



Új műszerek transzformátor on-line diagnosztikájához

VII. Szigetelésdiagnosztikai Konferencia

2007 április 25-27

Hotel Residence, Siófok

MaxiCont

Mérnöki Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.

2051 Biatorbágy, Attila u. 1/a

Tel: +36 23 532 610

Fax: +36 23 532 619

Email: mc@maxicont.hu

www.maxicont.hu



Hydran M2 Host (DNP) - [Network View] - [ABC]

File View Configuration Options Window Help

ABC

- Rectifier A
- Rectifier B
- Rectifier C
- Rectifier D
- Transformer 1
- Transformer 2

Hydran M2

GE Energy Services Hydran M2

H Current A
838
826
886
948

WHST H °C

TopOil Temp °C
69

Transformer 1

Hydran PPM ppm	H2OPPM ppm	TopOil Temp °C	WHST
124	7	57.1	

Transformer 2

TopOil Temp °C
53.5

Hydran M2 Host - [View Models] - [Custom Screen]

File View Configuration Options Window Help

Bubbling Temp

Bubbling

Hydran S2

GE Power Systems Hydran S2

Temperature (°C)

Current winding I(A)

Winding Hot-Spot Temperature in Windi.

Winding

HYDRAN 201 i

TRANSMITTER INTELLIGENT

HYDRAN 201 i

HYDRAN MULTI

GE Energy

Intellix PR100

Hydran M2200/C

Alarm 1

Alarm 2

ACK

11/9/6

Close

11/09/2006 09:38 AM

Security Level - 0

Hy...



GE transzformátor monitoring kínálat

GE transzformátor monitoring készülék családja:

- Hydran

H201Ti

HS2

HM2

HM2200/C

- Intellix

MO 150



Átfogó monitoring technika a **transzformátor tank** számára

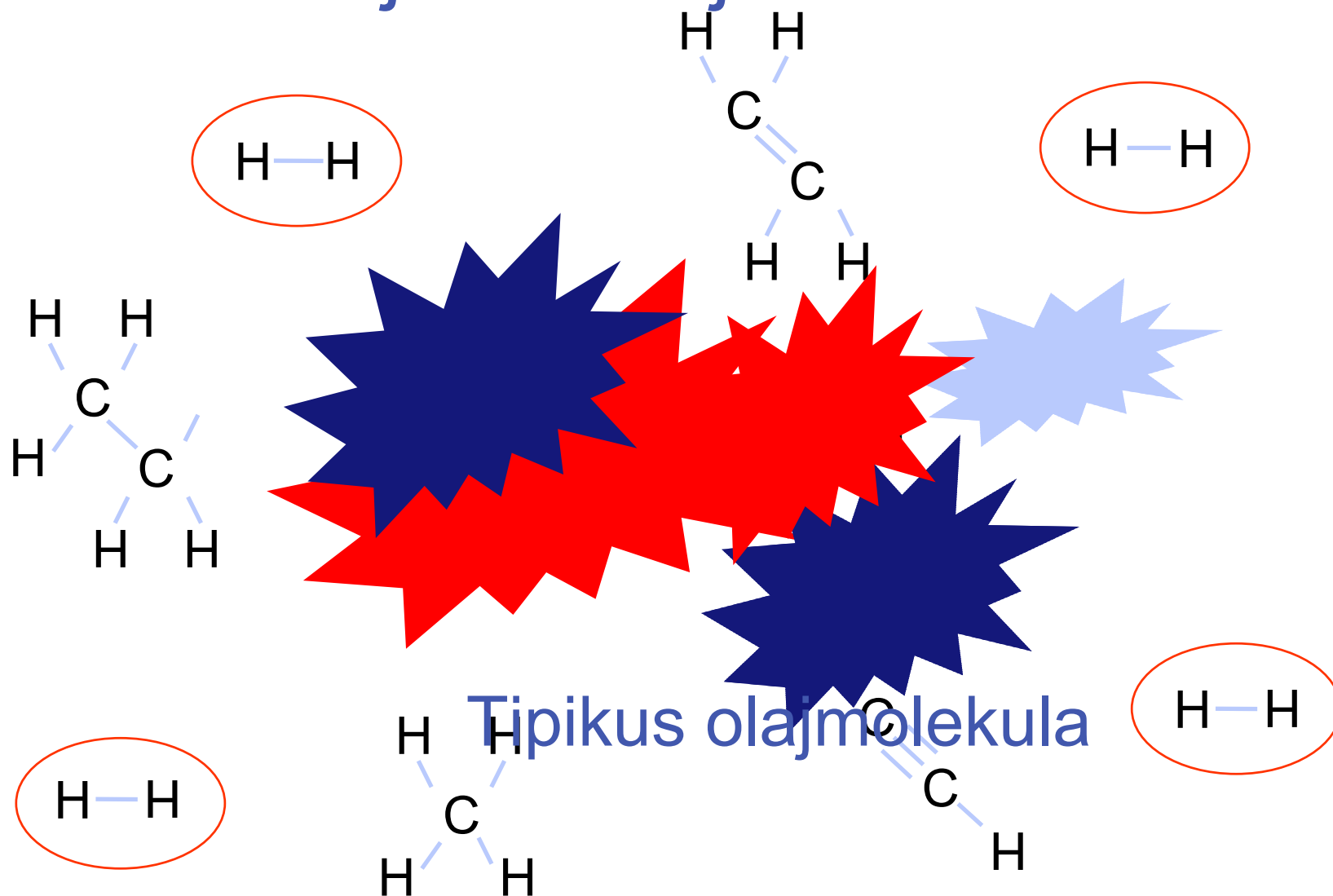
Gáz az olajban

Az olaj a transzformátor tankban található összes alkatrészszel kapcsolatban van.

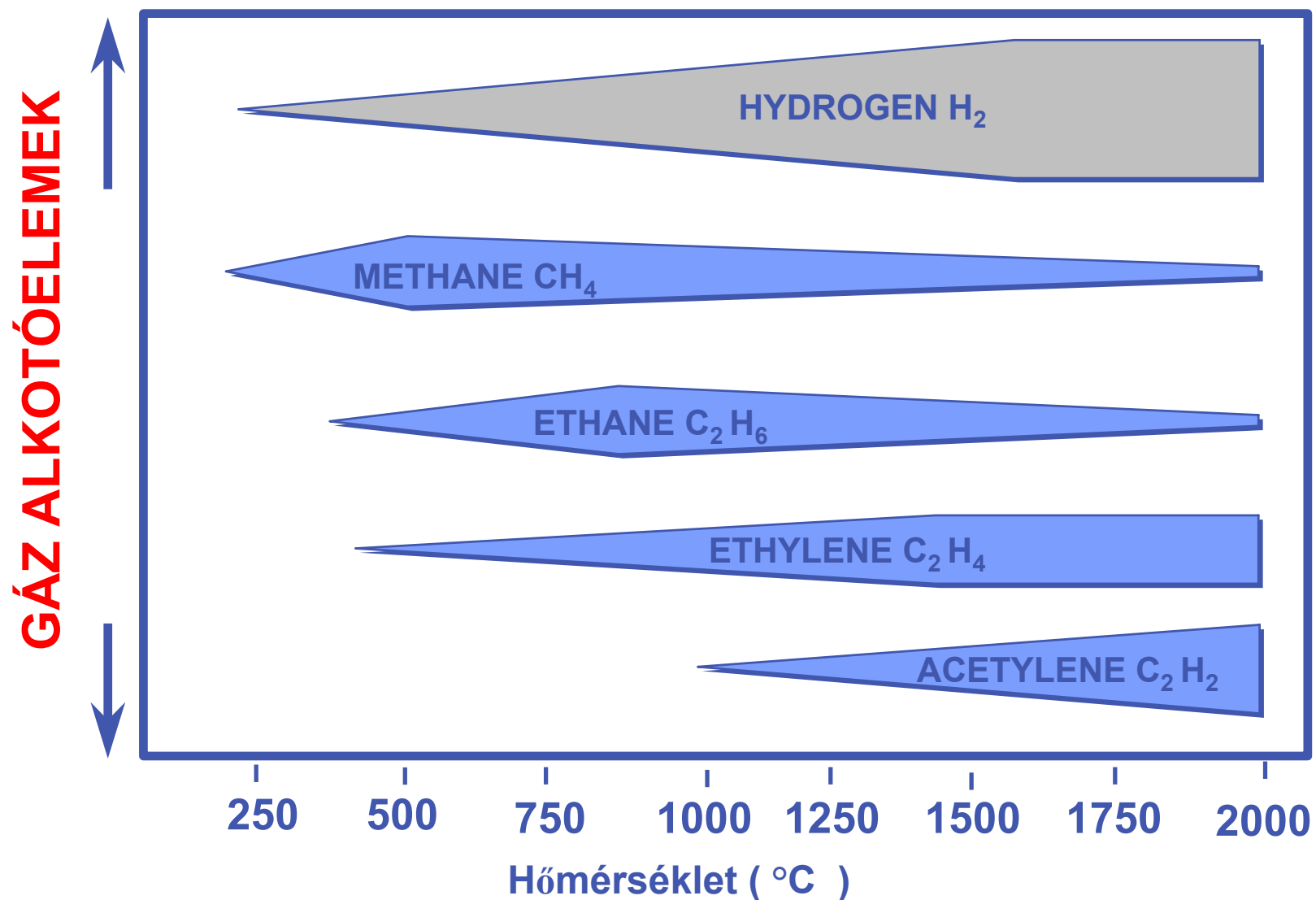
Ha egy alkatrész meghibásodik, akkor az olaj bomlani kezd, amely gázfejlődéshez vezet.

Hirtelen növekedése az oldott gáztartalomnak biztos jele egy hiba fejlődésének.

Gáz az olajban: olajbomlási hiba



Dielektromos olaj bomlásával gázok fejlődnek



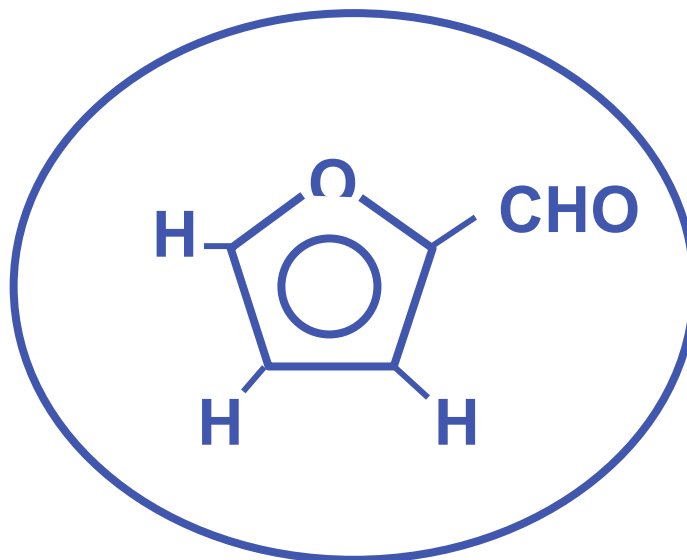
Gáz az olajban: papírbomlási hiba

CO

SZÉNMONOXID

HOH

WATER



FURAN

Papír molekula

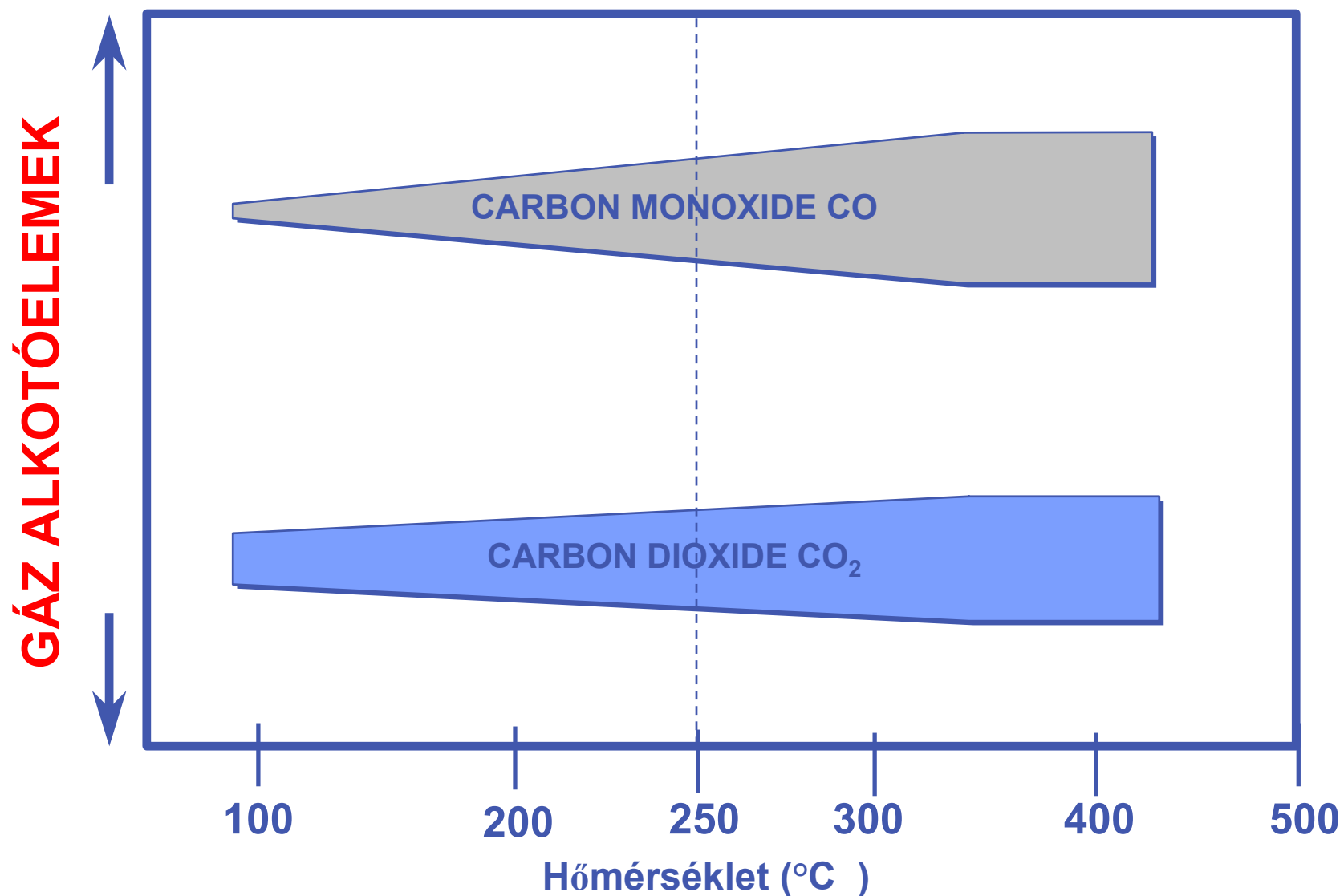
HOH

WATER

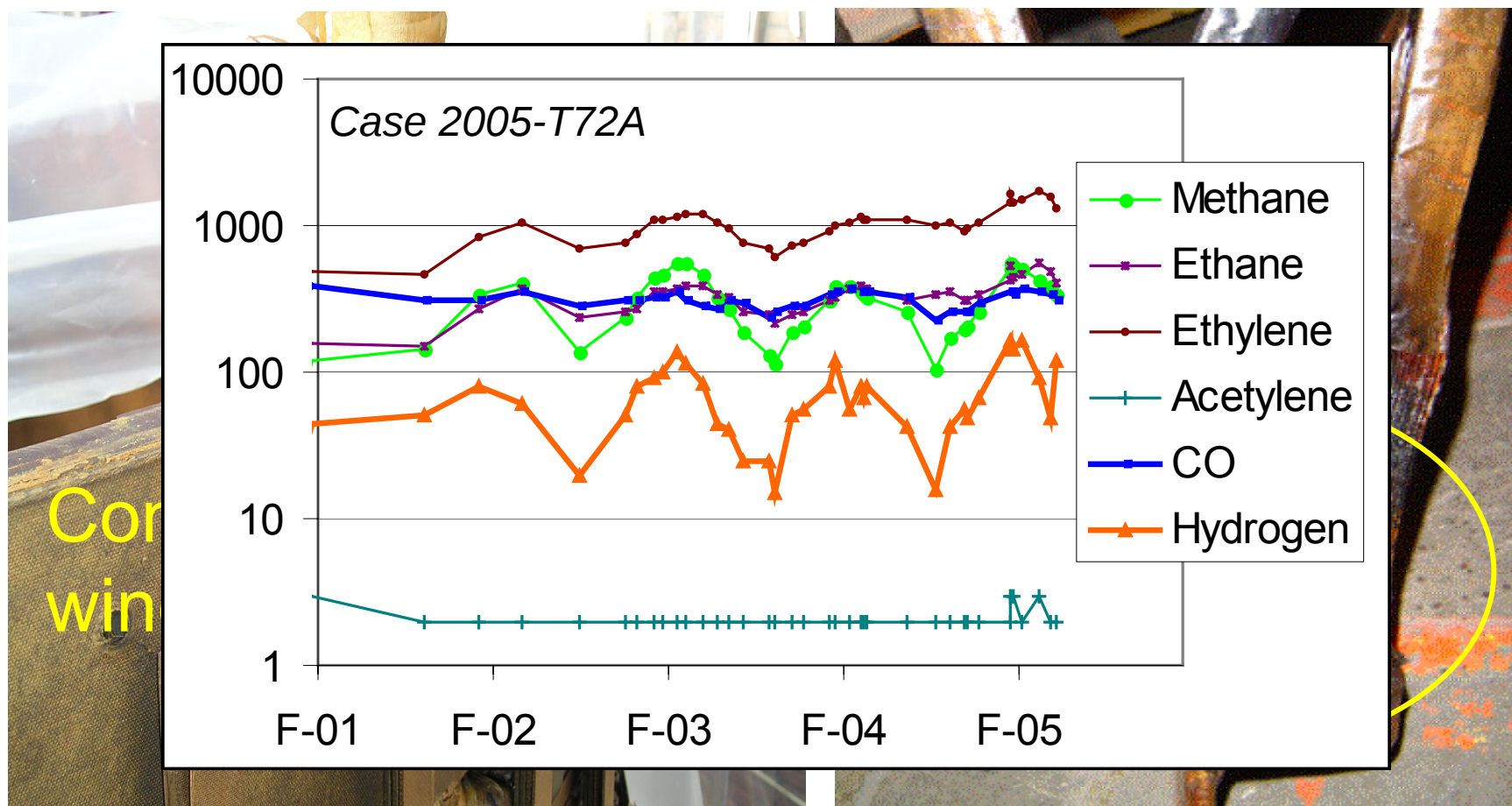
HOH

WATER

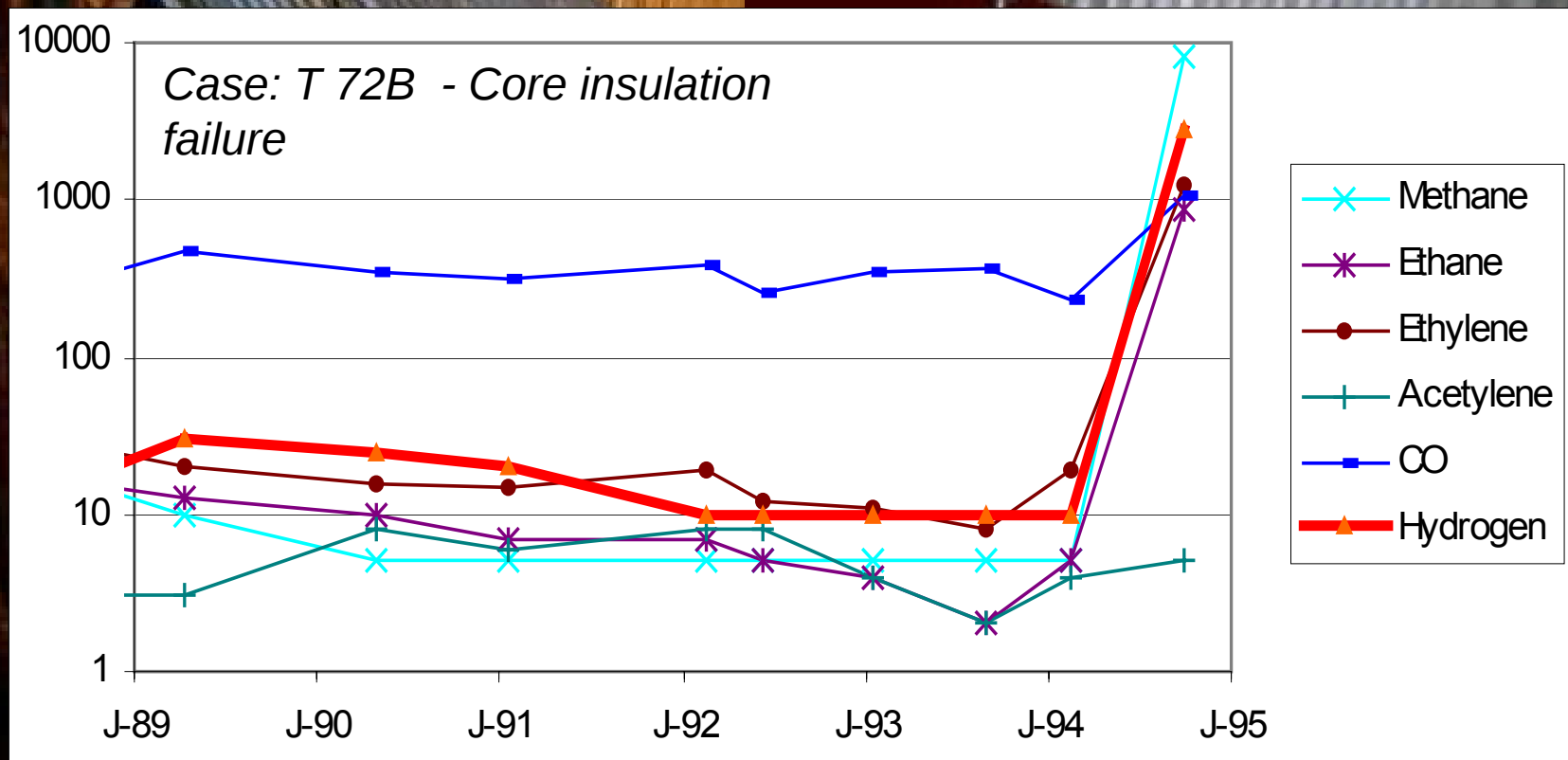
Cellulóz szigetelés bomlásával gázok fejlődnek



Csatlakozás túlmelegedésének érzékelése

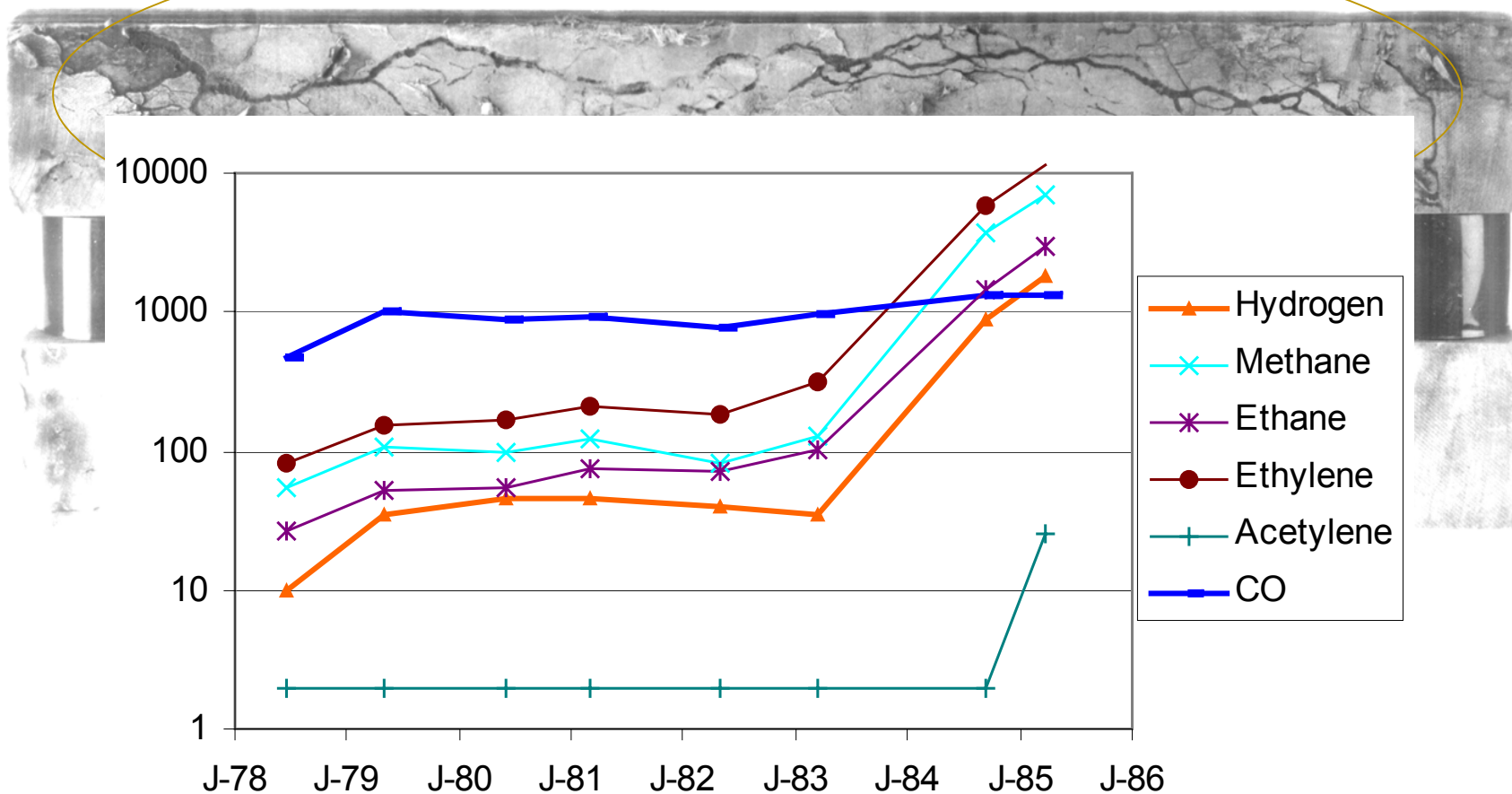


Vasmag telítettség érzékelése

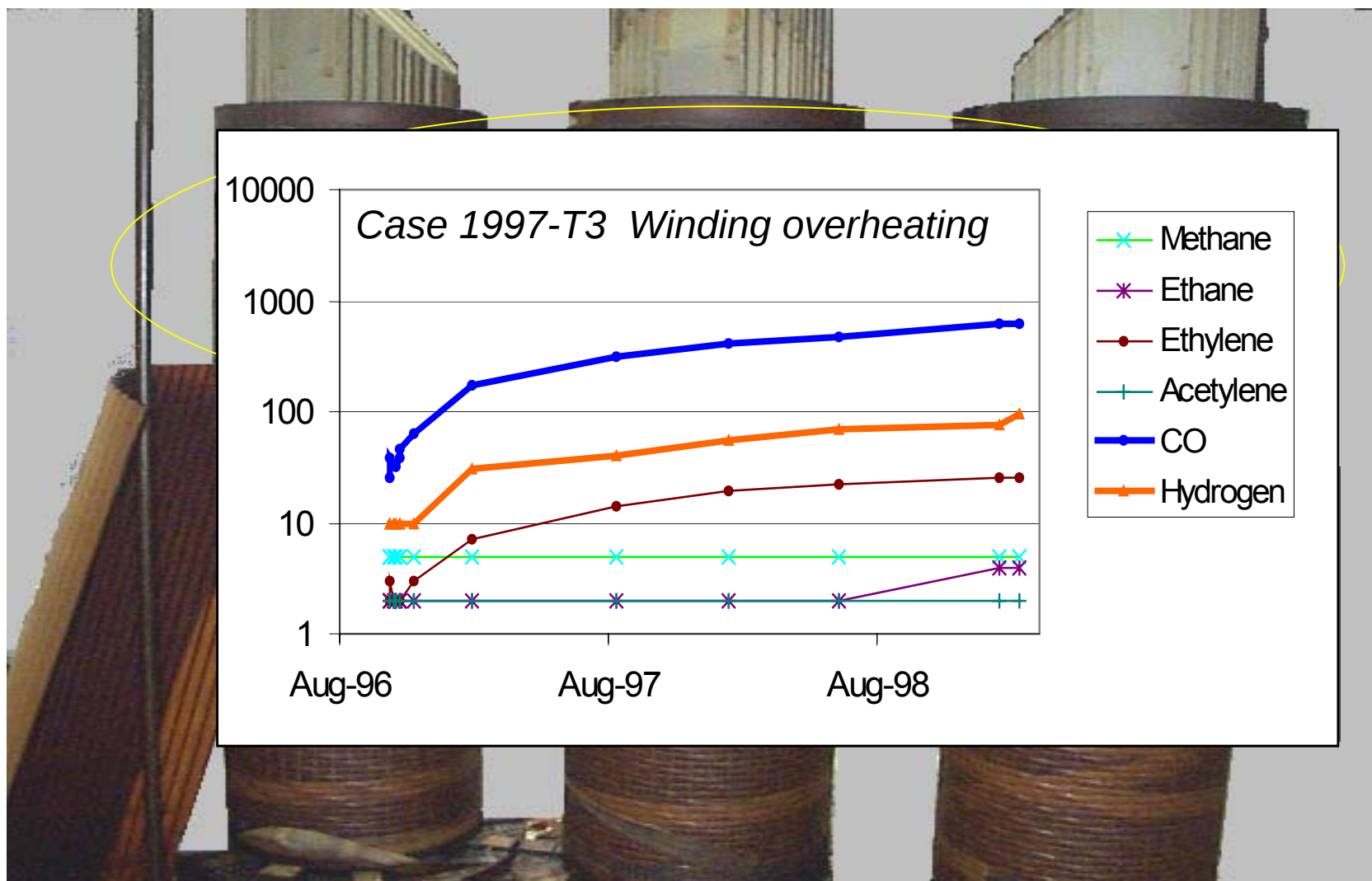


on the bottom yoke

Részleges kisülés érzékelése



Tekercs túlmelegedés érzékelése





Hiba elkerülése

Ha a szigetelő rendszer
megpróbáltatásoknak van kitéve,
akkor gázok keletkeznek, amelyek
aztán feloldódnak az olajban

Hidrogén az olajból

Szénmonoxid a papírból



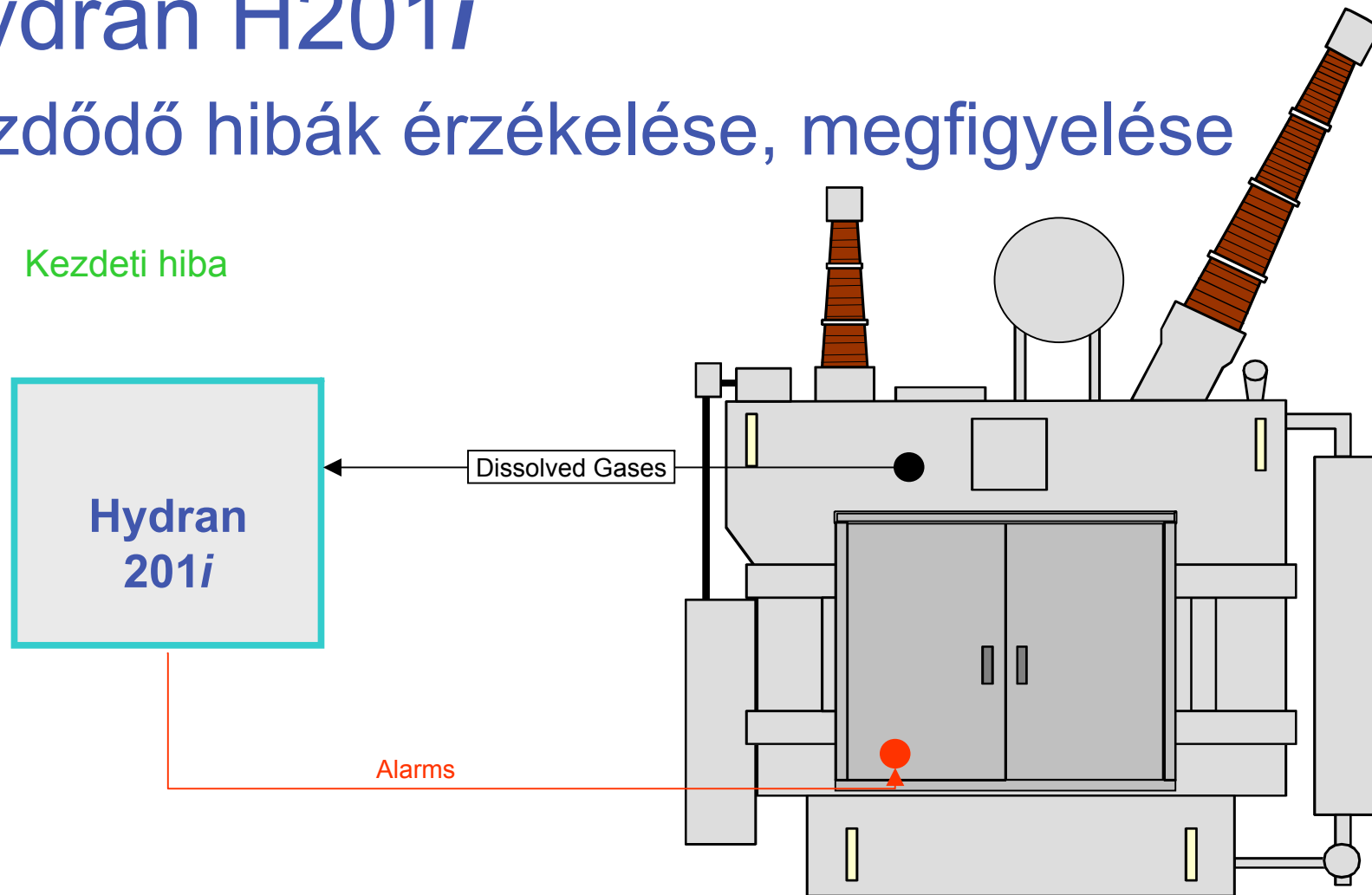
A Hydran[®] Technológia

- Érzékelése és megfigyelése az olajban termelődő fontos hibagázoknak
- Főleg a H₂ és CO tartalomra reagál
- Észleli az alapszinttől való eltérést
- Figyeli a gázfejlődést a transzformátorban, minden hirtelen gázmennyiség növekedés utal egy kezdődő hibára

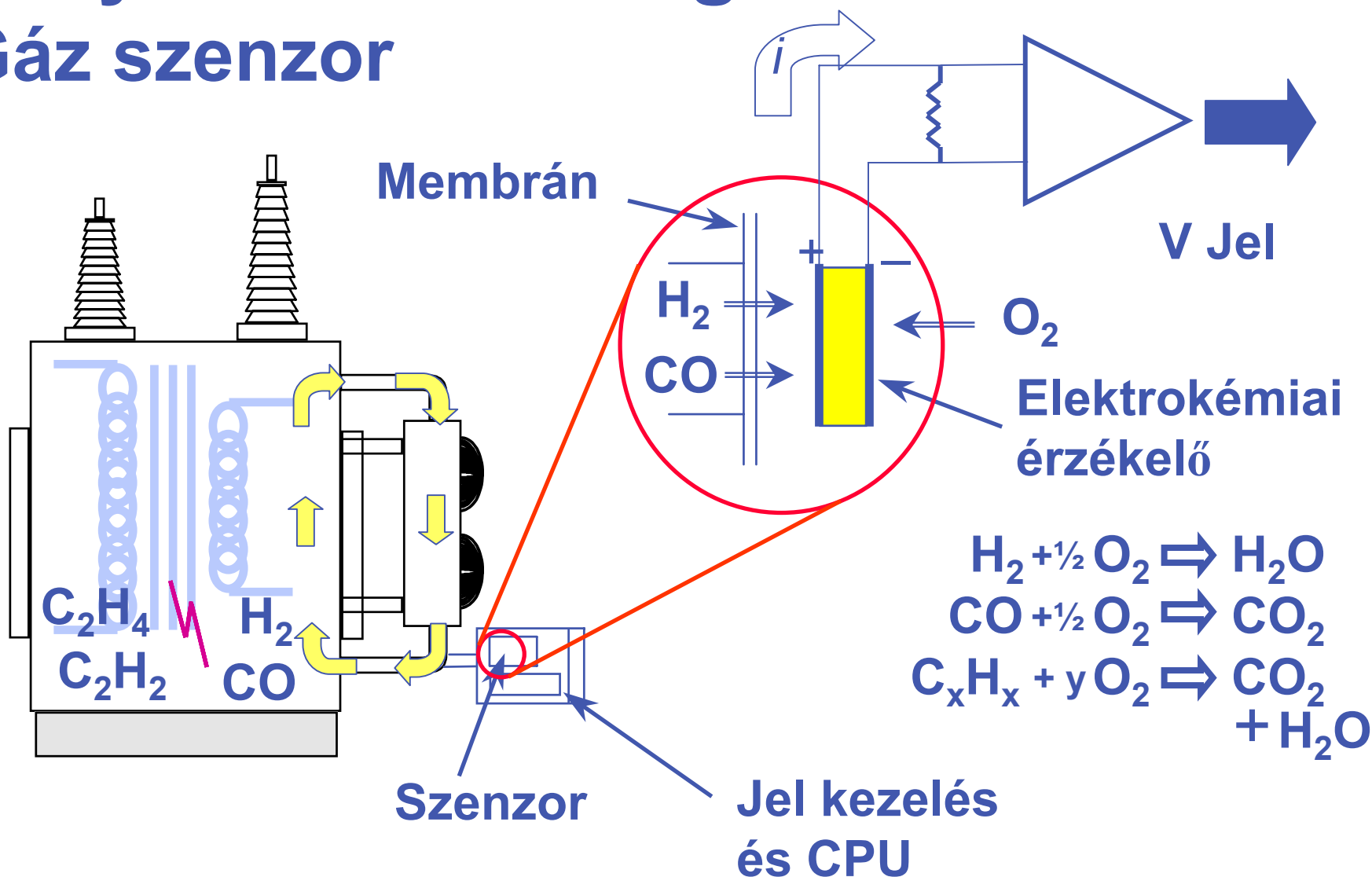
Hydran H201i

kezdődő hibák érzékelése, megfigyelése

- Kezdeti hiba



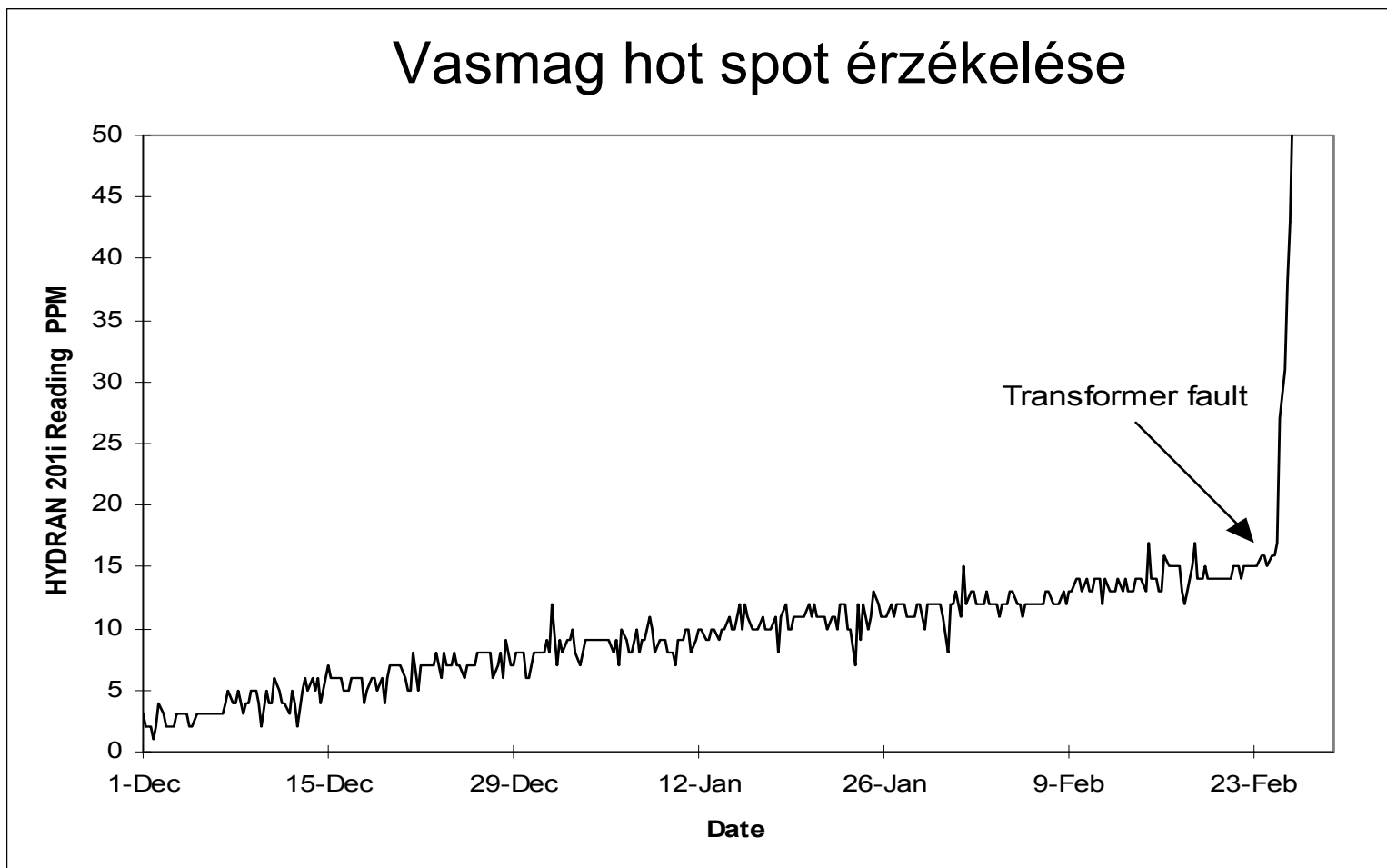
A Hydran[®] Technológia: Gáz szenzor





Hydran[®] Hibaérzékelés

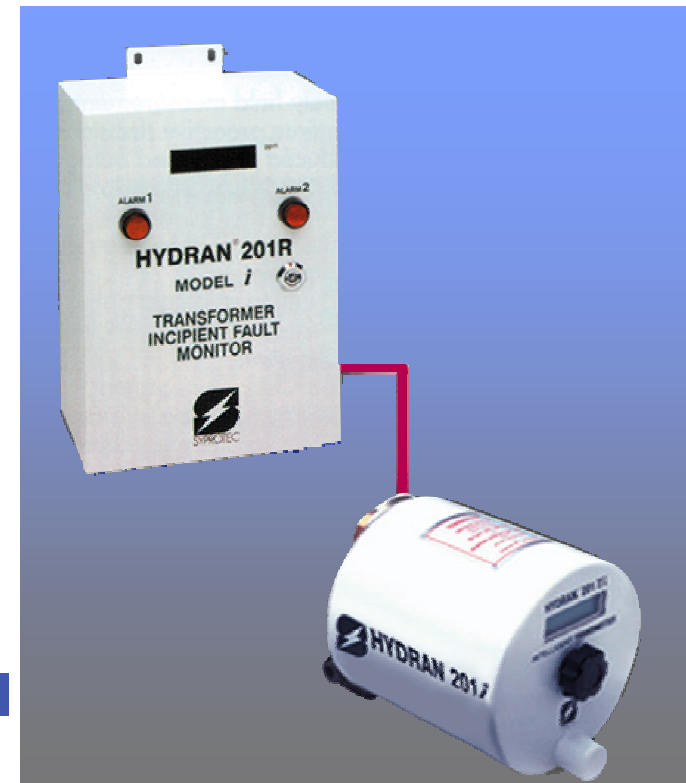
Vasmag hot spot érzékelése



Hydran[®] 201*i* rendszer

- Főleg a H₂, CO gázokra reagál
- Intelligens rendszer, Windowsos konfigurálás, szoftver beleértve
- Helyi- vagy táv- számítógépes lekérdezés
- Hálózatképes
- 128 Távadó egy hálózatban
- 100% kompatibilis GE Harris RTU-val

➤ Oldott gázok on-line felügyelő és jelző rendszere





Speciális monitoring technika a **transzformátor tank** számára

Acetilén szint érzékelése

Acetilén ívhúzás során keletkezik és komoly problémára utal.

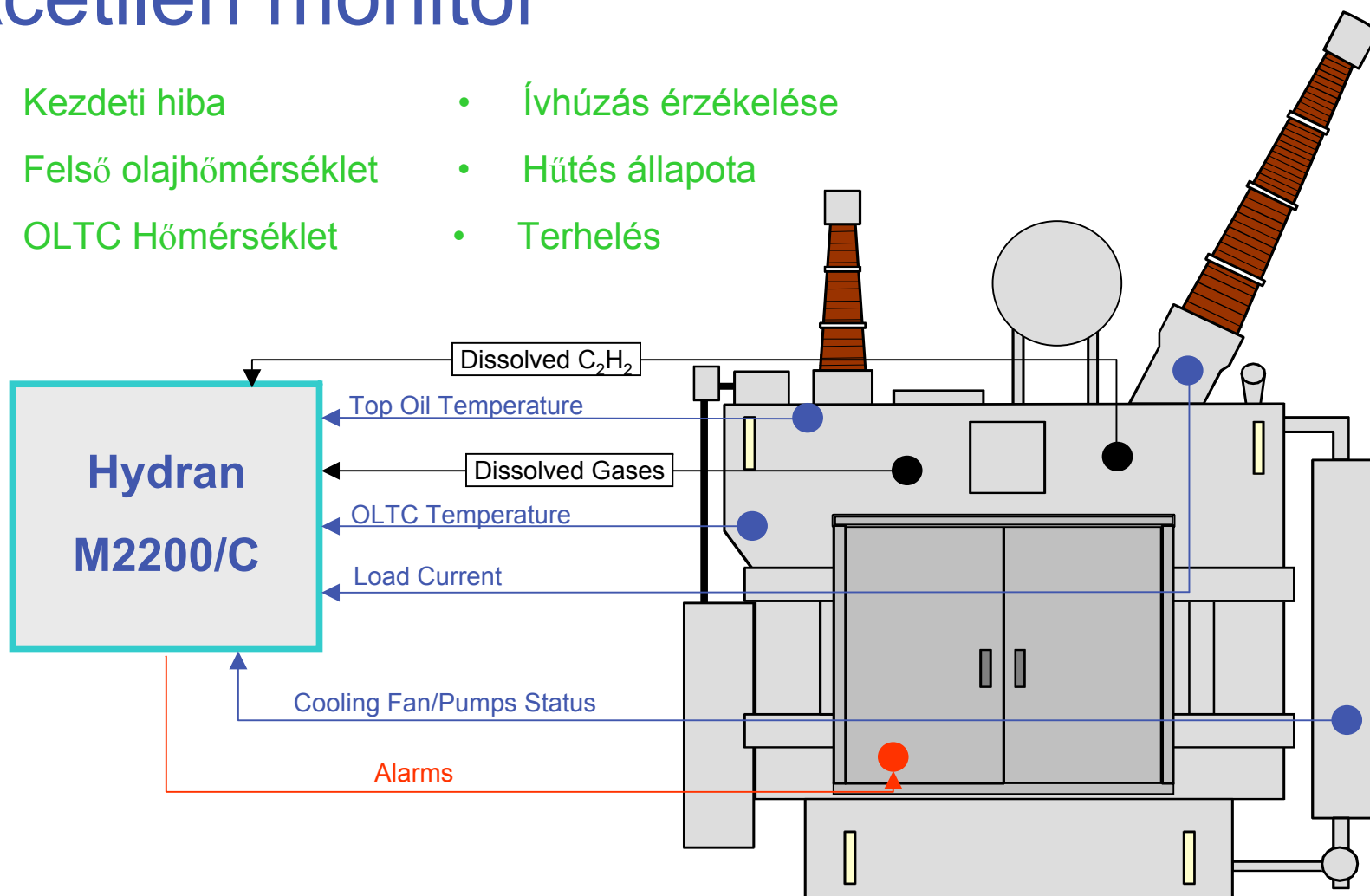
Bizonyos állapotban szükséges lehet ennek a gáznak a megfigyelés, különösen akkor, ha egy adott transzformátor életében már acetilént termelt.



Hydran M2200/C

Acetilén monitor

- Kezdeti hiba
- Felső olajhőmérséklet
- OLTC Hőmérséklet
- Ívhúzás érzékelése
- Hűtés állapota
- Terhelés





Hydran M2200/C

Acetilén monitor

Költség hatékony, ideális monitoring rendszer olyan transzformátorok esetében:

- amelyeknél felmerül az ívhúzás gyanúja,
- vagy amelyekről már tudjuk, hogy acetilént termelnek



Új vezérlő elektronika!

Hydran* Multi 2010 (régi)



Hydran M2200/C (új)



- Kisebbs vezérlő elektronika
- Egyszerűbb installáció
- A vezérlőn LCD megjelenítő és többfunkciós nyomógombok
- Nagyobb belső tárhely kapacitás adatgyűjtésre
- Lehetőség van M2200/C hálózat kiépítésére
- Lehetőség lesz (igen közeli jövőben) nedvesség monitorozására is



Hydran M2200/C

Acetilén monitor

Szenzor fej

- méri a gázsztet

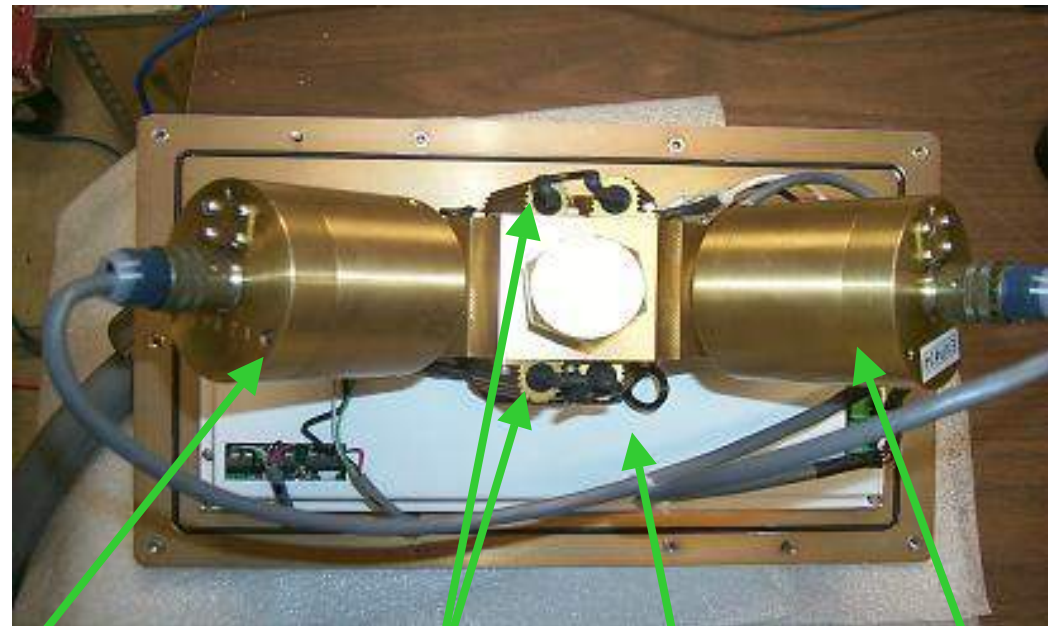


Vezérlő egység

- Intelligens processzor
- Adatgyűjtés



Hydran M2200/C Szenzor fej



Acetilén szenzor

Fűtő ellenállások

Interface board

Hydran szenzor



Hydran M2200/C

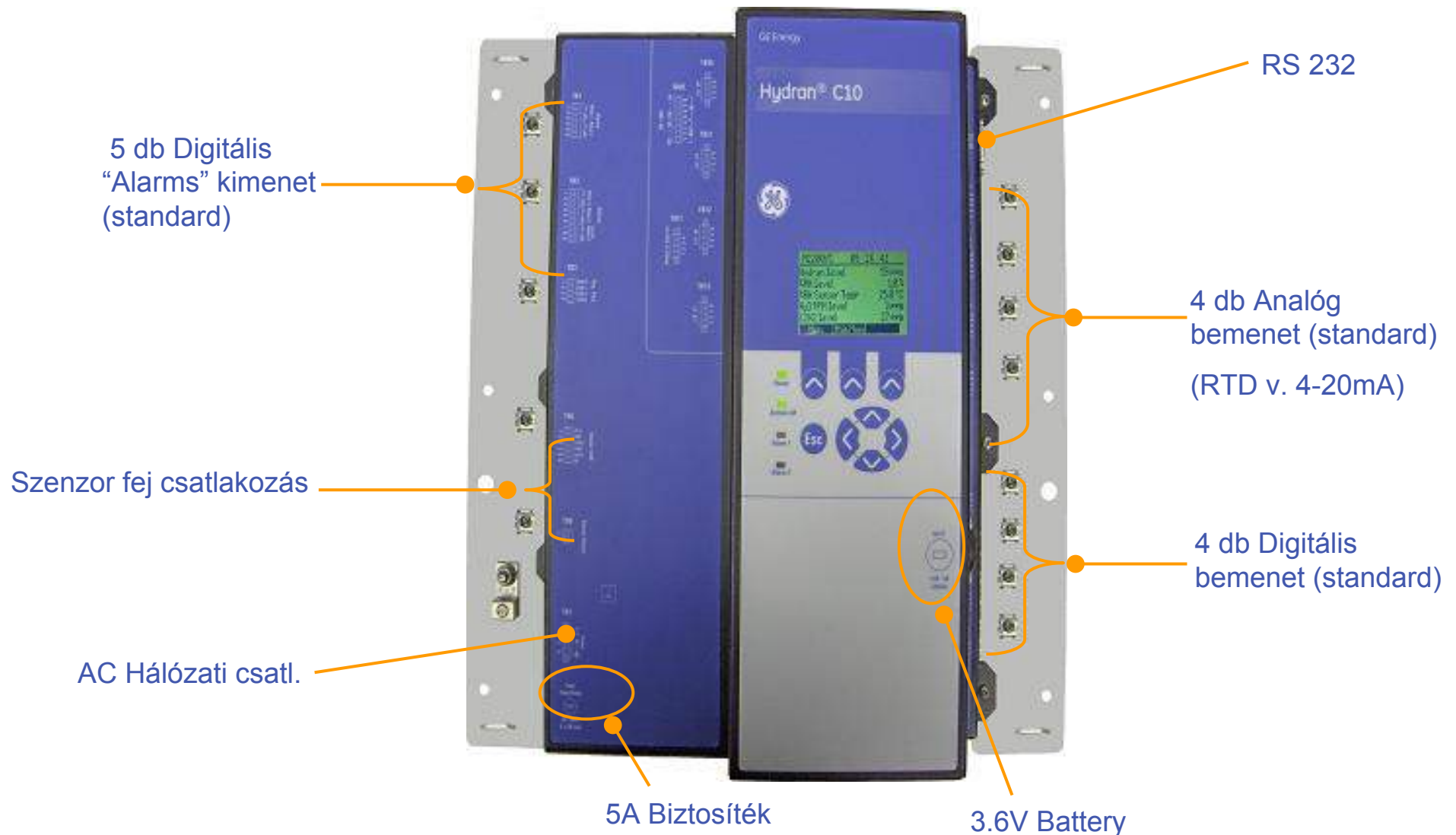
Szenzor fej

- Online “gáz olajban” szenzor, amely a transzformátor olajban fejlődő hibagázokat figyeli
- Két szenzor a gázkoncentráció mérésére:
 - Acetilén (C_2H_2) 100 % : Érzékelési tartomány: 3-200 ppm
 - Egyesített hibagáz érték olvasása: Érzékelési tartomány: 25-2000 ppm
 - ❖ Hidrogén (H_2) 100 %
 - ❖ Szénmonoxid (CO) 18 %
 - ❖ Etilén (C_2H_4) 1.5 %
 - ❖ Acetilén (C_2H_2) 8%



Hydran M2200/C

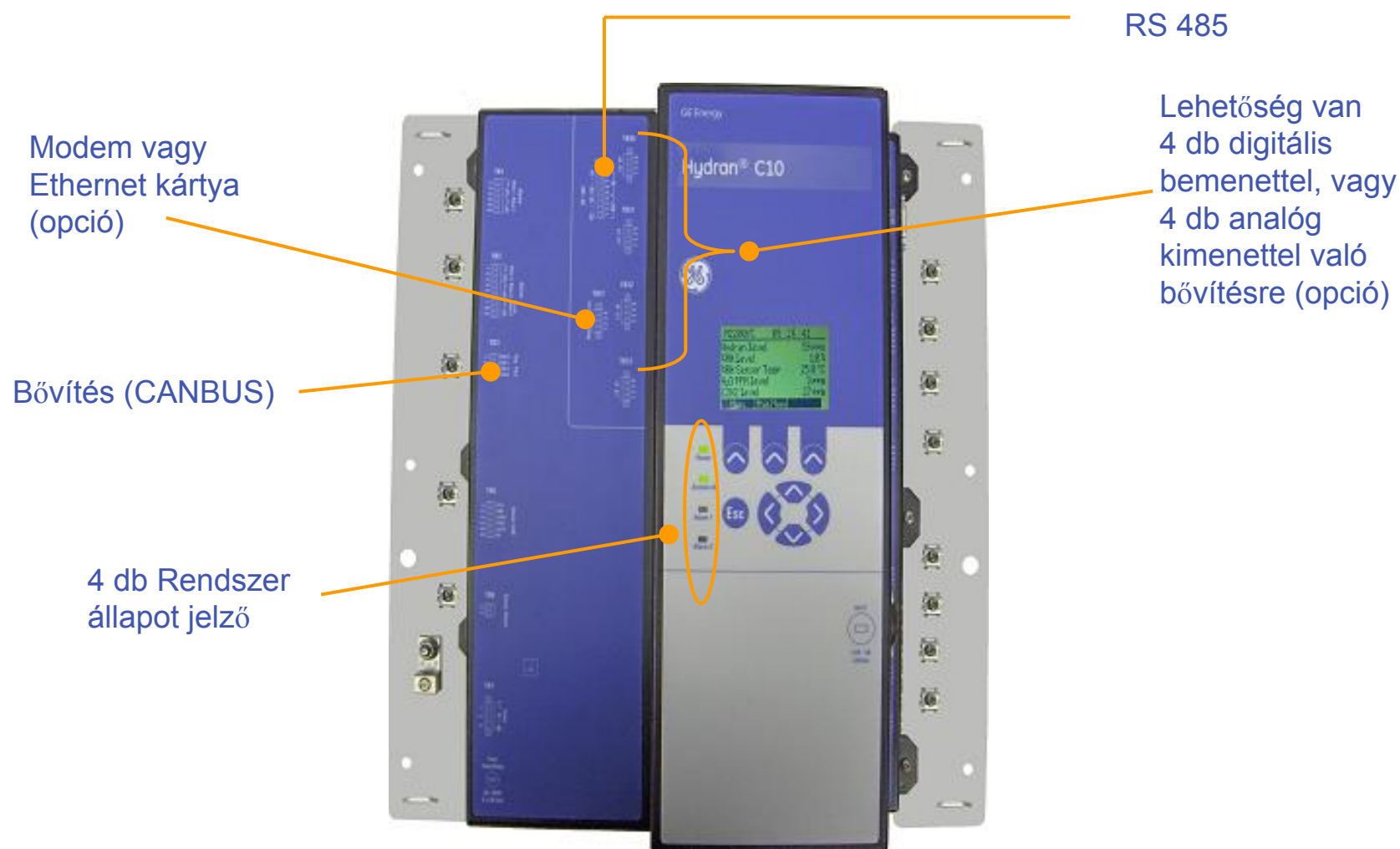
Vezérlő layout





Hydran M2200/C

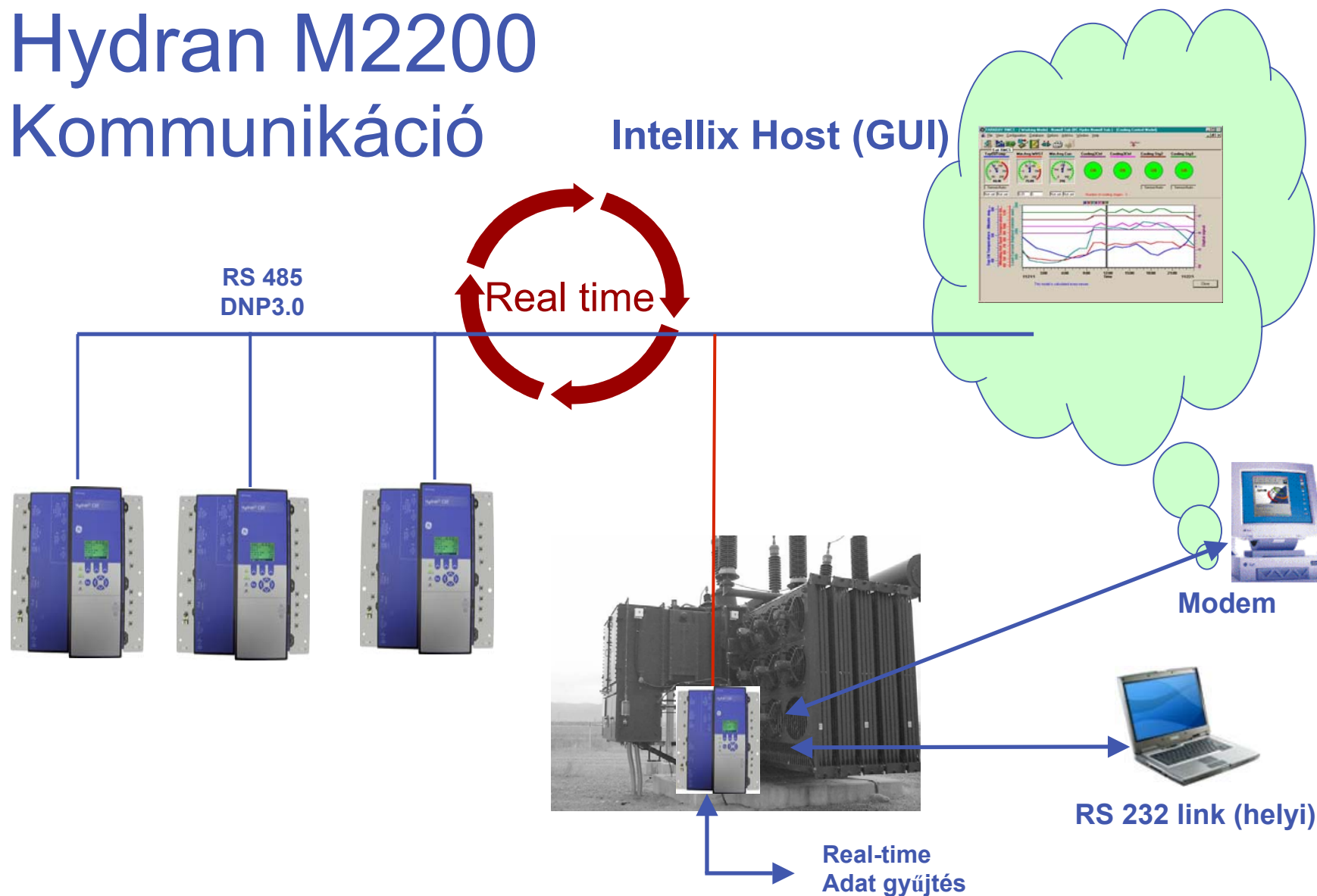
Vezérlő layout





Hydran M2200 Kommunikáció

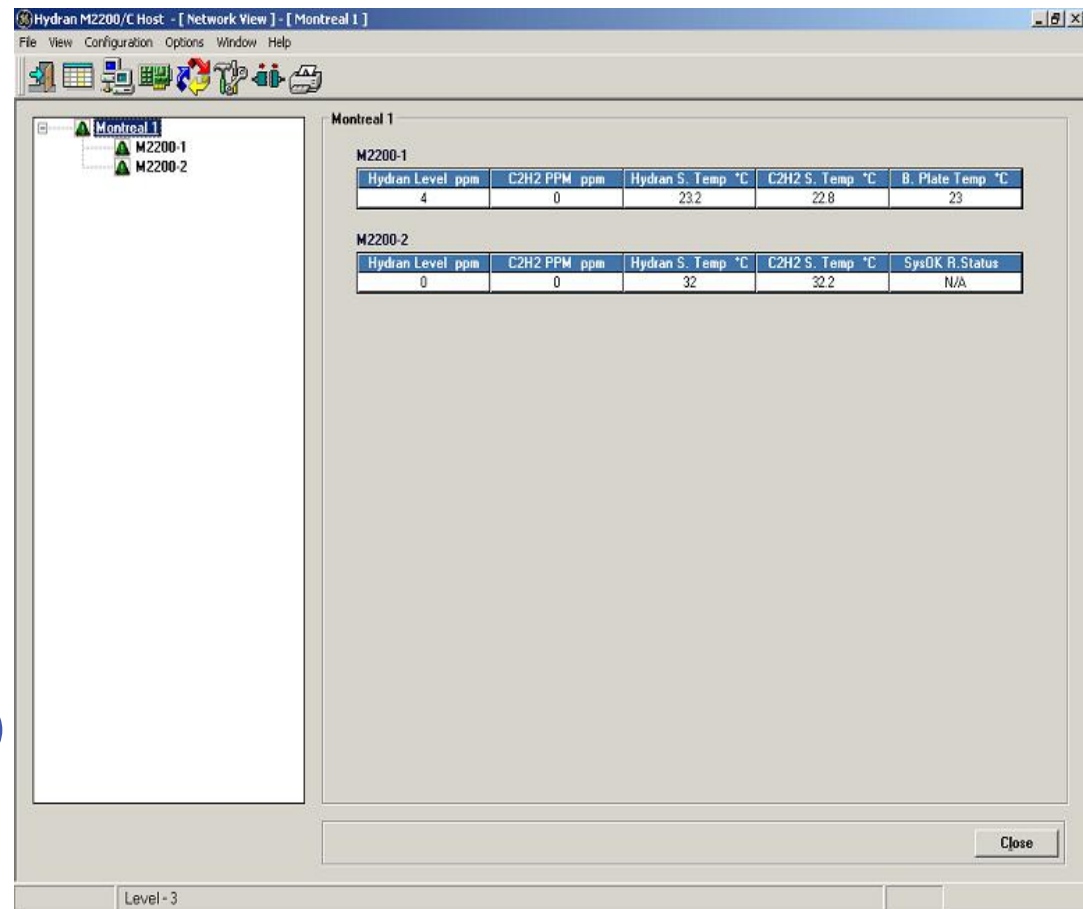
Intellix Host (GUI)





Hydran M2200 Host GUI

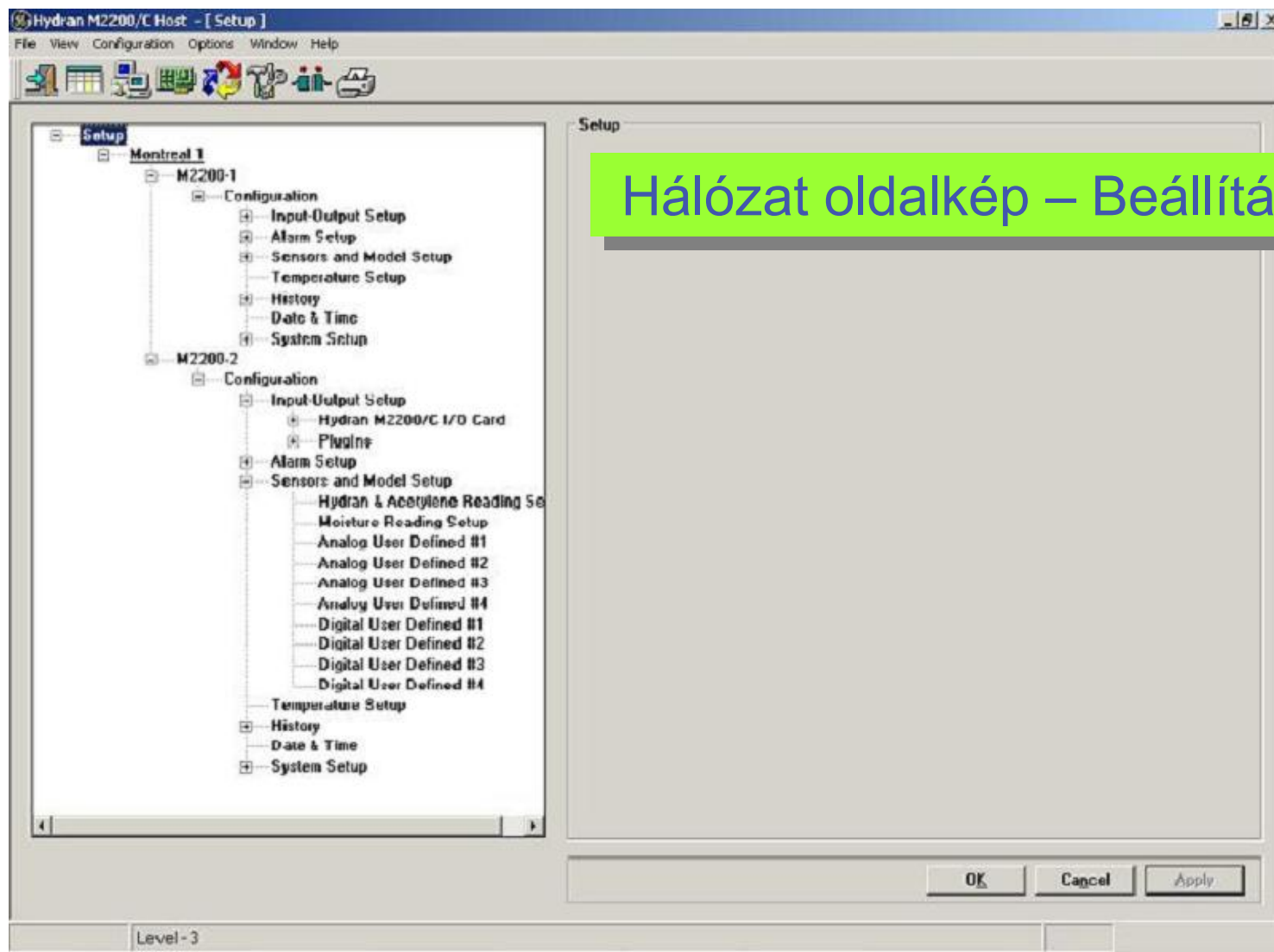
- Microsoft® Windows® - alapú alkalmazás
- Real-time adatrögzítés és grafikus adat megjelenítés
- Folyamatos on-line ellenőrzés és alarm status
- Adatok le- és feltöltésére képes rendszer
- Lehetőséget biztosít a hálózat, valamint a készülékek (Hydran) monitorozására



MaxiCont

Mérnöki Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.

Hydran M2200 Host GUI



Hálózat oldalkép – Beállítások

Hydran M2200 Host GUI

Hálózat oldalkép – Aktuális értékek

Hydran M2200/C Host - [Network View] - [Montreal 1 -> M2200-1]

File View Configuration Options Window Help

Montreal 1 - M2200-1

Temperature Readings:

Description	Value
Actual Temperature Set Point	4 °C
Base Plate Temperature	23 °C
C2H2 Sensor Temperature	22.8 °C
Heater Power	0 %
Hydran Sensor Temperature	23.2 °C

Hydran Readings:

Description	Value
Hydran Level Daily Trend	0.06 ppm
Hydran Level Hourly Trend	-0.08 ppm
Hydran PPM Level	4 ppm
Hydran Sensor Temperature	23.2 °C
Hydran Service U	4 ppm
Hydran Service V	0 µV

Analog User Defined Readings:

Description	Value
Un. User Defined #1	N/A
An. User Defined #2	N/A
Un. User Defined #3	N/A
An. User Defined #4	N/A

Acetylene Readings:

Description	Value
C2H2 Level	0 ppm
C2H2 Level Daily Trend	0 ppm
C2H2 Level Hourly Trend	0 ppm
C2H2 Sensor Temperature	22.8 °C
C2H2 Service U	0 ppm
C2H2 Service V	1 µV
C2H2 Service W	0 ppm

Digital Input Readings:

Description	Value
Dg. User Defined #1	Off
Dg. User Defined #2	Off
Dg. User Defined #3	Off
Dg. User Defined #4	Off

Close

Level - 3

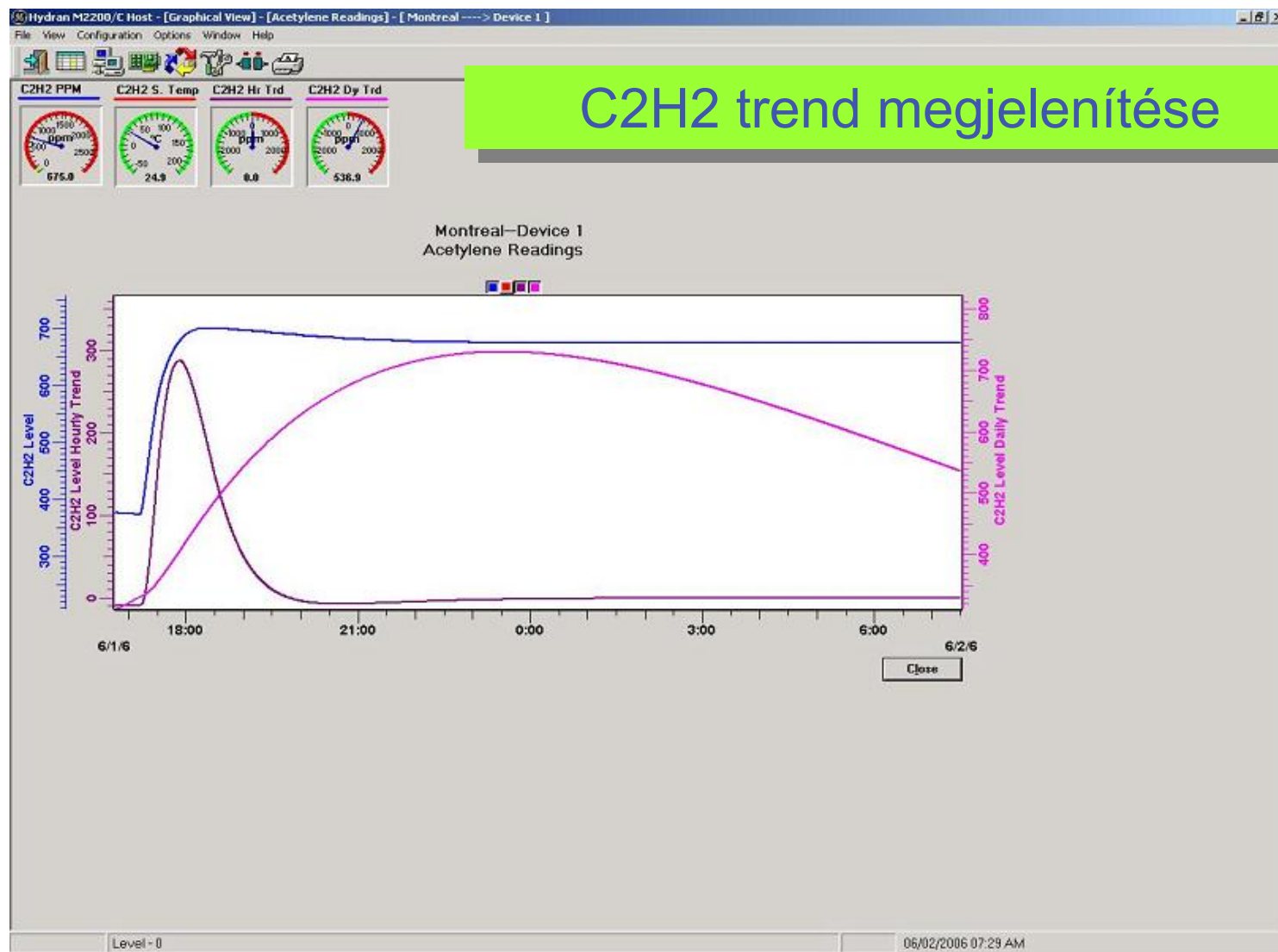
06/07/2006 09:14 AM

MaxiCont

Mérnöki Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.

Hydran M2200 Host GUI

C2H2 trend megjelenítése





Átfogó monitoring technika a **transzformátor tank** számára

Nedvesség az olajban

Nedvesség papír bomlását okozza

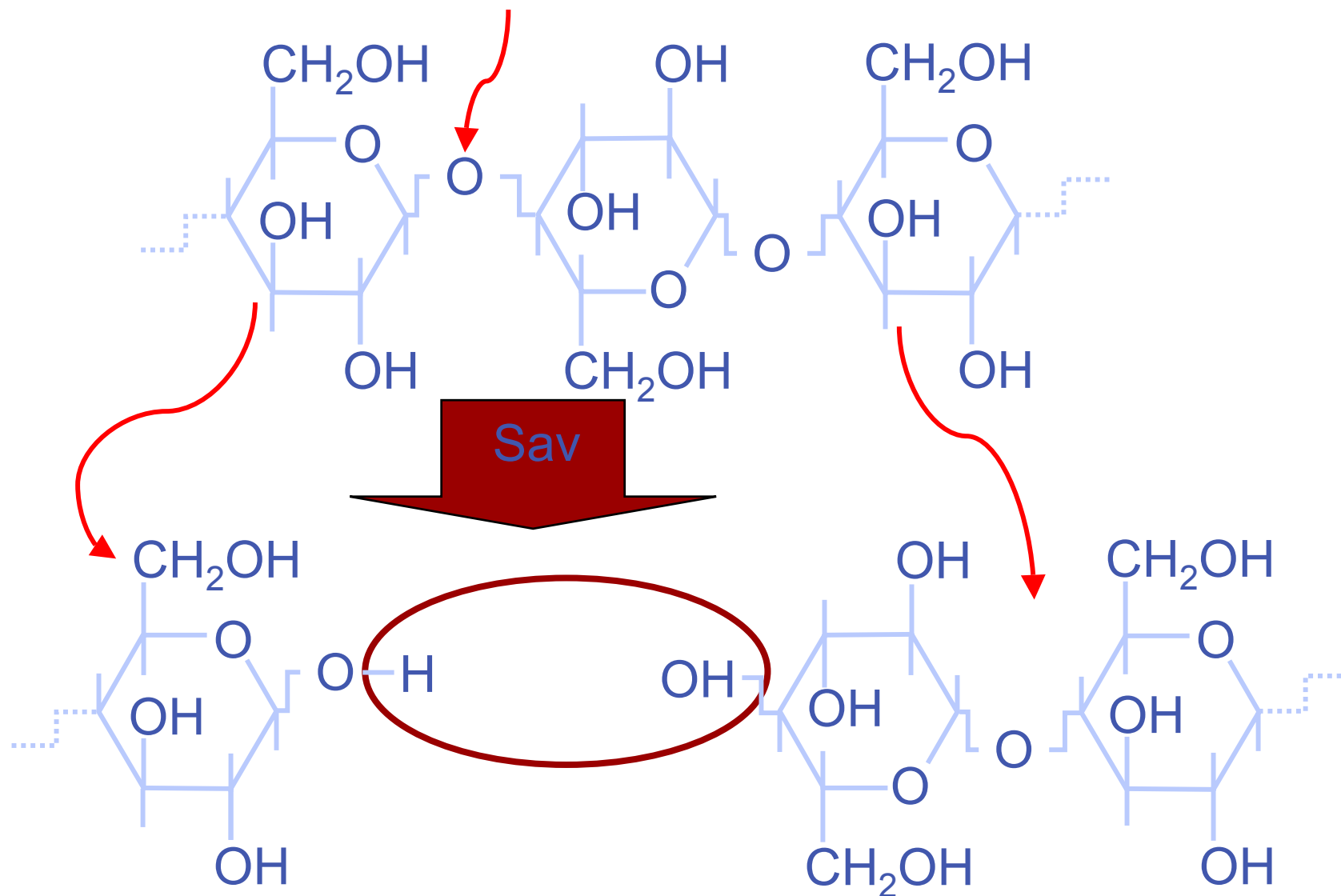
Nedvesség rontja a dielektromos szilárdságot

Nedvesség gyorsabban öregíti a transzformátort

Nedvesség mindenhol van

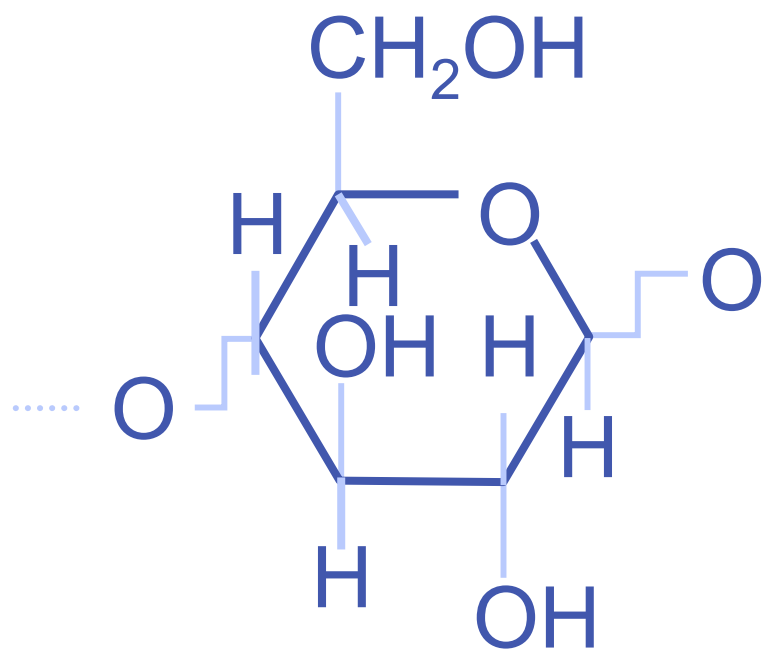
**Nedvesség a kulcsfontosságú elem,
amelynek fejlődését figyelemmel kell kísérni,
különösen a szilárd szigetelő anyagban.**

Honnan a víz? HOH (water)



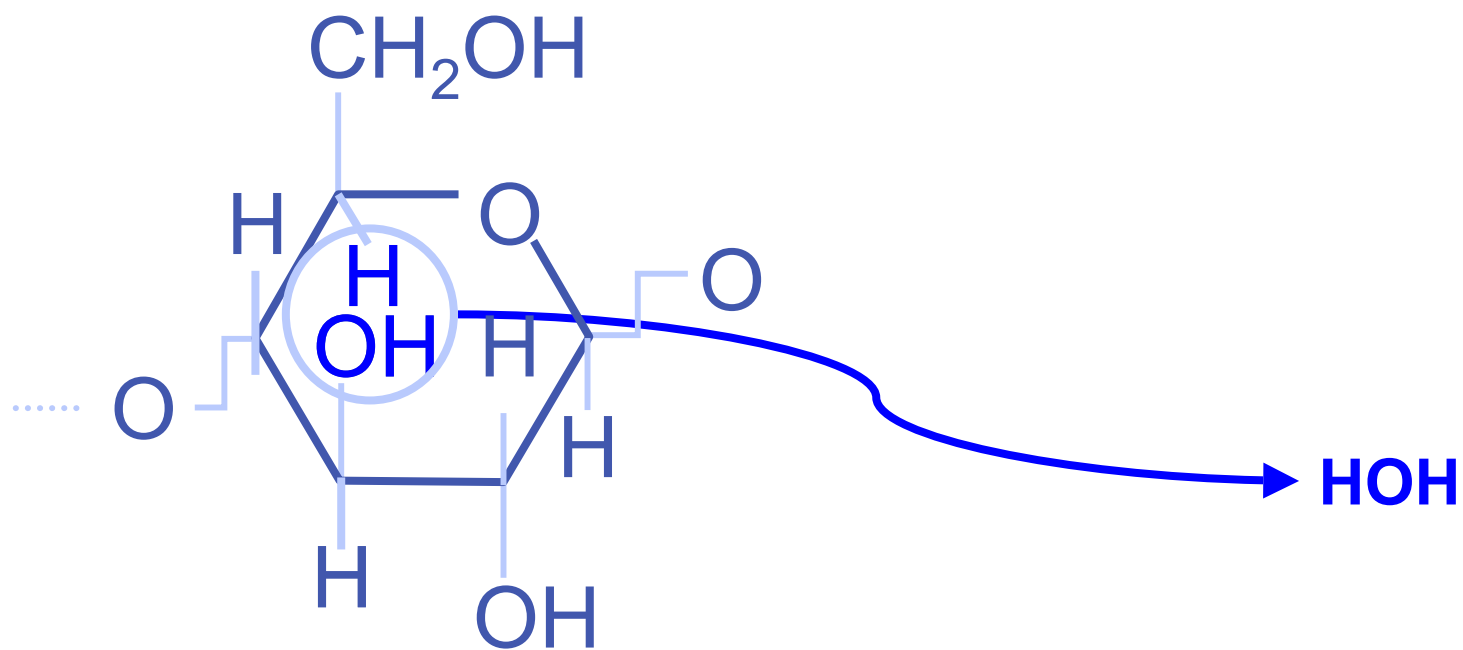


Honnan a víz?



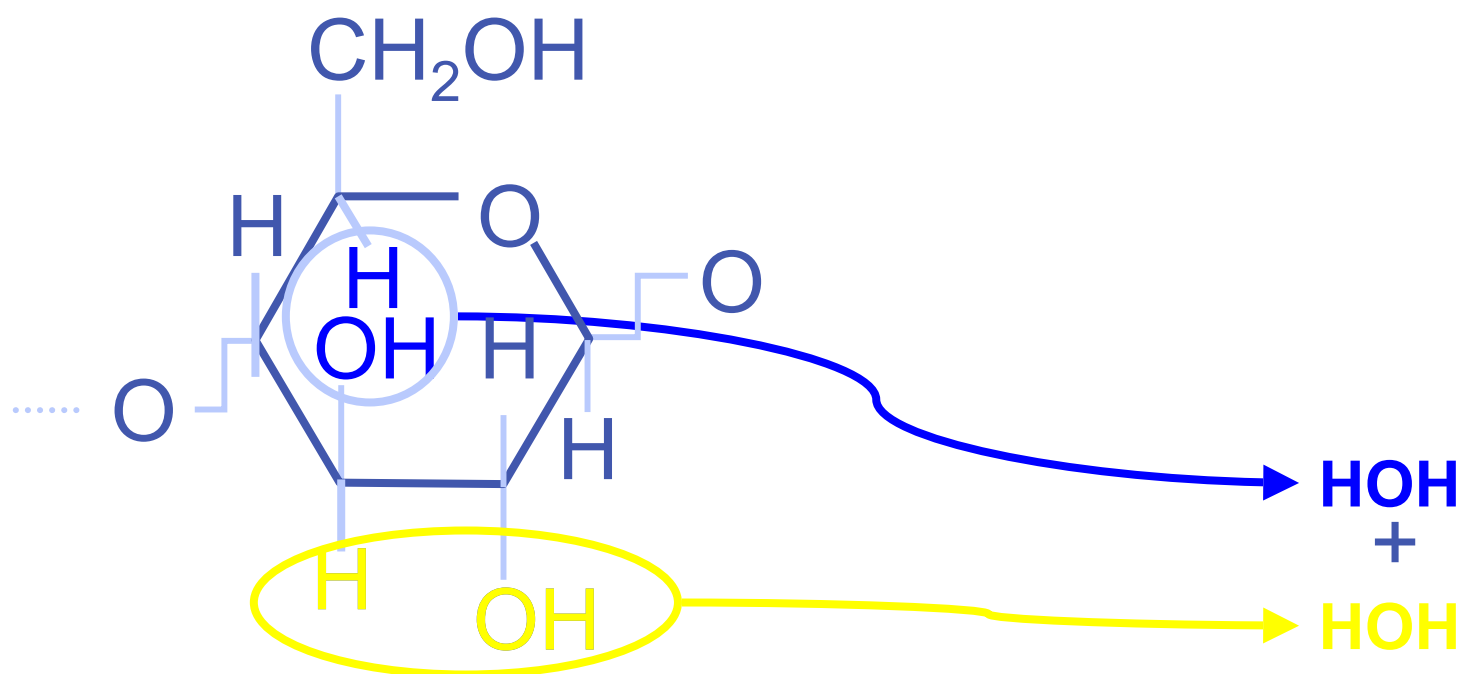


Honnan a víz?



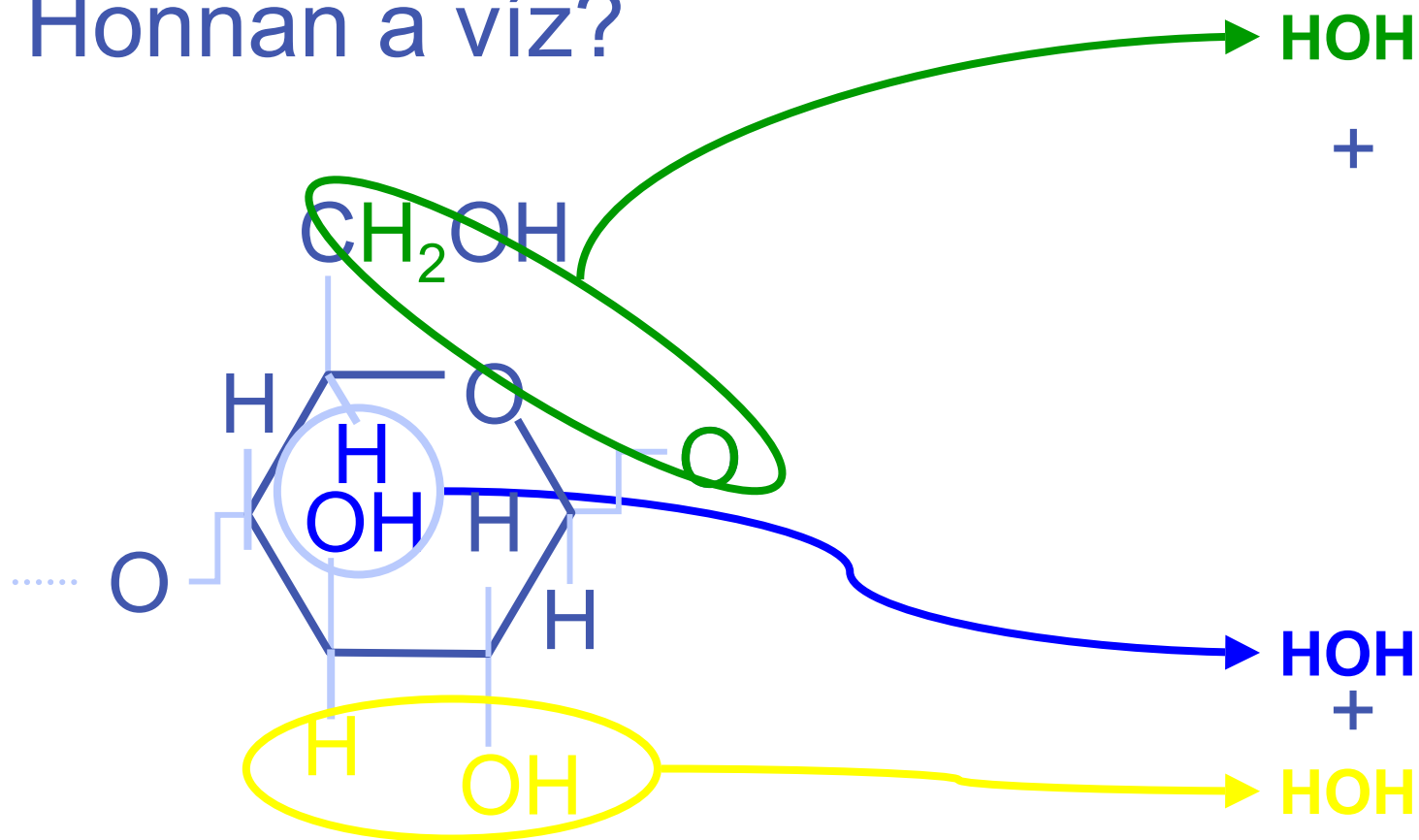
80 °C - 300 °C

Honnan a víz?



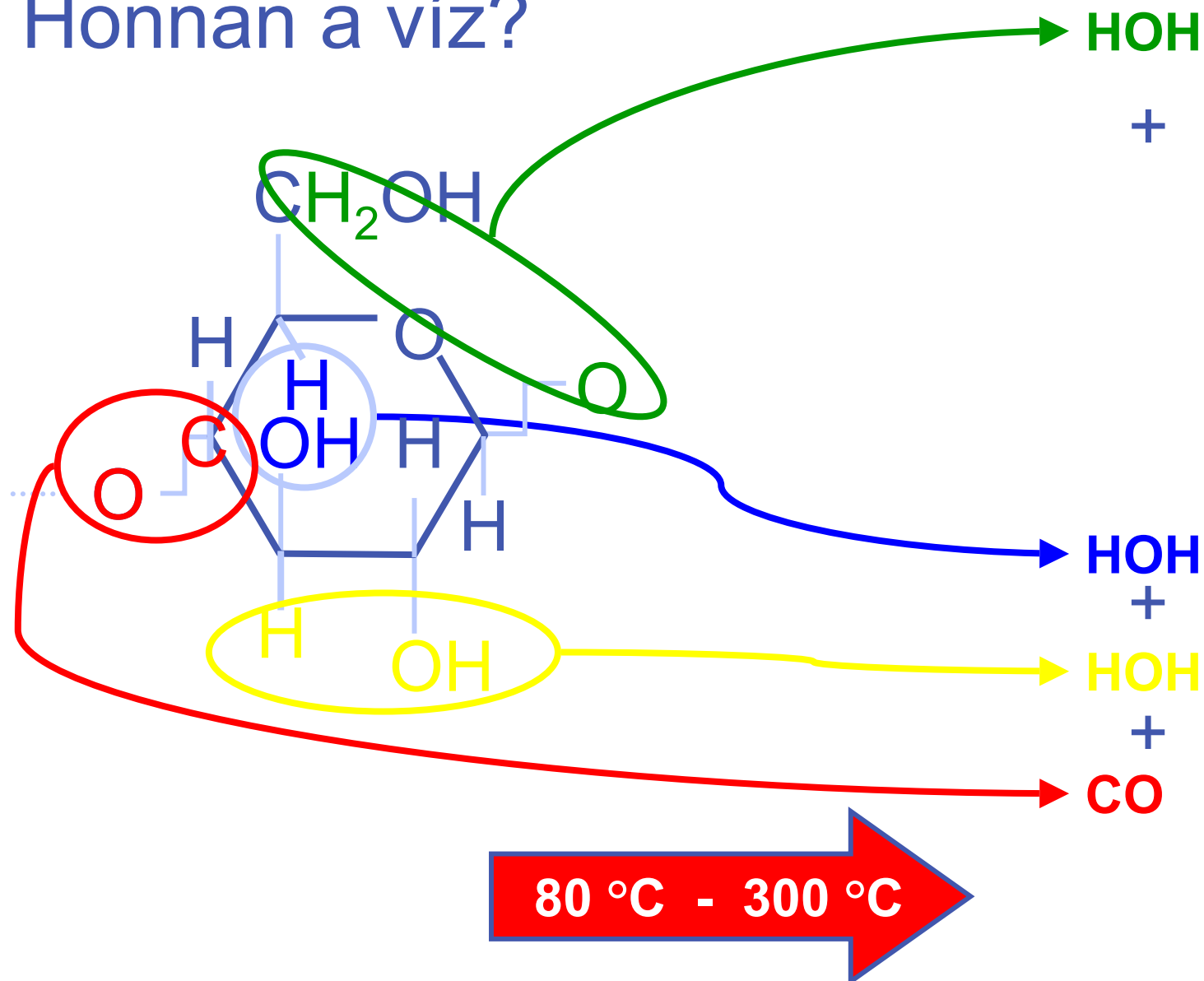
80 °C - 300 °C

Honnan a víz?

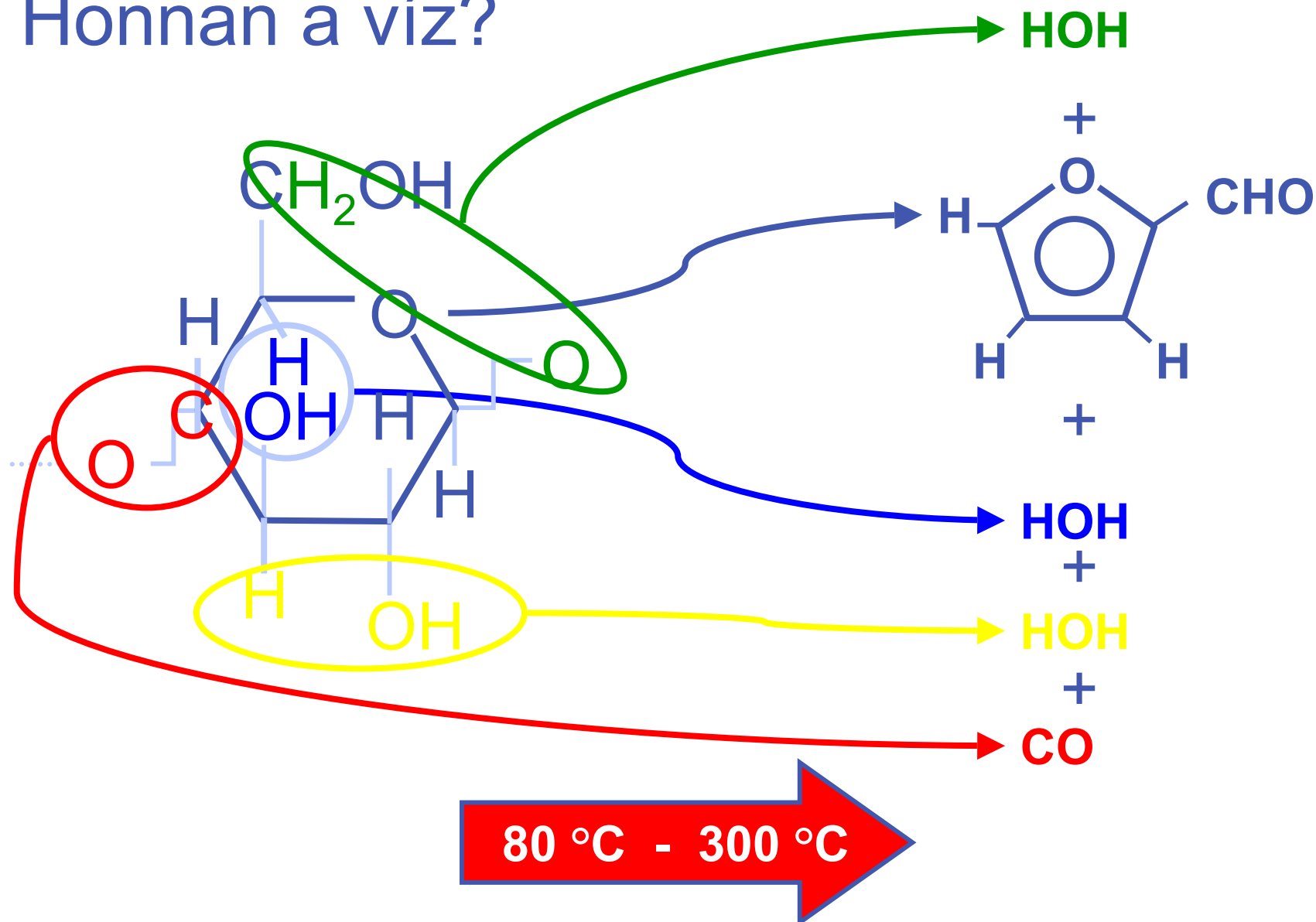


80 °C - 300 °C

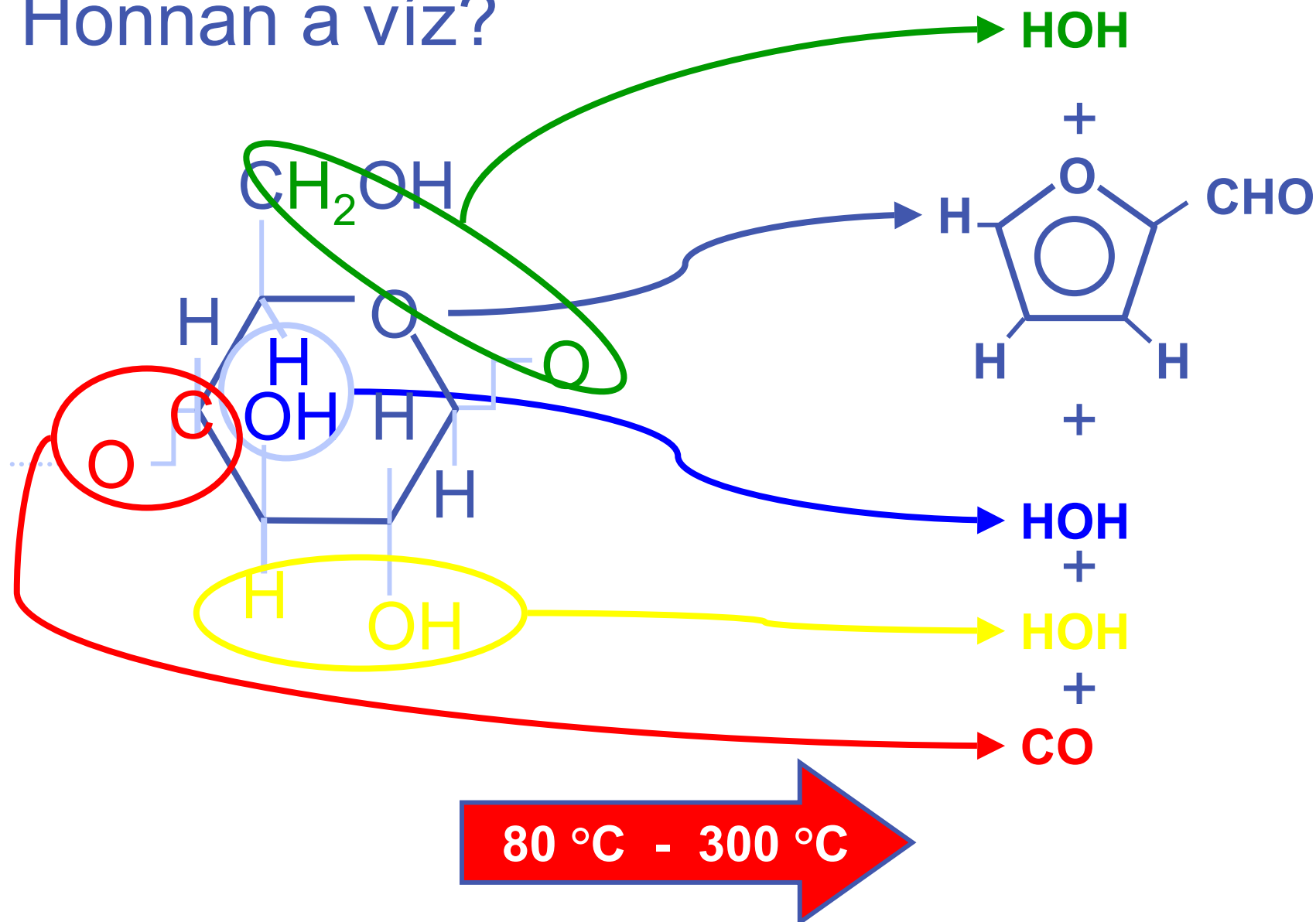
Honnan a víz?



Honnan a víz?



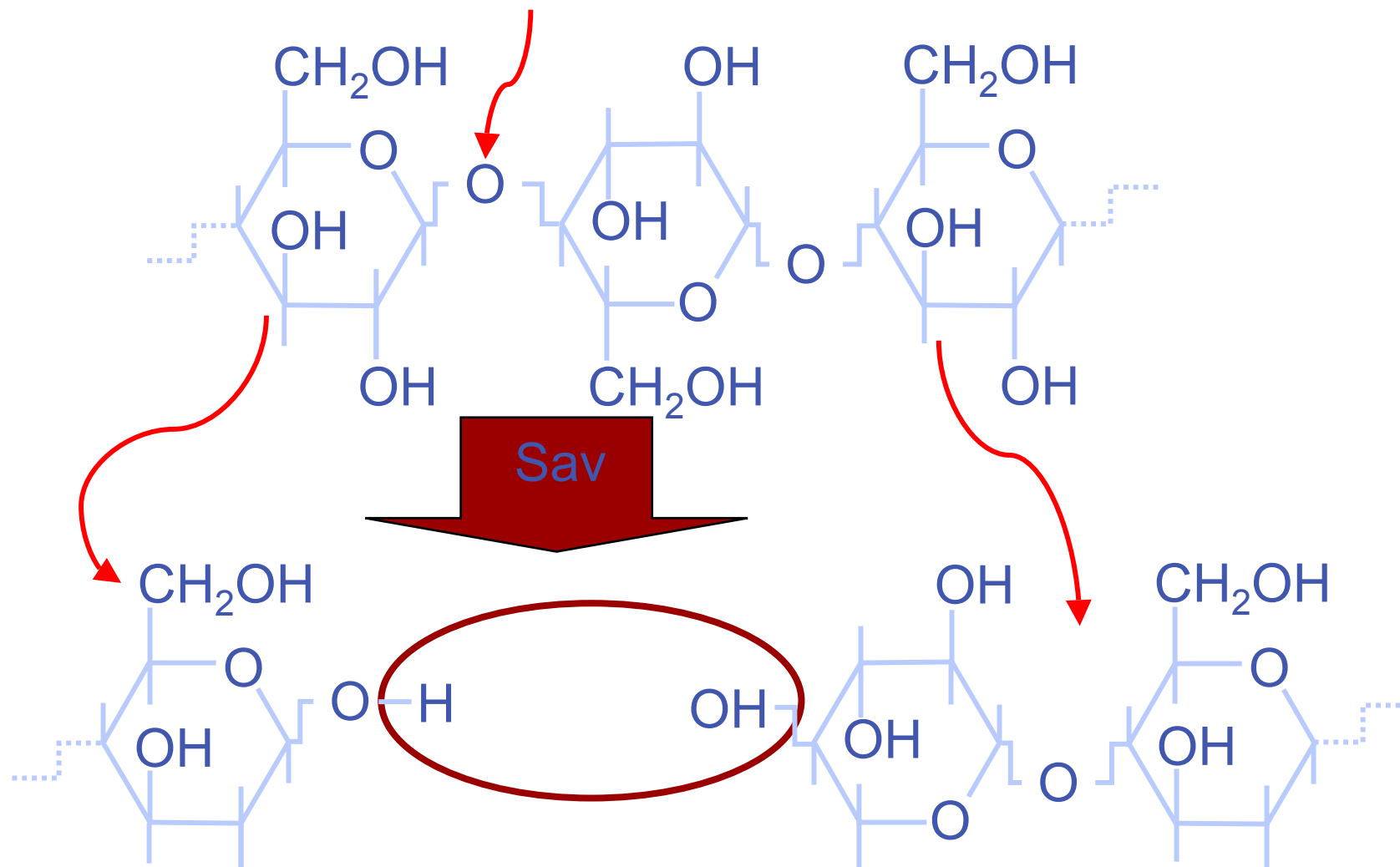
Honnan a víz?





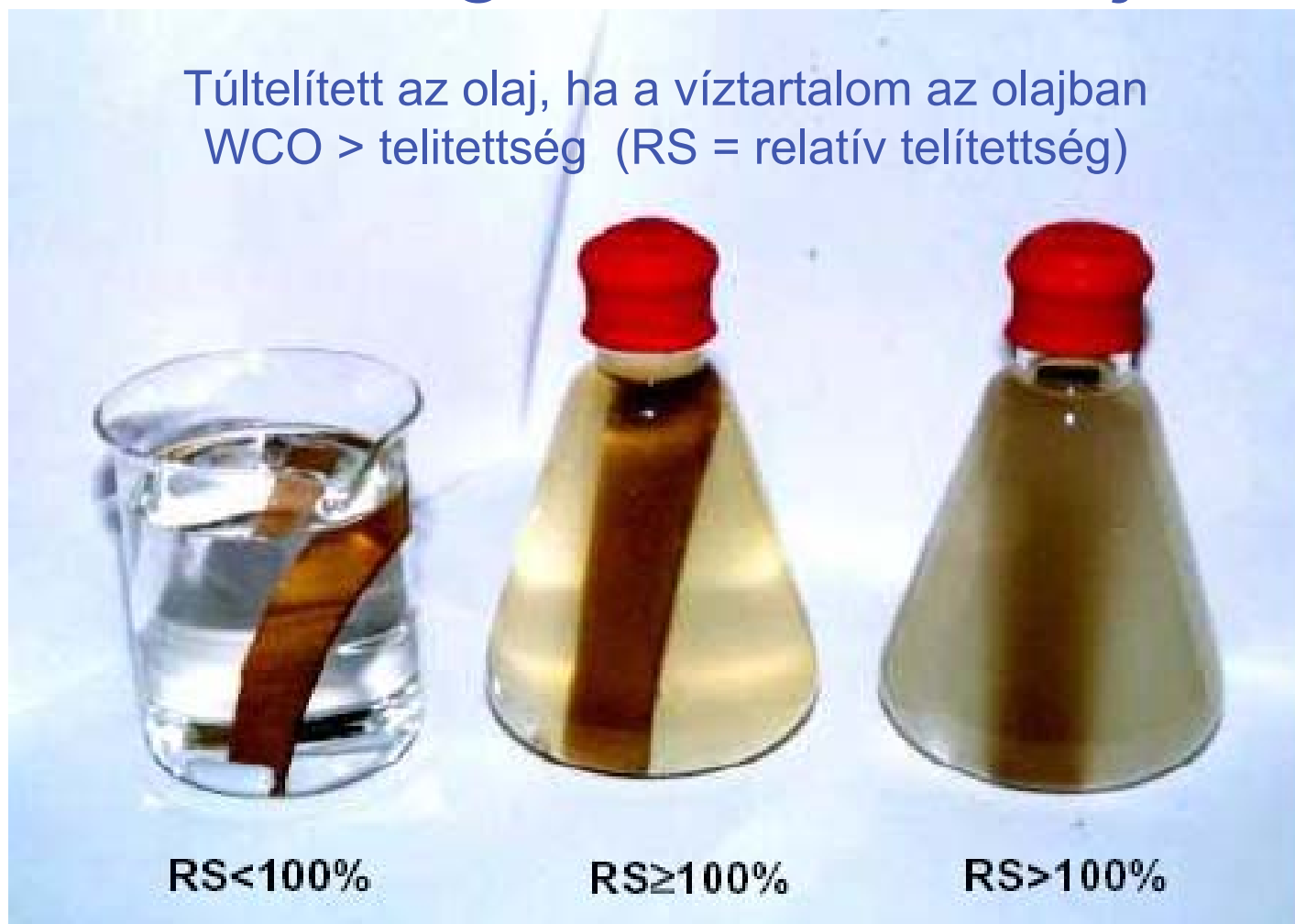
Újra kezdődik a láncreakció!

HOH (water)



Nedvesség hatása az olajban

Túltelített az olaj, ha a víztartalom az olajban
 $WCO > \text{telítettség}$ (RS = relatív telítettség)



V. Davydov, EPRI Moisture Management in Transformer Workshop, Nov.2002, Edison, New Jersey



Nedvesség hatása az olajban

Szenzor

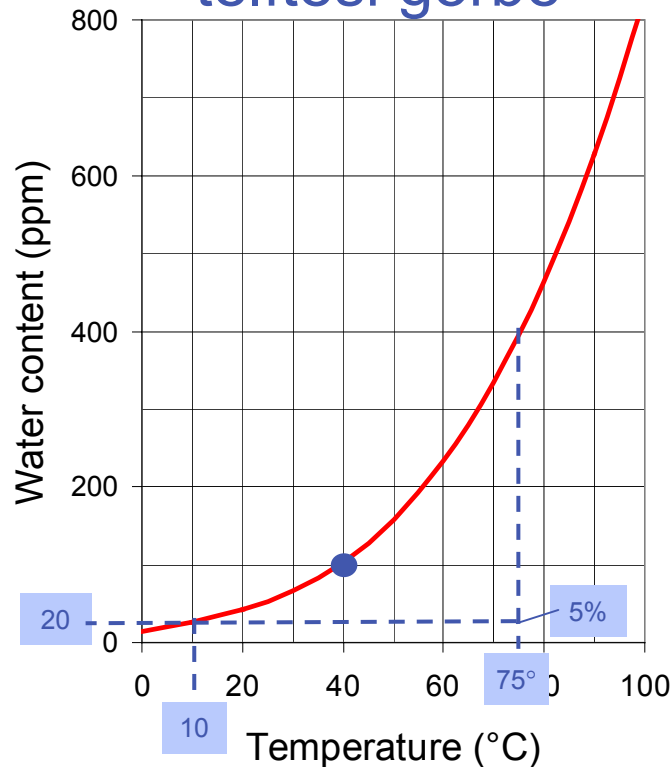
Szenzor relatív
nedvesség (RH%)

5%

Szenzor
hőmérséklete(°C)

75°C

Víz az olajban telítési görbe



Kimenet

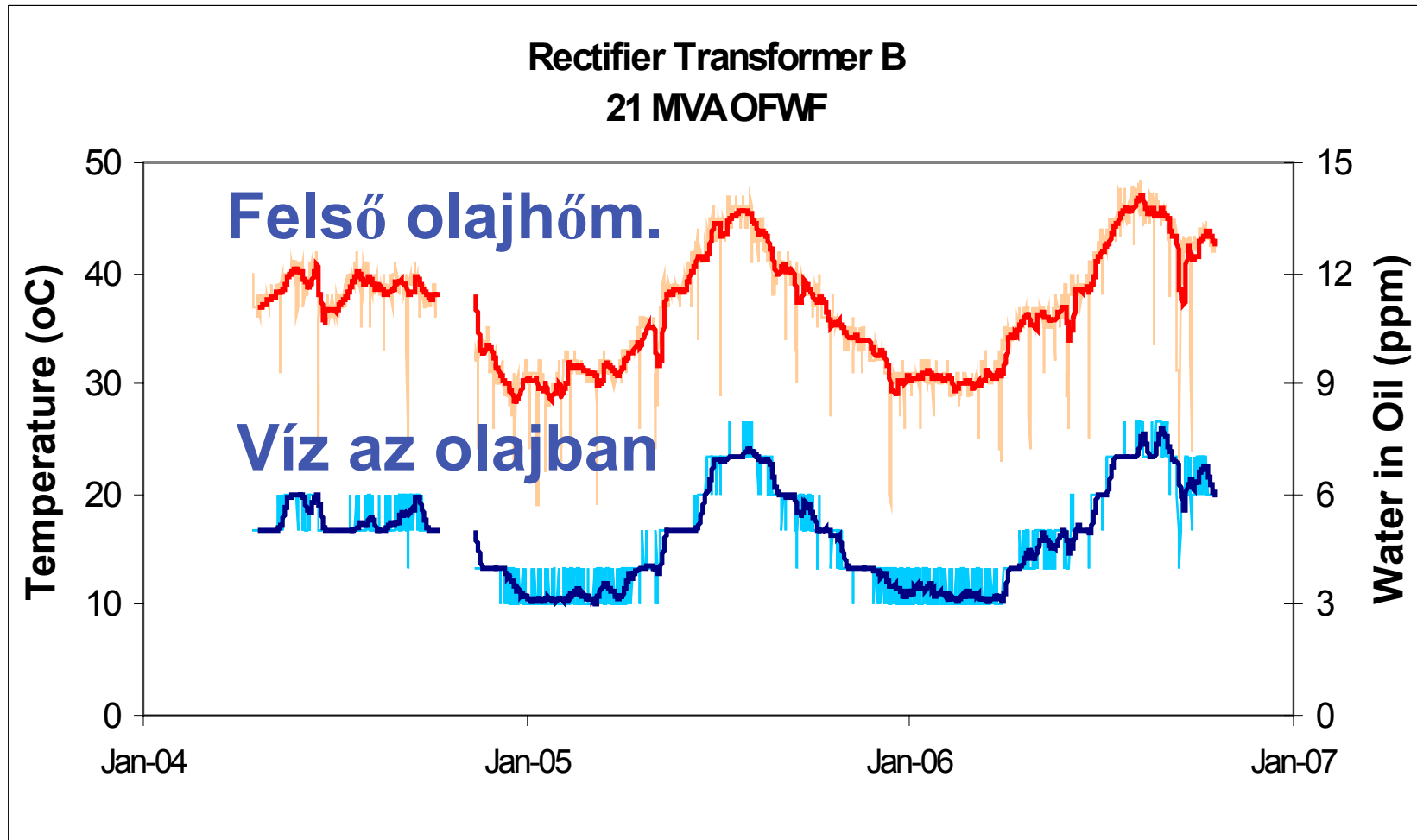
Abszolút
víztartalom
az olajban (ppm)

20ppm

Kondenzációs
hőmérséklet (°C)

10°C

Vízkoncentráció változása az olajban



Víztartalom az olajban a hőmérséklettel változik

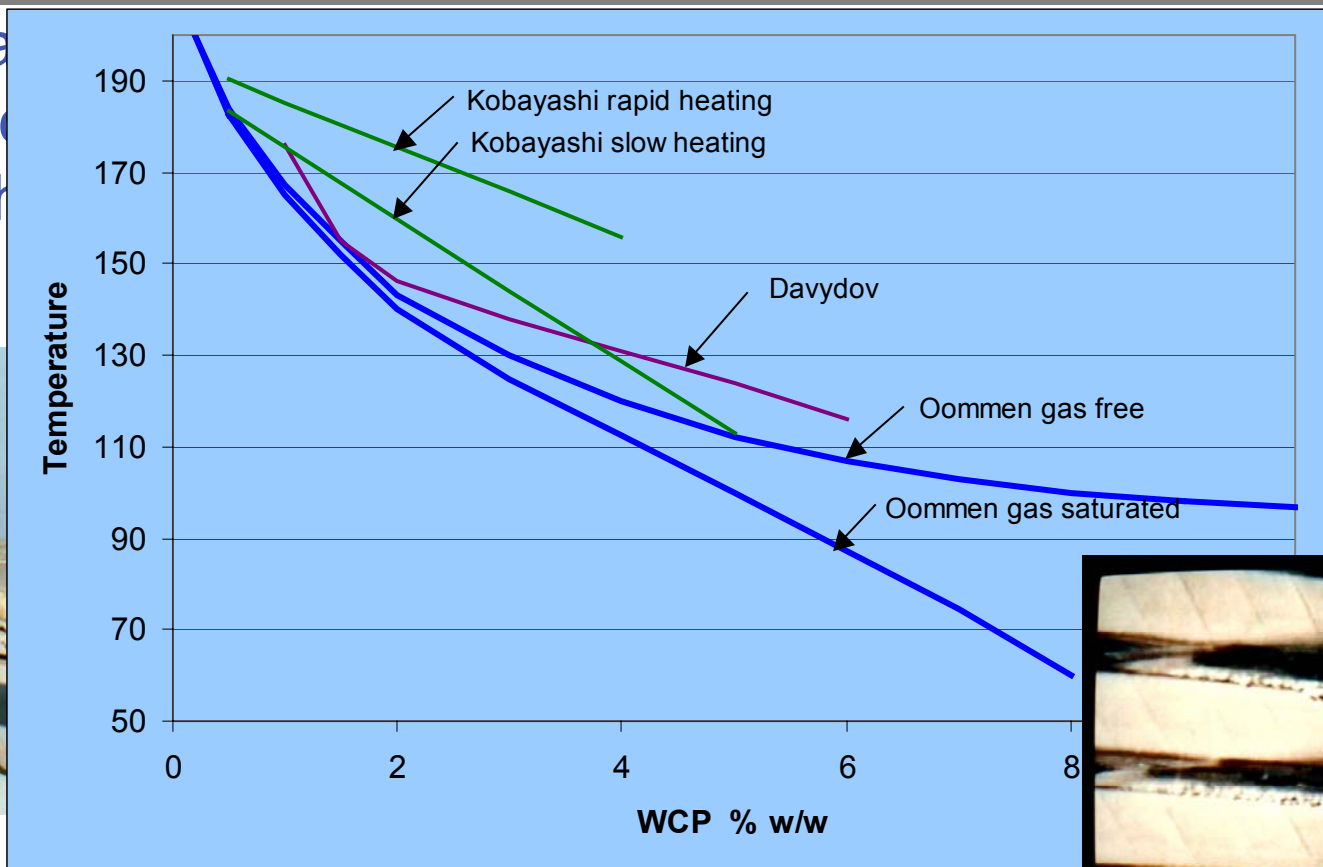
Nedvesség hatása a tekercsszigetelésben

- Nagy terhelés növeli a buborék képződés rizikóját!

Maga
tekercs
okozh

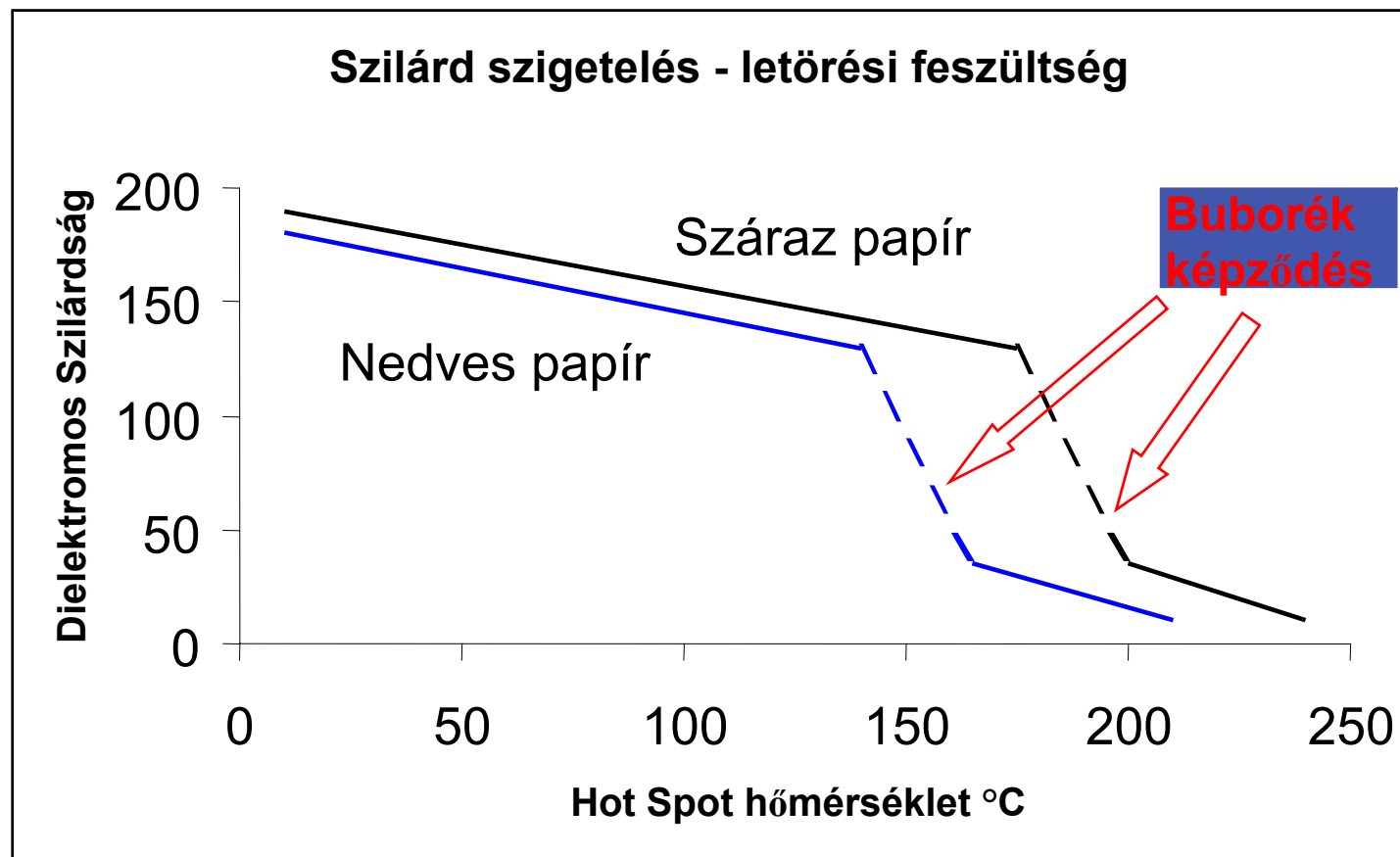


T.V.



Nedvesség hatása a tekercsszigetelésben

Hőmérséklet hatása a dielektromos szilárdságra



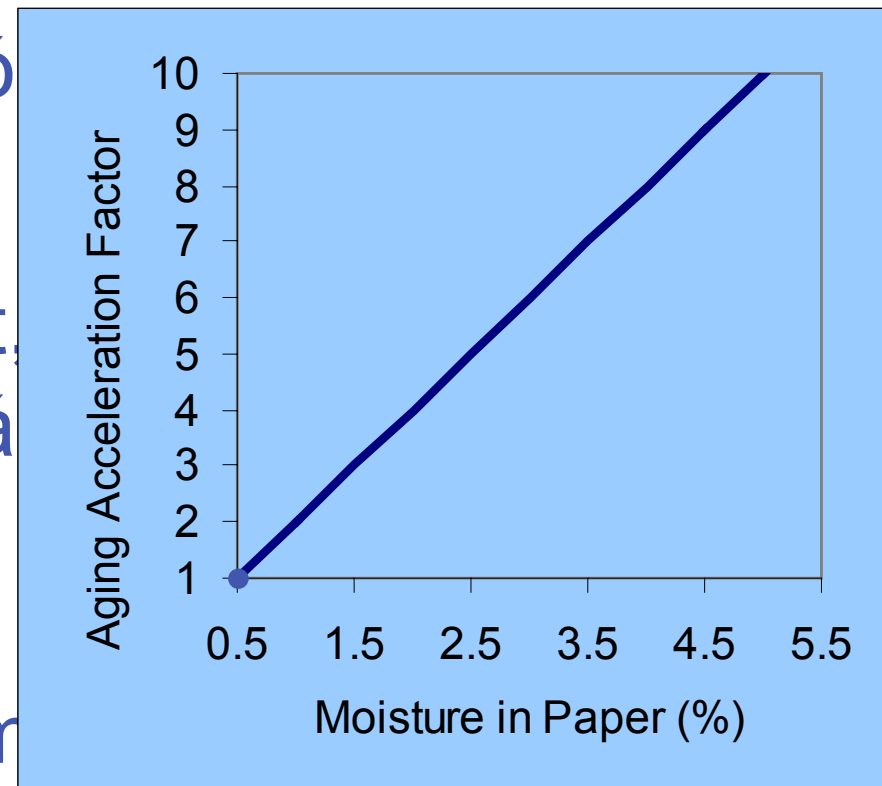


Nedvesség hatása a tekercsszigetelésben

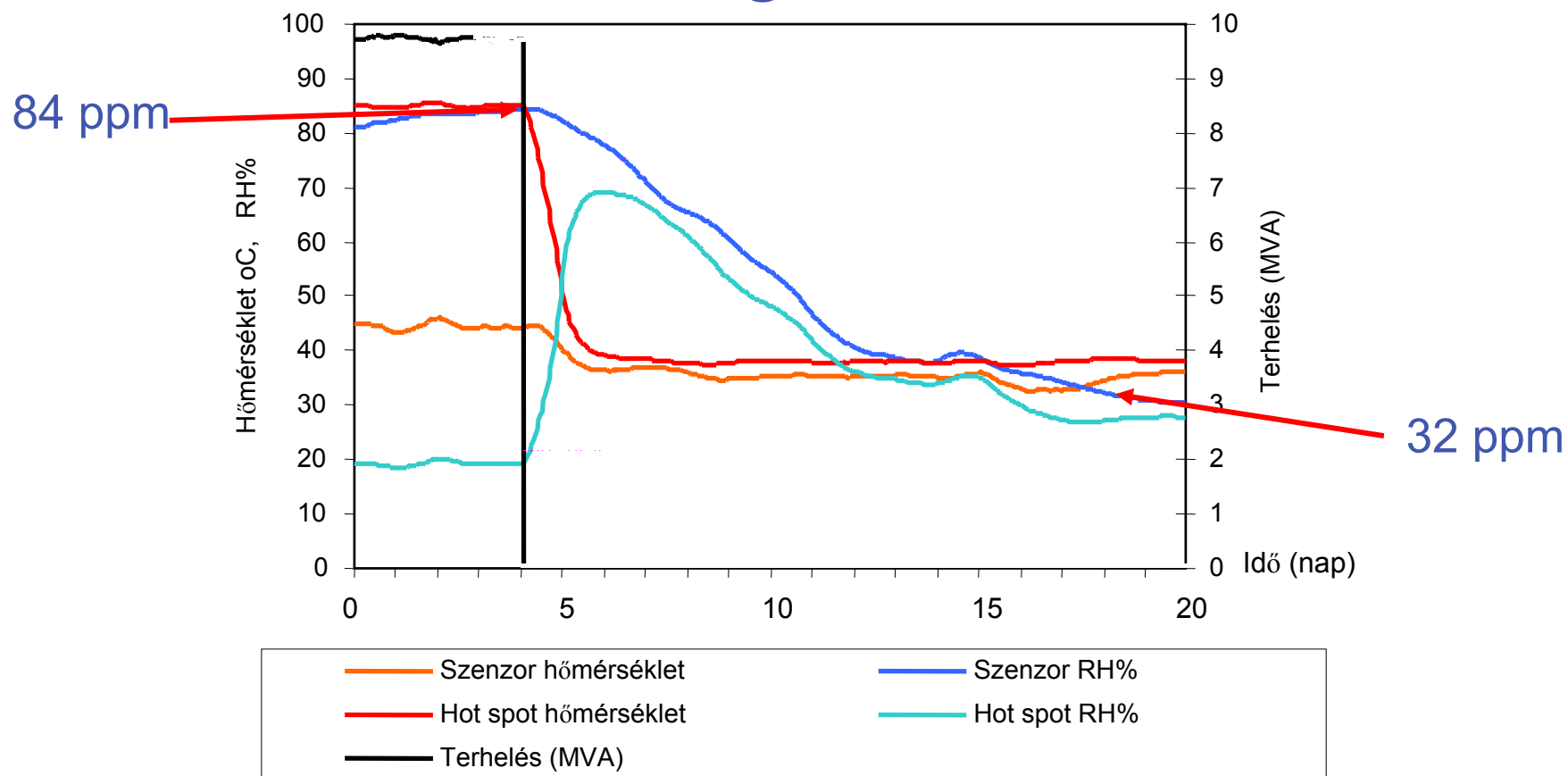
- Meggyorsítja a szigetelés öregedését

Hatása papír típusától függően különböző

IEEE C57.91 rámutat, az öregedés gyorsulási tényezője arányos a szigetelésben (papír) található víztartalommal



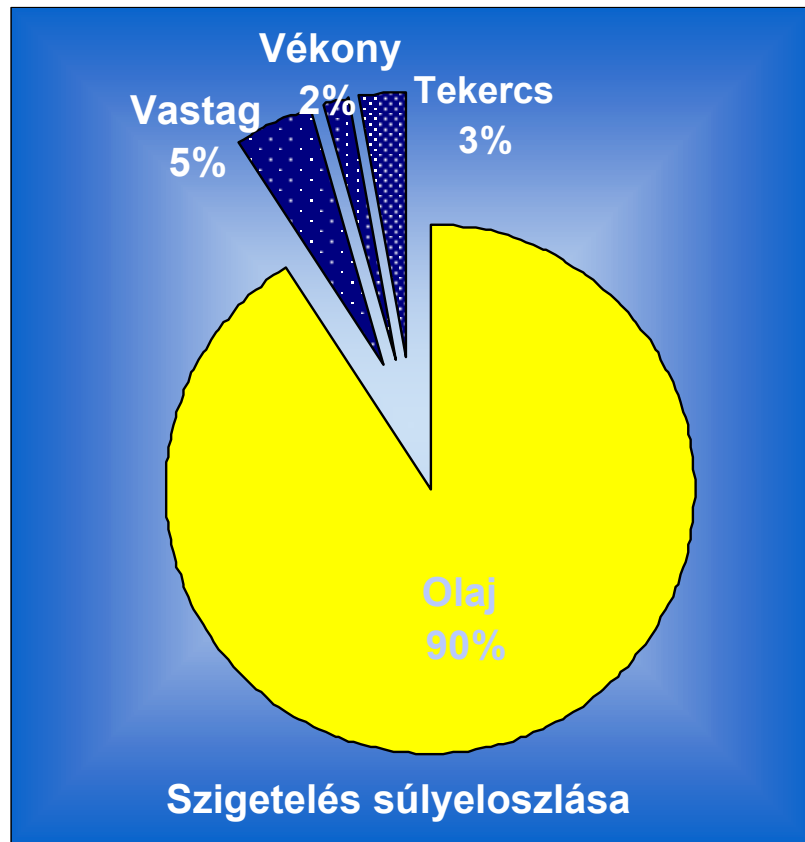
Nedvesség vándorlása



Transzformátorban a nedvesség hőmérséklettől függően vándorol a papírból az olajba és vissza



Víz nagyrészt a szilárd szigetelő tárolja





Példa a vízeloszlásra egy 25 MVA transzformátor esetében 3%-os papírnedvesség tartalommal

	40°C		80°C	
Olaj (25 000litre)	10 ppm	0.25 kg	80 ppm	2.0kg
Papír (2500 kg)	3 %	75 kg	2.93%	73.25 kg
Összesen		75.25 kg		75.25 kg

- A víz nagy része a szilárd szigetelőben van
- Az olaj víztartalom változása lényegesen nagyobb, mint papír nedvesség tartalmának változása



Nedvesség tartalom a transzformátor szigetelésében állandó gondot jelent

Öregedő transzformátorok hajlamosak a nedvesedésre

IEEE Std 62 – 1995:

- Száras 0-2%
- Nedves 2-4%
- Igen nedves 4.5% +

Csak az olajban lévő nedvesség mérhető



Hydran M2

Korszerű Gáz és Nedvesség monitor

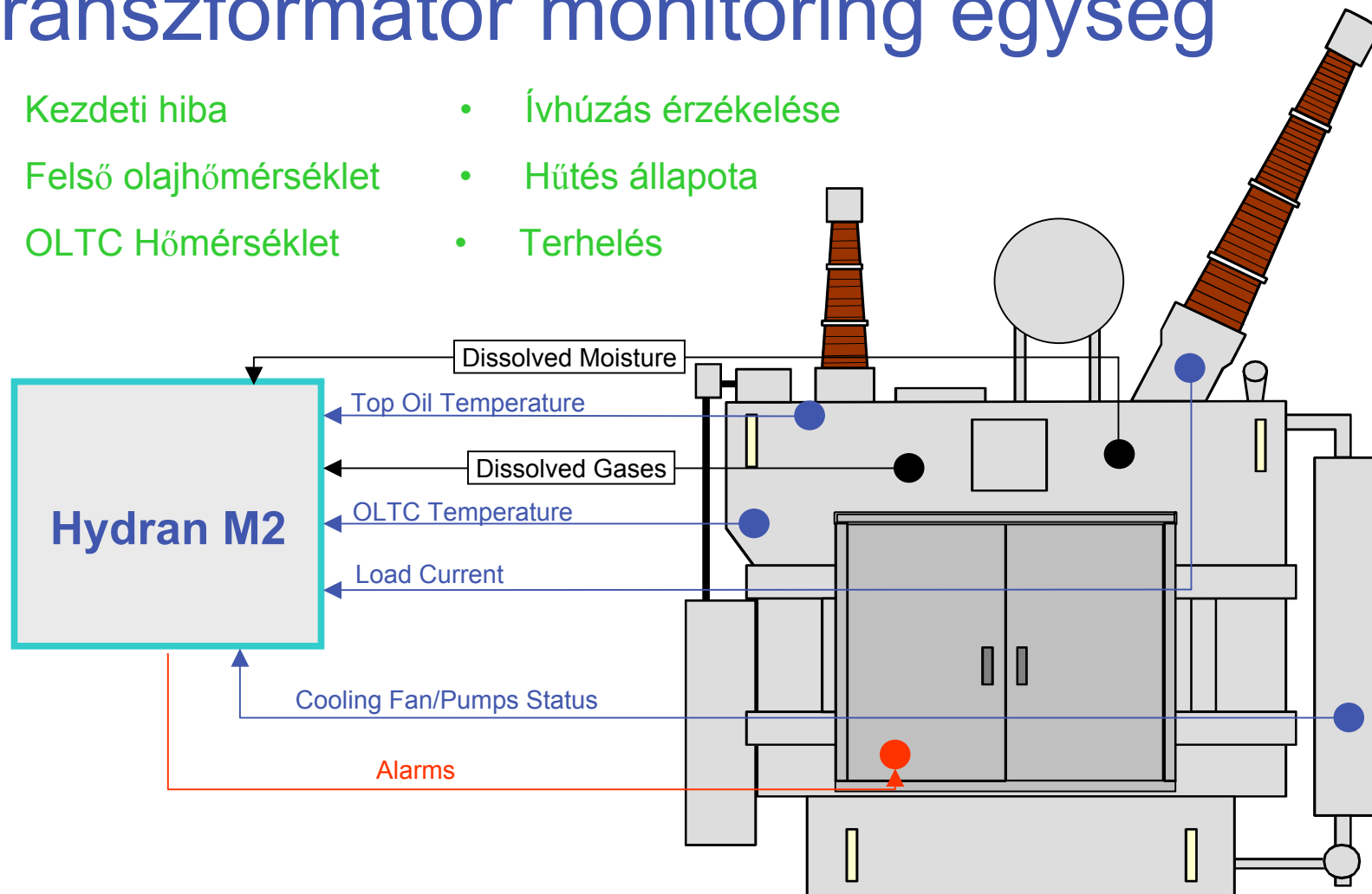
- H₂ és CO
- Nedvesség az olajban
- Trendek
- 4 analóg bemenet
- Adat gyűjtés
- Hálózatképes
- Integrált Modem/TCP-IP



Hydran M2

Transzformátor monitoring egység

- Kezdeti hiba
- Felső olajhőmérséklet
- OLTC Hőmérséklet
- Ívhúzás érzékelése
- Hűtés állapota
- Terhelés



Hydran M2 Host (DNP) - [Network View] - [ABC -----> Transformer 2]

FileViewConfigurationOptionsWindowHelp



ABC

Rectifier A

Rectifier B

Rectifier C

Rectifier D

Transformer 1

Transformer 2

ABC - Transformer 2

View Active Alarms

InputsModelsHydran M2 readings

Activated Analog Inputs	Value
Top Oil Temperature	43.8 °C
Ambient Temperature	4.9 °C
Current Winding H	1691 A

Activated Digital Inputs	Value
Cooling Bank1 Feedback Status	On
Cooling Bank2 Feedback Status	Off

Close

Security Level - 3

10/05/2006 07:19 AM

Start



Hydran ...





Átfogó monitoring technika a **transzformátor tank** számára

Szinergia

Több paraméter együttes felügyelete lehetővé teszi további információk létrehozását a már mért értékek egymással történő kapcsolatba hozásával.

Korrelációba vont adatok analízise által fontos, származtatott értékeket hozhatunk létre, amelyek ezután mint egyedi paraméterek állnak rendelkezésünkre.



Átfogó monitoring technika a transzformátor tank számára

Szinergia

Probléma:

Az adatok analizálásához időre, képzett munkaerőre és szaktudásra van szükség

Aktuális trend: Igen nagy a konkurencia harc és korlátozott anyagi lehetőségeink vannak

Szükséges: Egy rendszer, amely az adatokat megszüri és csak a fontos információkat engedi tovább



Átfogó monitoring technika a **transzformátor tank** számára

Szinergia

Megoldás:

Csökkentése az adatmennyiséget intelligens
rendszer segítségével

Alkalmazzon on-line, valós idejű adatcsökkentési
technikát “intelligens” szenzorral és rendszerrel

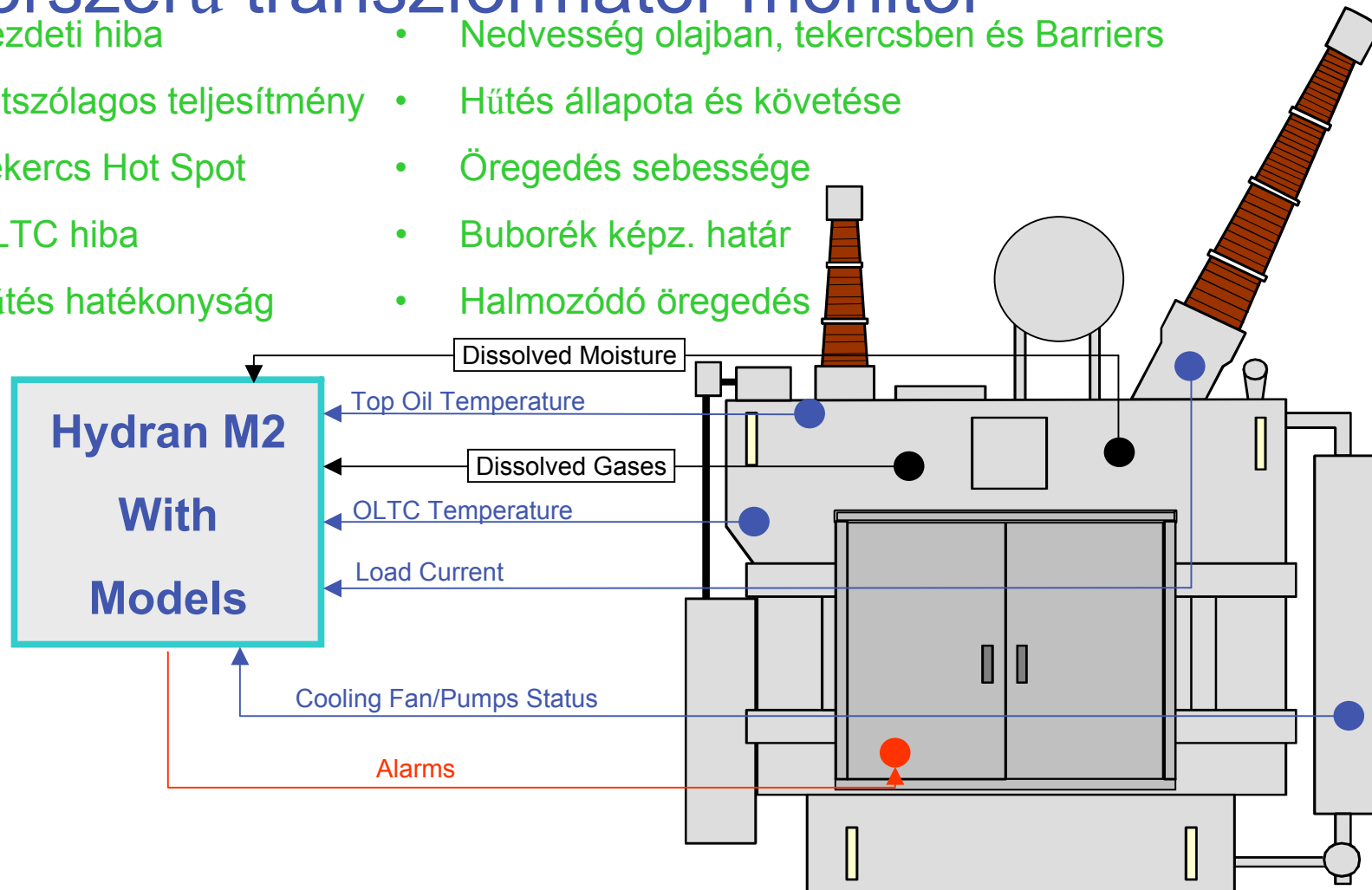
Használjon on-line “Modelleket” azért, hogy a
kezelő csak a hasznos információkat láthassa



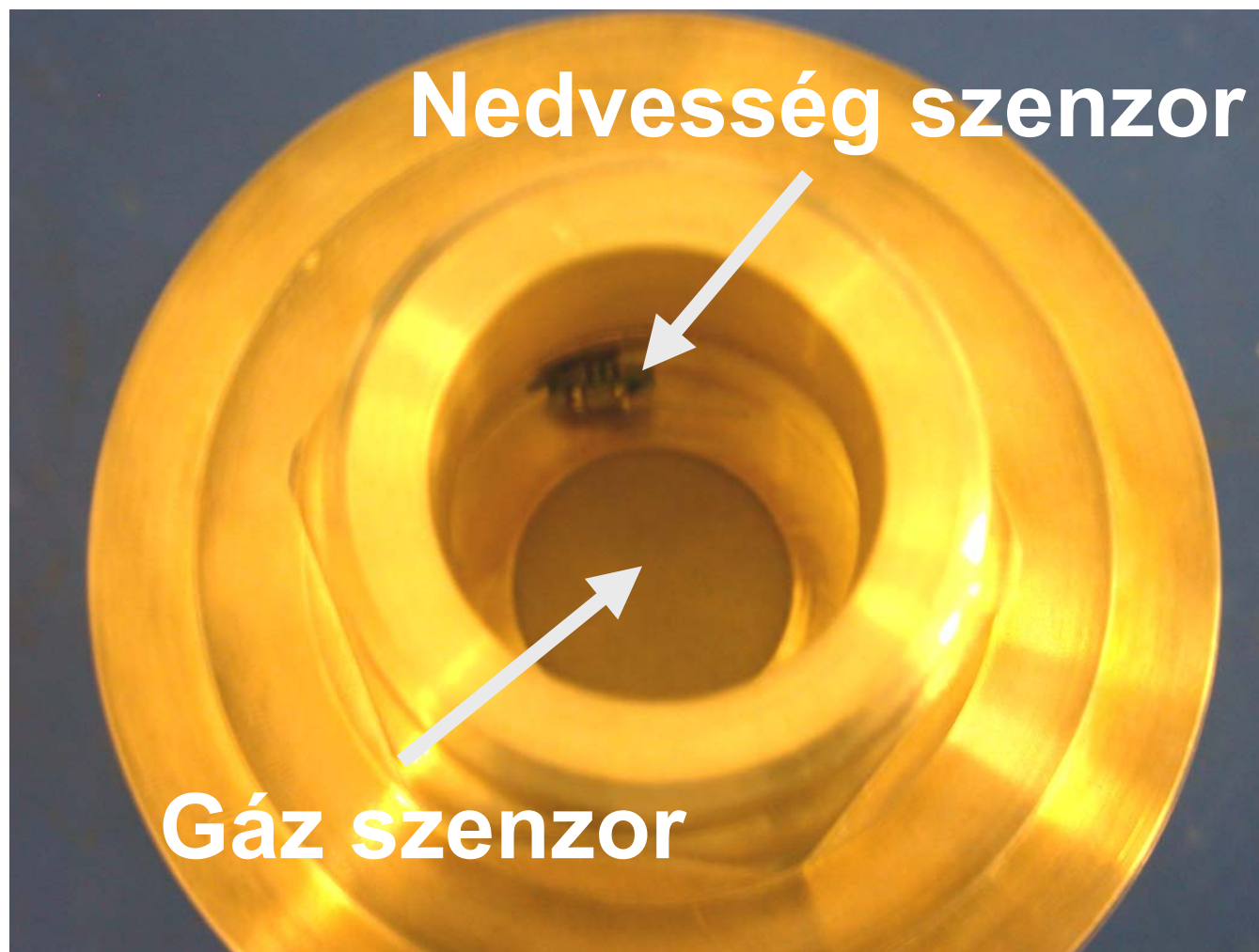
Hydran M2

korszerű transzformátor monitor

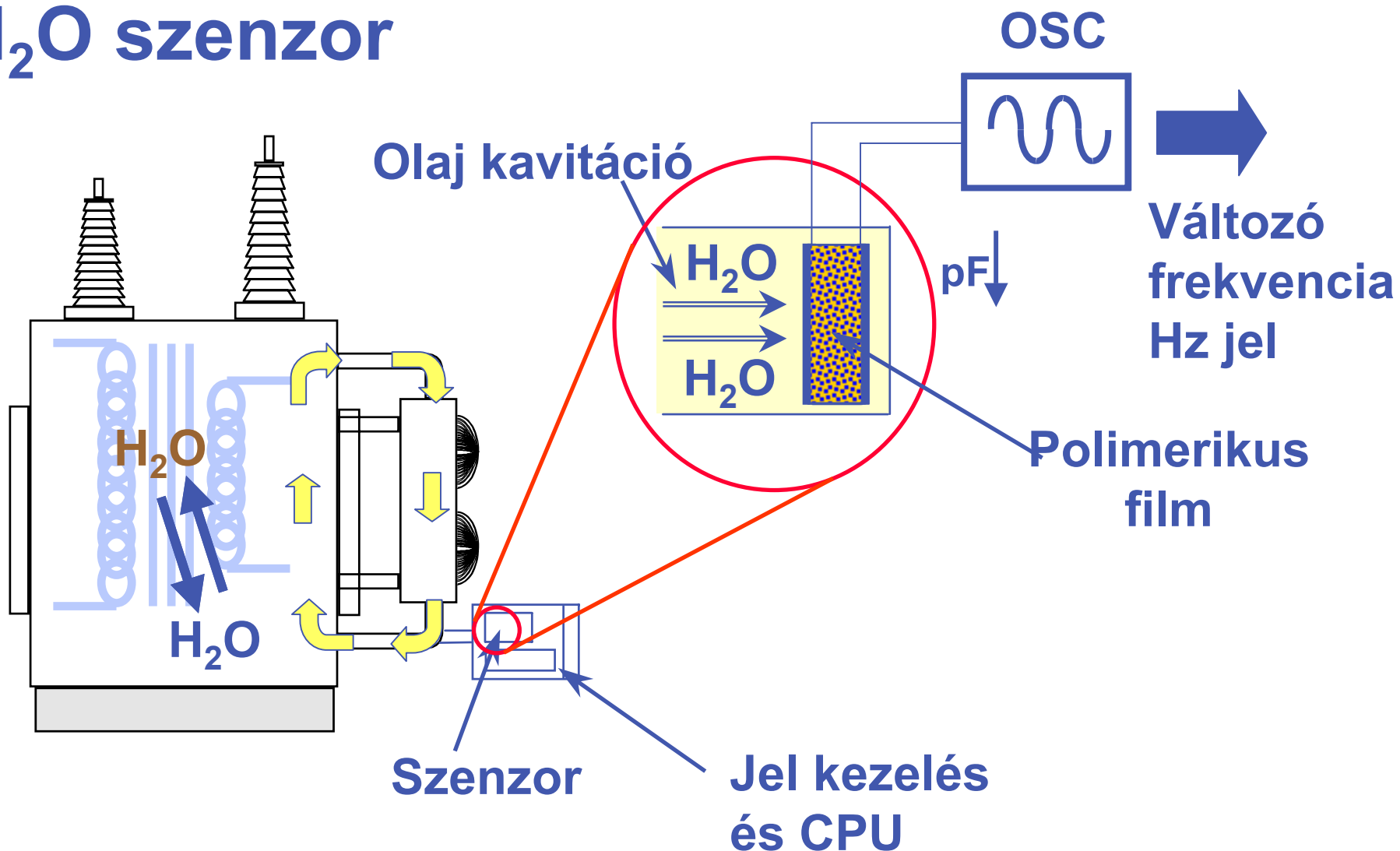
- Kezdeti hiba
- Nedvesség olajban, tekercsben és Barriers
- Látszólagos teljesítmény
- Hűtés állapota és követése
- Tekercs Hot Spot
- Öregedés sebessége
- OLTC hiba
- Buborék képz. határ
- Hűtés hatékonyság
- Halmozódó öregedés



Hydran[®] S2/M2 Dual Szenzor



A Hydran[®] Technológia: H₂O szenzor





Hydran M2

Transzformátor monitoring egység

**Külső szenzorok, valamint on-line
modellszámítások hozzáadásával
átalakul a Hydran M2 egyszerű
“hibagáz monitorból” komplett
transzformátor monitoring rendszerre**



Átfogó monitoring technika a **transzformátor tank** számára

Hőmérséklet

Magas hőmérséklet a szigetelést gyorsabban öregíti

Túl magas hőmérséklet buborék képződést idézhet elő, ami ív húzáshoz vezethet.

Hirtelen hőmérséklet esés vízcsepp képződést idézhet elő az olajban, ami szintén ív húzáshoz vezethet.

**Hőmérséklet kulcsfontosságú érték,
amelynek fejlődését figyelemmel kell kísérni.**



Átfogó monitoring technika a **transzformátor tank** számára

Terhelés

Terhelés mértéke uralja minden tekintetben a transzformátor üzemeltetését.

Terhelés hatással van a transzformátor összes komponensére.

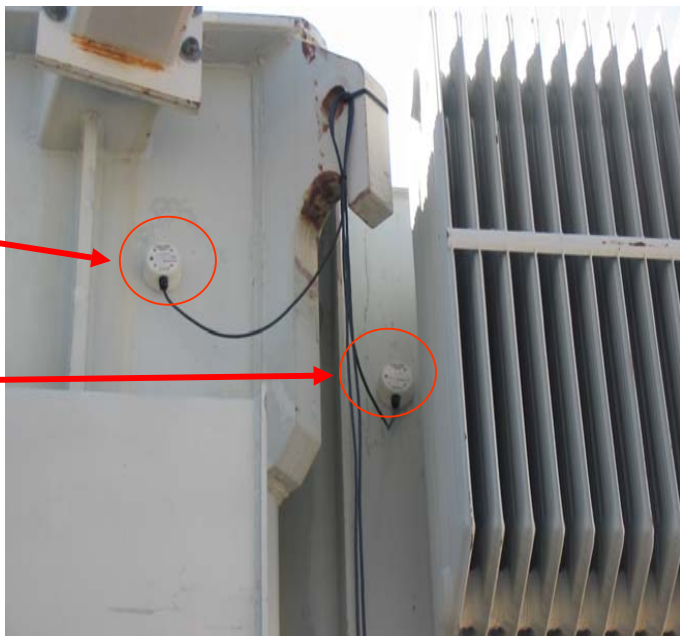
Túlerhelés túlzott transzformátor öregedést okoz.

Terhelés kulcsfontosságú érték, amelynek fejlődését figyelemmel kell kísérni.

Hőmérséklet és terhelés

Felső olajl

OLTC



Környezeti
hőmérséklet
szenzor



Mágneses lábazattal
rendelkező hőmérséklet
szenzor

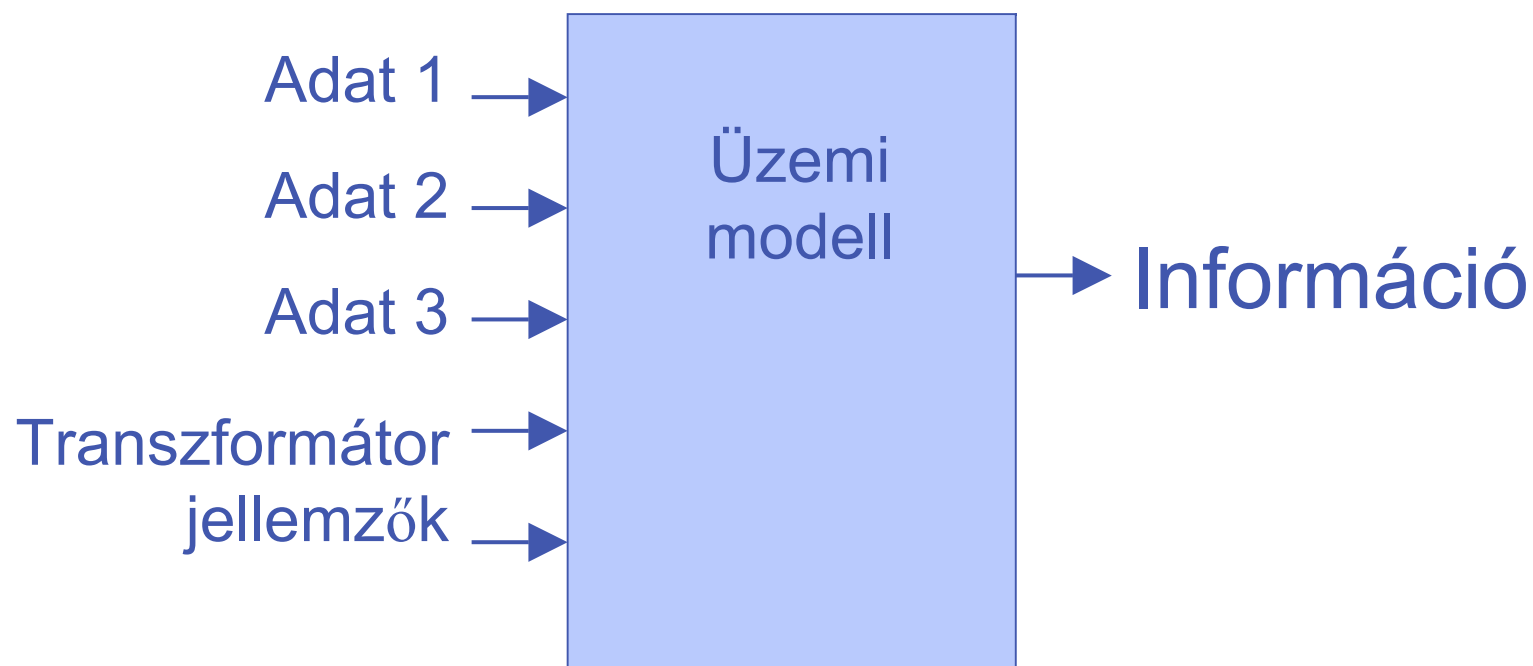


Rácsíptethető terhelés szenzor



Transzformátor modell

**Nyers adatokat használható információvá
konvertálja**





Korszerű intelligencia: Modellek

Transzformátor Monitoring : adat vagy Információ?

Modellek:

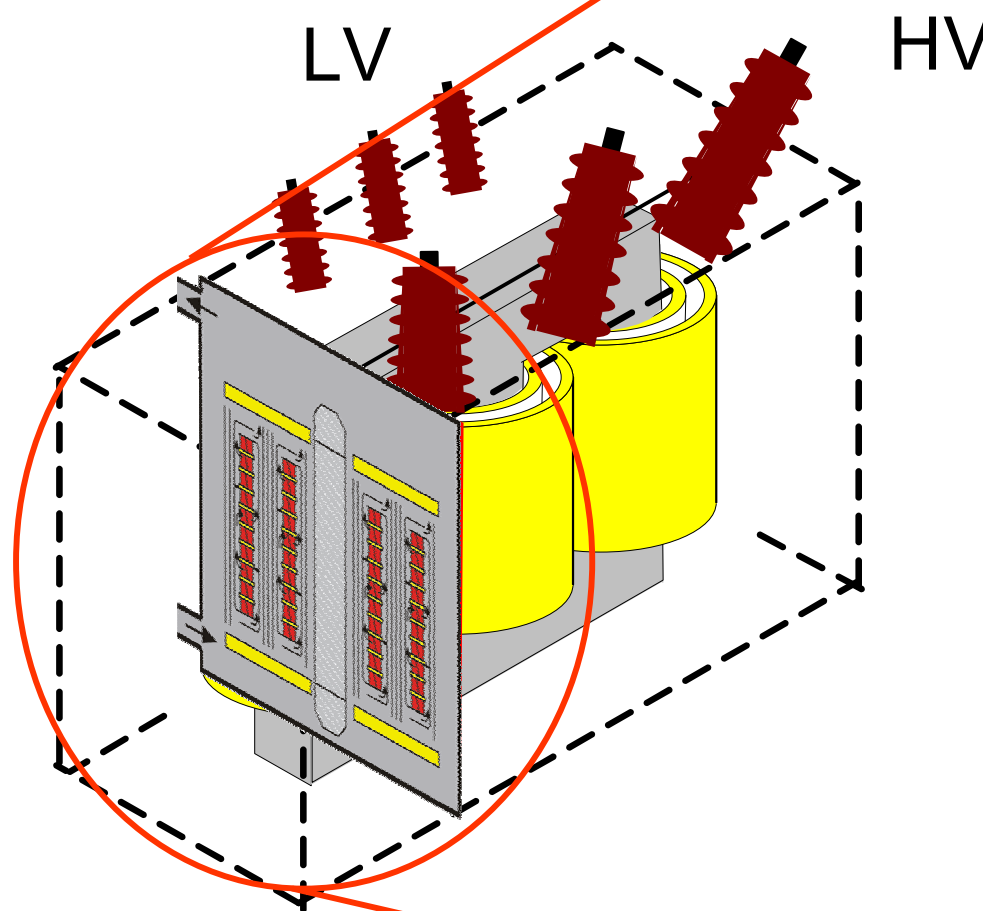
Modellek bázisát nemzetközileg elismert szabványok adják, mint IEEE® és IEC®

Online valósidejű számítások elvégzése azért szükséges, hogy a mért adatok hasznos információkká váljanak.

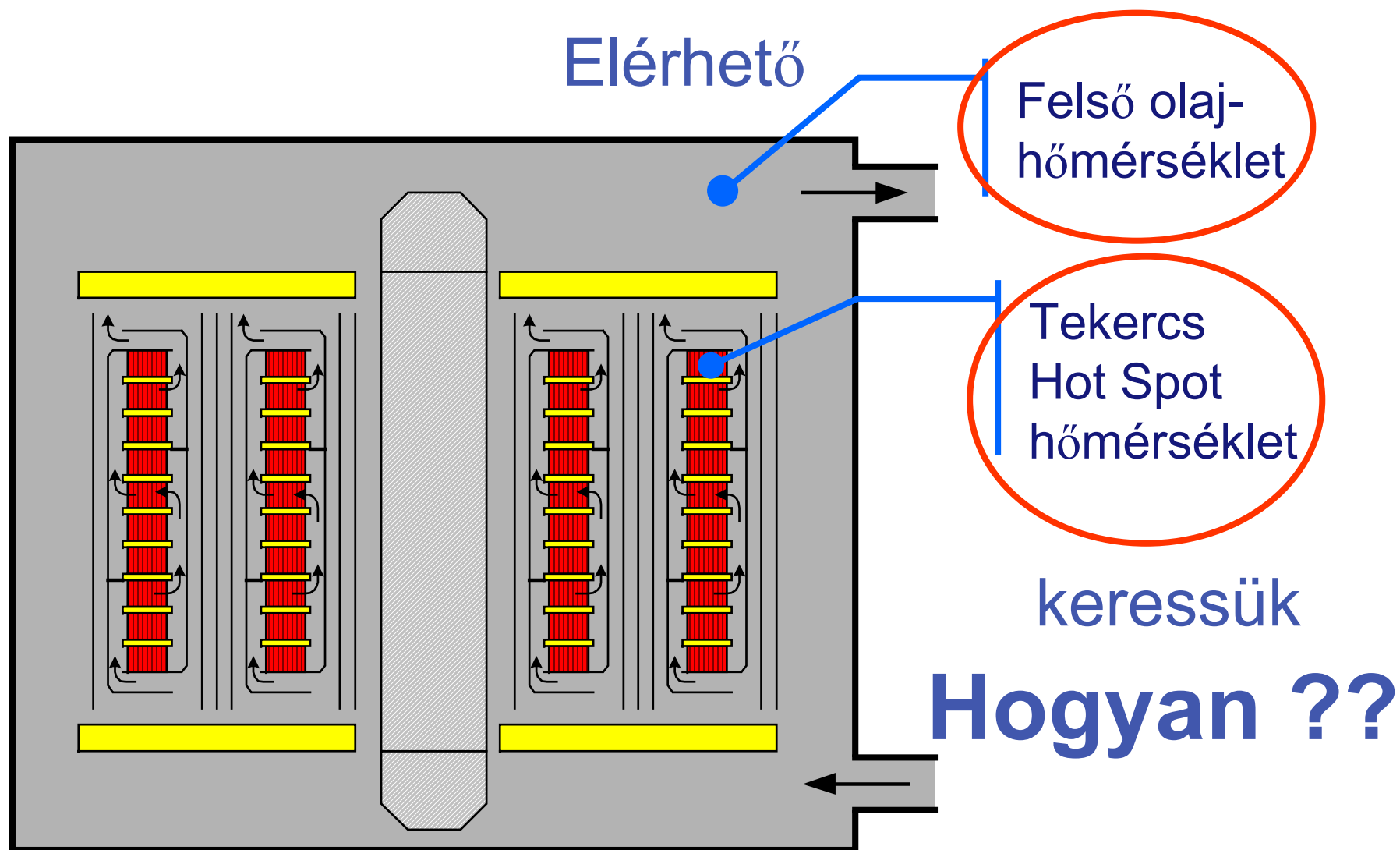
Felhasználjuk a transzformátor teszt- és melegítési protokolljának adatait azért, hogy hozzá igazítsuk a modellt a transzformátorhoz.

Tekercs Hot Spot

Például vizsgáljunk
egy 3 fázisú két-
tekercses
transzformátort



Példa: Tekercs hőmérséklet modell





Tekercs hőmérséklet modell

Ultimate hot-spot temperature rise on winding H

$$\Delta\Theta_{HHu} = \Delta\Theta_{HH} + \Delta\Theta_{Hu}$$

Hot-spot temperature rise on winding H

$$\Delta\Theta_{HH} = \Delta\Theta_{HHi} + \Delta\Theta_{HHi}$$

Hot-spot temperature rise on winding H

$$\Theta_{HH} = \Theta_{T0} + \Delta\Theta_{HH}$$

Reset of initial winding temperature

$$\Delta\Theta_{HHi} = \Delta\Theta_{HH} - \Delta\Theta_{HHi}$$

Ultimate hot-spot temperature rise on winding H

$$\Delta\Theta_{HXu} = \Delta\Theta_{HX} * (I_x)$$

Hot-spot temperature rise on winding H

$$\Delta\Theta_{HX} = \Delta\Theta_{HXi} + \Delta\Theta_{HXi}$$

Hot-spot temperature rise on winding H

$$\Theta_{HX} = \Theta_{T0} + \Delta\Theta_{HX}$$

Reset of initial hot spot temperature

$$\Delta\Theta_{HXi} = \Delta\Theta_{HX} - \Delta\Theta_{HXi}$$

Bemenetek:

- Felső olajhőmérséklet
- Terhelő áram az egyes tekercseken
- Transzformátor karakterisztika

Szabály:

- Számítás összhangban az IEEE és IEC loading guides -al

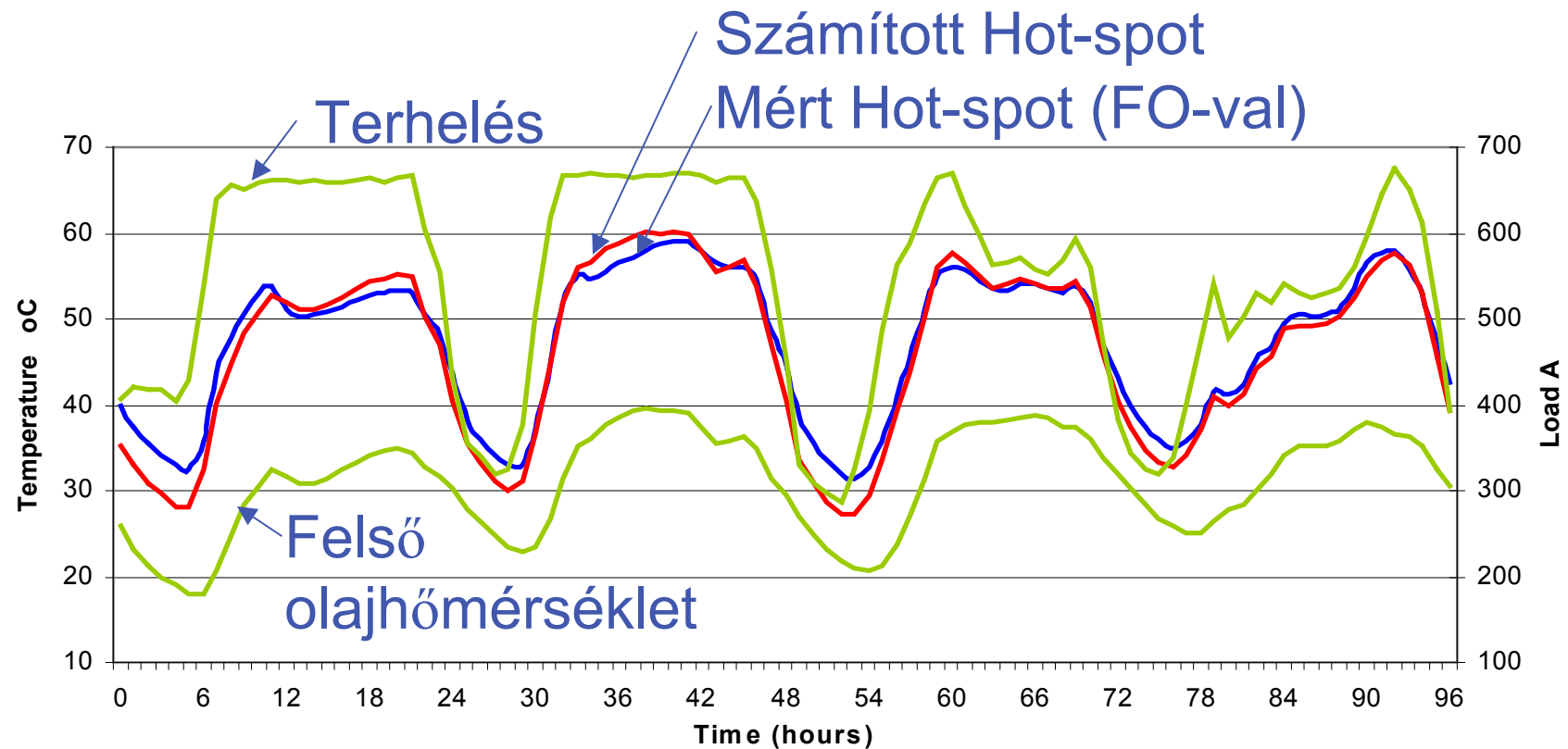
Kimenet:

- Primer tekercsek legmelegebb pontjának számított hőmérséklete
- Max érték naplózása idő-stemplivel
- Figyelmeztetések és alarmok



Tekercs hot spot hőmérséklet

Modell működésének igazolása





Terepi tapasztalat gyűjtés on-line nedvesség monitorozással

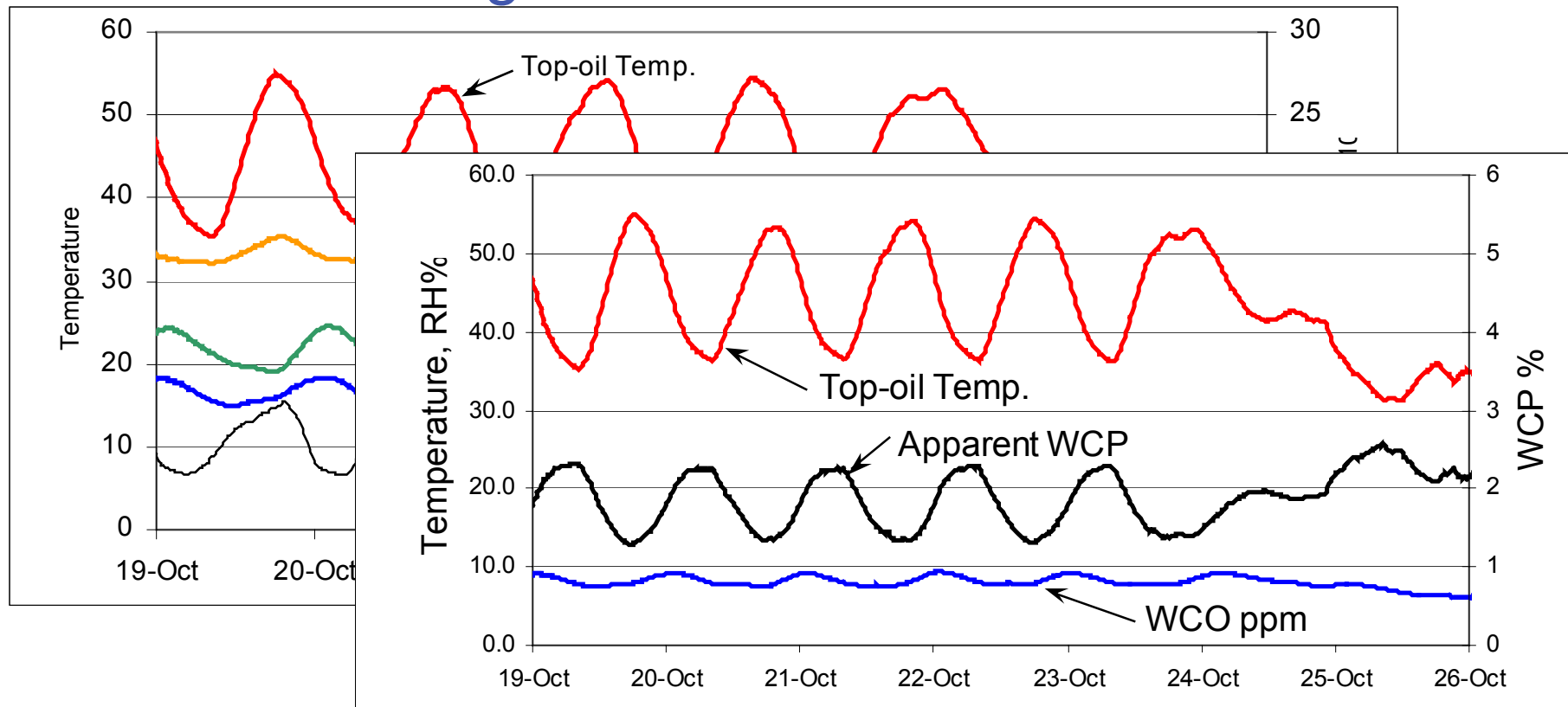
US Western Utility

50MVA,
230 / 13.8 kV
Hydran M2 a tartalék
hűtő alsó csatlakozási
helyére lett felszerelve





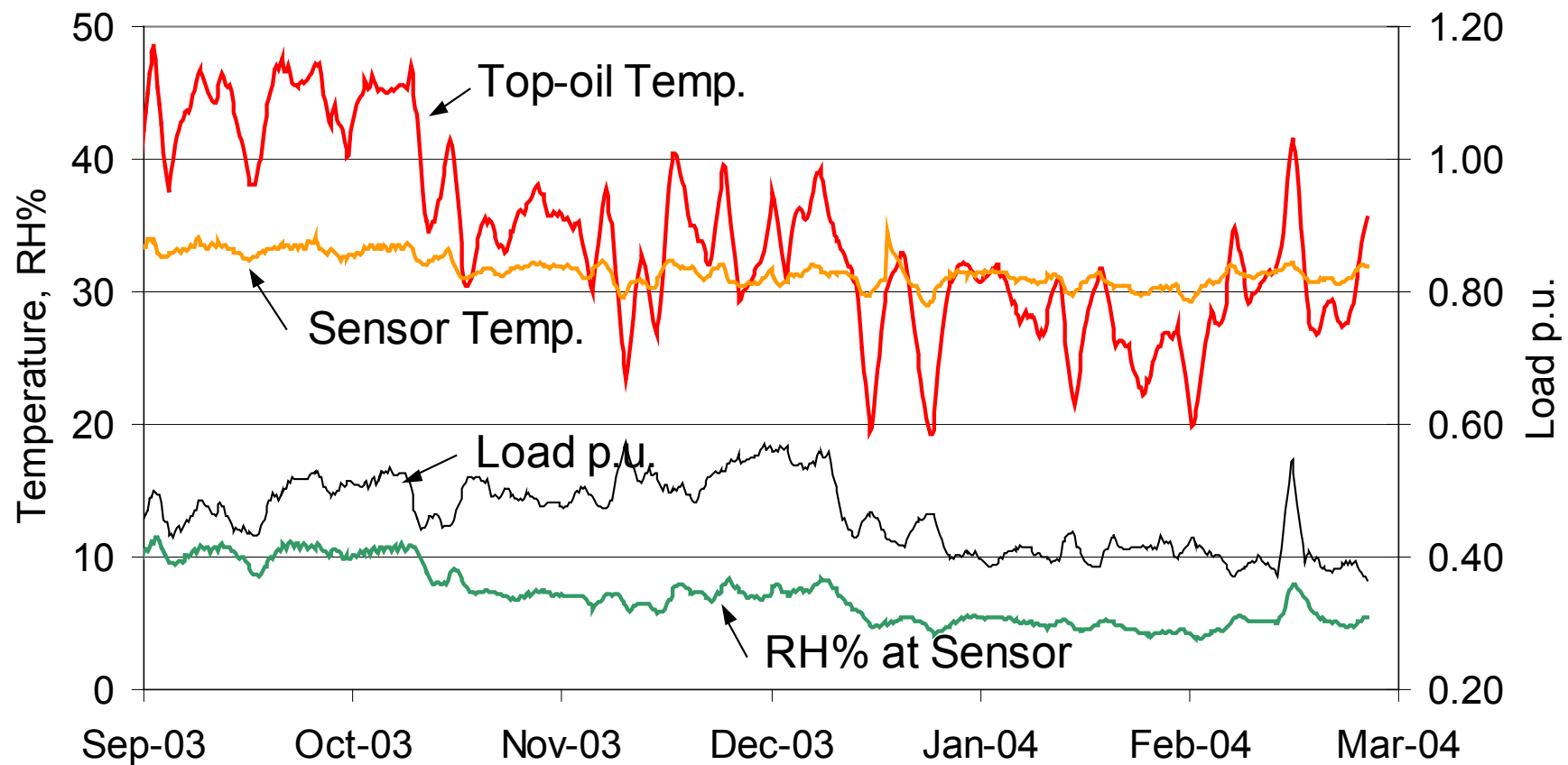
Nedvesség napi változása az olajban, egyedi mintavételezéssel a papír nedvesség tartalma nem határozható meg



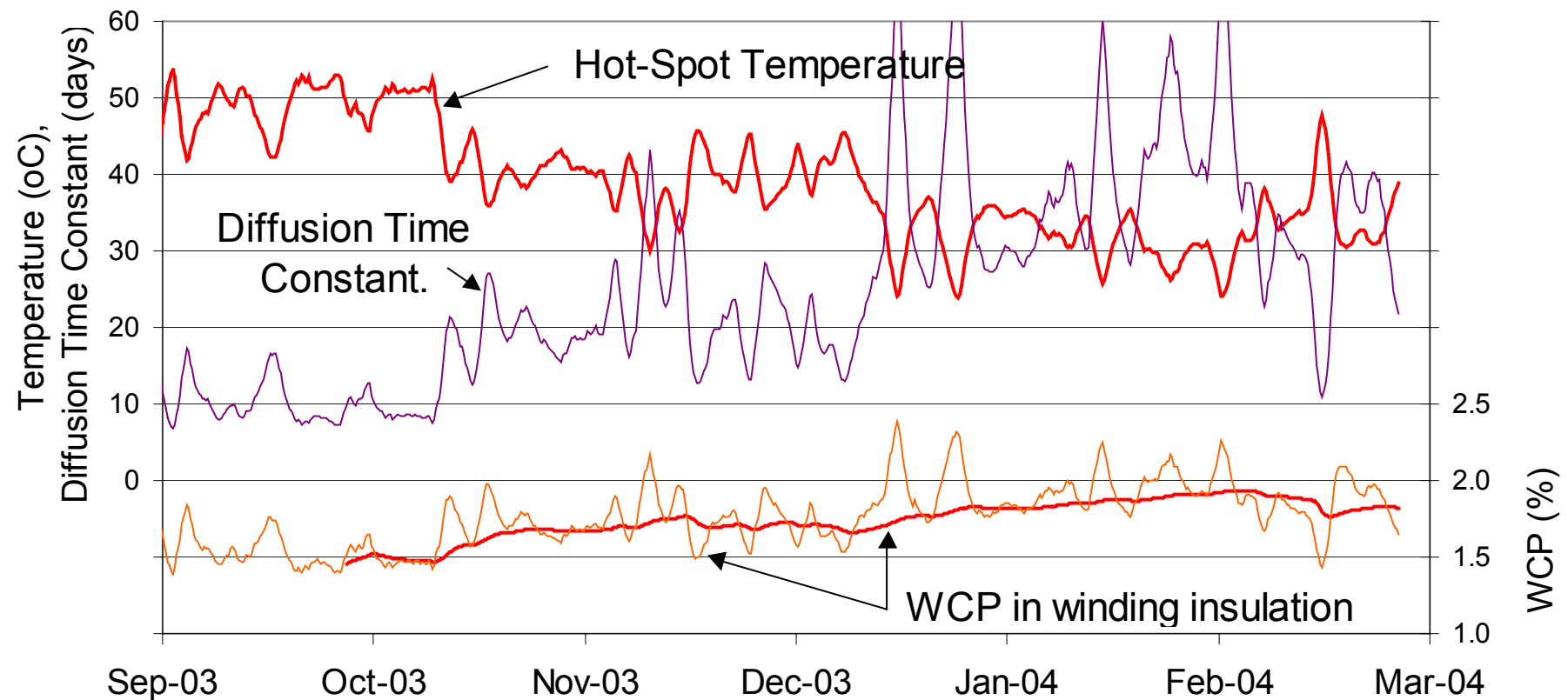
WCP: Min 1.3% Max 2.5%



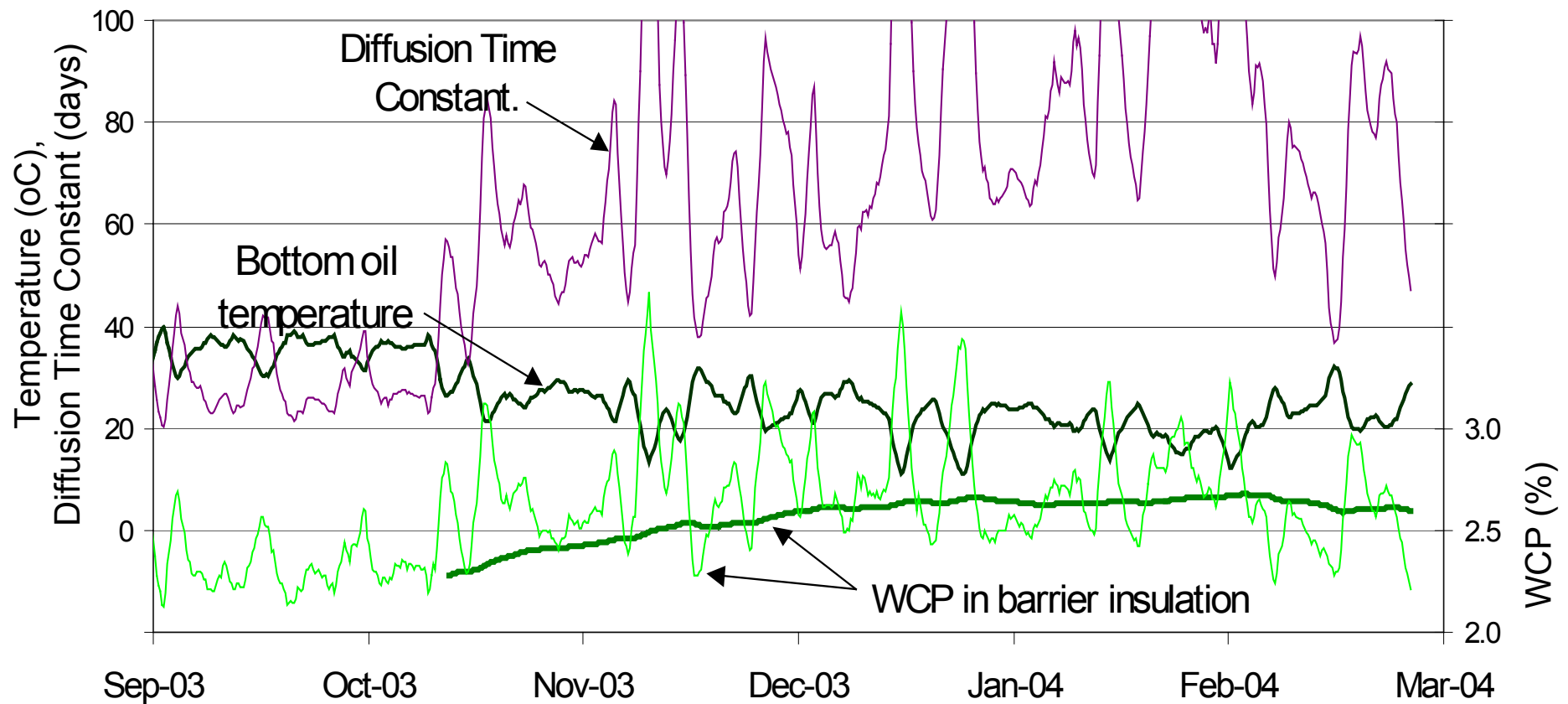
Az olaj nedvesség tartalmának (WCO) adatainak hosszú idejű gyűjtése lehetségessé teszi a papír nedvesség tartalmának (WCP) meghatározását



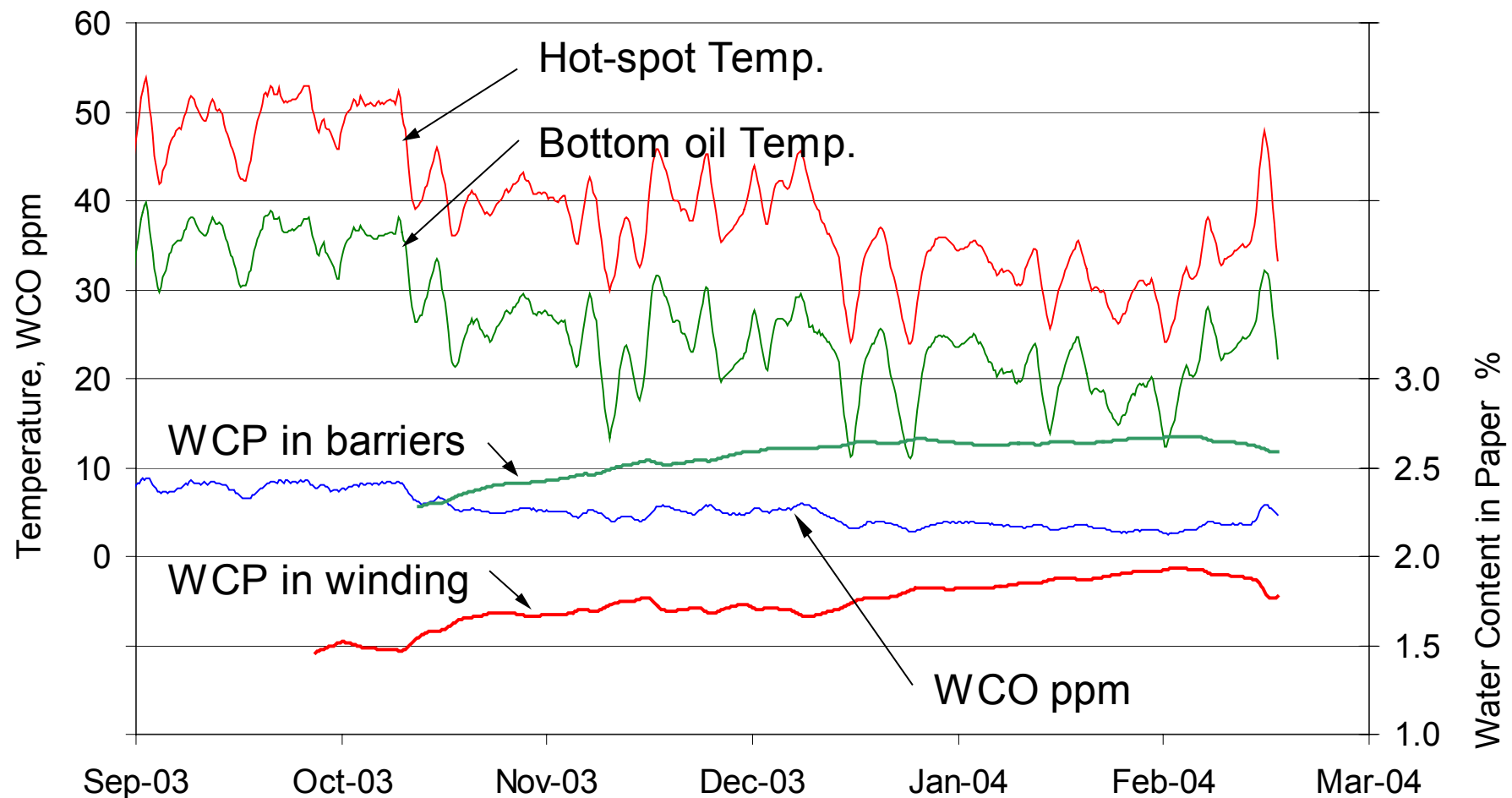
Nedvesség tartalom számítása hot-spot közeli tekercsszigetelésben



Nedvesség tartalom számítása az alsó fő elválasztó szigetelésben



Mivel a nedvesség tartalom alakulása a tekercsszigetelésben és a prespán elválasztó szigetelőben eltérő, így saját trendekkel rendelkeznek



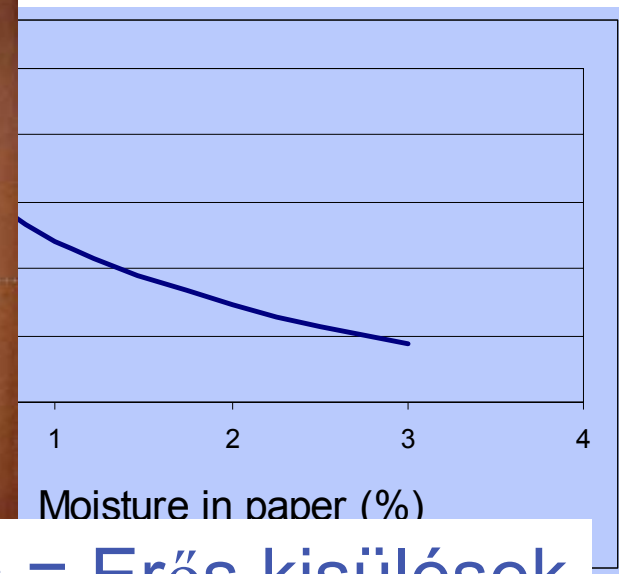
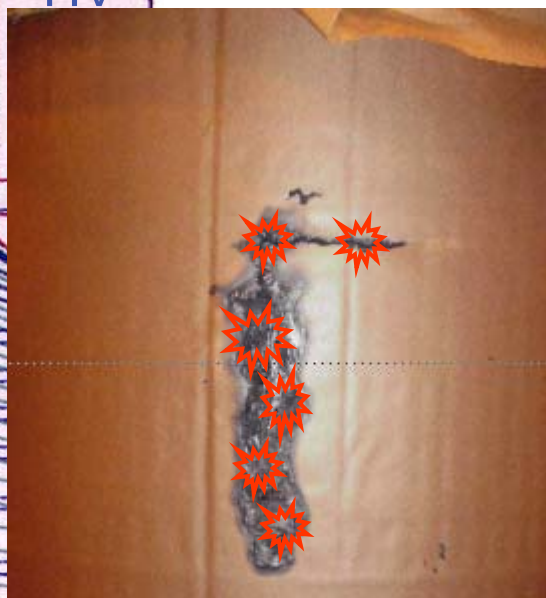
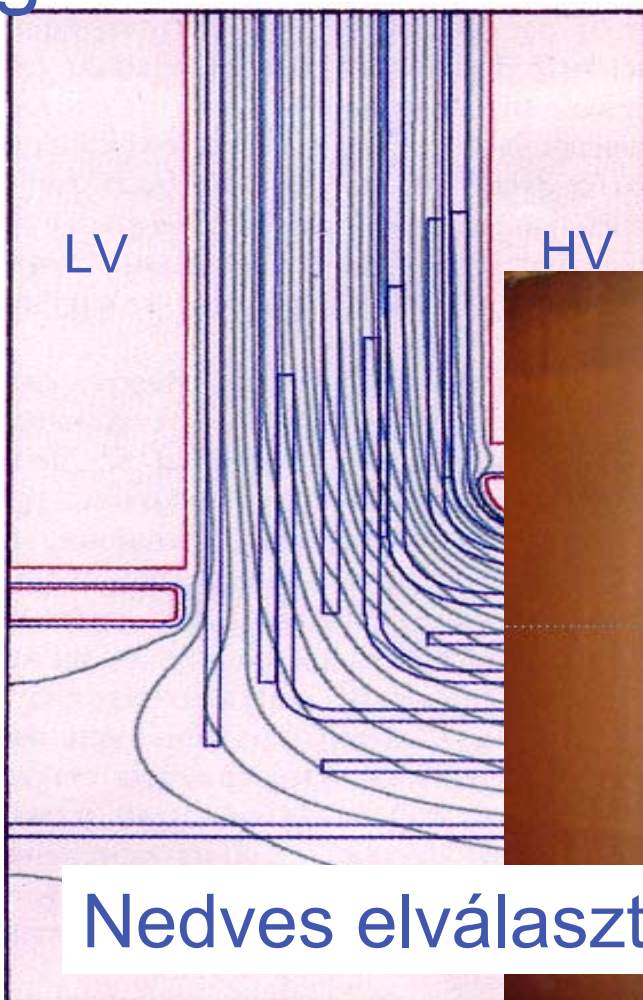


Nedvesség hatása a papírban

- Víz mennyisége a papírban egy igen fontos paraméter, amelyet ismernünk kell, és amely a következőkre direkt hatással van:
- Tekercsszigetelés öregedésére
- Buborék képződéshez tartozó hőmérsékletre, amely korlátozza a transzformátor túlterhelhetőségét
- Elválasztó szigetelő dielektromos ellenállására a tekercs alján

Nedvesség hatása a prespán elválasztó szigetelésben

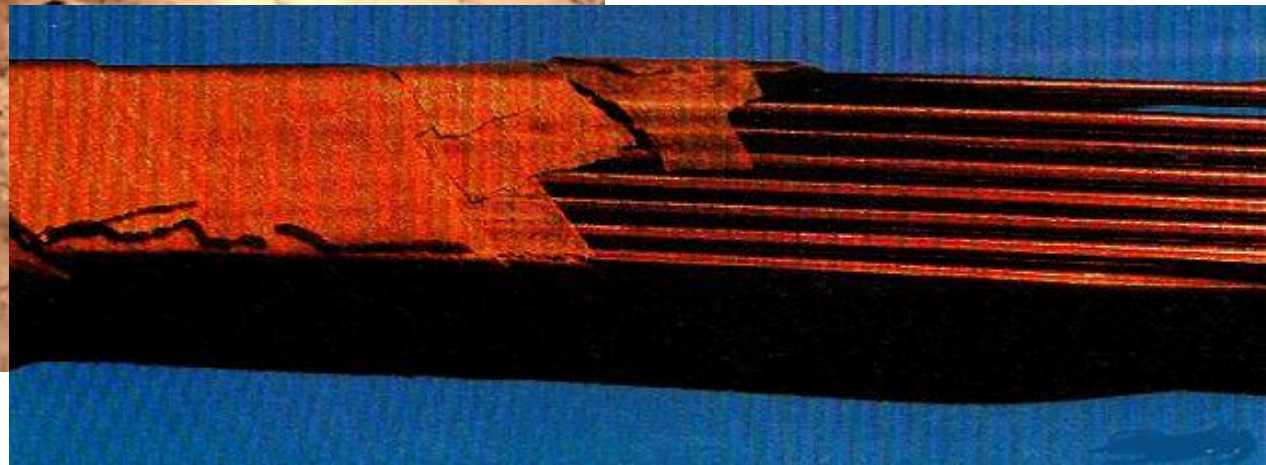
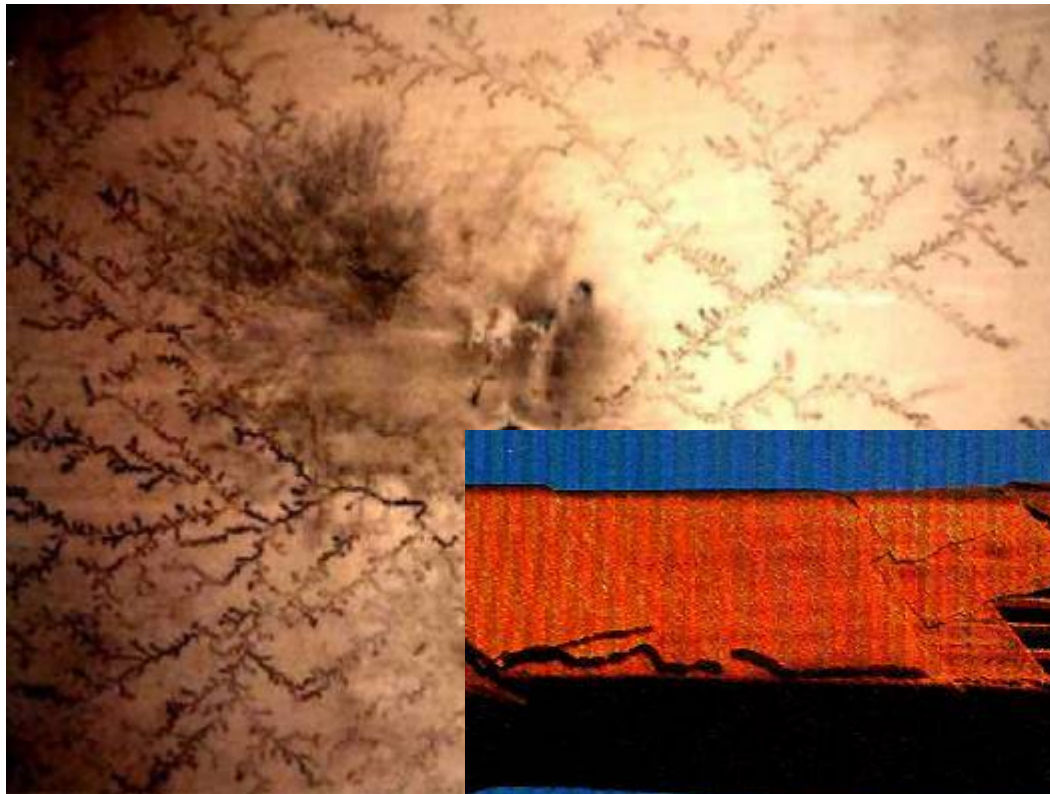
A nagyfeszültségű tekercs körüli elektromos mező kisülésekhez vezethet nedves átvezető szigetelő estében



Nedves elválasztó szigetelés = Erős kisülések



Példa: nedvesség a papírban modell





Nedvesség hatása a tekercsszigetelésben

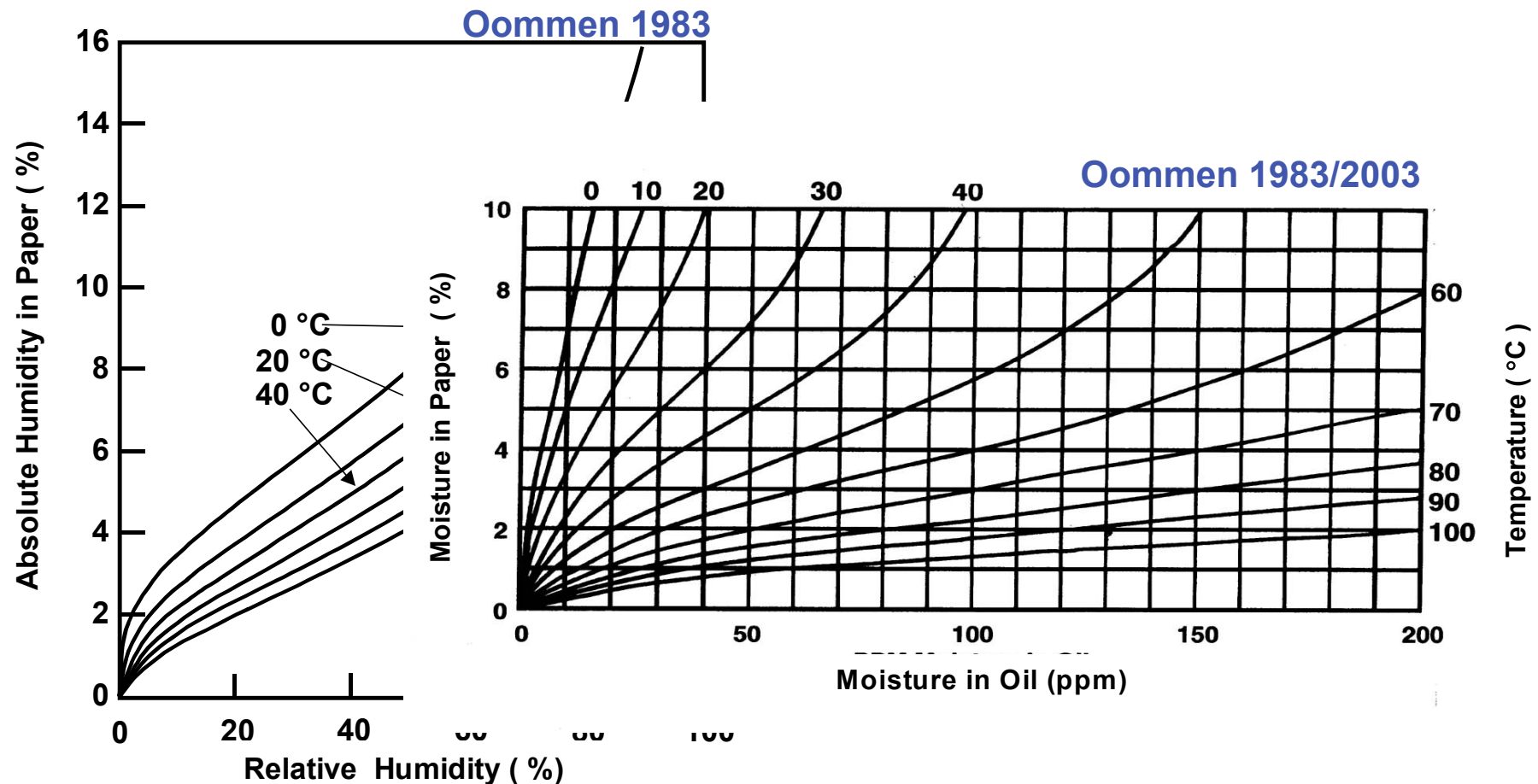
Megoldás:

Összefüggés van a papírban és az olajban található víz között

Azonban ez az összefüggés dinamikus és változik a transzformátor terhelésének függvényében

A víz transzformátoron belüli eloszlása meglehetősen összetett és változó

Víz olajban, víz papírba, összefüggéseket ábrázoló egyensúly diagrammok elérhetőek





Víz olajban, víz papírba, összefüggéseket ábrázoló egyensúly diagrammok elérhetőek

- Ezek a diagrammok feltételezik, hogy az egyensúly fennáll (a nedvesség mozgása leállt az olaj és a papír között)
- De ez soha nem így van.
- Sokan hibáznak a diagrammok felhasználásakor nem gondolnak arra, hogy az egyensúlynak feltételei vannak és ez a hiba igen költséges lehet számukra.

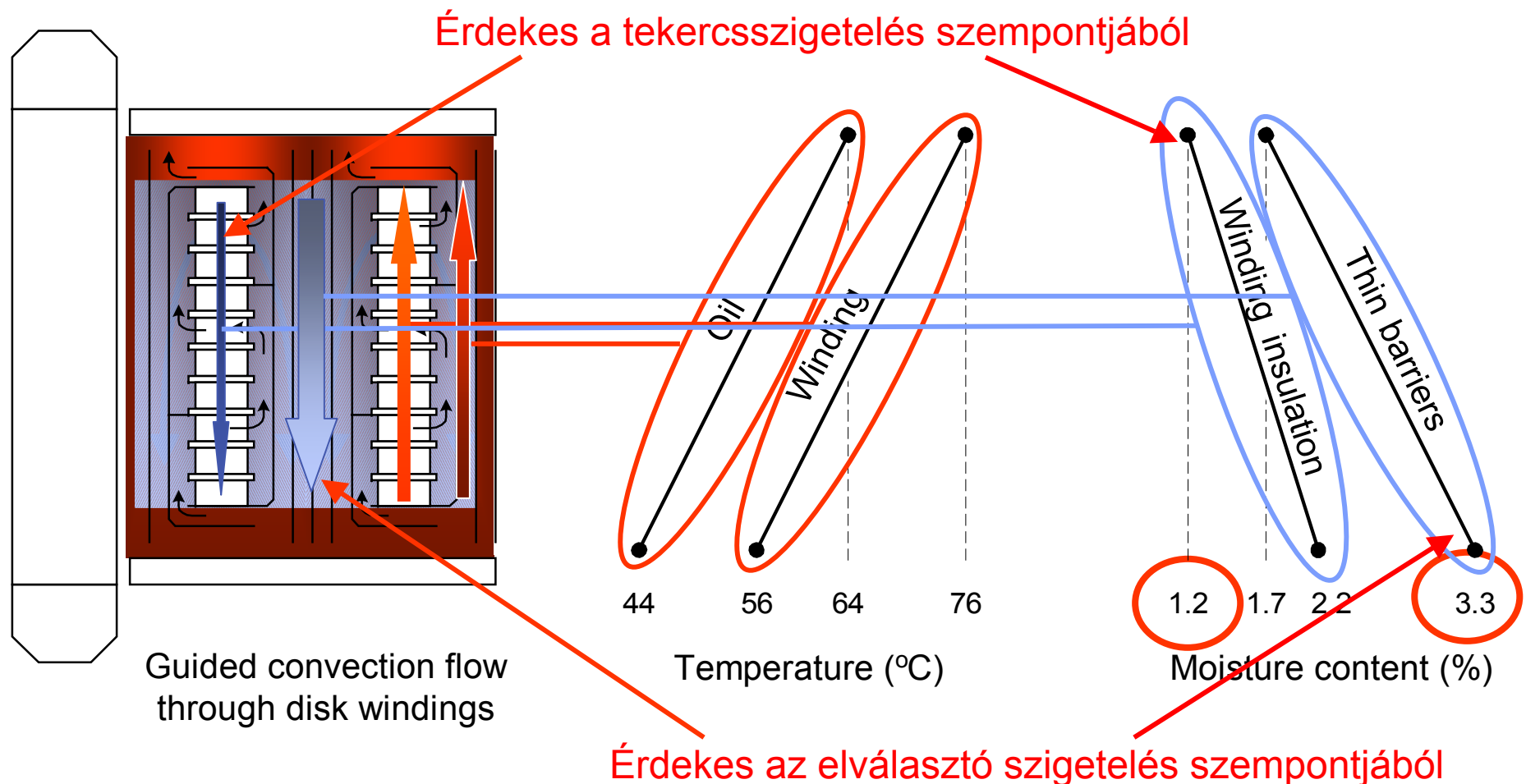


Víz olajban, víz papírba, összefüggéseket ábrázoló egyensúly diagrammok elérhetőek

Papír a transzformátorban hőmérséklettől függően tartalmaz nedvességet

- Különböző részei a szigetelésnek különböző vastagsággal rendelkeznek (tekercsszigetelés - elválasztó szigetelés)
- Az egyensúlyi állapot elérése ezért az elválasztó szigetelésben jóval tovább tart, mint a tekercsszigetelésben

Nedvesség tartalom a transzformátoron keresztül nem egyforma



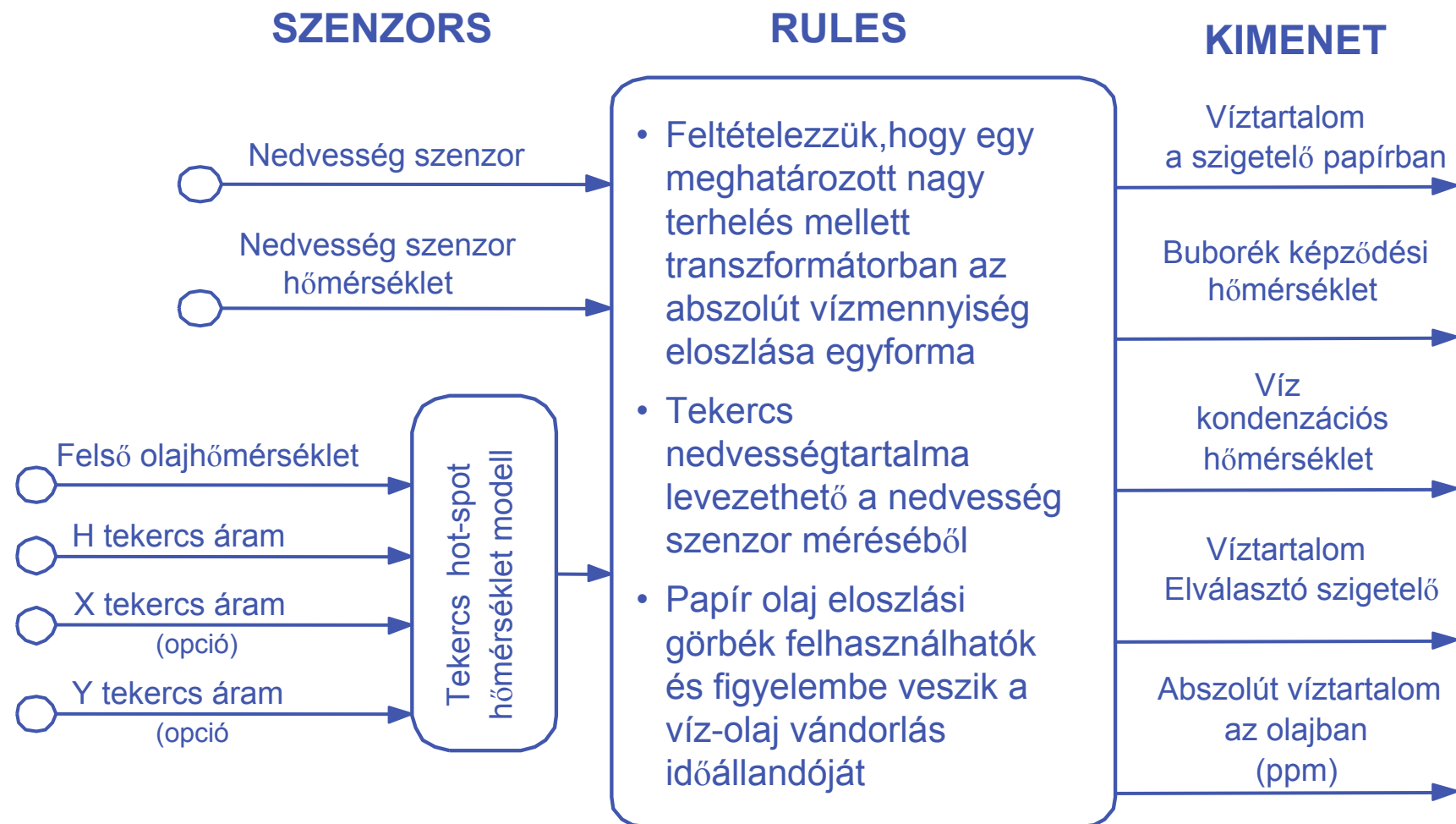


Nedvesség hatása a papírban

- Ahogy a hőmérséklet változik a transzformátorban, úgy vándorol a nedvesség a papír és olaj között
- A gyakorlatban az egyensúlyi diagrammokat szinte sosem lehet felhasználni
- Csak egy dinamikus modell, amely valós időben számol, tud elfogatható kiértékelést adni papír nedvesség tartalmáról

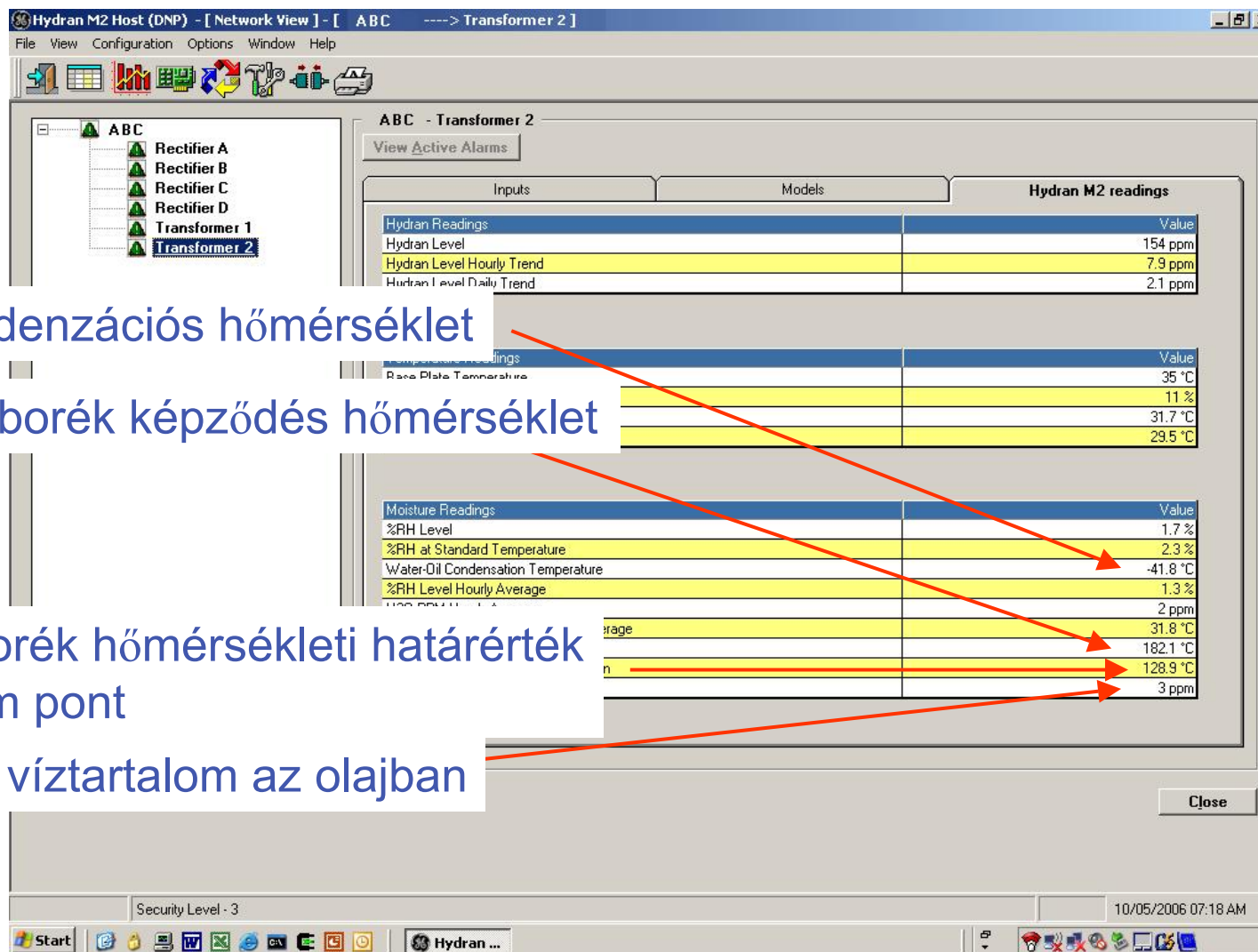


Nedvesség és buborék modell





Nedvesség és buborék modell



Víz kondenzációs hőmérséklet

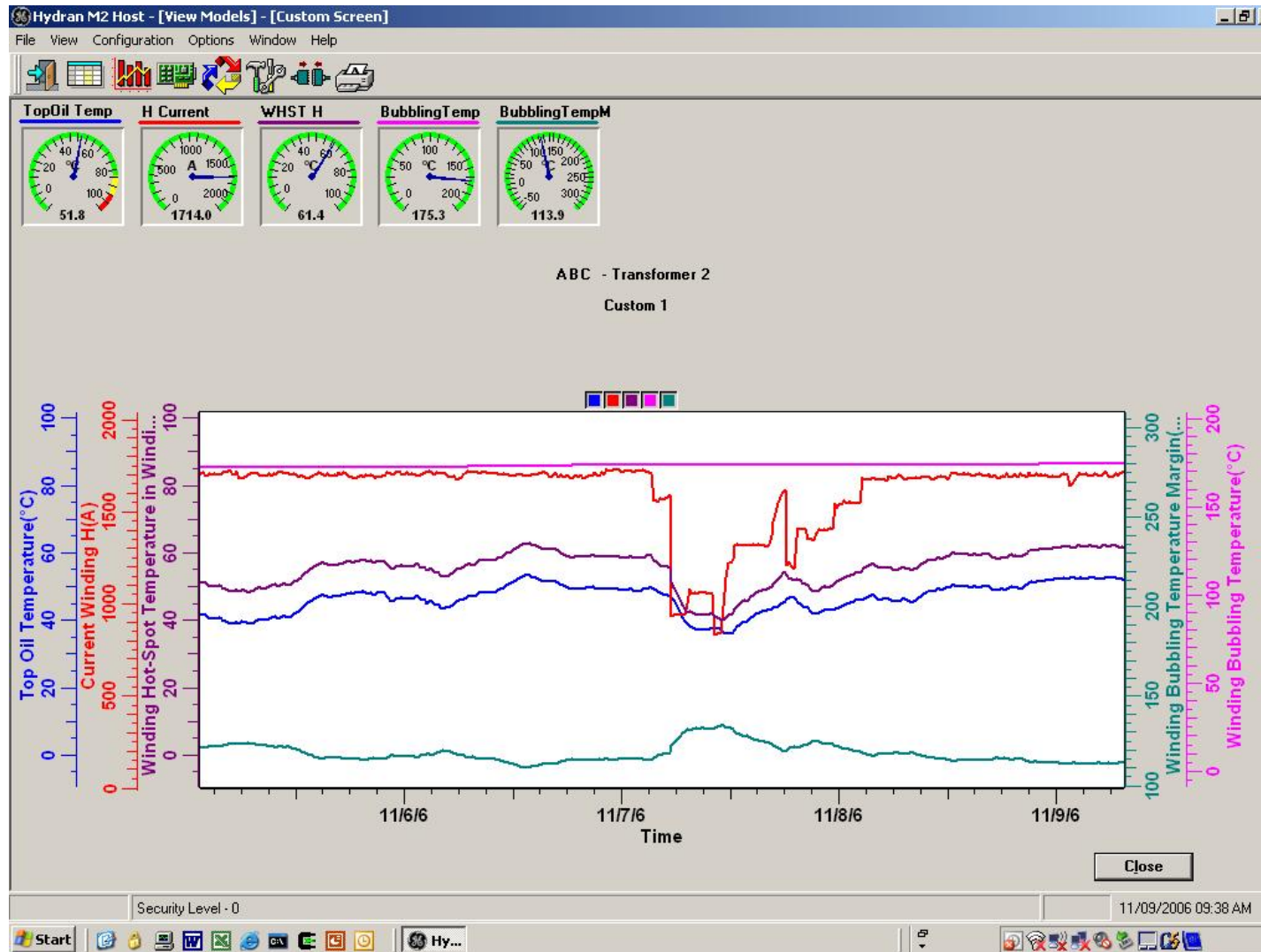
Tekercs buborék képződés hőmérséklet

Buborék hőmérsékleti határérték
alarm pont

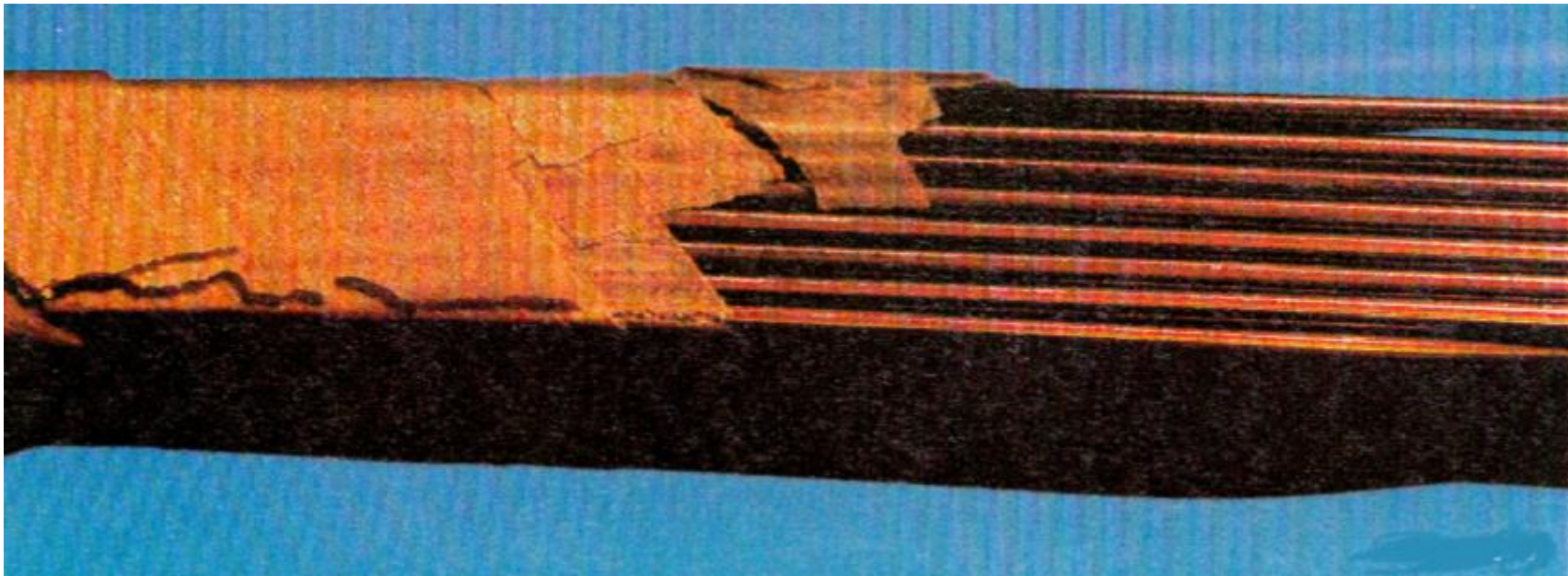
Abszolút víztartalom az olajban



Nedvesség és buborék modell

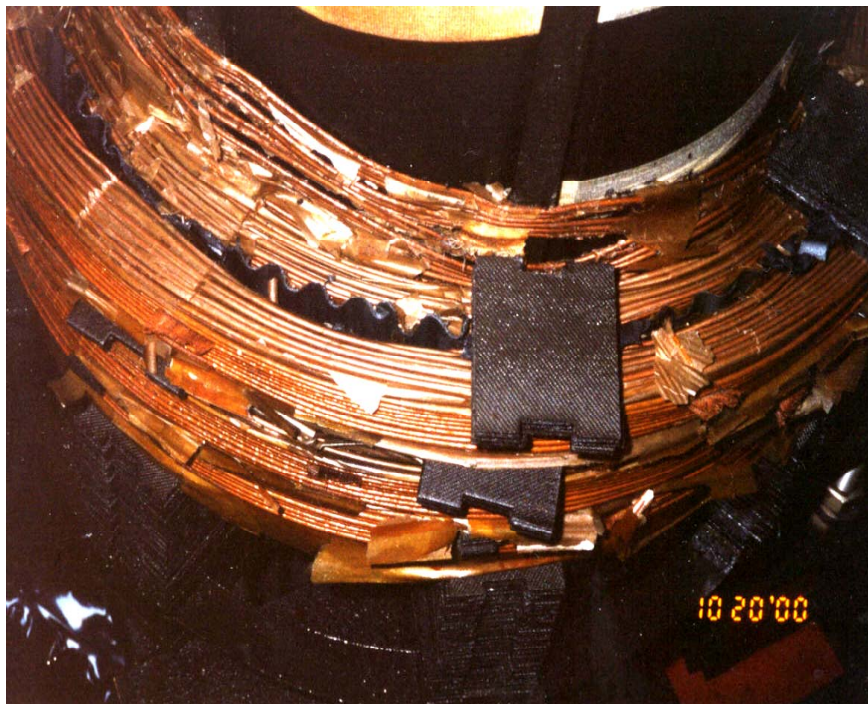


Szigetelés öregedés



- Tekercs szigetelés idővel és hőmérséklet hatására **depolimerizáción** megy keresztül
- Ez a folyamat megfordíthatatlan és **szigetelés öregedést** okoz

Ennek a transzformátornak már “annyi”



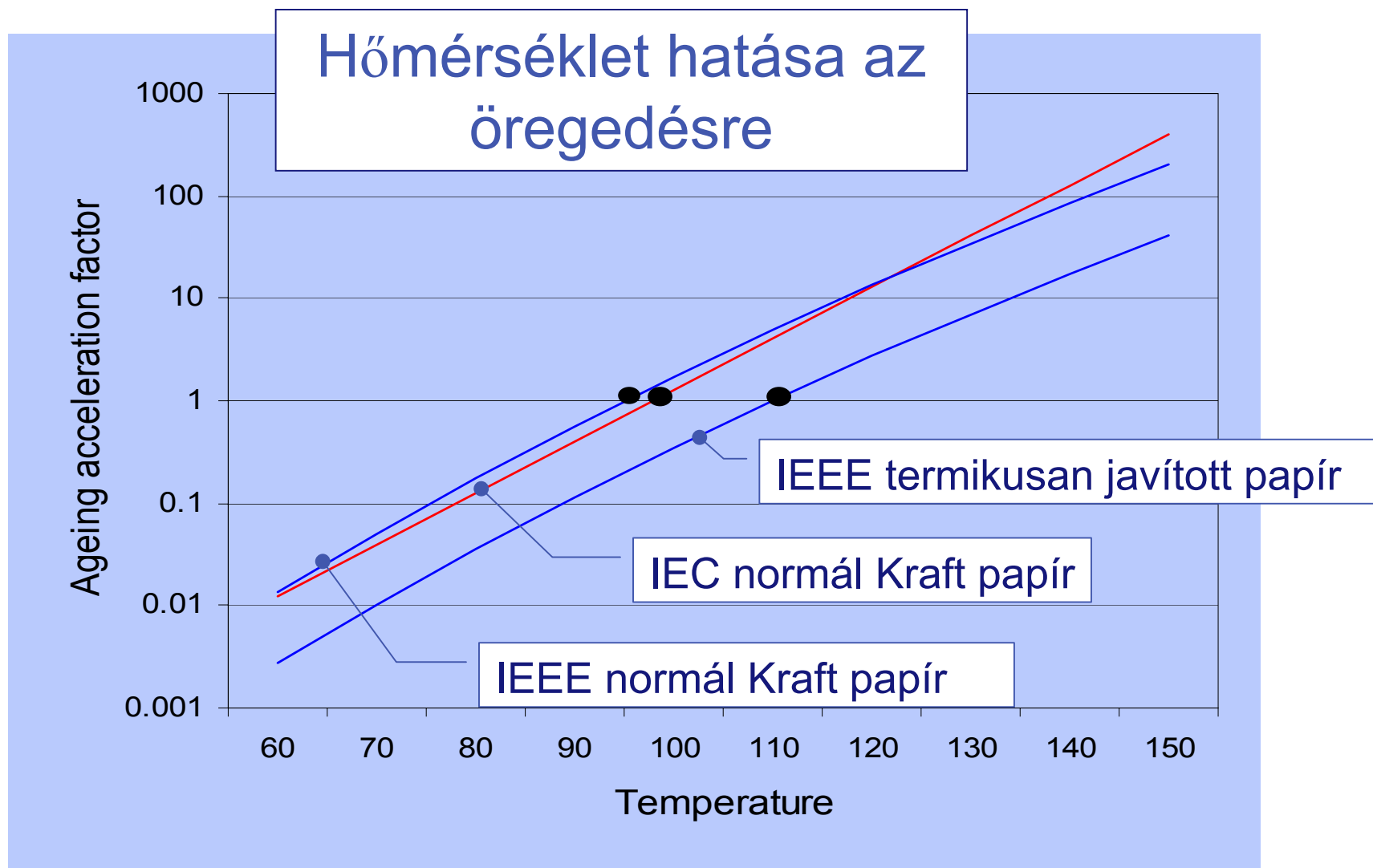
Papír rugalmassága
megszűnt => eredmény
papíröregedés

Hiba fejlődése gyenge pontokon

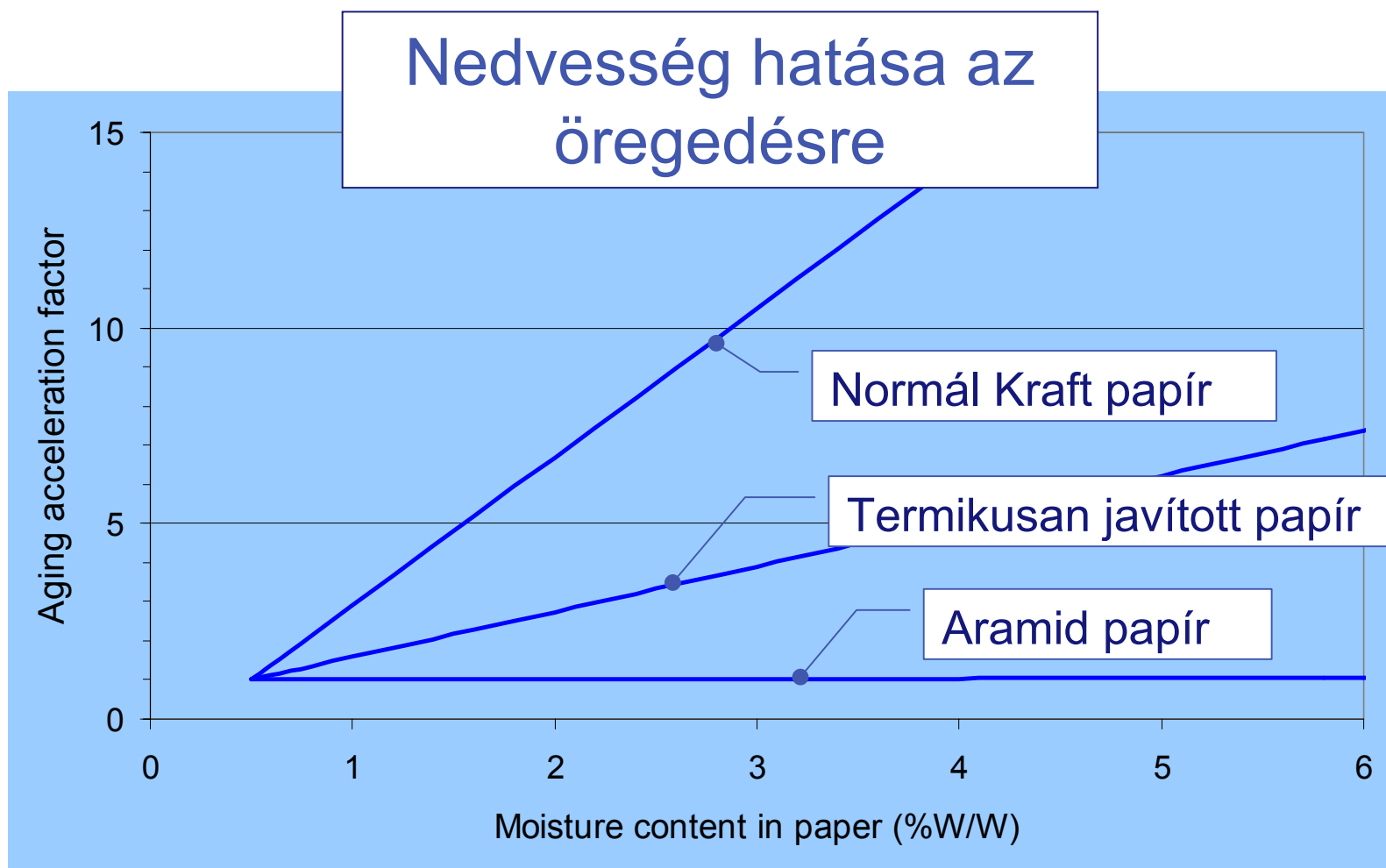
Gyenge pontok
okozói
lehetnek egy
későbbi
kiesésnek



Szigetelés öregedés



Szigetelés öregedés



Szigetelés öregedés

