

Részleges kisülések lokalizálása transzformátorok gyári átadási próbáján

XXIV. Szigetelésdiagnosztikai Konferencia,
Balatonkenese, 2026.03.25.

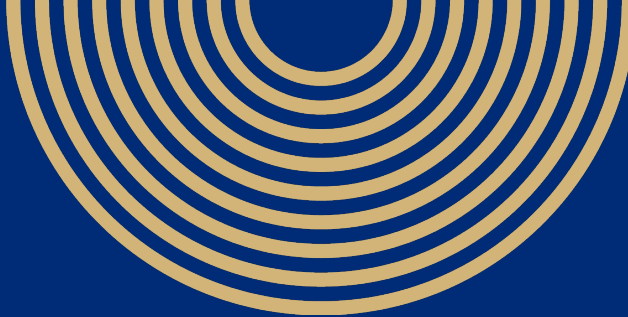


TRADITION
FOR
INNOVATION

Előadó:
Sztari Balázs



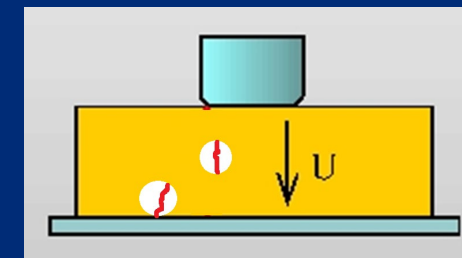
RÉSZLEGES KISÜLÉS



Ha a villamos erőtér, vagy a szigetelés inhomogén, a szigetelés villamos szilárdsága helyileg „letörik”, részleges letörések, részleges kisülések lépnek fel. Ezek a kisülések nem okozzák a teljes szigetelés közvetlen átütését, vagy átívelését, viszont az állandó jelenlétük a szigetelést roncsolja, így csökkenti a szigetelés élettartamát, hosszabb-rövidebb idő után a szigetelés teljes átütését idézheti elő.

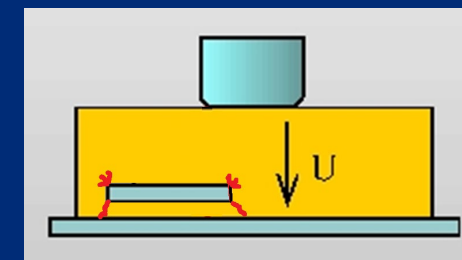
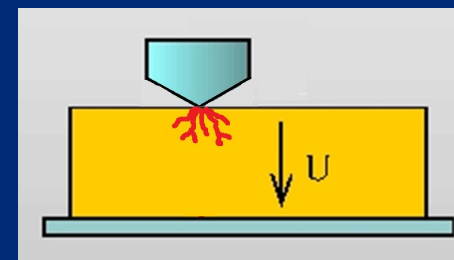
Inhomogén szigetelés példái:

- buborék, légzárvány vagy szennyeződés a szigetelésben

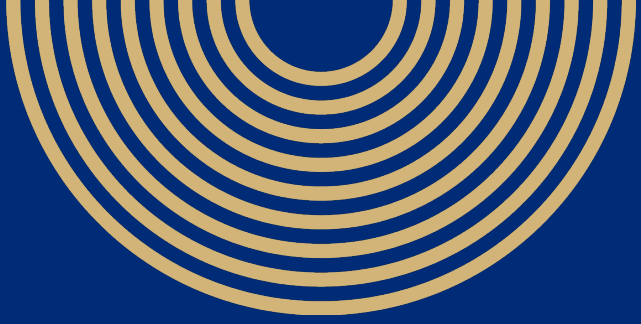


Inhomogén erőtér példái:

- fém alkatrészek éles sarkai
- szabad potenciálon lebegő fém alkatrész



MIÉRT KÁROS A RÉSZLEGES KISÜLÉS?

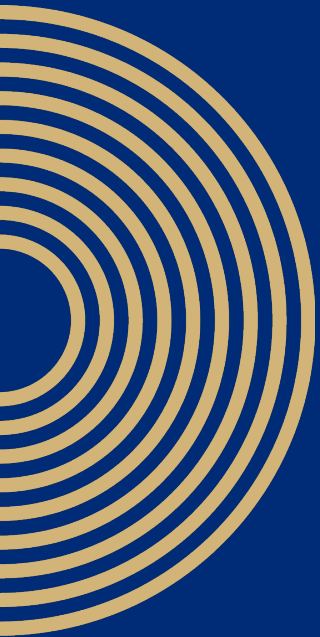


TRADITION
FOR
INNOVATION

- Lokális magas hőmérséklet, ami öregíti, roncsolja a szilárd szigetelést
- Az olaj molekuláit bontja, és hidrogén (H₂) gázt generál
- Előbb-utóbb a szigetelés tönkremeneteléhez, átütéshez vezet, ami a transzformátor élettartamának végét okozza.



HOGYAN ÉSZLELHETÜNK RÉSZLEGES KISÜLÉSEKET?



Je lenség, amit a részkisülést okoz	Észlelési módszer
Villamos	Töltés változás (IEC 60270)
Akusztikus	Ultrahang
Optikai	Vizuális (UV sugárzás)
Elektromágneses	Antenna (UHF)
Kémiai	DGA (H ₂)

MIÉRT ÉS HOGYAN MÉRÜNK RÉSZLEGES KISÜLÉST VADONATÚJ TRANSZFORMÁTOROKON?

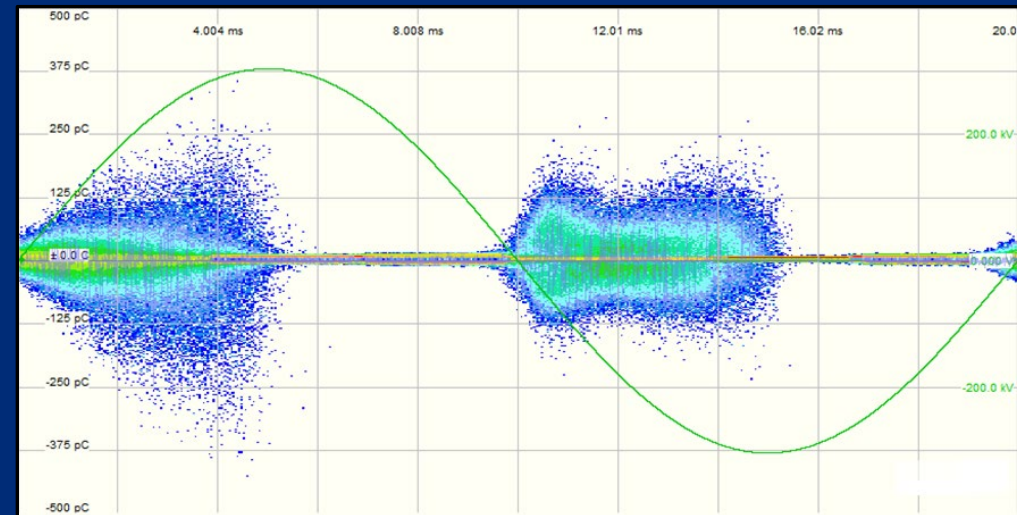
IEC 60076-3 szabvány szerint kötelező darabvizsgálat minden $U_m \geq 72.5\text{kV}$ transzformátor gyári átadási próbáján.

A részleges kisülést IEC 60270 szerinti villamos módszerrel kell elvégezni. Általában a transzformátor kondenzátor átvezetőinek mérőmegcsapolására csatlakoztatott mérőimpedancia és RK detektor segítségével.

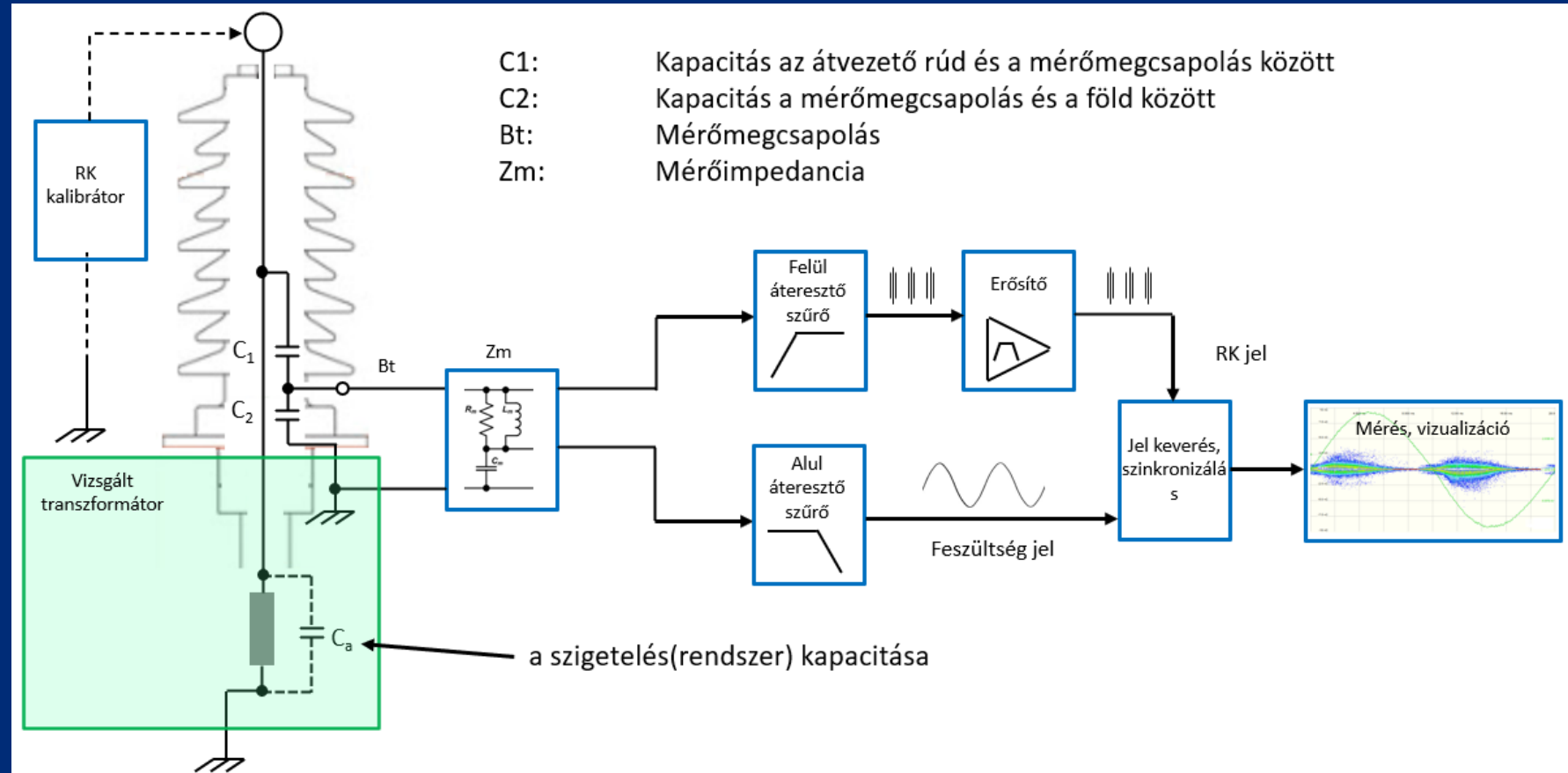
Látszólagos töltést mérünk, amit pC-ban fejezünk ki.



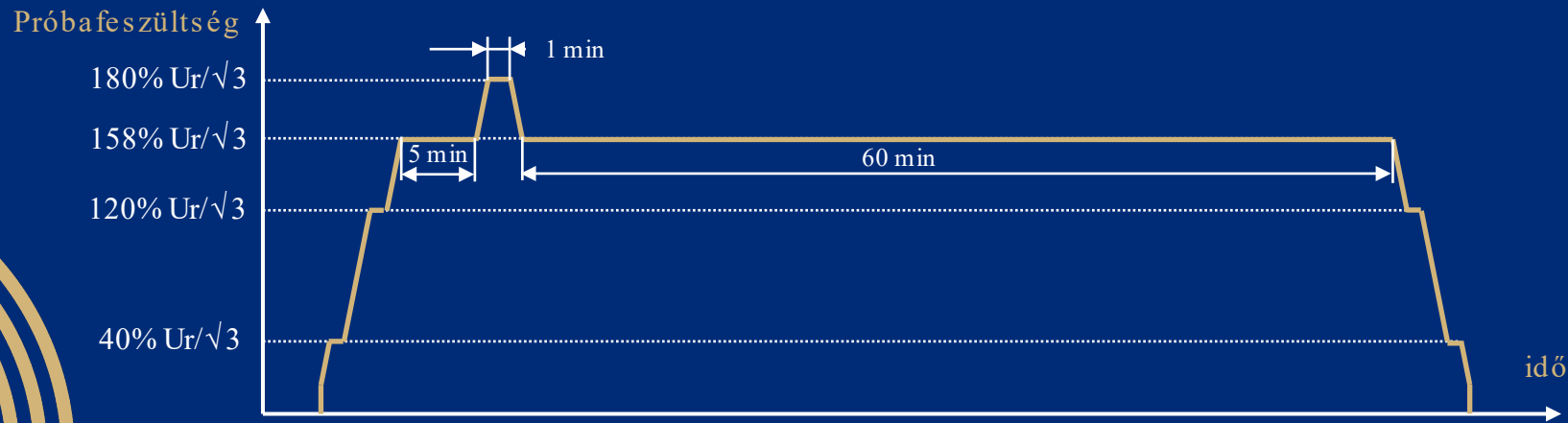
TRADITION
FOR
INNOVATION



MIÉRT ÉS HOGYAN MÉRÜNK RÉSZLEGES KISÜLÉST VADONATÚJ TRANSZFORMÁTOROKON?



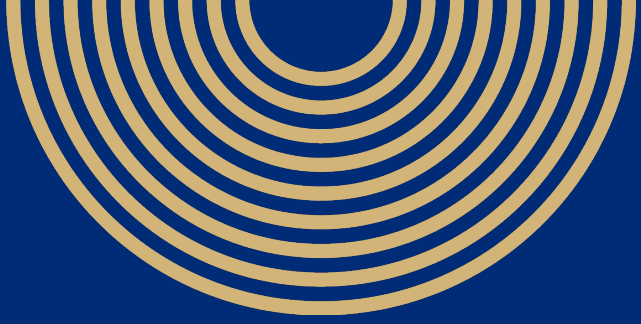
IEC 60076-3 RÉSZLEGES KISÜLÉS KRITÉRIUMOK



IEC 60076-3 kritériumai:

- nem következnek be átütés;
- az egyórás időszak alatt mért RK-szintek egyike sem haladja meg a 250 pC-ot;
- az egyórás időszak alatt mért RK-szintek nem mutatnak emelkedő tendenciát, és a vizsgálat utolsó 20 percében nem következnek be hirtelen, tartós szintemelkedés;
- az egyórás időszak alatt mért PD-szintek nem emelkednek 50 pC-nál nagyobb mértékben;
- A 120%-os feszültségen mért PD-szint az egyórás időszak után nem haladja meg a 100 pC-ot.

HA A KRITÉRIUMOK NEM TELJESÜLNEK?



Magas háttérzaj?



**Levegőben terjedő
zavarok:**

- Zavarforrások megszüntetése
- Mérőtér árnyékolása
- Zavarérzékenység csökkentése

**Levegőben terjedő
zavarok:**

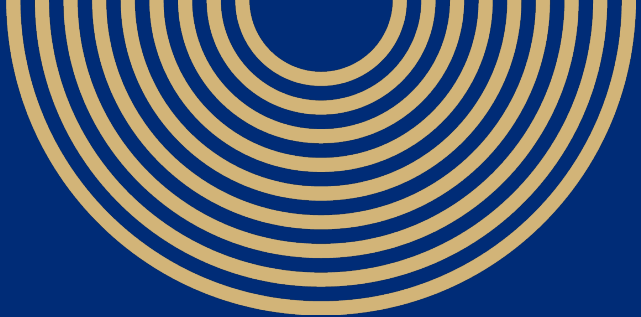
- Zavarforrások megszüntetése
- Mérőtér árnyékolása
- Zavarérzékenység csökkentése

**Zavarok a
betáplálásban:**

- Szűrők alkalmazása



HA A KRITÉRIUMOK NEM TELJESÜLNEK?



GANZ
ELECTRIC



TRADITION
FOR
INNOVATION

Részleges kisülés begyűjt, feszültséggel vagy idővel változik?

A próbafeszültség hatására létrejövő külső kisülések

Koronakisülés

Külső szabad
potenciál

(kontakt)hiba a
külső
áramutakban

Belső szigetelési hibák

Szennyeződés

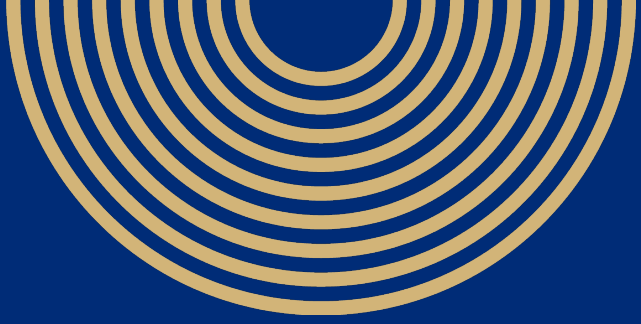
Zárvány a
szilárd
szigetelésben

Buborék a
szigetelő
folyadékban

Nagy
térerősség-
sűrűség az éles
sarkok körül

Belső szabad
potenciálok

A HIBAKERESÉS ELSŐ LÉPÉSEI

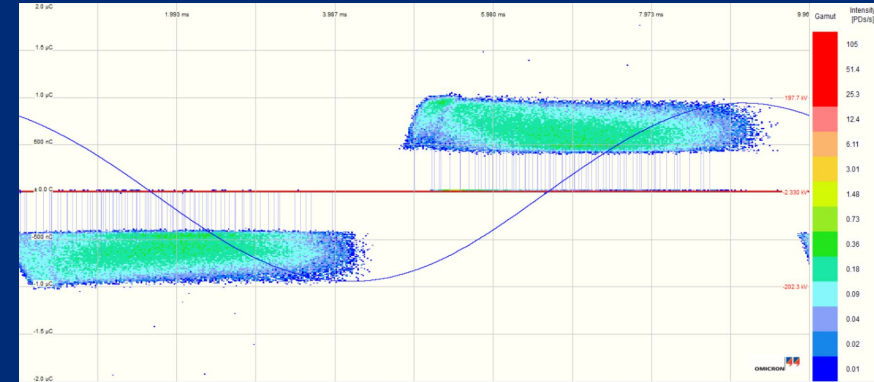


GANZ
ELECTRIC

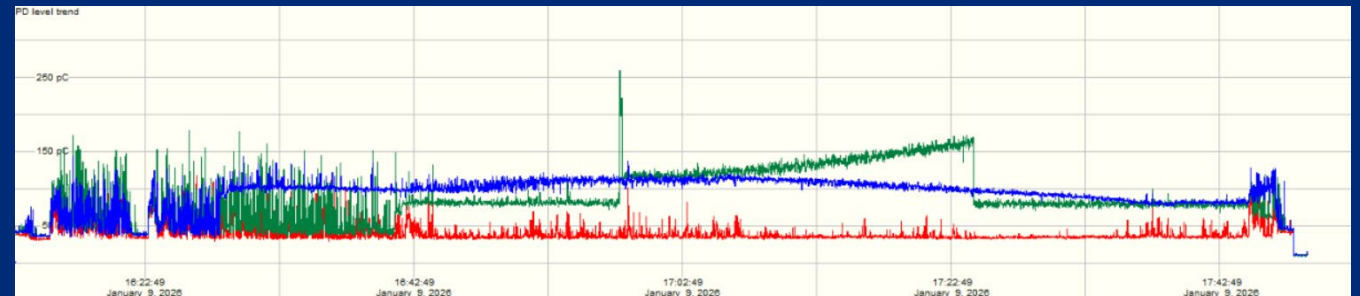


TRADITION
FOR
INNOVATION

PRPD: részleges kisülés impulzusok elhelyezkedése a váltakozófeszültség fázisa mentén

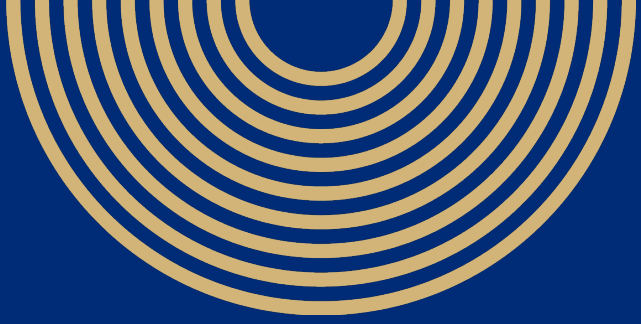


Részleges kisülés időbeli változásának megfigyelése. Kondicionálás.



Begyűjtási és kialvási feszültségek megfigyelése
Különböző áttételek mellett (OLTC fokozat), illetve
Különböző kapcsolásokban

A HIBAKERESÉS TOVÁBBI LÉPÉSEI



TRADITION
FOR
INNOVATION

Pihentetés, légtelenítés, stb

Olajkezelés, melegítés

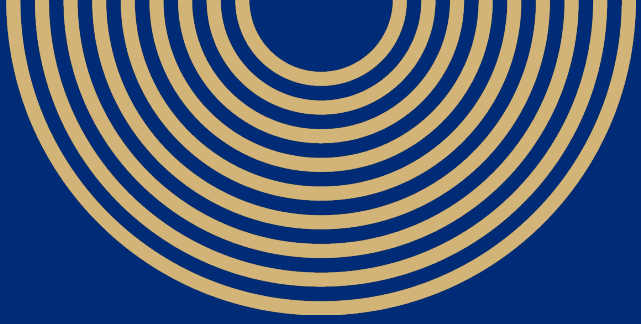
Olajleeresztés és újratöltés

Átvezetőszigetelők vizsgálata, cseréje

Gyanú esetén vizuális ellenőrzés szerelőnyíláson keresztül

Stb...
Stb...

KIEMELJÜK AZ AKTÍVRÉSZT?



TRADITION
FOR
INNOVATION

Érvek a kiemelés mellett:

- Hibahelyek láthatóvá válnak?
- A javításhoz általában ki kell emelni az aktív részt

Ellenérvek a kiemeléssel szemben:

- A hibahelyek általában nem láthatók
- További villamos vizsgálatra nincs lehetőség
- Idő- és munkaigényes folyamat

A hibahelyet lehetőleg még a kiemelés előtt lokalizálni kell



RÉSZLEGES KISÜLÉS HIBAHELY MEGHATÁROZÁS LEHETŐSÉGEI

Villamosan triggerelt akusztikus lokalizációs módszer

Olajtérbe helyezett UHF szenzorok segítségével.

Tisztán akusztikus módszer (ultrahangos szenzorok segítségével)

TISZTÁN AKUSZTIKUS MÓDSZER

Működési elve:

- Sok UH szenzor a transzformátor szekrényen (fedélen) elhelyezve
- A legintenzívebb jelet észlelő van a legközelebb a hibahelyhez
- A szenzorok a pontosítás érdekében áthelyezhetők

Előnyei:

- Egyszerűen alkalmazható, mágnesesen rögzített szenzorok
- Akár üzemelő transzformátorra utólag, feszültség alatt is felhelyezhető.
- Nincs szükség villamos mérésre
- Jó szoftveres támogatottság. Nem igényel komoly szaktudást

Hátrányai:

- Nagy számú szenzor. Költséges, bonyolult.
- Minden zajt észlel (nem csak PD-t). Több PD forrás esetén bizonytalan.

Ganzos tapasztalatok:

- Egyelőre negatív tapasztalat

TRADITION
FOR
INNOVATION



VILLAMOSAN TRIGGERELT AKUSZTIKUS MÓDSZER

Működési elve:

- Villamos PD impulzus és az akusztikus jel között eltelt idő arányos a hibahely-szenzor távolságával
- Háromszögeléses módszerrel pontos eredményt szolgáltat.

Előnyei:

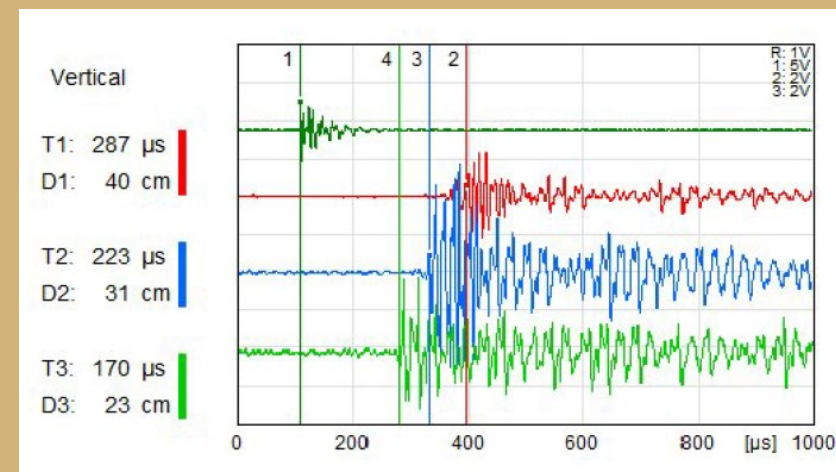
- Kevés szenzorra van szükség
- Nagy pontosság
- Szelektivitás

Hátrányai:

- Villamos és akusztikus mérést is igényel
- Csak feszültségmentes trafóra szerelhető fel
- A szenzorok többszöri áthelyezése szükséges
- Komoly szakértelmet, tapasztalatot igényel

Ganzos tapasztalatok:

- Eddig nagyon pozitívak



TRADITION
FOR
INNOVATION



NÉHÁNY PÉLDA A KÖZELMÚLTBÓL

60MVA 132 kV / 33 kV transzformátor

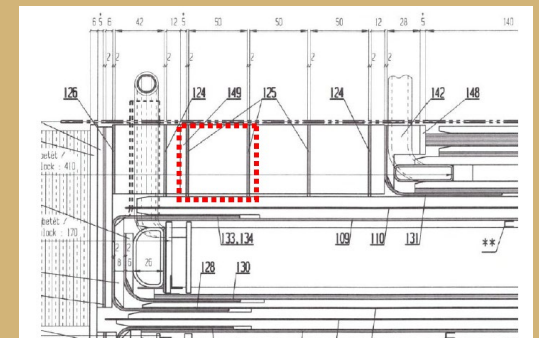
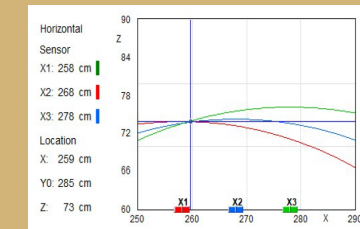
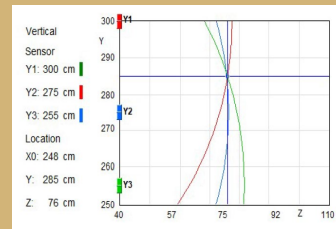
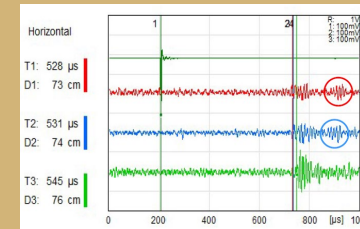
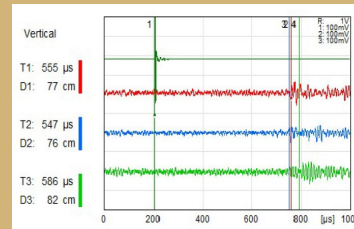
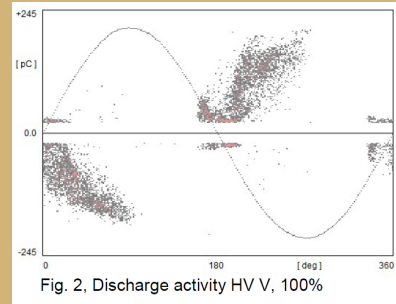


Fig. 13, Blocks and disks above tap winding

TRADITION
FOR
INNOVATION



NÉHÁNY PÉLDA A KÖZELMÚLTBÓL

40MVA 150 kV / 6 kV transzformátor

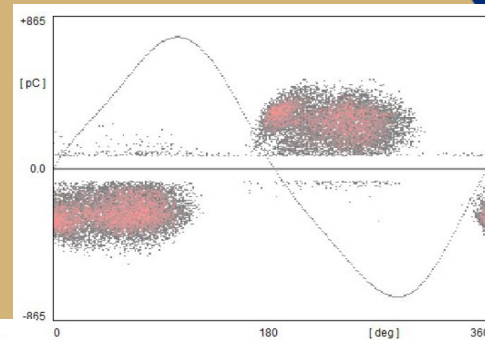
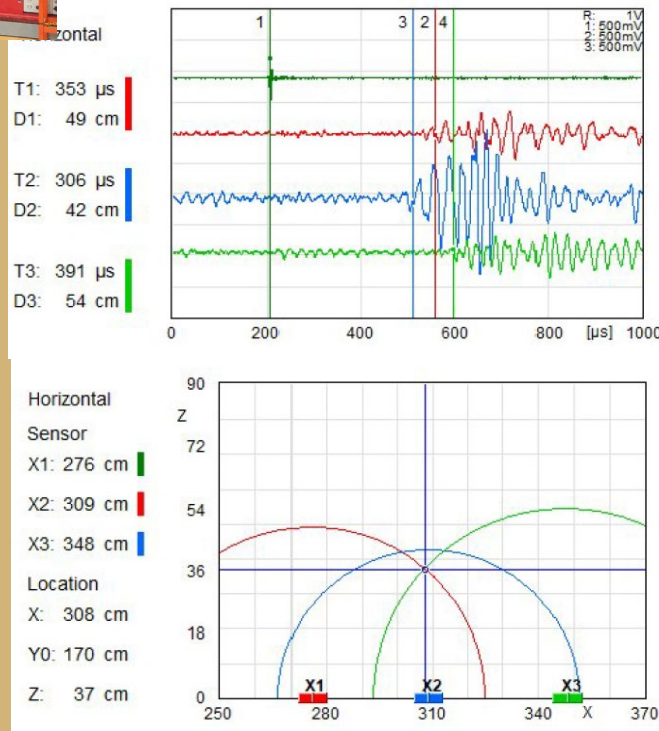
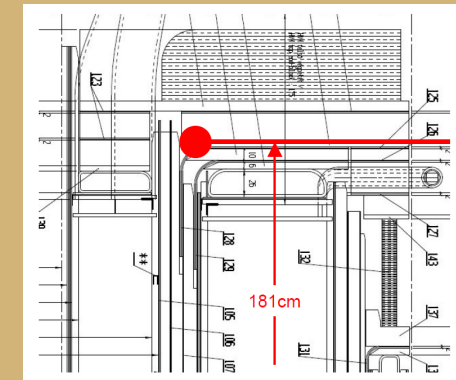
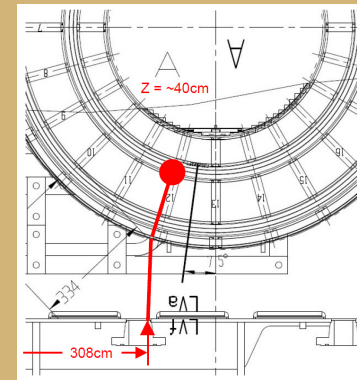
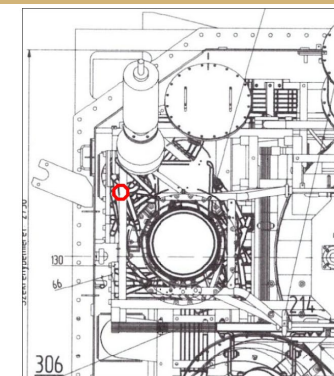
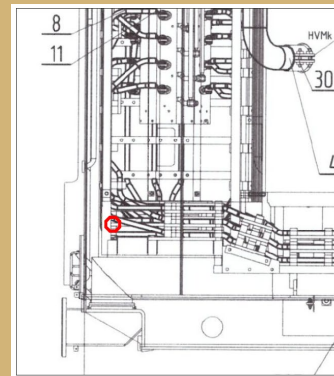
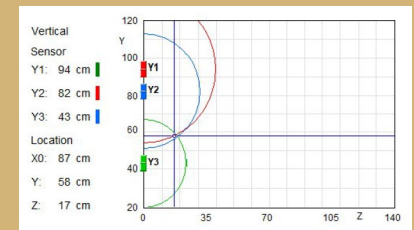
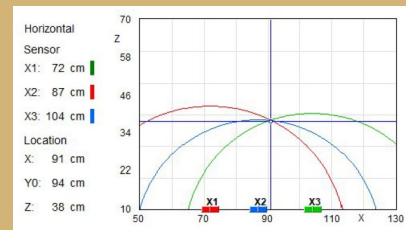
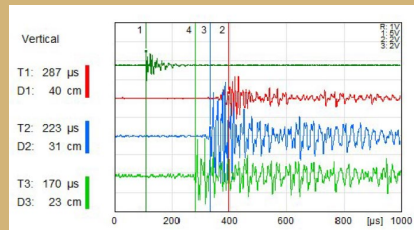
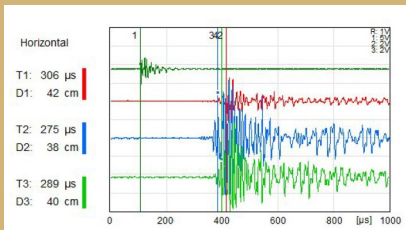
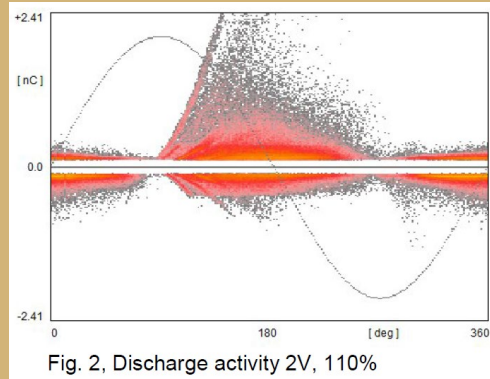
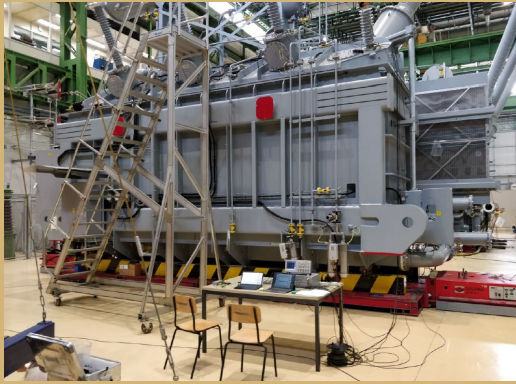


Fig. 2, Discharge activity HV A, 158%



NÉHÁNY PÉLDA A KÖZELMÚLTBÓL

250 MVA 400 kV / 128 kV autotranszformátor



TRADITION FOR INNOVATION



NÉHÁNY PÉLDA A KÖZELMÚLTBÓL

40 MVA 126 kV / 22 kV transzformátor

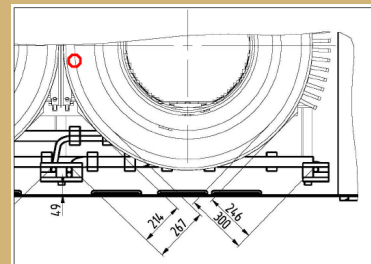
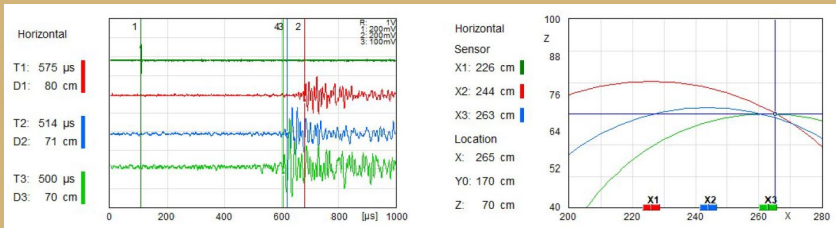
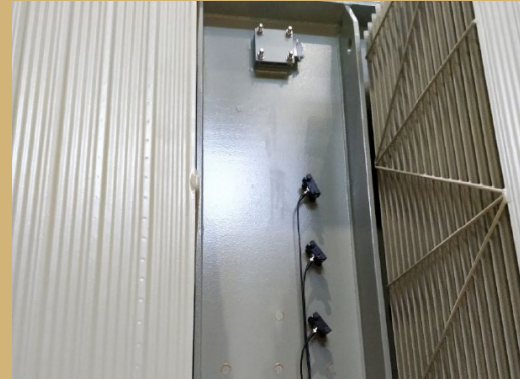
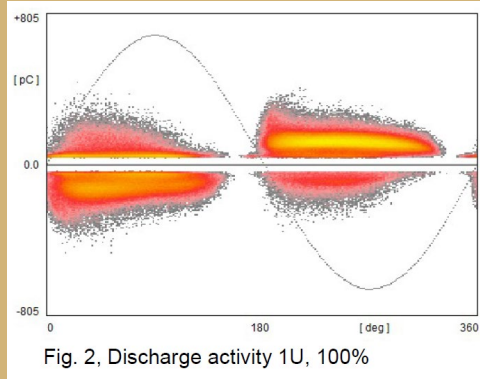


Fig. 14, Location, top view, U coil

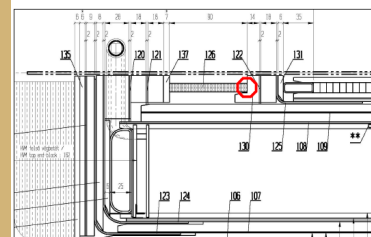
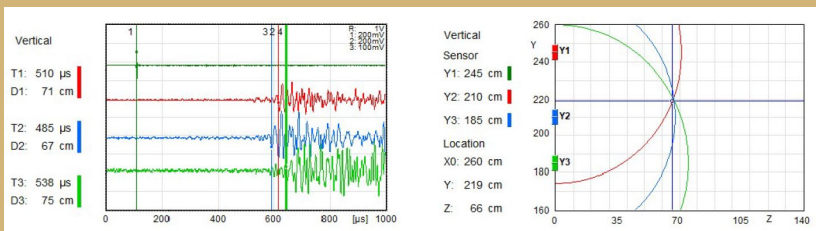


Fig. 15, Location, coil structure, U coil

TRADITION
FOR
INNOVATION



NÉHÁNY PÉLDA A KÖZELMÚLTBÓL

40 MVA 120 kV / 22 kV transzformátor

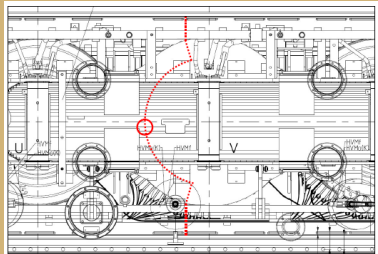
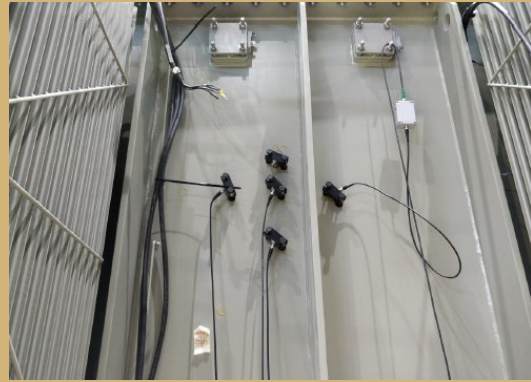
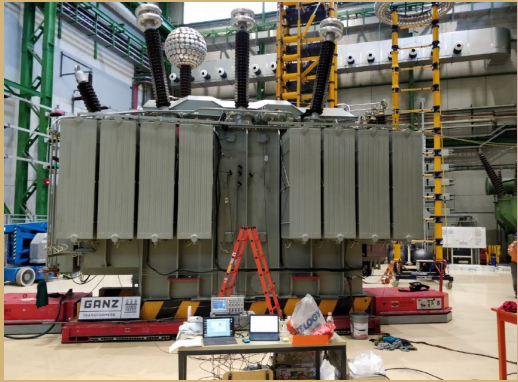


Fig. 13, Oil channels to the assumed location

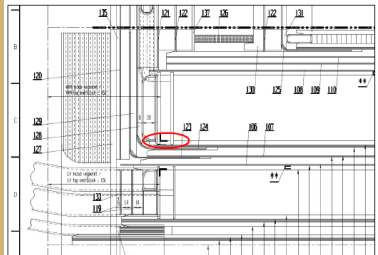


Fig. 14, Assumed location in the HV coil

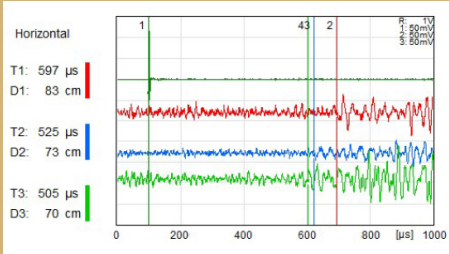


Fig. 7, Scope signal, horizontal configuration

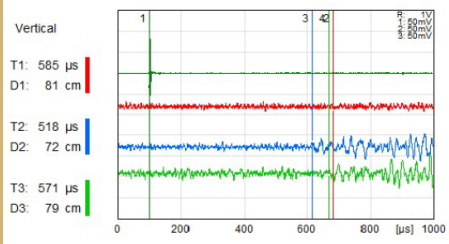


Fig. 9, Scope signal, vertical configuration

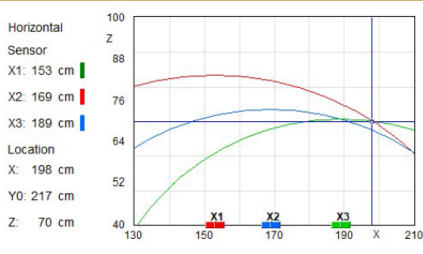


Fig. 8, Triangulation, horizontal configuration

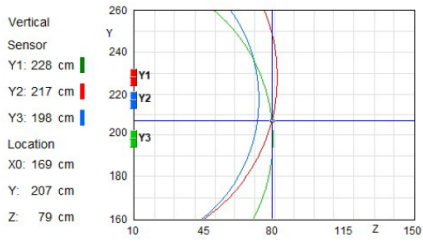


Fig. 10, Triangulation, vertical configuration



NÉHÁNY PÉLDA A KÖZELMÚLTBÓL

185 MVA 275 kV / 33 kV transzformátor

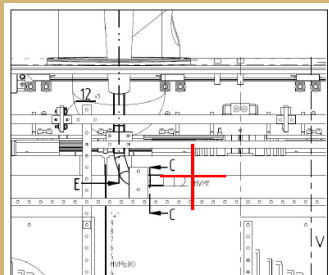


Fig. 11. Location result, HV view

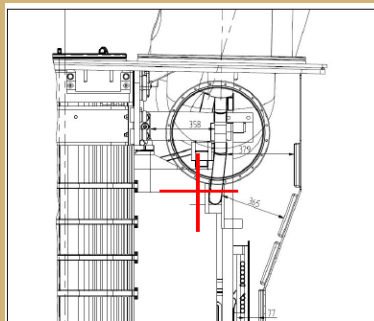


Fig. 13. Location result, side view

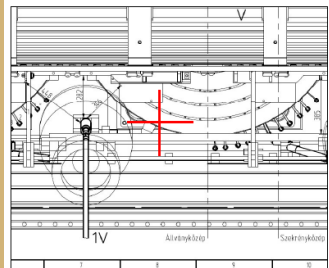


Fig. 12. Location result, top view

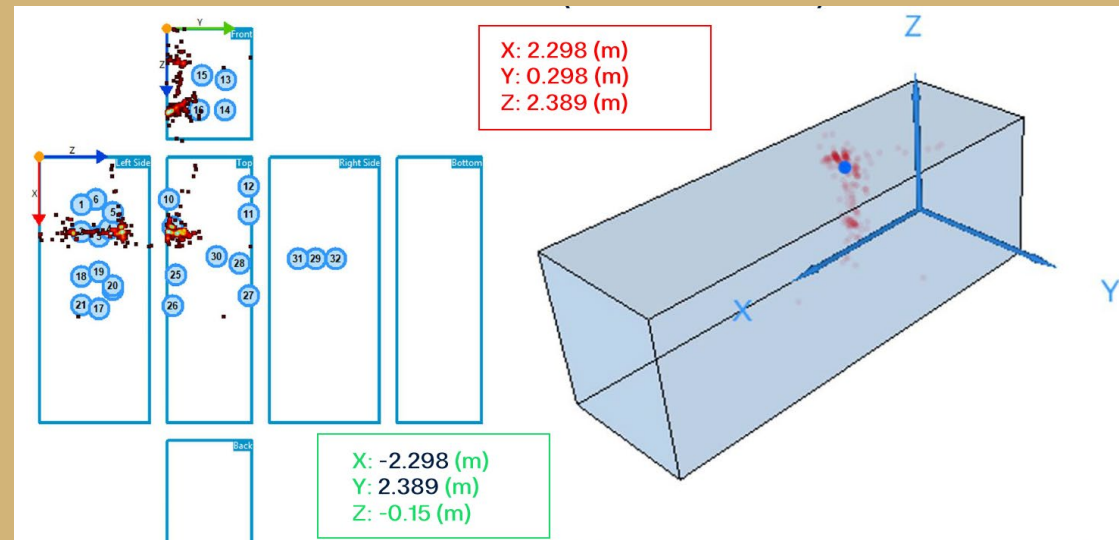


TRADITION
FOR
INNOVATION



NÉHÁNY PÉLDA A KÖZELMÚLTBÓL

500 MVA 400 kV / 231 kV autotranszformátor



TRADITION
FOR
INNOVATION



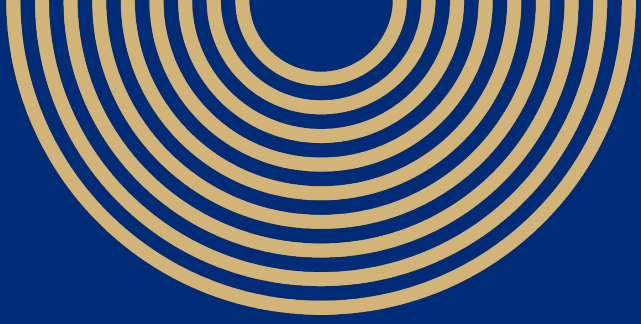
KONKLÚZIÓ

Ganz tapasztalatai alapján a részleges kisülések hibahely meghatározására legbevéltabb módszer a

villamosan triggerelt akusztikus lokalizálás.



**TRADITION
FOR
INNOVATION**



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



**TRADITION
FOR
INNOVATION**

Ganz Transformers and Electric Rotating Machines
Private Limited Company

KÉRDÉSEK ÉS VÁLASZOK...