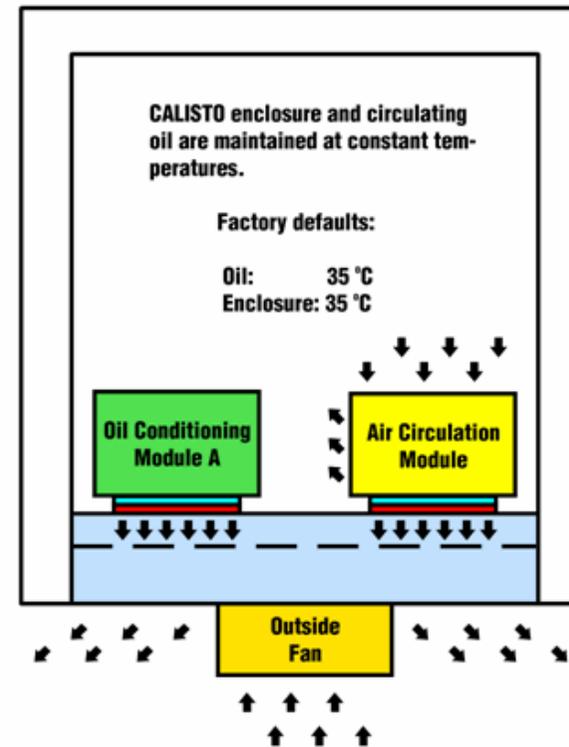
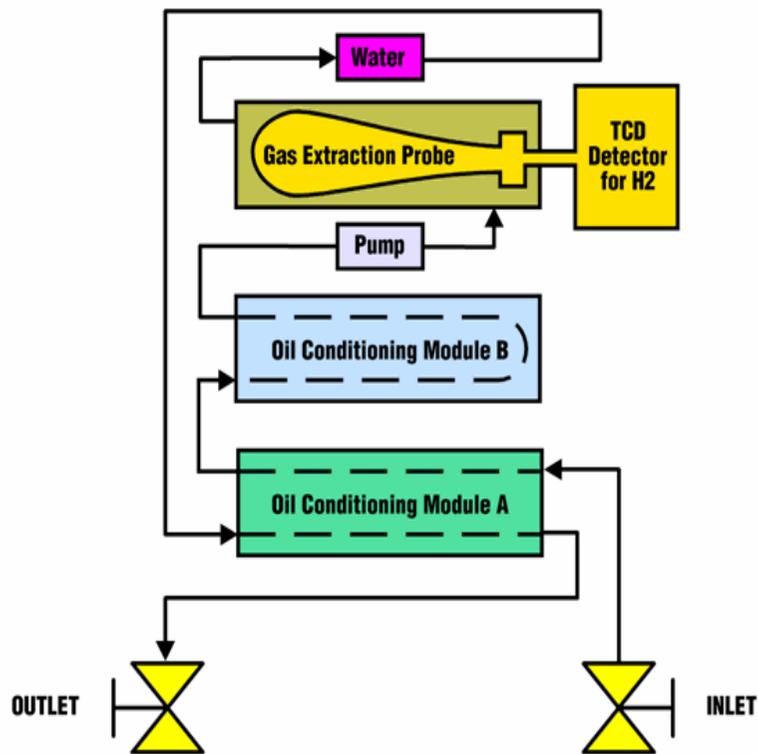


- A CO a cellulóz lebomlás terméke .
- Lokalizált papír-szigetelő túlmelegedés eredménye.
- folyamatos CO mérés
- Méréstartomány: 25 ...100,000 ppm
- Adatmemória : 6,000 adat

**Calisto 2 only

Calisto & Calisto 2

Olaj keringtető és előkészítő áram-kör



Folyamatos olaj keringtetés
Integrált áramlás figyelés
Precíziós hőszabályzás



Fejlett mintavételezés a gyors hibajelzéshez
a rendszer üzembiztos működése
alapértékek / trendek reprodukivitása

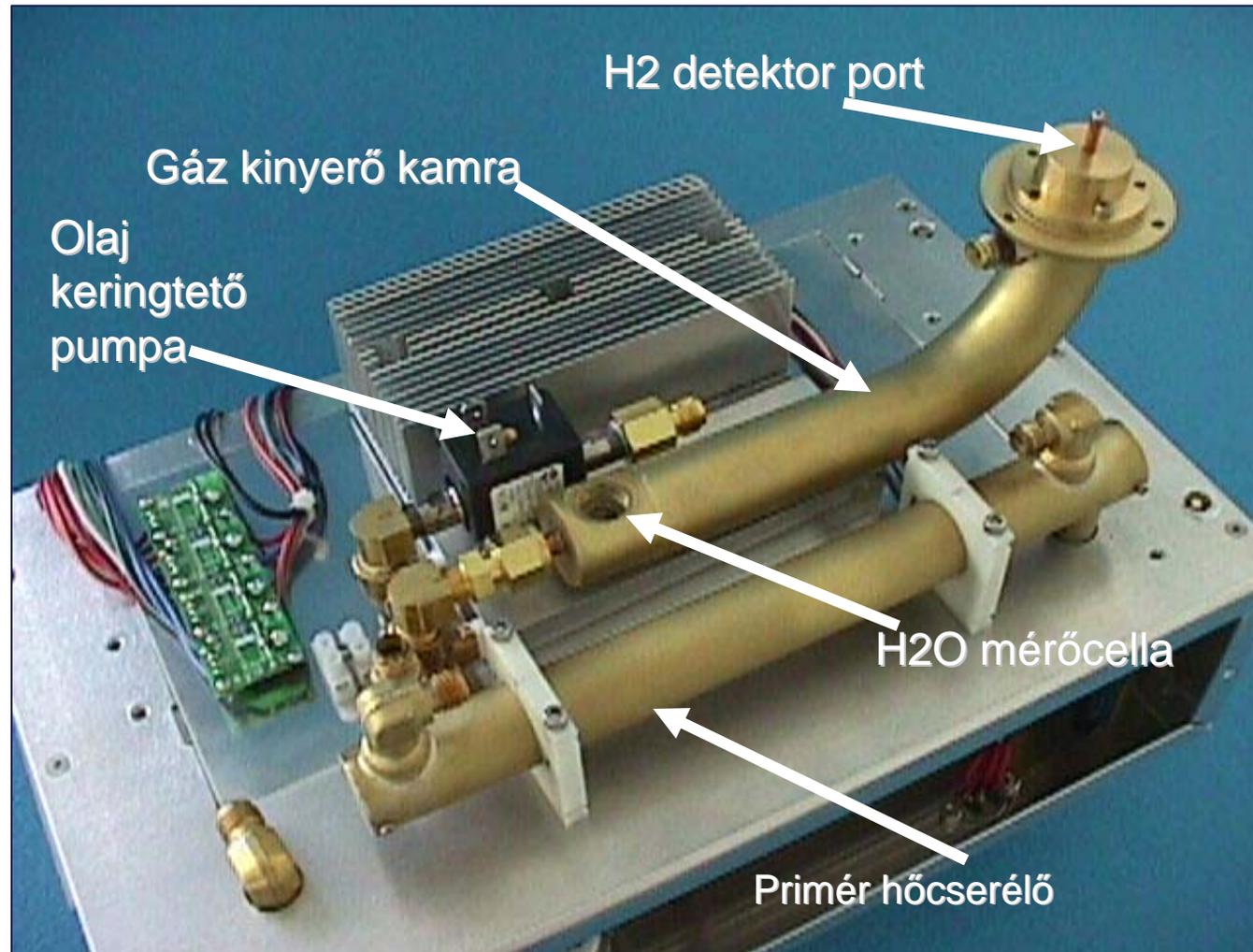
Calisto & Calisto 2

Olaj keringtető és előkészítő áram-kör

Pumpa : 6 Hz

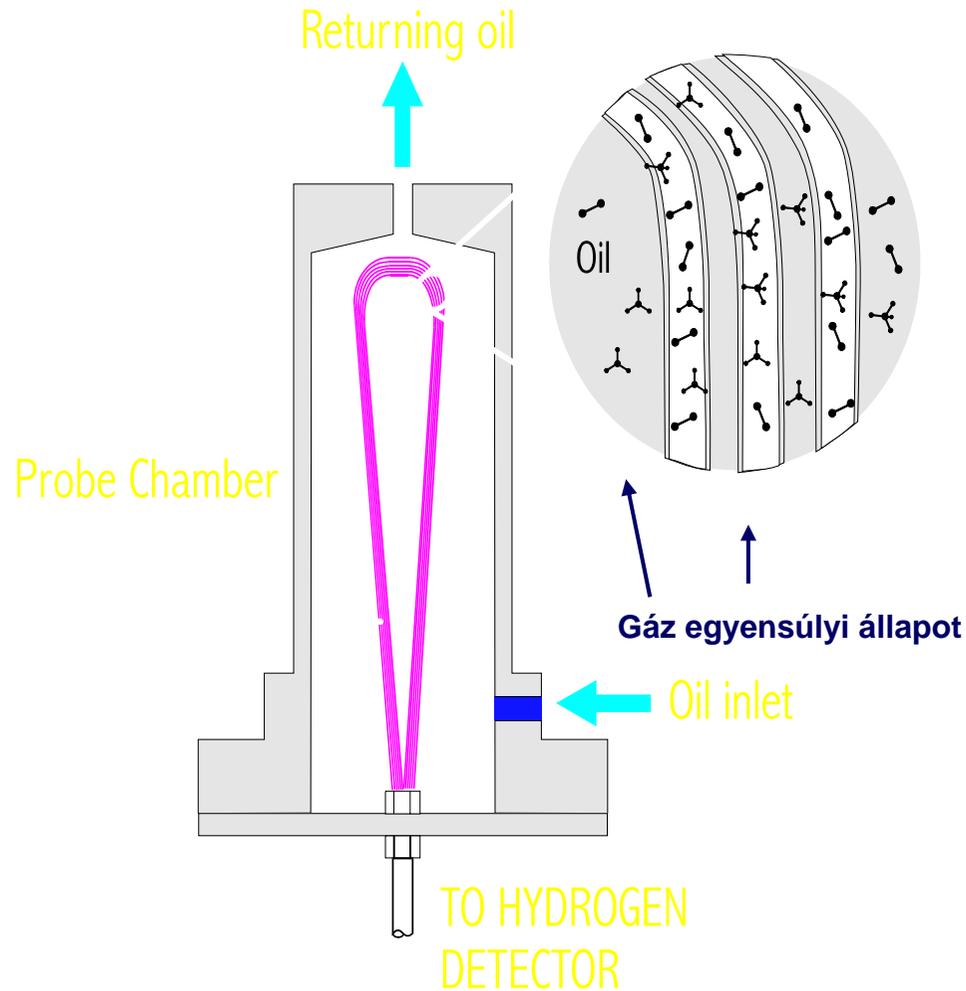
Olaj áram : 60 ml/min

Az olaj a gázkinyerő kamrában óránként 40-szer cserélődik



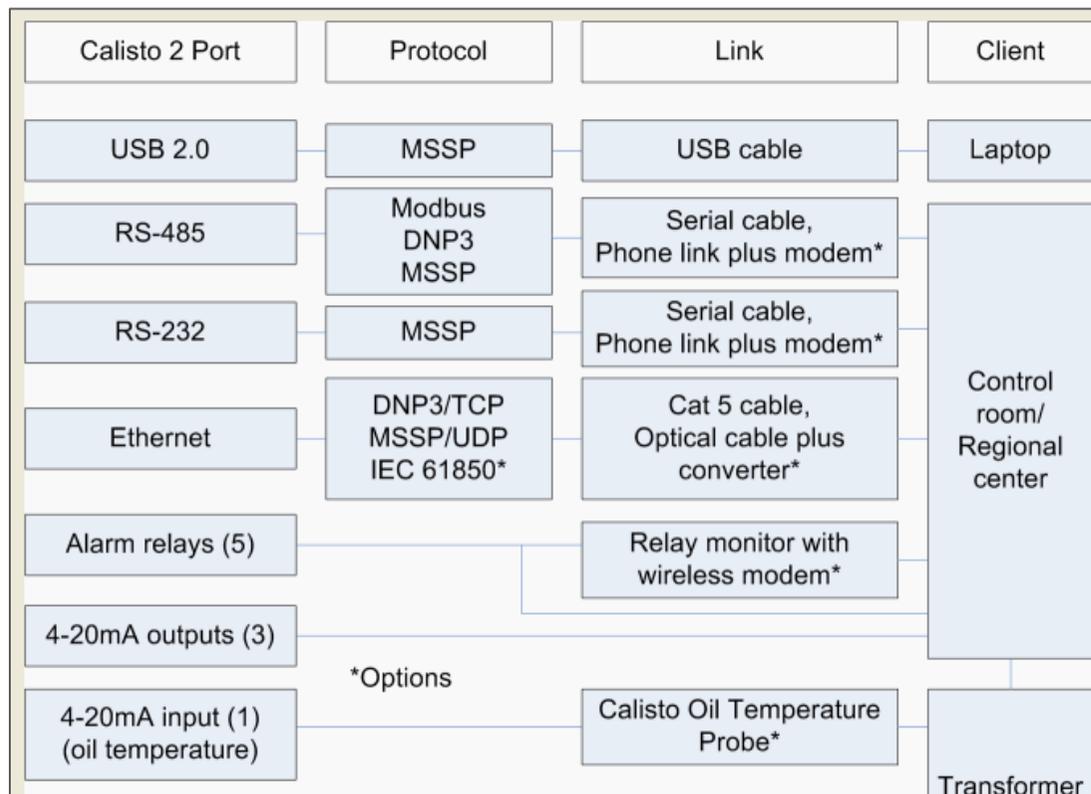
Calisto & Calisto 2

Olaj keringtető és előkészítő áram-kör



**Ellenáll a
vákuumnak**

Calisto 2 Kommunikációs funkciók



Minden felhasználói igényt kielégít

Calisto 2

Mit kell róla tudni

TCD (hőkonduktivitás szenzor) méri : H₂, CO

Nedvesség H₂O monitoring.

5 Alarm Relé : NO/NC Kontakt, szabadon konfigurálható, ön-teszt és mérési alarm kondíciók.

Mérés Alarmok : Programozható dupla szint és **TREND ALARM** H₂, CO & H₂O

Olaj áramlás Alarm

Olaj Típus Szelekció (6): Oswald oldékonysági koefficiens

Garancia : 3 év / 5 év a keringető pumpára, hőmérséklet szabályzó rendszerre, a gázkinyerő rendszerre és TCD szenzorra



Calisto & Calisto 2

Telepítés



Morgan Schaffer : **Komplett megoldást nyújt**



Olaj
etalon



Hord. / labor
IEC 60567
megfelelőség



Information
systems



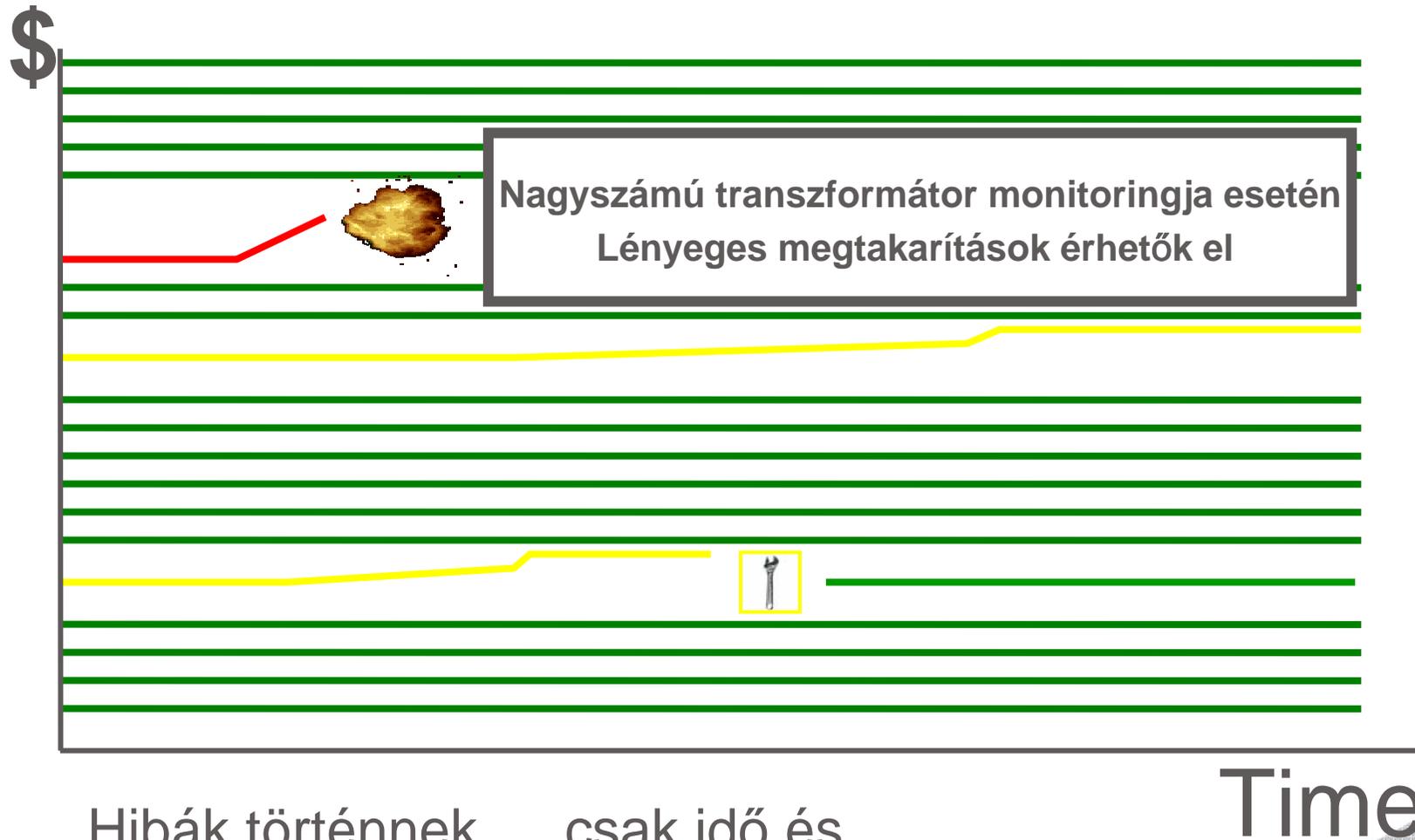
Az Egyetlen OLM gyártó
Laborral

+

ISO 17025

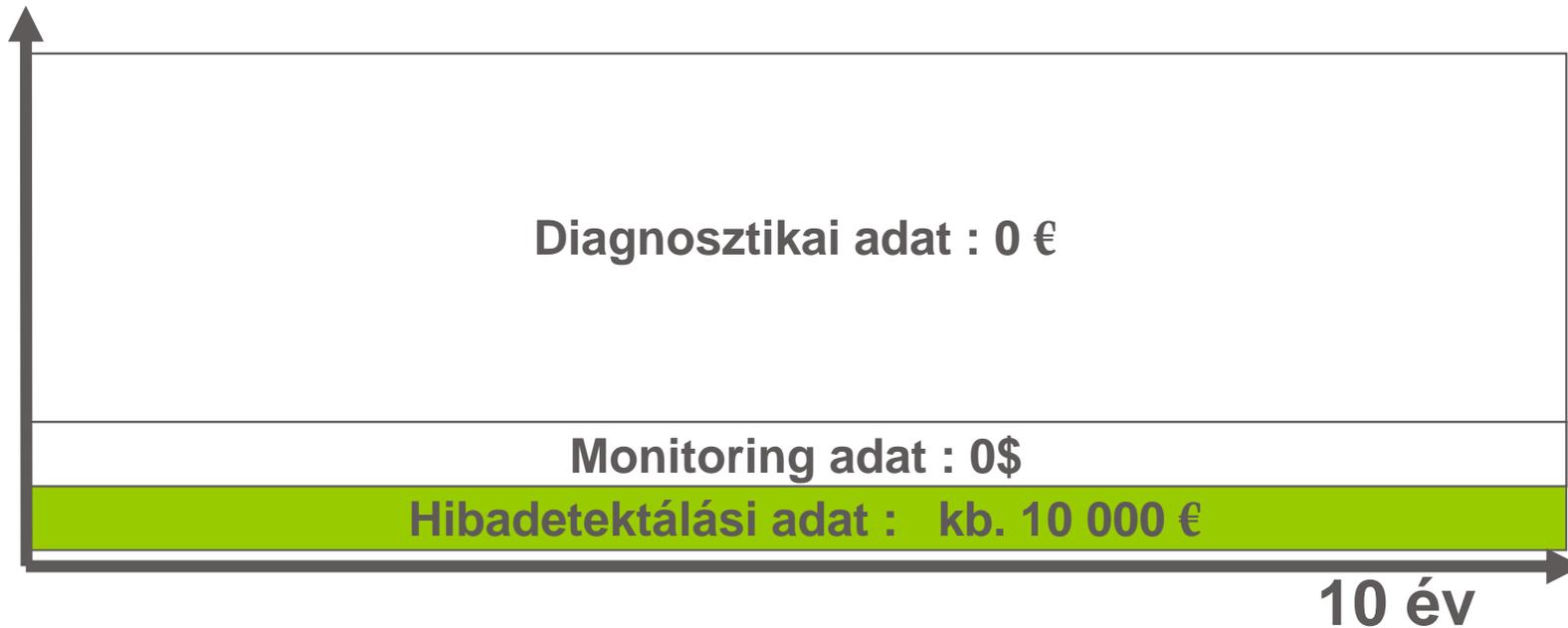
Transzformátor : Elektromos hálózat

A globális kép



Hibák történnek ... csak idő és
valószínűség kérdése !!

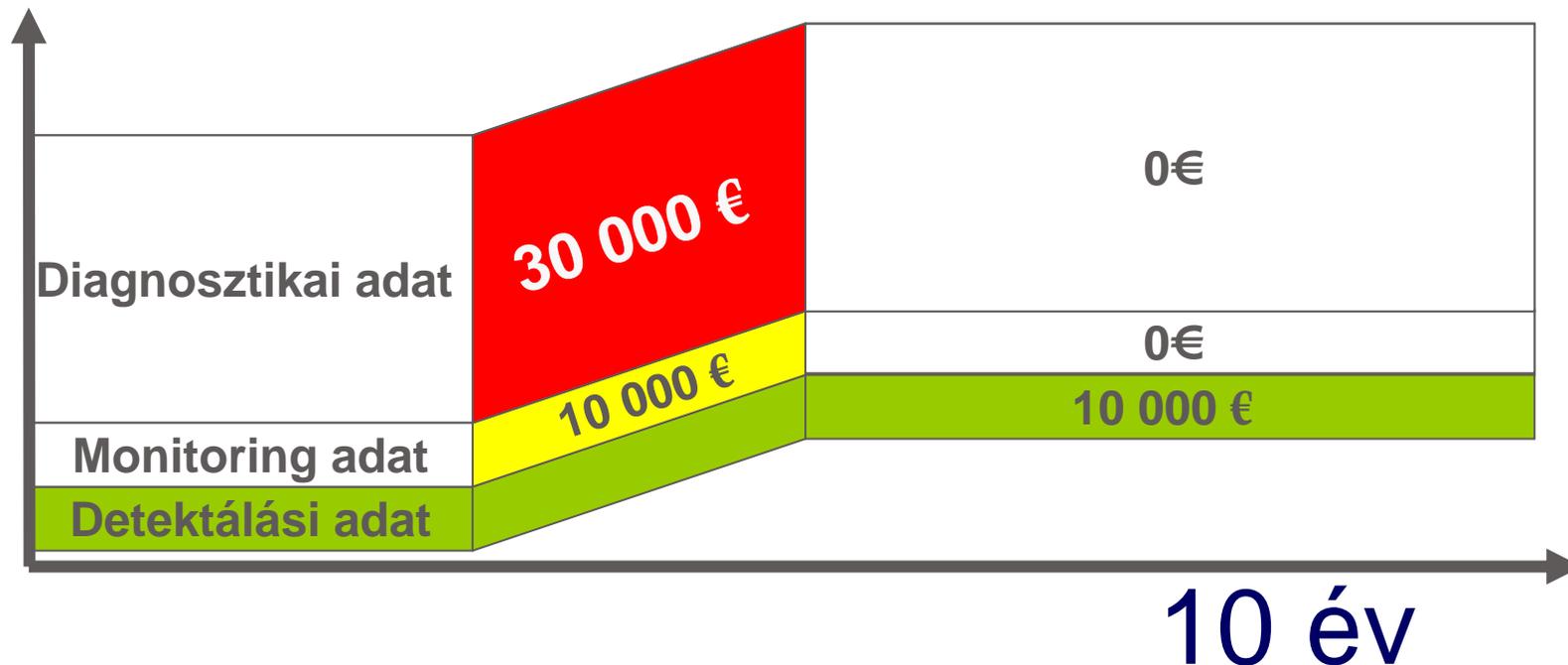
Az Online monitoring költségei



Ha hibajelenségek nincsenek egy trafó élettartama alatt, csak a **Hibadetektálási** adatot Kell megfizetni

Az Online monitoring költségei

Állapotváltozás : költség átszervezés



Állapotváltozás esetén a **Diagnosztikai** adatok fontosak, de egyébként elég a **Detektálási** és/vagy **Monitoring** adat

Online monitorok

Lefedettség optimalizálás



- Detektál
- Monitor
- Diagnózis

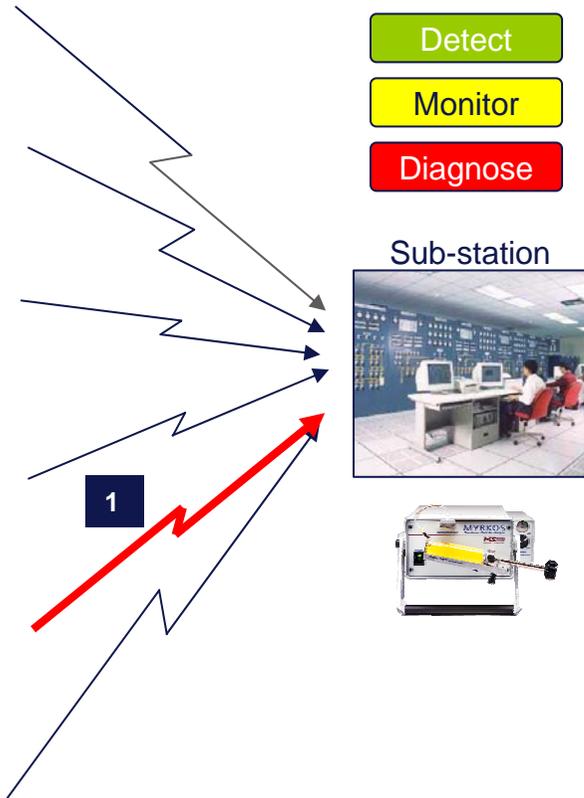
Állomás



Ha a trafó állapota rosszra fordul...

Online monitorok

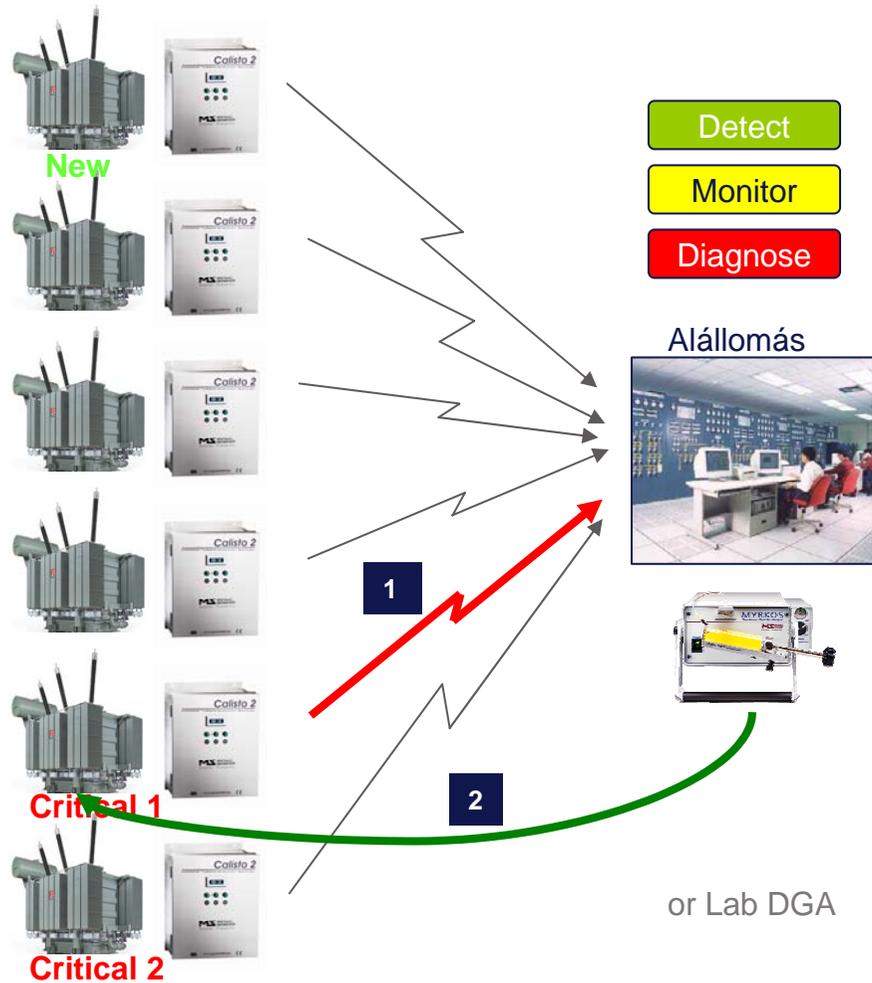
Riasztás



hiba alarm jelzés az alállomás felé

Online monitorok

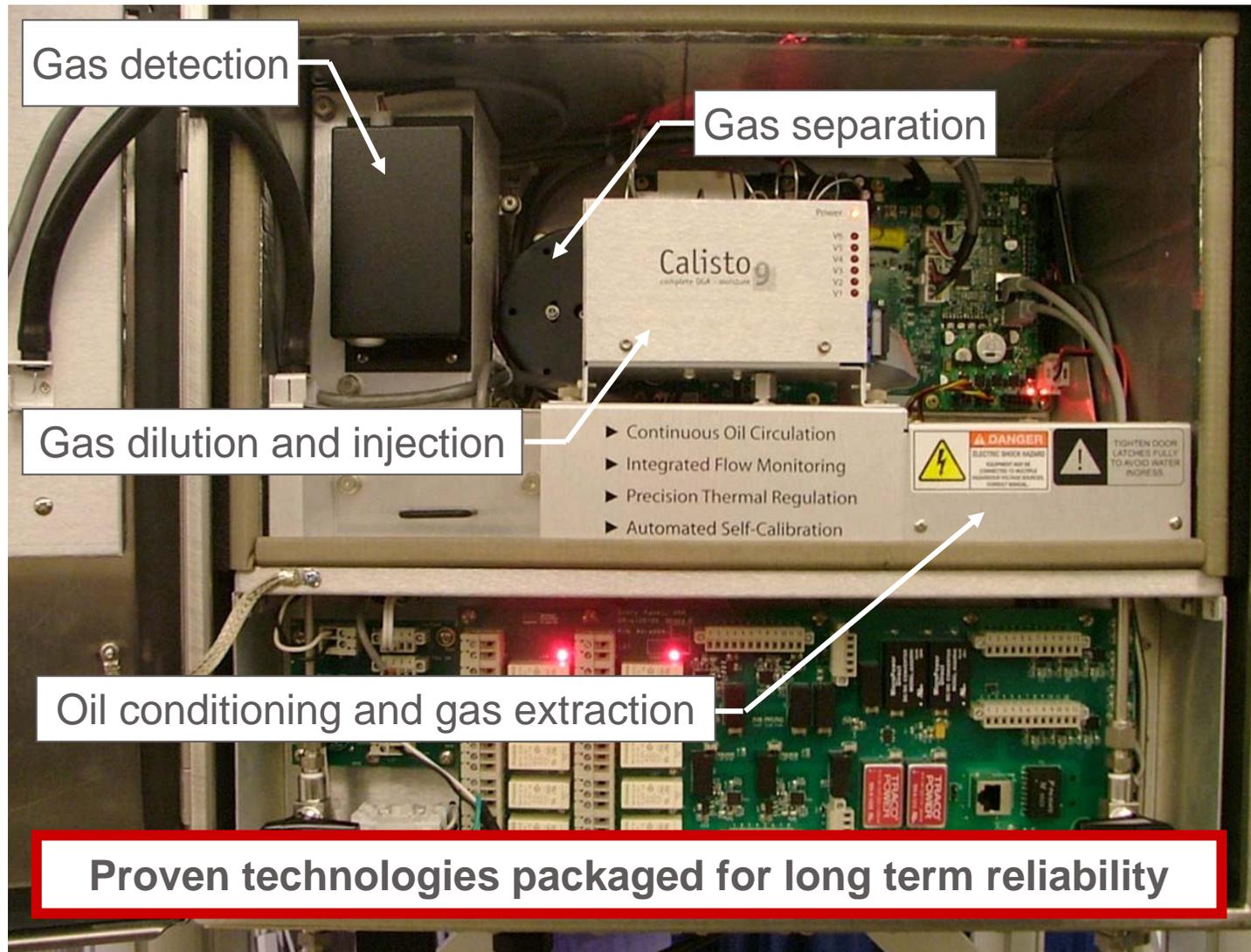
A riasztás elindítja a helyszíni szemlét és a Myrkos DGA-t



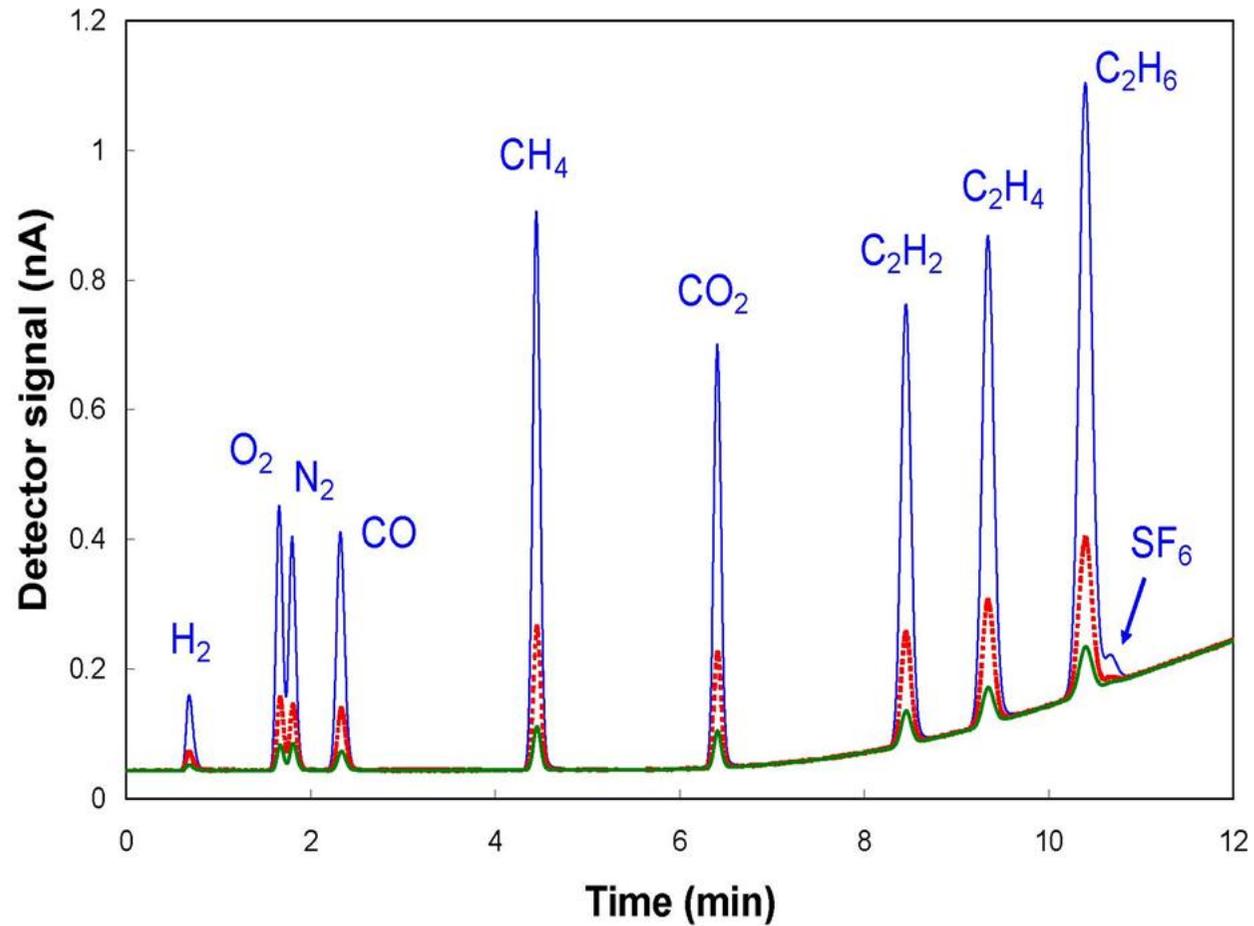
Riasztásra a helyszíni karbantartó csapat a DGA eredményekhez fordul.

<<<< 1 nap
a diagnózis eredményei a döntéshozók kezében vannak

Calisto Multigas

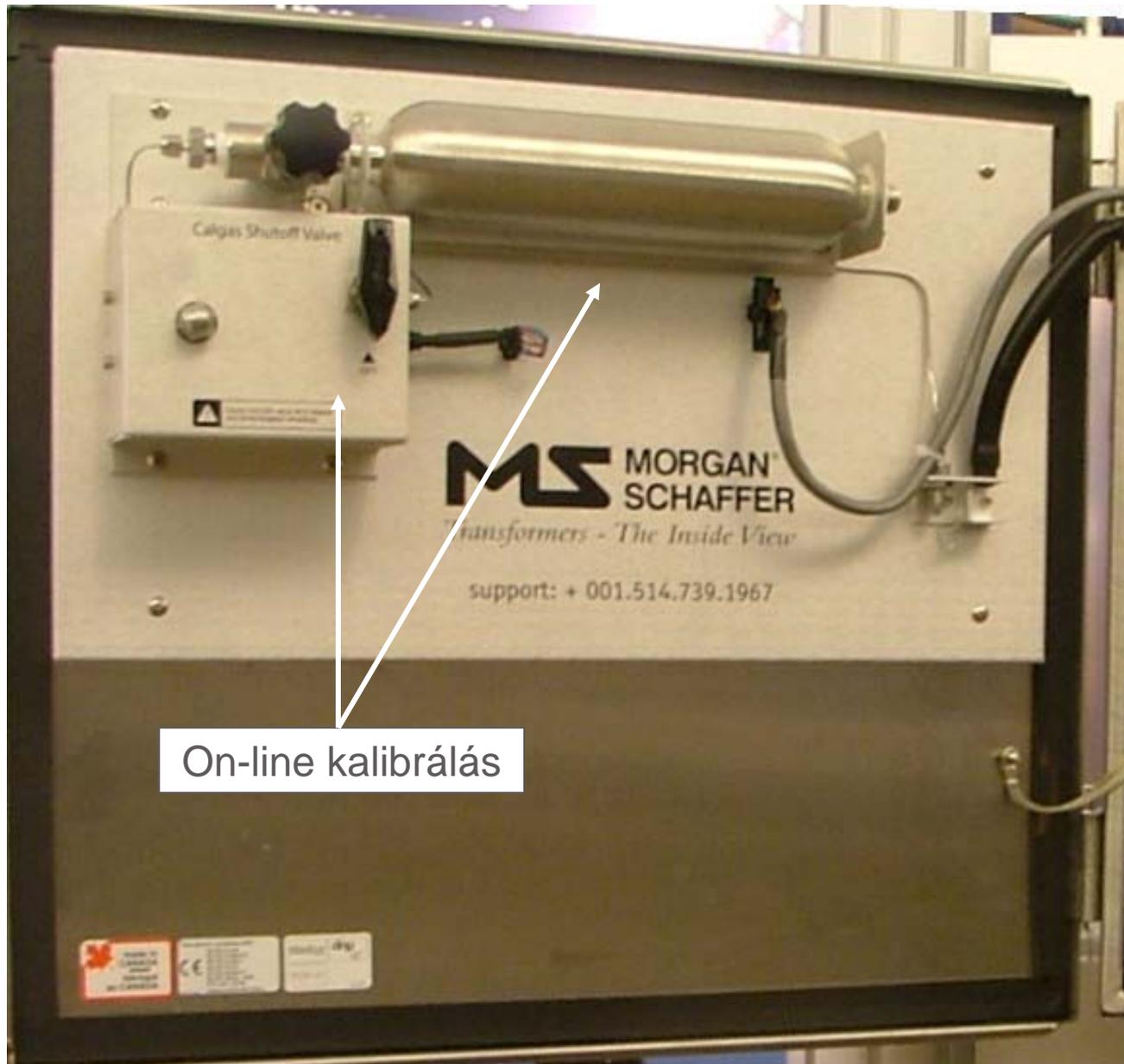


Calisto Multigas



Specifikus gázkromatográf

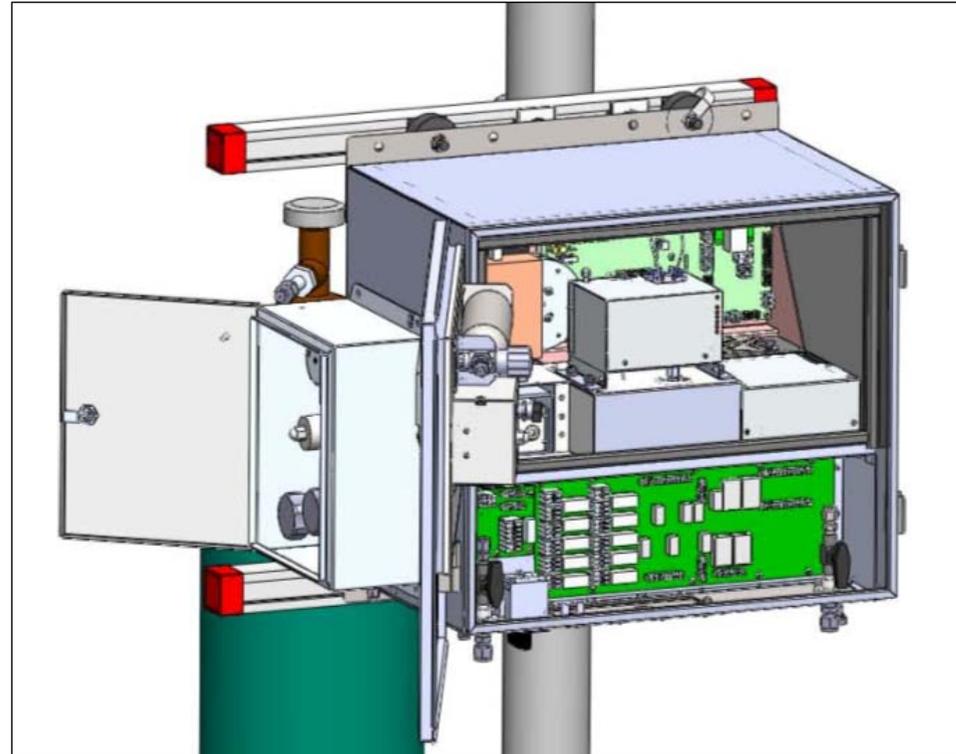
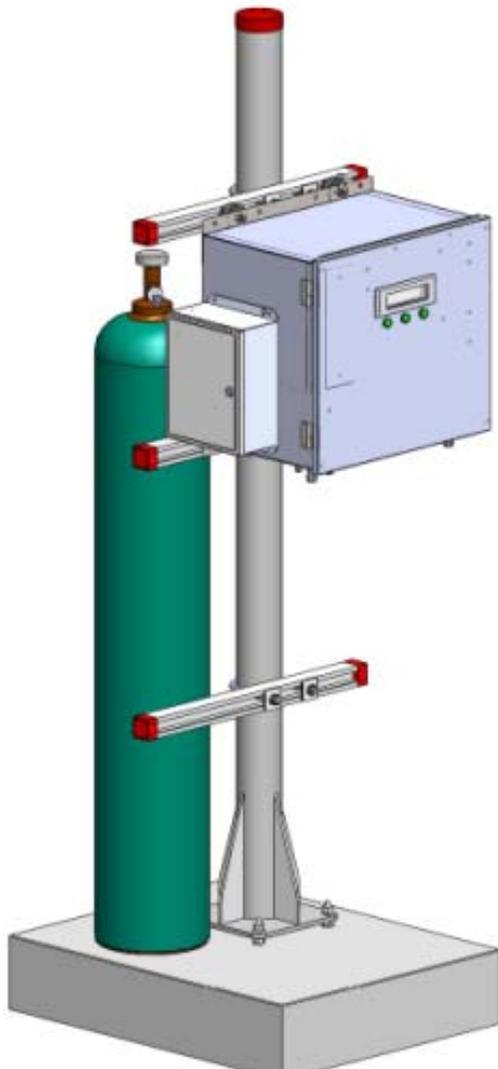
Calisto Multigas



On-line kalibrálás

Calisto Multigas

Vivőgáz



Gázpalack :
2 évre való 6N He
Adagoló rendszer:
Figyeli és szabályozza a nyomást
(szenzor / kapcsoló)

Calisto Multigas

- **Legkisebb detektálási limitek az iparban a kulcs gázokra :**
H₂, CH₄, C₂H₂, C₂H₄ és C₂H₆ (Opció SF₆)
- **legnagyobb méréstartományok az iparban az összes gázra;**
- **pontosság fémjelezve a NIST szabványok és a Morgan Schaffer ISO17025 akkreditált DGA labor által;**
- **kompatibilis az ALÁLLOMÁS SZABVÁNYOKKAL a szigetelésre (IEC 61850-3 and IEC 60255-27);**
- **beépített gáz és nedvesség oldékonysági együtthatók a legtöbb használatos szigetelő közegre;**
- **előlapi kijelző és interfész;**
- **3 évnyi adatbank;**
- **IEC 61850-3 kommunikációs protokoll**
- **Egyedi felcserélhető telepítési kivitel C1, C2, C5 & C9**



MYRKOS

MicroGC ASTM/IEC compliant

On-site Dissolved Gas Analysis

Új Myrkos terepi Kitt



tulajdonságok

- katonai spec. Lithium Ion telep 7 óra független működés 300 újratöltés.
- beépített He vivőgáz tank 40 óra újratöltés nélkül
- No He bottle for O2/N2 analysis anymore.
- kompakt kivitelű műszerbőrönd.
- könnyű beállítás működés közben.
- flexibilis adat management hord. PC-vel

MYRKOS Labor kitt

oldott gáz analízis

A hordozható micro-GC könnyen lehetővé teszi a pontos és gyors oldott gáz analízist laborban vagy terepen egyaránt



Pontosság : +/- 5%
Ismétlőképesség : +/- 2%

IEC 60567 / ASTM 3612

Operational Excellence

Cost savings

Speed of execution

Olaj etalonokkal periodikusan kalibrálható



Mintavevő fecskendő hordtáska

MYRKOS

helyszíni oldott gáz analízis

Korai hibagáz észlelés a Calisto 2 és Myrkos-al

Stable H₂ condition

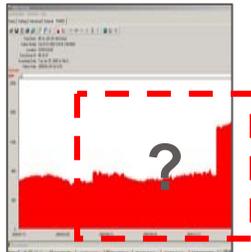


Detect

Monitor



Unstable H₂ condition

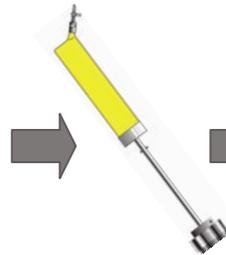


Critical early detection in H₂ change

Alert



On-site visit / visual inspection



T_{on-site/sampling}
1-10 óra

T<sub>on-site DGA/
immediate result</sub>
0.1 Hours

T_{lab analysis}
1-5 nap

PLUSSZ ... MYRKOS = **Diagnózis**

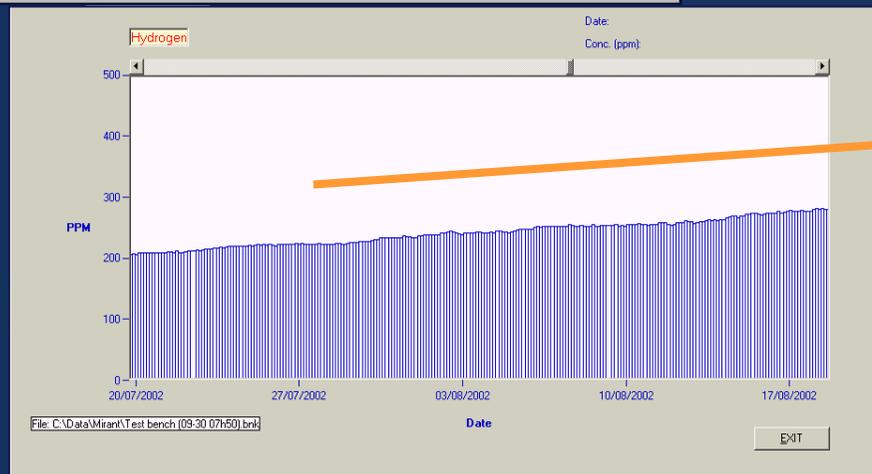
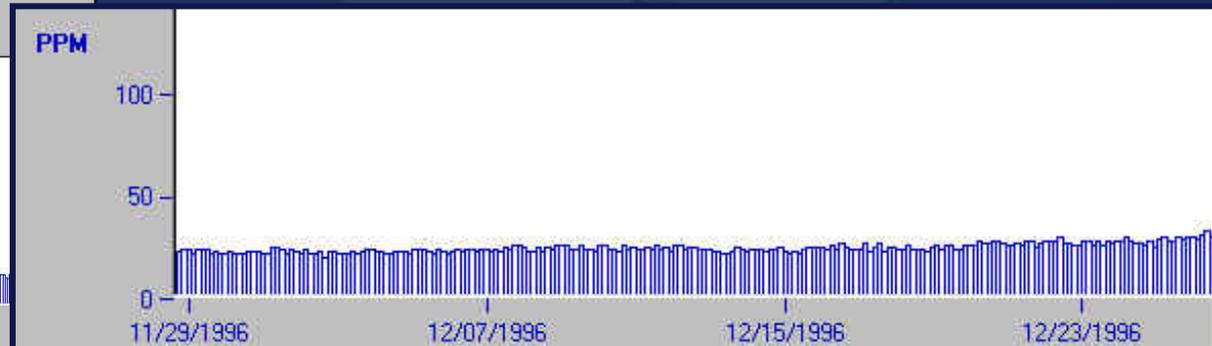
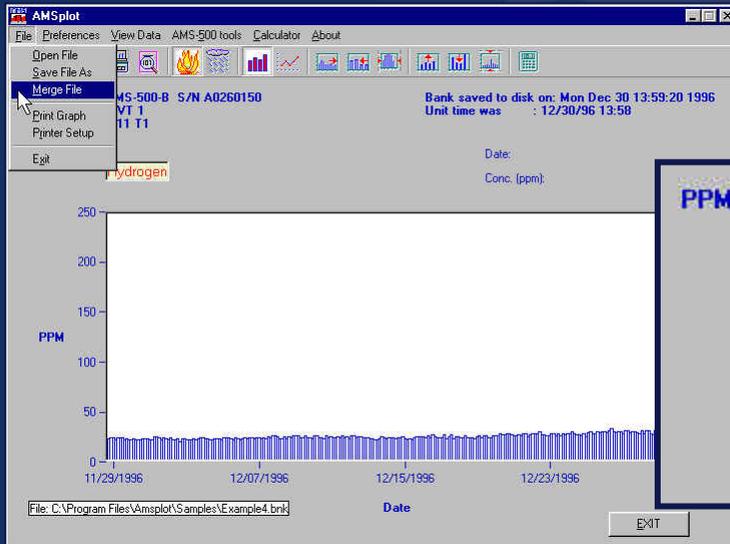


Calisto adatok

esettanulmányok

Calisto adat H₂ monitoring

Stabil alapszint @ 20 ppm



növekvő H₂ koncentráció

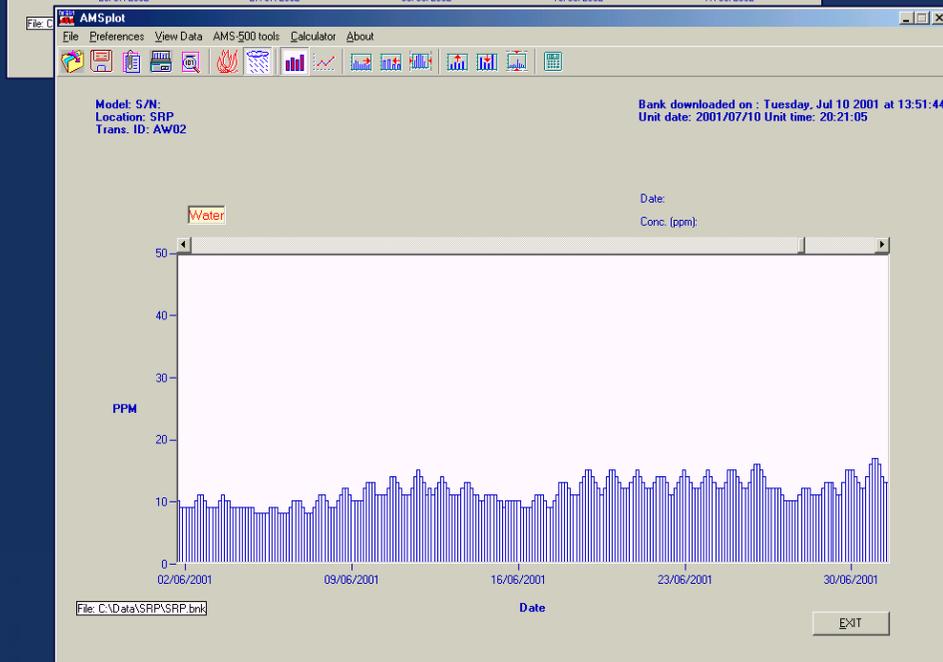
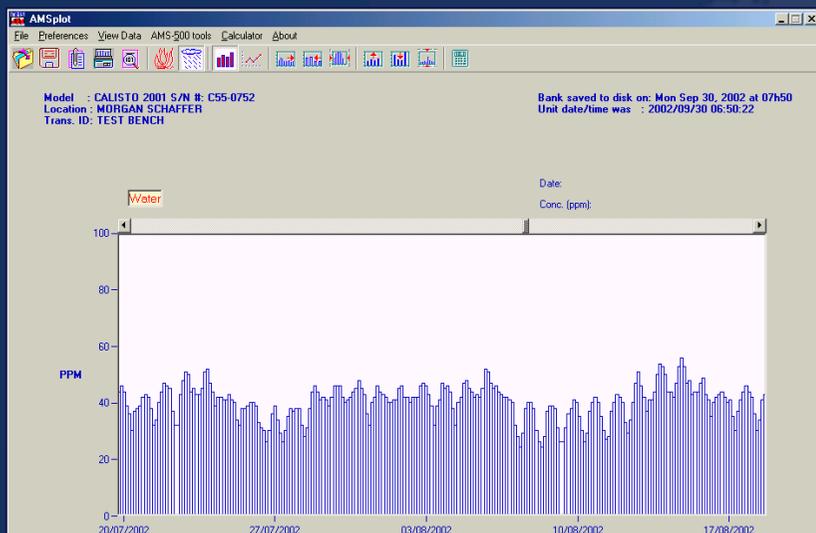
100 ppm/hó

1 hónapnyi intervallum

Calisto adat

H₂O monitoring - változás

25-50 ppm
1-havi periódus



Ciklikus

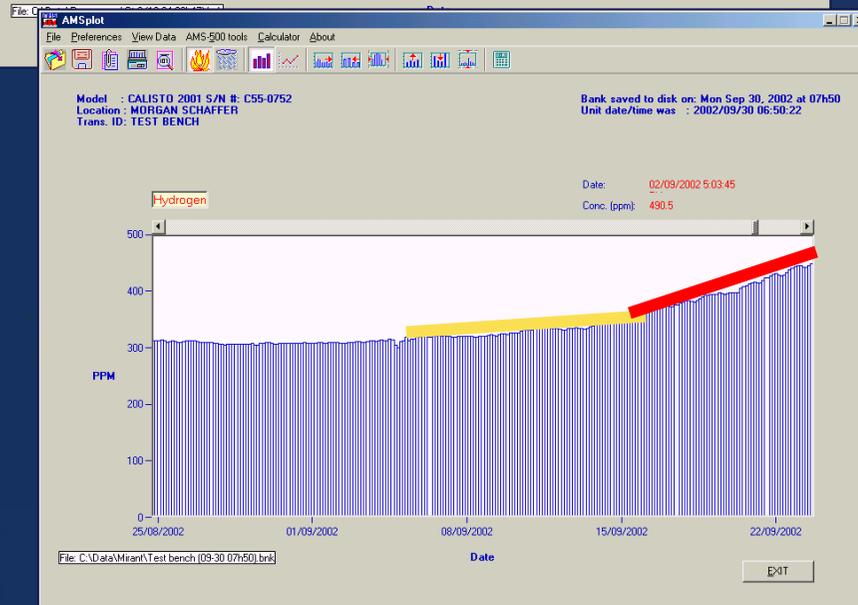
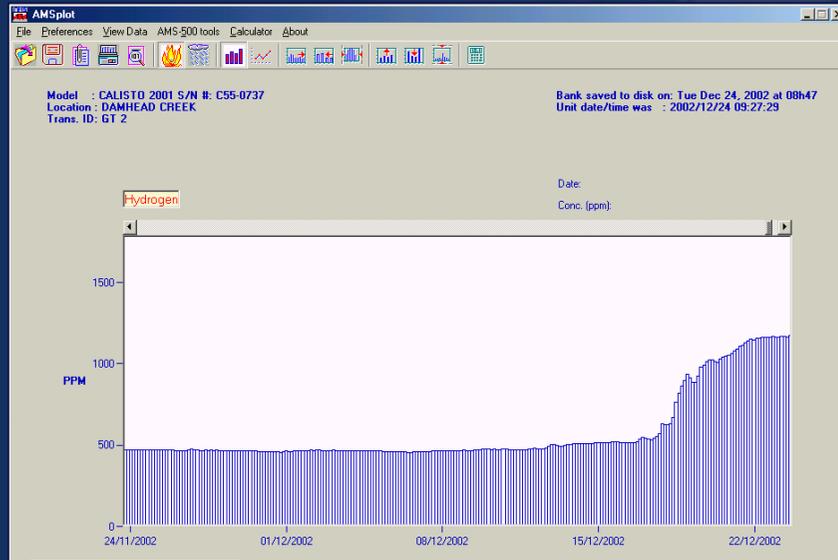
F(terhelés)

10-20 ppm
1-havi periódus

Calisto adat

korai hibajelzés - H₂ monitoring

Hirtelen növekvő H₂ koncentráció
30ppm/óra !



Lassú növekedés H₂
képződés

Calpine, AL



Reference: John Kirk, Calpine Morgan Energy Center, 256-301-6645

Calisto 2 Data File



Hydrogen

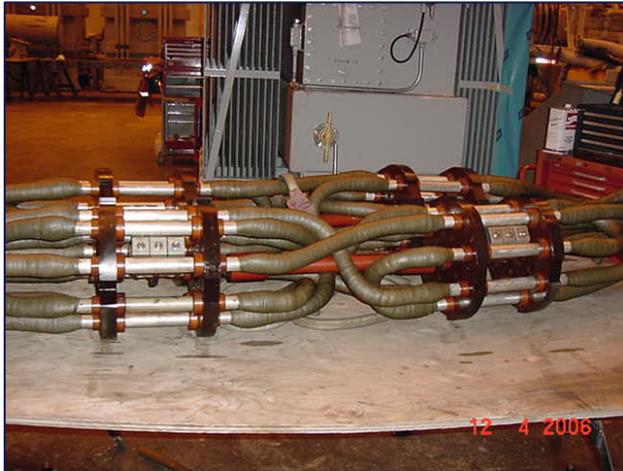
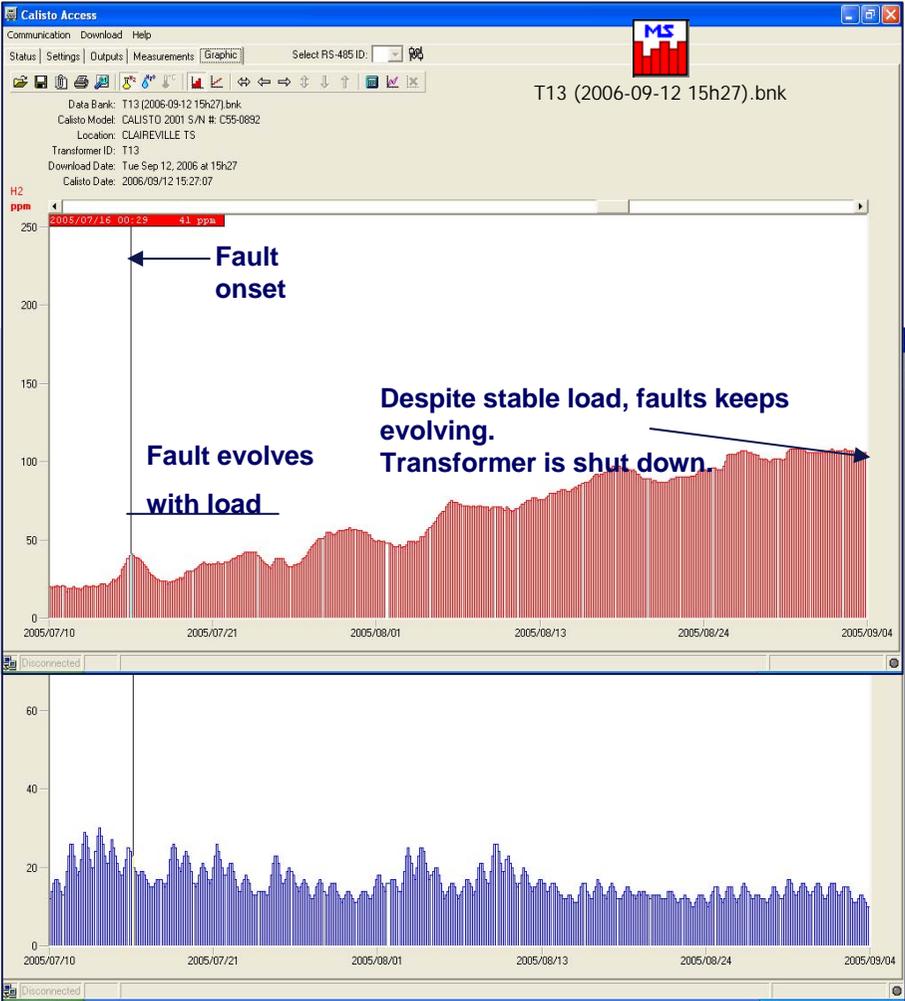
Carbon
Monoxide

Moisture

Temperature

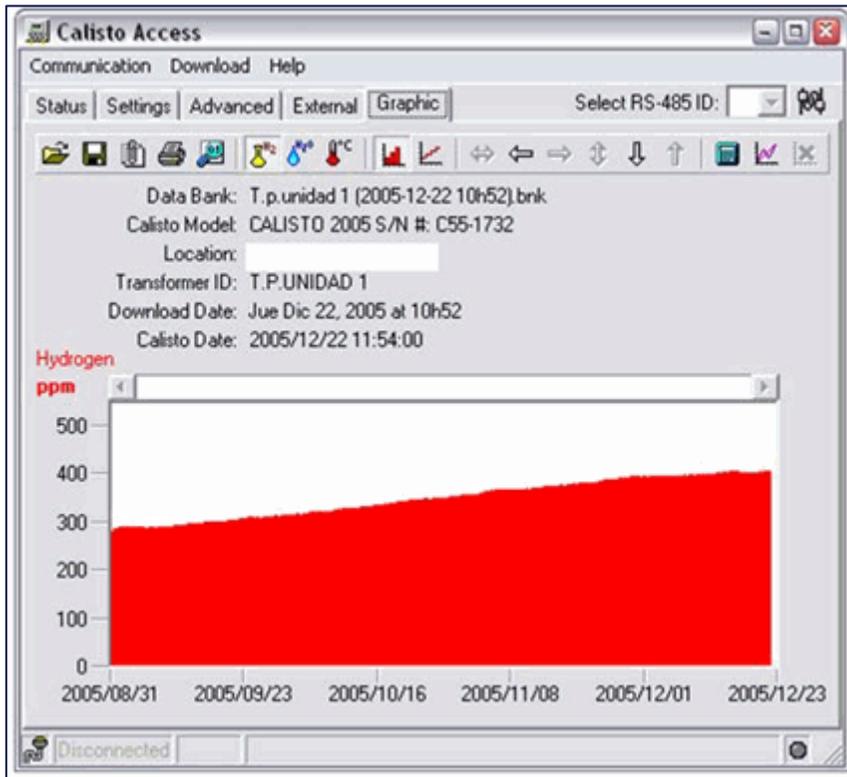
CASE STUDY

Hydro One



CASE STUDY

CFE, Mexico



- Transformer sent to factory for **major** maintenance;
- A few months after the unit was back in service, **alarms** were triggered by the **on-line** monitor;
- The data recording showed significant **increase** in the **H2** content;
- The **DGA results** confirmed the H2 reading of the instrument;
- **Cause:** During the investigation, the manufacturer found a **defective part** inside the unit. This was causing a **false contact** between the internal plates and **creating micro-arcs**.



A műszerkatalógusok és műszaki leírások megtalálhatók:

<http://www.morganschaffer.com>

www.merestechnika.com /

www.tectra.hu

Köszönöm!

MS Oil Standards: traceability

TRUE NORTH - Traceability of gravimetric measurements



BALANCE CERTIFICATE OF CALIBRATION

CUSTOMER: MORGAN SCHAFFER CERTIFICATE #: S21- 2040
510 AVE DE COURTRAI CALIBRATION DATE: OCT 28, 2005
MONTREAL, QUEBEC H3W 1A7 ENVIRONMENTAL CONDITIONS:
 DEPT: _____

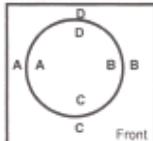
| | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| VERY GOOD <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD <input type="checkbox"/> | FAIR <input type="checkbox"/> | POOR <input type="checkbox"/> |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

| MAKE | MODEL | SERIAL NUMBER | NEXT CAL DUE DATE |
|------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| <u>SARTORIUS</u> | <u>CP224S</u> | <u>15350461</u> | <u>OCT 2006</u> |

This certifies that the above balance has been calibrated using the Original Equipment Manufacturer calibration procedures with weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST).

Sartorius Weight Set ID#: 5289-1,5289-2
 Calibrated to Class: ASTM CLASS 1
 Date Weight Set Calibrated: March 09, 2005
 Date Weight Set Due: March 2006
 Certificate Number: W-004195-3572

CORNER LOAD ERROR WEIGHT USED: 100g TOLERANCE: ±0.3mg



| STATUS | REF PT | | | | In Tol | |
|-------------------|--------|---|--------|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| | A | B | C | D | Y | N |
| BEFORE ADJUSTMENT | ○ | ○ | +0.2mg | -0.1mg | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| AFTER ADJUSTMENT | ○ | ○ | +0.2mg | -0.1mg | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

LINEARITY Range 1: 200g Range 2: _____ Range 3: _____
 CHECK: Tolerance: ±0.5mg Tol. _____ Tolerance: _____

| Nominal Value | Before Adjustment | IN TOL | OUT TOL | After Adjustment | IN TOL | OUT TOL |
|------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <u>50.0000g</u> | <u>50.0000g</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <u>50.0000g</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <u>100.0000g</u> | <u>99.9999g</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <u>100.0000g</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <u>150.0001g</u> | <u>149.9999g</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <u>150.0000g</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <u>200.0001g</u> | <u>199.9999g</u> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <u>200.0000g</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Comments:

Lucian Voiculet OCT 28, 2005
 Sartorius Service Rep. (Print Name) Date of Service Signature

Sartorius
 2179 Durwin Drive # 4
 Mississauga, Ontario L5L 1K2

THIS CERTIFICATE OF CALIBRATION SHALL NOT BE REPRODUCED EXCEPT IN FULL, WITHOUT THE WRITTEN APPROVAL OF THE SARTORIUS CORPORATION



BALANCE CERTIFICATE OF CALIBRATION

CUSTOMER: MORGAN SCHAFFER CERTIFICATE #: S21- 2040
510 AVE DE COURTRAI CALIBRATION DATE: OCT 28, 2005
MONTREAL, QUEBEC H3W 1A7 ENVIRONMENTAL CONDITIONS:
 DEPT: _____

| | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| VERY GOOD <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD <input type="checkbox"/> | FAIR <input type="checkbox"/> | POOR <input type="checkbox"/> |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

| MAKE | MODEL | SERIAL NUMBER | NEXT CAL DUE DATE |
|------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| <u>SARTORIUS</u> | <u>CP224S</u> | <u>15350461</u> | <u>OCT 2006</u> |

This certifies that the above balance has been calibrated using the Original Equipment Manufacturer calibration procedures with weights traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST).

Sartorius Weight Set ID#: 5289-1,5289-2
 Calibrated to Class: ASTM CLASS 1
 Date Weight Set Calibrated: March 09, 2005
 Date Weight Set Due: March 2006
 Certificate Number: W-004195-3572



TRUE NORTH Portfolio

Certificate of Concentration





Transformers - The Inside View
8300 Saint Patrick, suite 150,
Lasalle, Quebec, Canada, H8N 2H1
Tel: +514.739.1967 Fax: +514.739.0434
Web: www.morganschaffer.com

| | | | | |
|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Syringe S/N: | Lot No.: | Date Filled: | Prepared by: | QC Approved: |
| | FA14 | 02/05/2008 | FA | |

| Component | Concentration* (ppm) | Component | Concentration* (ppm) |
|---------------------------|----------------------|---|----------------------|
| H ₂ (Hydrogen) | 10 ± 15% | CO ₂ (Carbon Dioxide) | 33 ± 15% |
| O ₂ (Oxygen) | 18000 ± 5% | C ₂ H ₄ (Ethylene) | 10 ± 10% |
| N ₂ (Nitrogen) | 65400 ± 5% | C ₂ H ₆ (Ethane) | 10 ± 10% |
| CH ₄ (Methane) | 10 ± 15% | C ₂ H ₂ (Acetylene) | 09 ± 10% |
| CO (Carbon Monoxide) | 11 ± 15% | | |

(*) Milliliters of gas at 273K and 760 torr per cubic meter of oil.
Concentrations are determined by the method of preparation and are verified by laboratory analysis.
± defined on a 95 % confidence interval for true concentration.

Certificate of Concentration





Transformers - The Inside View
8300 Saint Patrick, suite 150,
Lasalle, Quebec, Canada, H8N 2H1
Tel: +514.739.1967 Fax: +514.739.0434
Web: www.morganschaffer.com

| | | | | |
|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Syringe S/N: | Lot No.: | Date Filled: | Prepared by: | QC Approved: |
| | FA16 | 02/12/2008 | FA | |

| Component | Concentration* (ppm) | Component | Concentration* (ppm) |
|---------------------------|----------------------|---|----------------------|
| H ₂ (Hydrogen) | 525 ± 5% | CO ₂ (Carbon Dioxide) | 560 ± 5% |
| O ₂ (Oxygen) | 17100 ± 5% | C ₂ H ₄ (Ethylene) | 533 ± 5% |
| N ₂ (Nitrogen) | 60700 ± 5% | C ₂ H ₆ (Ethane) | 514 ± 5% |
| CH ₄ (Methane) | 535 ± 5% | C ₂ H ₂ (Acetylene) | 503 ± 5% |
| CO (Carbon Monoxide) | 533 ± 5% | | |

(*) Milliliters of gas at 273K and 760 torr per cubic meter of oil.
Concentrations are determined by the method of preparation and are verified by laboratory analysis.
± defined on a 95 % confidence interval for true concentration.

Certificate of Concentration





Transformers - The Inside View
8300 Saint Patrick, suite 150,
Lasalle, Quebec, Canada, H8N 2H1
Tel: +514.739.1967 Fax: +514.739.0434
Web: www.morganschaffer.com

| | | | | |
|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Syringe S/N: | Lot No.: | Date Filled: | Prepared by: | QC Approved: |
| | FA15 | 02/05/2008 | FA | |

| Component | Concentration* (ppm) | Component | Concentration* (ppm) |
|---------------------------|----------------------|---|----------------------|
| H ₂ (Hydrogen) | 100 ± 5% | CO ₂ (Carbon Dioxide) | 123 ± 5% |
| O ₂ (Oxygen) | 17800 ± 5% | C ₂ H ₄ (Ethylene) | 103 ± 5% |
| N ₂ (Nitrogen) | 64300 ± 5% | C ₂ H ₆ (Ethane) | 102 ± 5% |
| CH ₄ (Methane) | 104 ± 5% | C ₂ H ₂ (Acetylene) | 101 ± 5% |
| CO (Carbon Monoxide) | 103 ± 5% | | |

(*) Milliliters of gas at 273K and 760 torr per cubic meter of oil.
Concentrations are determined by the method of preparation and are verified by laboratory analysis.
± defined on a 95 % confidence interval for true concentration.

Certificate of Concentration





Transformers - The Inside View
8300 Saint Patrick, suite 150,
Lasalle, Quebec, Canada, H8N 2H1
Tel: +514.739.1967 Fax: +514.739.0434
Web: www.morganschaffer.com

| | | | | |
|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Syringe S/N: | Lot No.: | Date Filled: | Prepared by: | QC Approved: |
| | FA09 | 02/05/2008 | FA | |

| Component | Concentration* (ppm) | Component | Concentration* (ppm) |
|---------------------------|----------------------|---|----------------------|
| H ₂ (Hydrogen) | 15 ± 15% | CO ₂ (Carbon Dioxide) | 1465 ± 5% |
| O ₂ (Oxygen) | 23400 ± 5% | C ₂ H ₄ (Ethylene) | 6.8 ± 10% |
| N ₂ (Nitrogen) | 61100 ± 5% | C ₂ H ₆ (Ethane) | 2.9 ± 10% |
| CH ₄ (Methane) | 10 ± 15% | C ₂ H ₂ (Acetylene) | 3.5 ± 10% |
| CO (Carbon Monoxide) | 194 ± 5% | | |

(*) Milliliters of gas at 273K and 760 torr per cubic meter of oil.
Concentrations are determined by the method of preparation and are verified by laboratory analysis.
± defined on a 95 % confidence interval for true concentration.

ASTM 3612: Gas Standards

CALGAS - Traceability of primary gas standard



USINE DES GAZ SPÉCIAUX
11 201, BOUL. Ray Lawson
Anjou, Québec

CLIENT : MONTREAL
#OF : 03-SGM-3090
REQUISITION : 03-200-0156
#SÉRIE : S 990317 A
TAILLE : 30 AL
GRADE : CERTIFIE
EXPIRATION : 29/10/2005
P.O. : N/A
CODE : N/A

COMPOSANTES;

| | |
|---------------------|-------------------|
| HYDROGENE | 0.205% +/- 0.004% |
| MONOXYDE DE CARBONE | 0.203% +/- 0.004% |
| DIOXYDE DE CARBONE | 0.213% +/- 0.004% |
| METHANE | 0.207% +/- 0.004% |
| ACETYLENE | 0.194% +/- 0.004% |
| ETHYLENE | 0.198% +/- 0.004% |
| ETHANE | 0.204% +/- 0.004% |
| PROPYLENE | 0.192% +/- 0.004% |
| BALANCE | AIR |
| OXYGENE DANS AIR | 21.0% +/- 0.4% |
| AZOTE DANS AIR | 77.4% +/- 1.9% |

FRANCOIS GRISE, CHIMISTE DES GAZ SPÉCIAUX
17/11/2003

Ce mélange a été certifié par une combinaison de valeurs mesurées par poids et analyses en Utilisant des balances qui sont calibrées avec des poids NIST, rapport n.o.M-3378



211F (1-99) CD

211F (1-99) CD

COMPOSANTES;

HYDROGENE
MONOXYDE DE CARBONE
DIOXYDE DE CARBONE
METHANE
ACETYLENE
ETHYLENE
ETHANE
PROPYLENE
BALANCE

OXYGENE DANS AIR
AZOTE DANS AIR

FRANCOIS GRISE, CHIMISTE DES GAZ SPÉCIAUX
17/11/2003

Ce mélange a été certifié par une combinaison de valeurs mesurées par poids et analyses en Utilisant des balances qui sont calibrées avec des poids NIST, rapport n.o.M-3378



211F (1-99) CD

211F (1-99) CD



TRUE NORTH

How stable is True North?



Each batch is manufactured in a specially designed container

The container is designed to optimize transfer to oil syringes without contamination

Batches were tested for gas concentration stability for periods of up to one year

* Of course for results that are more Precise and Accurate we recommend to use the standards within 30 days of manufactured date