

# MIÉRT KIEMELT FONTOSSÁGÚ A GIS-ALÁLLOMÁSOK ONLINE RÉSZKISÜLÉS-MONITORINGJA?

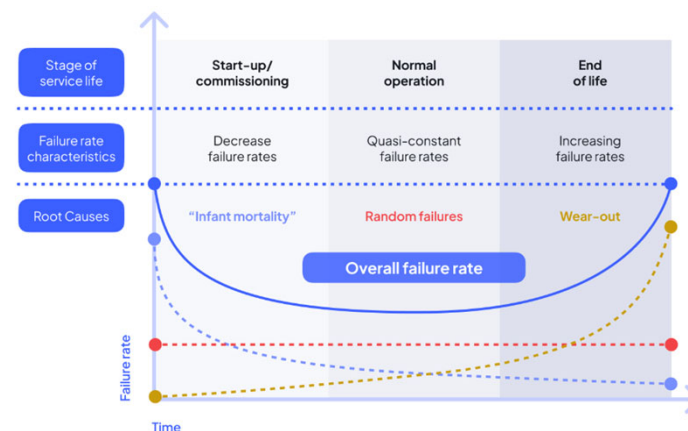
**Petr Medek**

Műszaki szakértő

## Gázszigetelésű kapcsolóberendezések – története, előnyök, hátrányok

- Az 1960-as évekbeli bevezetése után a GIS-technológia figyelemre méltó sikert aratott széles körben, egészen 800 kV-ig.
- A nagyfokú üzembiztonság és a kompakt méret a fő előnye a légszigetelésű berendezésekkel szemben. Viszont a GIS-berendezések telepítési költsége jóval magasabb.
- **A GIS-berendezésekben előforduló belső hibák általában rendkívül súlyosak és költségesek; gyakran hosszú leállásokhoz és magas javítási költségekhez vezetnek.**
- A monitoring a GIS-üzemeltetés során alapfontosságú és hatással van a karbantartási ütemtervre (például a gáznyomás és az RK-monitoring múltbeli adatai referenciaként szolgálhatnak a karbantartások és a nagyjavítások tervezéséhez).

Az itt látható görbe azt mutatja, hogy az eszköz meghibásodásának valószínűsége az életciklus elején (például gyártási hibák) és a vége felé a legnagyobb, ezért nagyon fontos lenne, hogy a GIS RK-monitoringrendszer már a kezdetektől fogva működjön.



## GIS-megbízhatóság, jelentősebb meghibásodási okok – miért is fontos előrejelző eszköz az RK-monitoring?

- A CIGRE TB 513 (Final Report of the 2004 – 2007 International Enquiry on Reliability of High Voltage Equipment, Part 5 - Gas Insulated Switchgear) szerint, az áramkör-megszakítók (CB), szakaszolókon és földelő kapcsolókon (DS/ES), valamint mérőváltókon (IT) kívüli GIS-részek esetén **a dielektromos átütés a domináns meghibásodási mód.**
- Az online RK-monitoring ezért is olyan hatékony és döntő fontosságú fontosságú része a megbízható GIS-működtetésnek.
- Az SF6-mentes megoldásokra való áttérés miatt a jelenlegi új GIS-megoldások és változtatások még fontosabbá teszik az online RK-monitoringot, mint valaha.

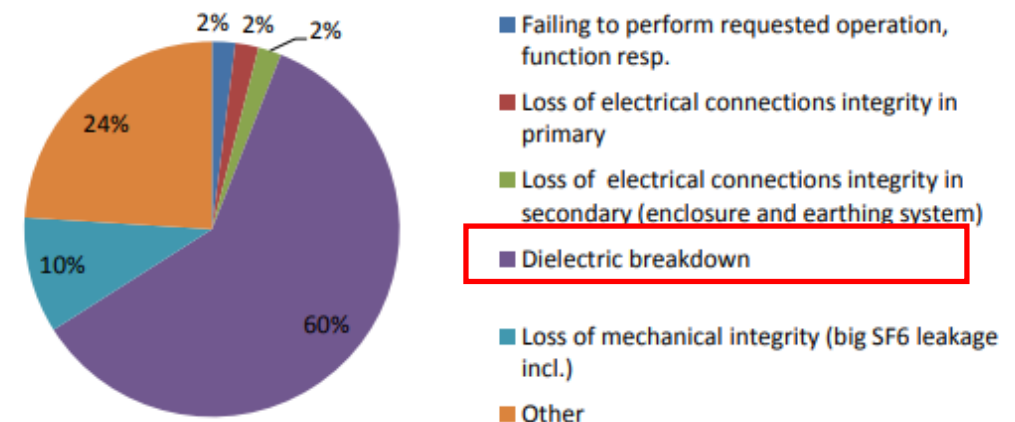


Figure 5-69: Relative distribution of major failure modes of GIS parts other than CB, DS/ES and IT

CIGRE TB 513

# Online RK-monitoring SF6-mentes GIS-berendezésen?

- Az elvégzett vizsgálatok, valamint a vezető gyártók (Hitachi, Siemens) által végzett sikeres érzékenységi ellenőrzések (a CIGRE TF 15/33.03.05 előírásai szerint) megerősítették, hogy a meglévő, korszerű UHF online RK-monitoringrendszerek SF6-mentes GIS-en is alkalmazhatók.
- Az új típusú, SF6-mentes GIS-berendezéseknél az üzembe helyezéstől kezdve rendelkezésre álló, online RK-monitoringrendszer további biztonságot nyújt az eszköz tulajdonosának és lehetővé teszi számára, hogy nyomon kövesse az eszköz teljes élettartamát, amely jól használható az életciklus egy későbbi szakaszában a karbantartási és nagyjavítási ütemterv megtervezéséhez.



## Sensitivity Verification for the UHF PD Detection at GIS Type 8VQ3-1 according CIGRÉ Task Force 15/33.03.05, 1999

- The sensitivity verification for UHF PD detection method at gas-insulated switchgear of type 8VQ3-1 can be done according to CIGRÉ Task Force 15/33.03.05 by a voltage step of

20 V from signal generator [redacted] (manufacturer: [redacted]) to detect PD of defect type 'metallic moving particles' producing 5 pC apparent charge.

The required laboratory tests were performed at the high-voltage laboratory of switchgear factory Berlin. The used intern PD couplers of type 1.2 are manufactured by SIEMENS ENERGY and the used UHF- PD- monitoring system, type [redacted] is manufactured by [redacted]

During on-site sensitivity verification the output of signal generator [redacted] should be connected to the PD coupler via a coaxial cable of 10 m length. The coaxial cable has to be connected to the signal generator output and a matching resistor of 50  $\Omega$  by help of a T-junction. The voltage steps of 20 V should be generated by the signal generator. The sensitivity verification has been successful for the GIS section between two couplers if the UHF signal caused by signal generator [redacted] from one coupler can be detected at the adjacent coupler.

*M. Bötke*



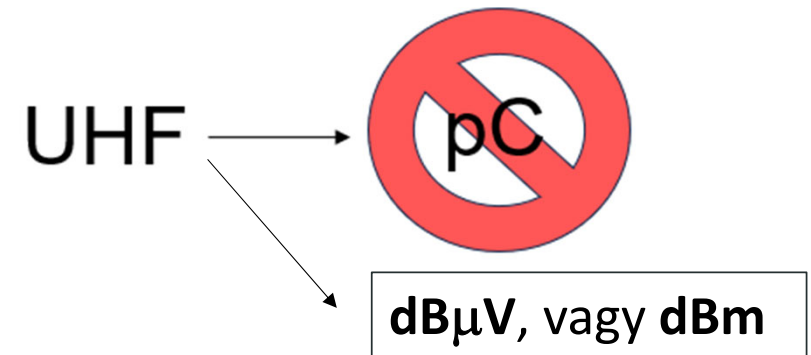
Digitally signed by Sibbe Matthias  
DN: cn=Sibbe Matthias, o=CE,  
c=Siemens,  
email=matthias.boetke@siemens-  
energy.com  
Date: 2021.12.06 14:00:06 +0100

# Miért lehet az UHF-tartományban (300 MHz... 2 GHz) részkisülést mérni GIS esetén és miért nem lehet pC-ot mérni?

## Részkisülés levegő SF<sub>6</sub> esetén

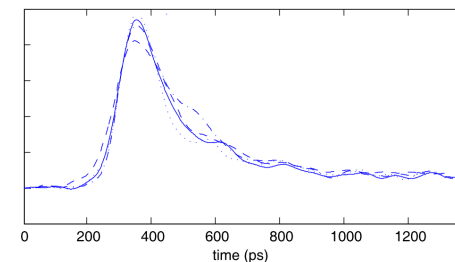
- Az SF<sub>6</sub> elektronegativitása miatt az RK-impulzus felfutási ideje ~ 100 ps
- Ez akár több GHz-es frekvenciaspektrumot is jelenthet (UHF-tartomány)

*“A nem hagyományos (UHF) módszerhez a pC-ban megadott, látszólagos töltésre történő kalibrálás nem lehetséges”*  
[CIGRE TBA654, 4. oldal]



## Részkisülés levegőben (nitrogén) - hagyományos alkalmazások

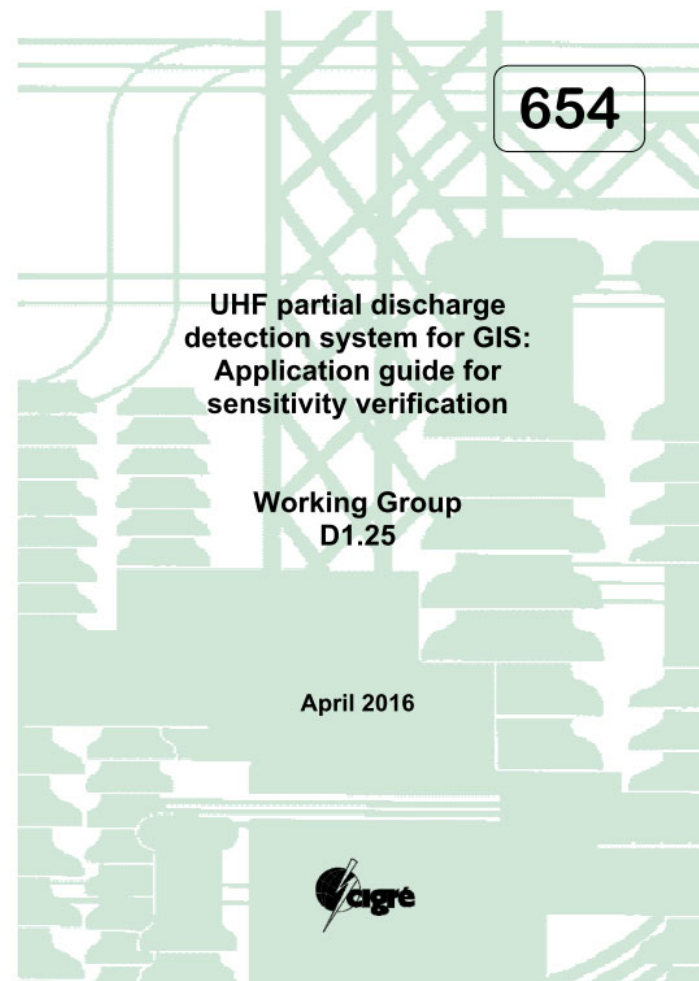
- RK-impulzus felfutási ideje ~ 1 ns
- Frekvenciaspektrum néhány 100 MHz-ig (RH/URH-tartomány)



## Mi az UHF RK-érzékelés **érzékenység-ellenőrzése** a CIGRE TB 654 alapján?

- Annak biztosítására, hogy a GIS online RK-monitoringrendszer biztosítja a szükséges érzékenységet és 100 %-ban garantálni tudja az RK-aktivitás észlelését az elfogadott kritériumokon belül, erősen ajánlott a CIGRE TB 654\* (korábban CIGRE TF 15/33.03.05) szerinti, kétlépcsős érzékenység-ellenőrzési eljárás szigorú alkalmazása az UHF RK-érzékeléshez!

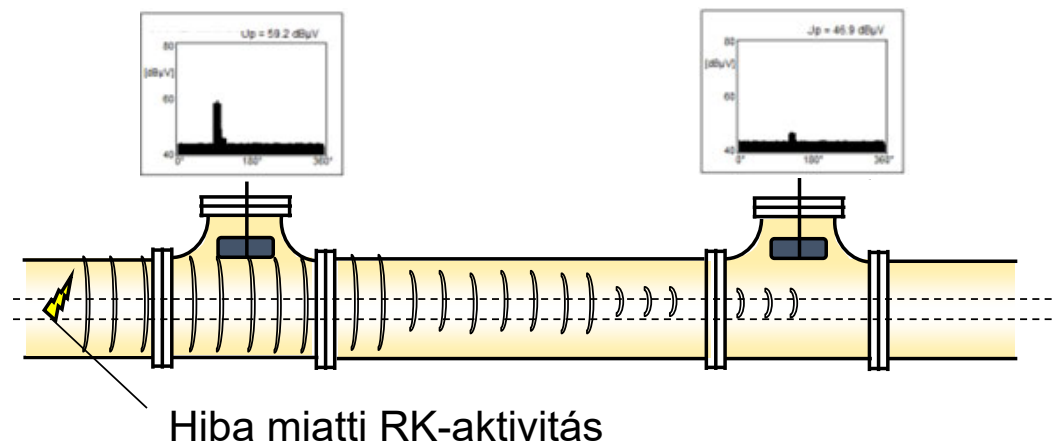
\* Ingyenesen letölthető az [e-cigre.org](http://e-cigre.org) oldalról, regisztráció követően.



## UHF RK-érzékelés érzékenységének ellenőrzése a CIGRE TB 654 előírásainak megfelelően

“A nem hagyományos (UHF) módszer esetén nem lehetséges a pC-ban kifejezett látszólagos töltésre történő kalibrálás.” [CIGRE TBA654, 4. oldal]

- Mérés  $\text{dB}\mu\text{V}$ , vagy  $\text{dBm}$ -ben  
 $\text{dB}\mu\text{V} - 107 = \text{dBm}$ ,  $50 \Omega$ -os rendszert figyelembe véve



# UHF RK-érzékelés érzékenységének ellenőrzése a CIGRE TB 654 előírásainak megfelelően

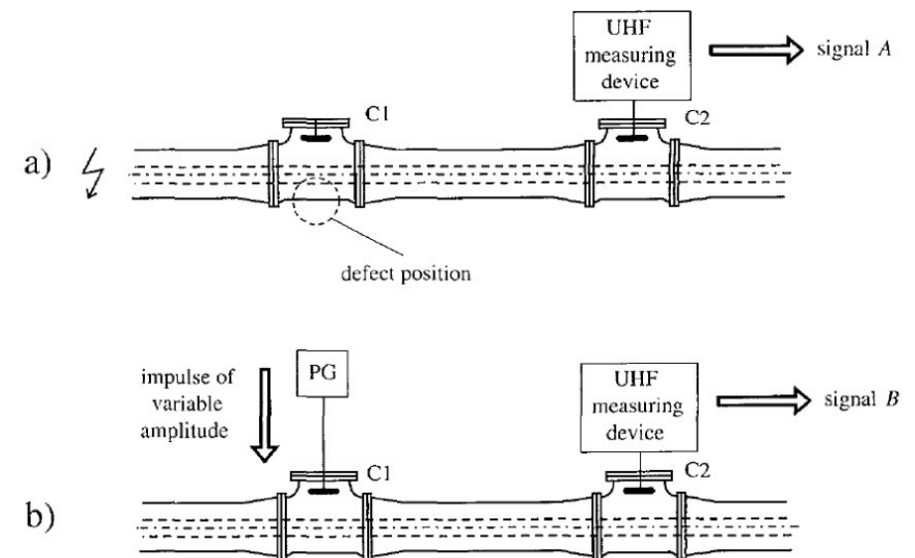
## Érzékenység ellenőrzés 1. lépése – laboratóriumi vizsgálat

Párhuzamos laboratóriumi mérések: hagyományos (IEC60270) és nem hagyományos (UHF)

- a) Valódi, 5 pC-os RK-forrás, NAF alkalmazásával (jellemzően mozgó fémrészecske)
- b) Mesterséges RK-jelkiadás ugyanazon a helyen

- Annak meghatározása, hogy milyen impulzus generálja ugyanazt az amplitúdót és frekvenciaspektrumot, mint a valódi RK-forrás

Az eredmények csak ugyanilyen típusú GIS-re, ugyanilyen típusú érzékelőre és ugyanilyen típusú impulzusgenerátorra érvényesek!





# UHF RK-érzékelés érzékenységének ellenőrzése a CIGRE TB 654 előírásainak megfelelően

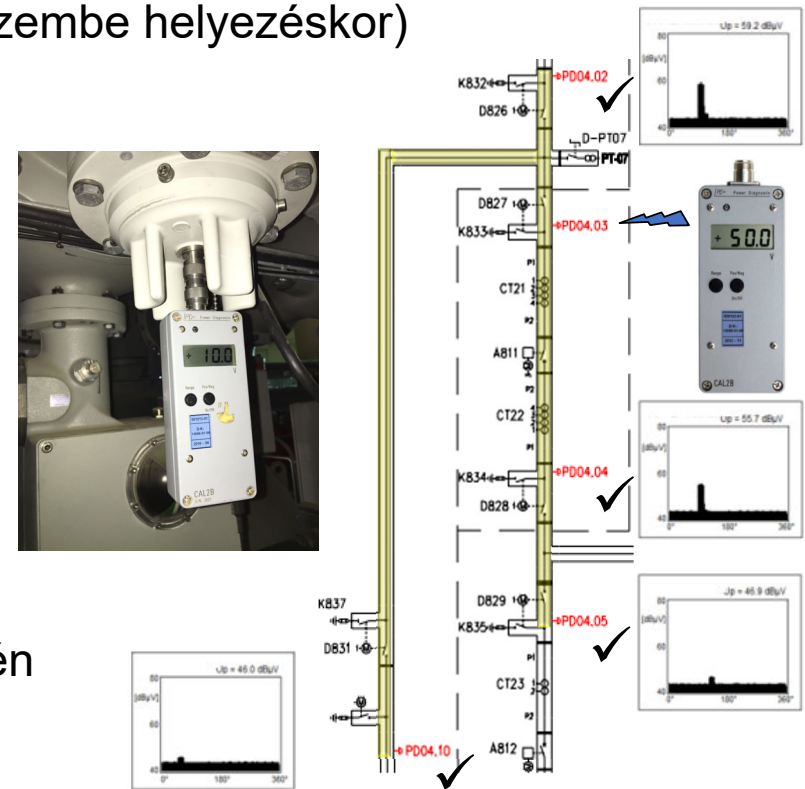
## Érzékenység ellenőrzés 2. lépése – helyszíni vizsgálat (üzembe helyezéskor)

1. lépés szerinti feszültségjel bevitele az UHF-szenzorba
2. A környező területen lévő szenzorok ellenőrzése
  - Zajból kilátszó jelszint szükséges
3. A rendszer minden mérési útvonalának ellenőrzése

### Teljesítési feltételek

- Mindegyik szenzornak legalább egyszer jelet kell érzékelnie
- Legalább egy mérés a GIS-berendezés minden egyes részén

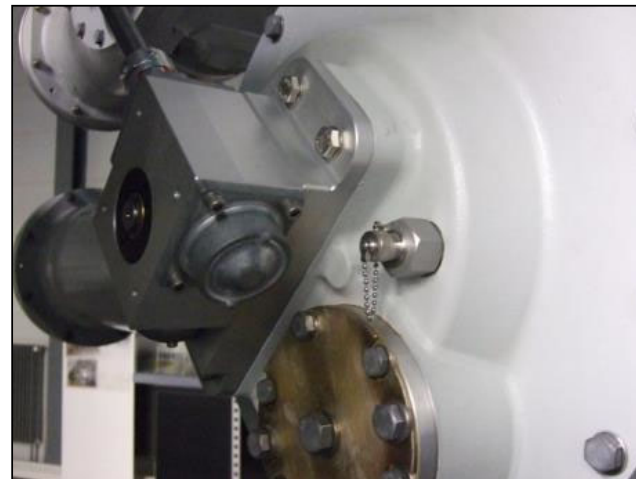
Az érzékenység ellenőrzése megerősíti, hogy az adott mérőrendszer képes az összes 5 pC-os, vagy annál nagyobb PD-impulzus érzékelésére.



## RK-szenzorok

### Beépített / beágyazott UHF-szenzorok

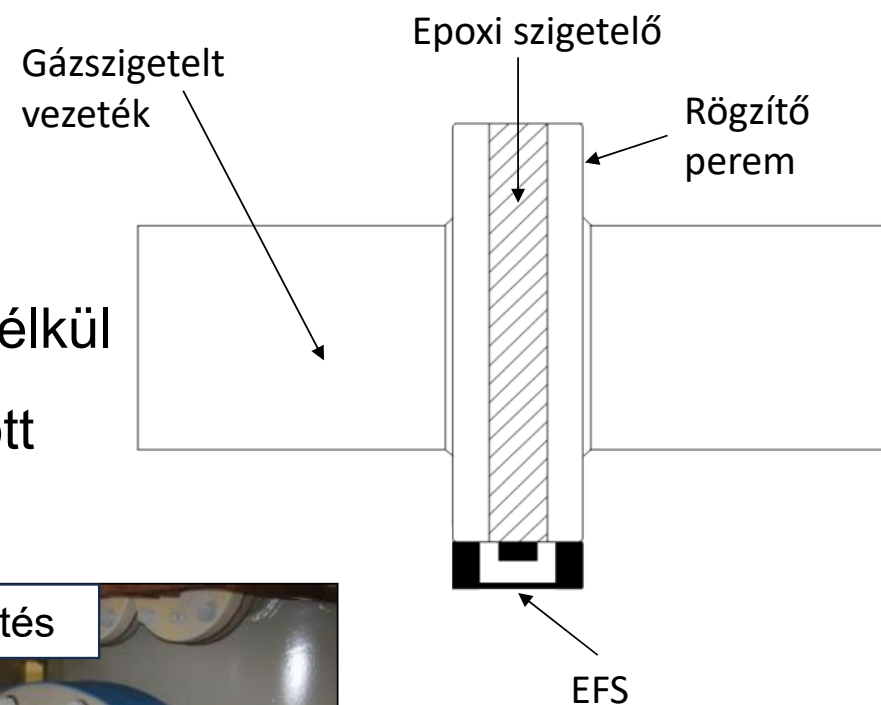
- Frekvenciatartomány ~ 200 MHz... 2000 MHz
- Legjobb jel-zaj viszony
- Gyakran a GIS-gyártók által biztosítva
- IFP1-szenzorunk telepítése szoros együttműködést igényel a GIS-gyártójával



## RK-szenzorok

### Külső rögzítőperem-érzékelő (EFS)

- Árnyékolatlan rögzítőperemekhez
- Utólagos módosítás a GIS felnyitása nélkül
- Alacsonyabb érzékenység a beágyazott szenzorokhoz képest



Állandó telepítés



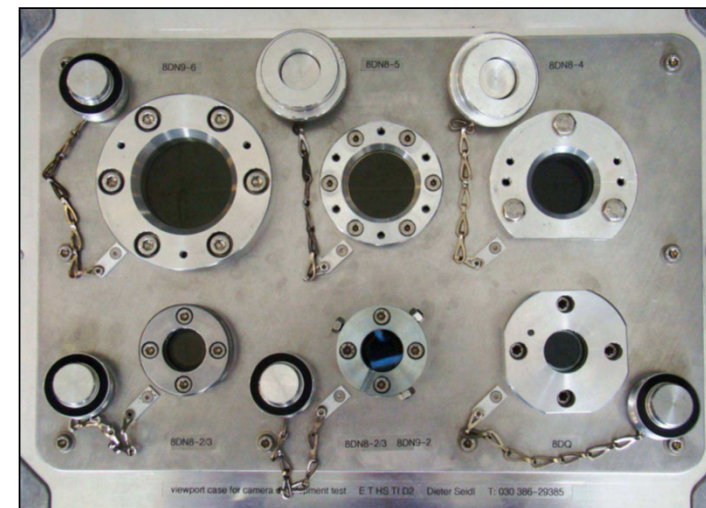
Ideiglenes telepítés



## RK-szenzorok

### Ablakérzékelők (WS)

- Megfigyelőablakokhoz használható
  - Ablakátmérő > 60 mm
- Régebbi GIS módosítása
- Alacsonyabb érzékenység a beágyazott szenzorokhoz képest

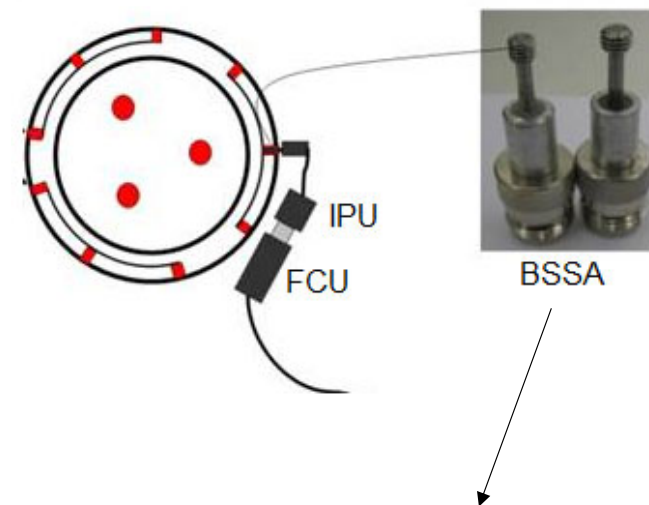


Több méretben szállítható

## RK-szenzorok

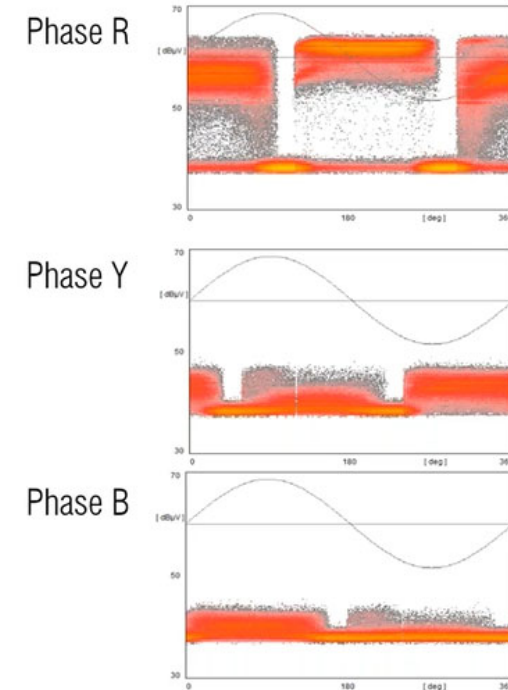
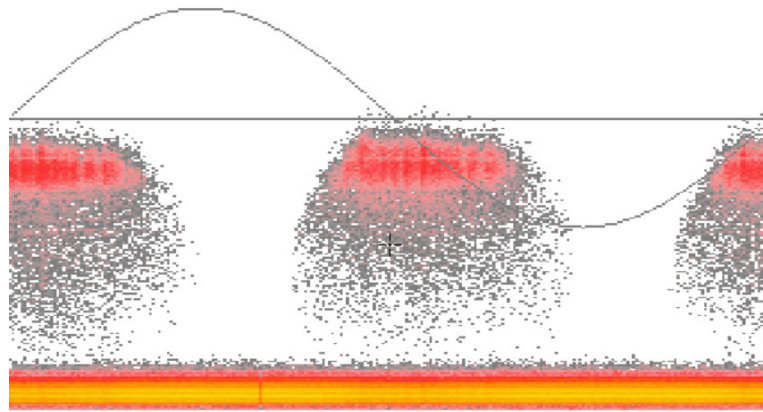
### Beágyazott elektródák (BSSA) ABB/Hitachi ELK-, és EXK-típusú GIS-alállomásokon

- Ezek az elektródák a GIS kialakításának részét képezik, és céljuk a mezőosztályozás a gátszigetelőkben. Egyidejűleg érzékeny UHF-antennaként is használhatók.
- Az úgynevezett BSSA (Bed Spring Sensor Adapter) elektródákat a rögzítőperemeknél lévő megcsapolási pontokon lehet használni
- Ez a koncepció használatos az új, ELK-típusú Hitachi-alállomásokon, valamint a meglévő, ELK-, és EXK-típusú alállomásokon az online RK-monitoring utólagos kialakításához.



# A négy leggyakoribb dielektromos GIS meghibásodási mechanizmus és a jellemző fázisfelbontású RK-minták

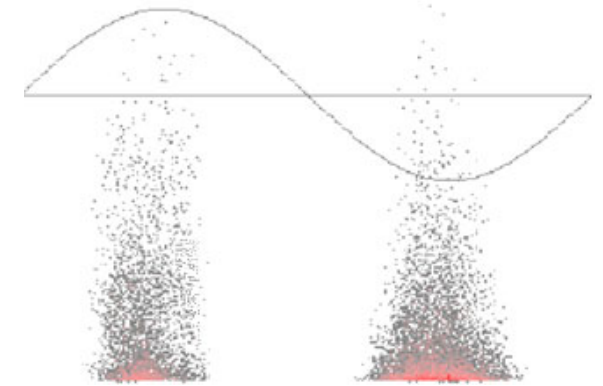
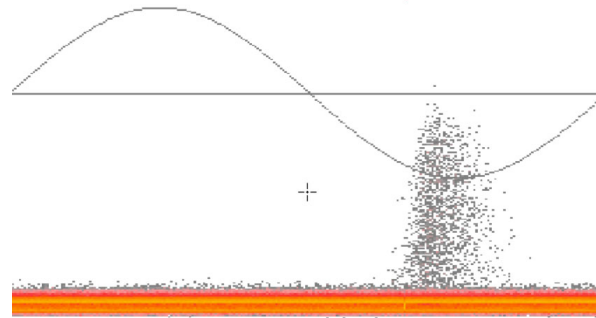
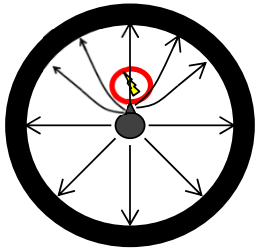
## 1. Lebegő és laza elemek



Példa valós RK-jelre, lebegő potenciállal az R fázison és keresztcsatolással a többi fázison (laza elem a földelési potenciálon). Az R fázison lévő érzékelők jeleinek összehasonlításával elvégezhető a hibahely előzetes helymeghatározása (előbehatarolása).

## A négy leggyakoribb dielektromos GIS meghibásodási mechanizmus és a jellemző fázisfelbontású RK-minták

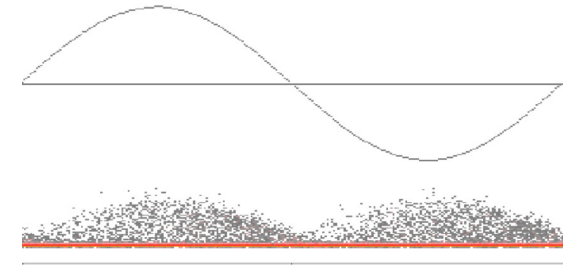
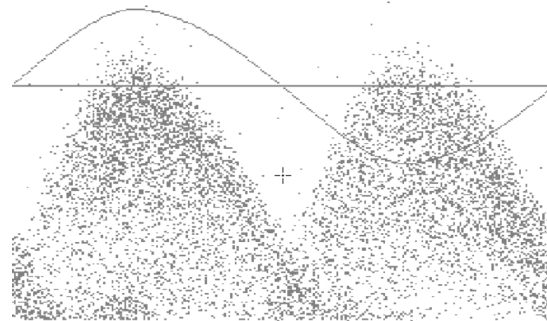
### 2. Kiálló részek, tüskék



Kis, éles tüskék. A helyzetüktől függően (NAF-, vagy földelési potenciál) a PRPD-minta domináns része a pozitív, vagy a negatív félperiódusban lesz.

# A négy leggyakoribb dielektromos GIS meghibásodási mechanizmus és a jellemző fázisfelbontású RK-minták

## 3. Mozgó részecskék



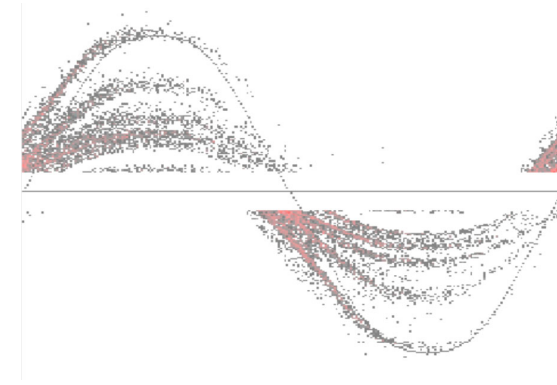
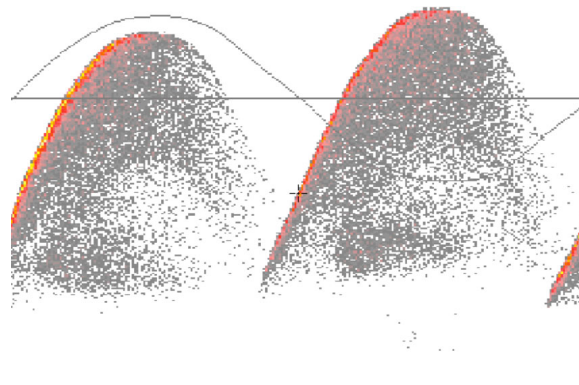
A mozgó részecskék általában a telepítés során kerülnek a GIS-be. Az elektromos mező hatására ezek a részecskék felemelkedhetnek és mozogni kezdenek. Átütés akkor következhet be, ha a részecskék túl közel kerülnek a vezetőhöz, vagy ha egy szigetelőlével érintkeznek.

Az akusztikus RK-behatárolás jó kiegészítő módszer lehet az ilyen típusú aktivitás észlelése után a hiba pontos meghatározására és akár a részecske mozgási magasságának (kritikusság) kiszámítására is.



## A négy leggyakoribb dielektromos GIS meghibásodási mechanizmus és a jellemző fázisfelbontású RK-minták

### 4. Üregek az elválasztó- szigetelőben



Az RK-begyűjtáshoz egy kezdő elektronra van szükség. Az üreget nehéz kimutatni az átvételi vizsgálatok során. Ezért a GIS-gyártók röntgensugaras RK-vizsgálatokat vezettek be ezek kimutatására.

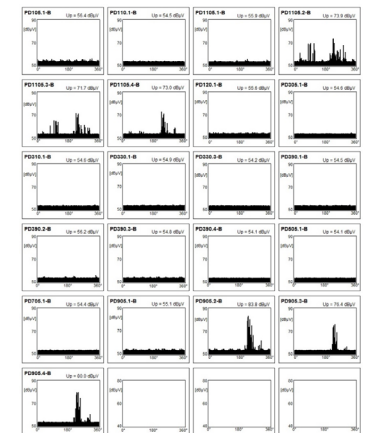
A folyamatos, online RK-monitoring lehetővé teszi a szigetelők öregedési folyamatainak kimutatását.

# GISmonitor

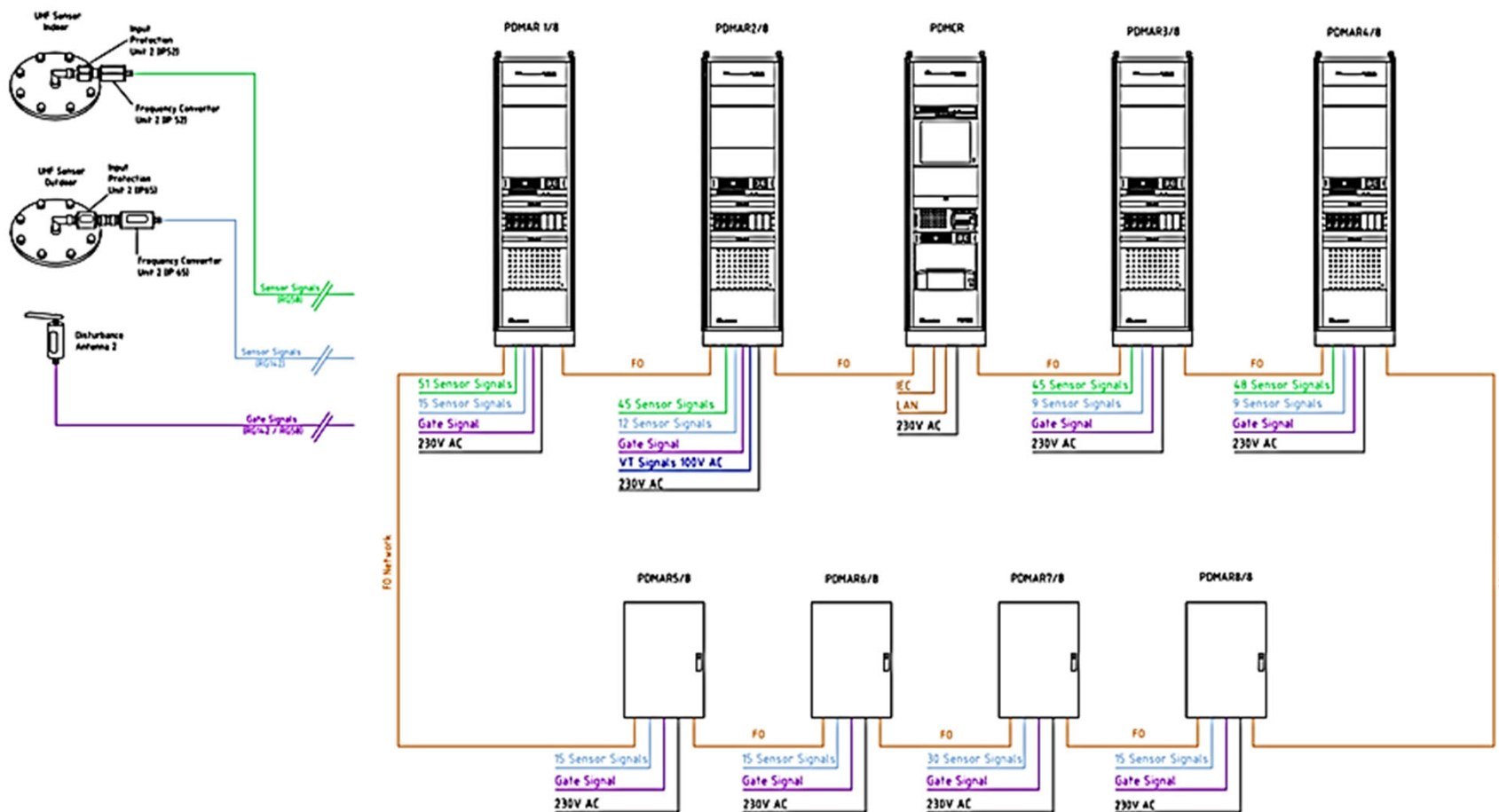
## GIS-alállomások folyamatos online RK-monitoringja



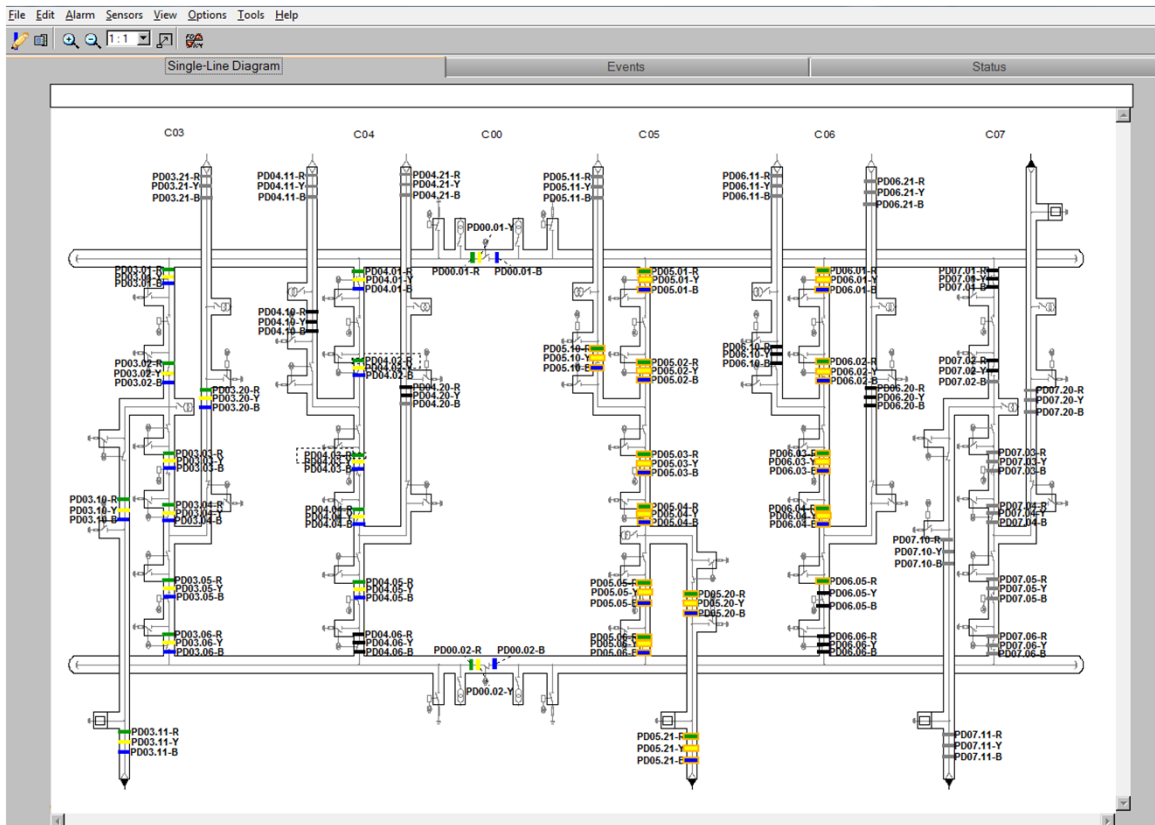
- Egyedülálló jel-előfeldolgozási koncepció =>
  - Központi feldolgozó, (egymásra rakható) berendezések, akár 120 csatornával
  - A jelkábel hossza akár 80 méter elvesztés nélkül
  - Logaritmikusskála a széles beviteli tartományhoz
- **A PRPD folyamatos egyidejű rögzítése minden csatornán**
  - RK-esemény esetén az esemény előtti előzmények minden csatornán folyamatosan, bármikor elérhetők
  - Az érzékelők és a fázisok összehasonlítása megadja az RK-forrás előzetes helyét
- Több integrált redundancia (gyűrűs hálózat; RAID HD beállítás, plusz külön backup lemez; dupla szerver tápegység)
- Világszerte több mint 20 000 csatorna telepítve



# GISmonitor – a mérőrendszer felépítése

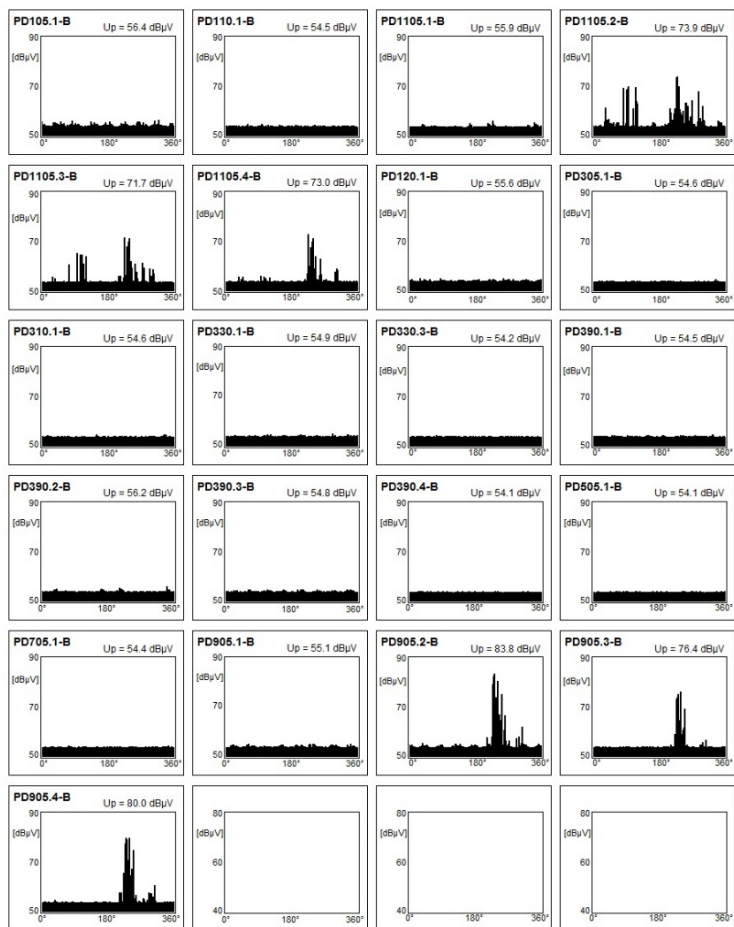


# GISmonitor – vezérlőszoftver



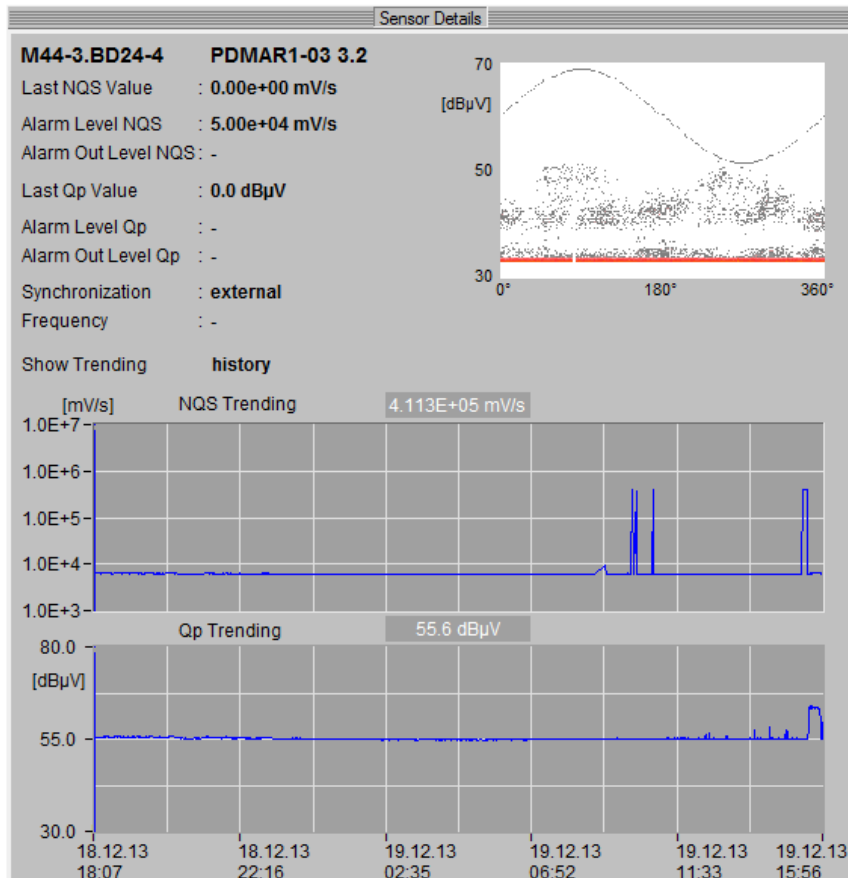
- Egyedi GIS-elrendezés, egyedi szenzor-címkézéssel és pozicionálással
- Közvetlen áttekintés a GIS RK-aktivitásáról és a PDMS állapotáról

## GISmonitor – vezérlőszoftver



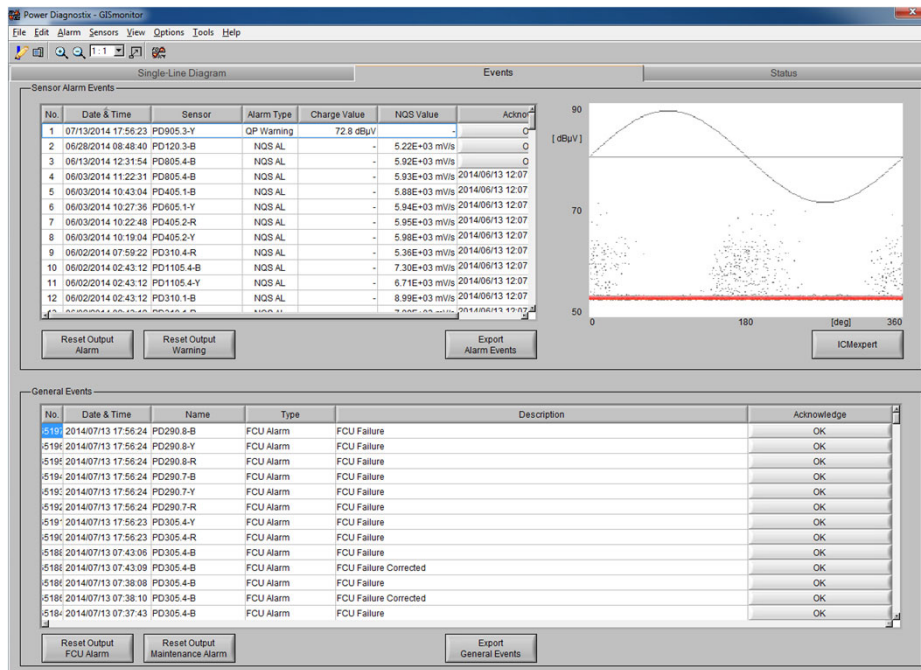
- „Élő” üzemmód a szoftver manuális működtetéséhez
- Akár 24 párhuzamos mérési csatorna azonnali visszajelzést nyújtó nézete
- RK-jelek mélyrehatóbb elemzése a fázisfelbontás rögzítésével
- Gating / LLD / fáziseltolódás

## GISmonitor – vezérlőszoftver



- Az összes szenzor részletes adatai
- Jelenlegi és korábbi mérési adatok a rendszer élettartama alatt
- A riasztási konfiguráció és a riasztási állapot részletei
- Szinkronizálás

# GISmonitor – vezérlőszoftver



- Részletes, riasztási eseménylista
  - Dátum/időbélyeg minden bejegyzéshez
  - PRPD minden egyes „gyanús” mérés esetén
- Részletes, általános eseménylista
  - Állapotváltozások
  - Rendszerriasztások
  - Részletes naplózási adatok

## GISmonitor – világszerte több, mint 20.000 csatorna telepítve





# GISmonitor – vezető GIS-gyártók teljesítménytanúsítványai



## PERFORMANCE CERTIFICATE

We herewith certify that the Partial Discharge Monitoring System of type GISmonitor and its related accessories and software products have been commissioned and installed successfully at the substation as mentioned below. The system is in service since then and is working properly.

Name of Utility:	DOMNESTI
Name of Substation:	DOMNESTI 400kV
Location of Substation:	Domnesti, Romania
GIS Rated Voltage:	400 kV
Type of GIS:	ABB ELK-3/420
Type of PDM System:	GISmonitor
No. of Sensors:	54
Year of Installation:	2019
Installation:	passed
Cigre Sensitivity Test:	passed
Commissioning:	passed
Software test:	passed
Functional test:	passed

29.06.2020

Date, Stamp & Signature



ABB POWER GRIDS SRL  
VAT RO5651163  
4D, Gara Herastrau Str.  
Building C, 4<sup>th</sup> Floor  
020334 Bucharest Romania

Tel: +4 021 310 43 75  
Fax: +4 021 310 43 83  
www.abb.com.ro

## PERFORMANCE CERTIFICATE

We herewith certify that the partial discharge monitoring system of type GISmonitor and all its related accessories and software products have been commissioned and installed successfully at the substation as mentioned below. The system is in service since then and is working properly.

Name of Utility:	Saudi Electricity Company (SEC)
Name of Substation:	AS SAFA 380/132 KV BSP (#9014)
GIS Rated Voltage:	380 kV
Type of GIS:	ELK-03/420
Manufacturer of PDM System:	Power Diagnostix
Type of PDM System:	GISmonitor
No. of Channels:	248
Year of Installation:	2015
Installation:	passed
Cigre Sensitivity Test:	passed
Commissioning:	passed
Software test:	passed
Functional test:	passed

  
Stamp & Signature (End User)

## Összefoglaló

- A GIS-berendezésekben előforduló belső hibák általában rendkívül súlyosak és költségesek, gyakran hosszú leállásokhoz vezetnek.
- A monitoring a GIS-rendszer működésének létfontosságú része és nemcsak a működés megbízhatóságát növeli, valamint segíti megelőzni a költséges leállásokat, hanem az online részkesülés-felügyeletből származó múltbeli adatok hivatkozási alapként szolgálhatnak e rendkívül kritikus eszköz karbantartási ütemtervének megtervezéséhez is.
- Az SF6-mentes GIS-re való áttérés és az új konstrukciók alkalmazása, valamint az olyan trendek, mint az utólagos feltöltés, az online RK-monitoringot minden eddiginél fontosabbá teszik.

További információ:

## Megger Hungária Kft.

1027 Budapest, Vitéz u. 14/a.

Telefon: +36 1 214-2512

E-mail: [info@megger.hu](mailto:info@megger.hu)

Internet: [www.megger.hu](http://www.megger.hu)

**Megger**<sup>®</sup>