



Átfogó kompozit szigetelő diagnosztikai vizsgálatok

Fogarasi Tiborné
VEIKI VNL Kft.



CÉL: Az alaphálózat üzembiztonságának megőrzése

- ◆ A hálózat rekonstrukció keretében a már nem üzembiztos porcelán szigetelőket kompozit szigetelők váltották fel
- ◆ Az új konstrukciójú szigetelők viselkedése hosszú üzemidő után nem ismeretes
- ◆ A biztonságos és megbízható üzemvitel szempontjából állapotfelmérés és diagnosztikai módszer kidolgozása szükséges



A feladat megoldása

- ◆ **Diagnosztikai vizsgálatok - állapot diagnosztika**
- ◆ **Hálózat diagnosztika**
- ◆ **Laboratóriumi vizsgálatok**
- ◆ **Maradék élettartam**

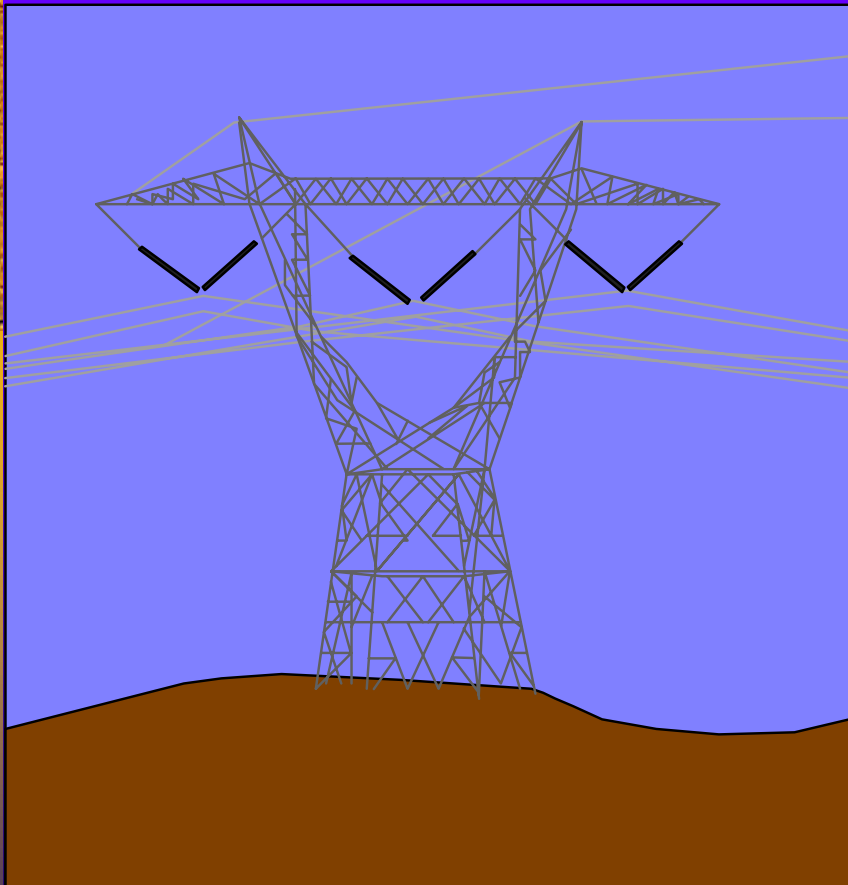


A szigetelő vizsgálatok általánosan alkalmazott módszerei



- ◆ Hálózat diagnosztika
- ◆ Laboratóriumi vizsgálatok

Hálózat diagnosztikai lehetőségek



- ✦ Nagyérzékenységű UV kamera
- ✦ Termovízió
- ✦ ultrahangos detektor
- ✦ elektomágneses zavartérerősség-mérő
- ✦ akusztikus mérőműszer
- ✦ rádiózavar feszültség szintmérő

Laboratóriumi vizsgálati lehetőségek



- ◆ Maradék villamos szilárdság ellenőrzése
- ◆ Maradék mechanikai szilárdság ellenőrzése
- ◆ Mesterséges öregítés
- ◆ RIV és korona kialakítás vizsgálata
- ◆ Mechanikai vizsgálat
- ◆ Szigetelők belső szerkezetének vizsgálata
- ◆ Szennyezéses vizsgálat

A kompozit szigetelő felépítése



- ◆ Üvegszál erősítésű műgyanta rúd
- ◆ Szilikon ernyőzet
- ◆ Tapadást biztosító réteg
- ◆ a végszerelvényekre ráöntött szilikon köpeny teljes behatolás mentességet garantál
- ◆ Villamos erőter homogenitására kialakított végforma



A megbízás célja és ütemezése

- ✦ Legalább öt éve üzemelő kompozitszigetelők állapot felmérésére
- ✦ diagnosztikai vizsgálatra nincs kialakult módszer
- ✦ EVA működés utáni állapot
- ✦ Öregedési jellemzők, maradék élettartam meghatározása

Az öt éve üzemben lévő Sándorfalva-Arad 400 kV-os távvezetékről leszerelt szigetelőlánc vizsgálata





Vizsgálati eredmények

- ◆ Az öt éve üzemben lévő **Sándorfalva – Arad** 400 kV-os távvezetékéről leszerelt szigetelőlánc maradék villamos és mechanikai szilárdsági vizsgálatai alapján megállapítható, hogy a szabványos követelményeket kielégíti. A szigetelőn nem alakult ki üzemi feszültségen mérhető korona feszültség.

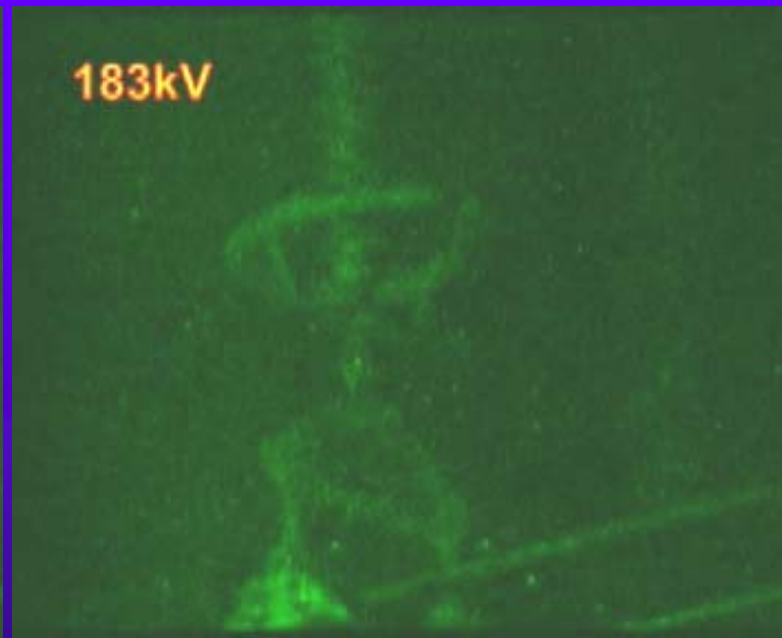


Vizsgálati eredmények

Említést érdemel a korona feszültség és rádió zavarfeszültség mérési eredménye abból a szempontból, hogy a Sándorfalva – Arad hálózat rekonstrukció során csak szigetelőlánc cserére került sor, az előregedett egyéb szerelvények cseréje - pl. távolságtartó - nem valósult meg. Ezeken olyan mértékű zavarfeszültség mérhető, mely érték környezetvédelmi szempontból nem megengedett, illetve jelentős hálózat veszteség forrása lehet.



Koronasugárzás detektálása





Sikeres EVA működés után leszerelt kompozit szigetelők vizsgálata

- ◆ A DÉMÁSZ területén sorozatos EVA működés miatt a HR 75/17 típusú porcelán hosszúrúd szigetelőket H 120.120.1295 T.T 22L típusú kompozit szigetelőkre cserélték le, és a tartóoszlopoknál a madárszennyezés megakadályozására madárriasztókat szereltek fel.
- ◆ A szigetelőcsere és a madárvédő felszerelésének ellenére 2001. Augusztus és szeptember hónapokban összesen 6 db EVA működés volt.



Vizsgálati program

- ◆ A vizsgálati program összeállításánál megvizsgáltuk az EVA működések időpontjait, és a megrendelő információja szerint az éjszakai páralecsapódásnak jelentős szerepe volt az átívelésekben, mivel rendkívül magas páratartalom volt ezekben az időpontokban, mely jelentős hőmérsékleti lehűléssel párosult. Az FCI tapasztalata szerint a szigetelőkön a szálló ökörnyál hosszában rátapadt a szigetelőkre.



Elvégzett vizsgálatok

- ◆ Hirtelen páralecsapódás hatása,
- ◆ Szigetelő ernyőket áthidaló pókháló mesterséges elhelyezése, páralecsapódással kombinálva,
- ◆ Mesterséges szilárd szennyezés felvitele a felületre közepesen és erősen szennyezett kategória határáig, páralecsapódással és pókháló szennyezéssel kombinálva.
- ◆ 50 Hz-es vizsgálat



A vizsgálatba bevont szigetelők

- Gyári új szigetelő referenciaként
- Sikeres EVA után EVAI
- Sikeres EVA után EVAII
- Mesterségesen szennyezett szigetelők



50 Hz-es vizsgálat eredményei

A szabványos próbafeszültség $230 \text{ kV}_{\text{eff}}$

átívelési átlag feszültség kV_{eff}



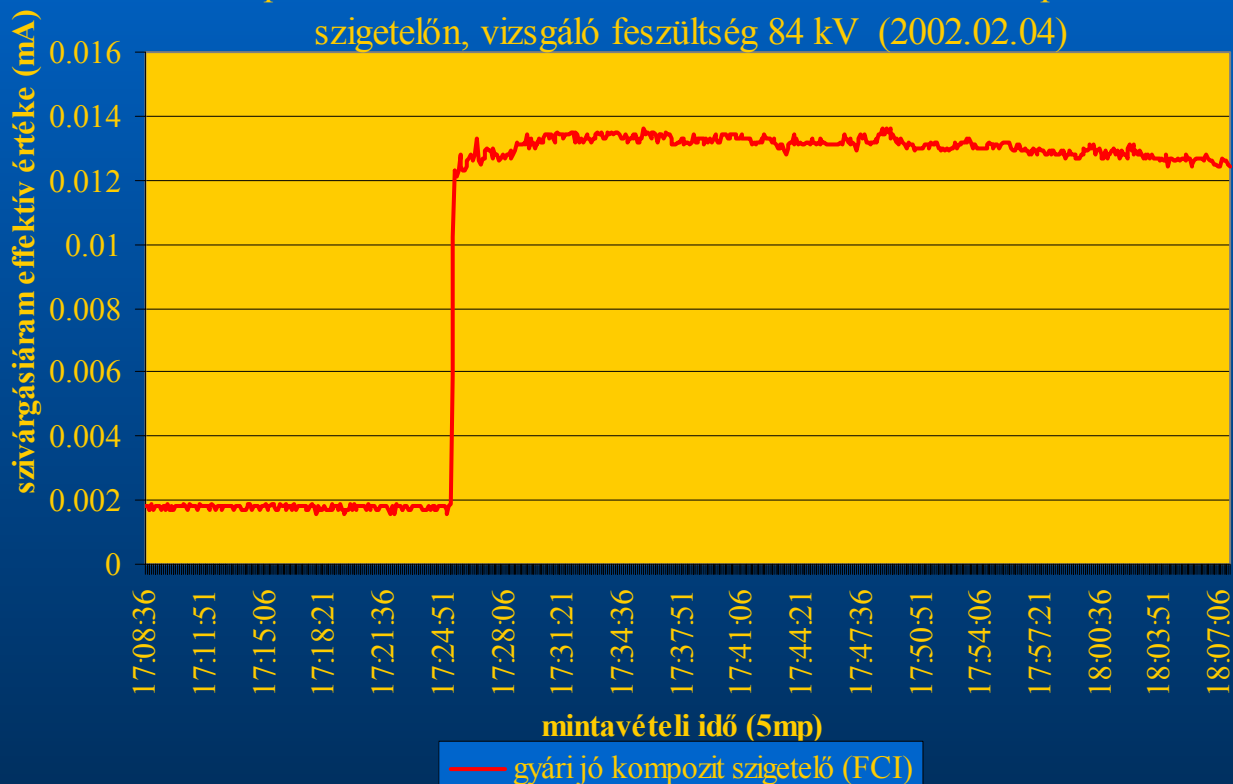


A mérési eredmények értékelése

- ◆ • Az EVA működés után leszerelt szigetelőláncon az átívelési átlag feszültség esőztetett állapotban 293 kV közel 10 %-os csökkenést mutat a gyári új kompozit szigetelő átívelési átlag értékéhez képest 320 kV, de lényegesen magasabb, mint a szabványban előírt 230 kV próbafeszültség

Szivárgási áram mérése

Szivárgásiáram mérése -40°C hőmérsékletről 100%-os páratartalomba és $+50^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre betett kompozit szigetelőn, vizsgáló feszültség 84 kV (2002.02.04)



Hirtelen páralecsapódás hatásának vizsgálata



Az elvégzett mérések során az EVA utáni szigetelőkön végzett párásítási vizsgálatok alatt a szigetelőkön átívelés, a legnagyobb üzemi feszültségen $145/\sqrt{3}=84\text{kV}_{\text{eff}}$ nem jött létre.

Szivárgásiáram mérésének eredménye

Szivárgásiáram mérése -40 oC hőmérsékletről 100%-os páratartalomba és + 50 oC hőmérsékletre betett EVA után mesterséges pókhálóval DÉDÁSZ kompozit szigetelőn, vizsgáló feszültség 145/ Ö3 kV (2002.02.06)





HÁLÓZATI MEGHIBÁSODÁS

- ◆ A Dunamenti-Albertfalva 220 kV-os távvezeték 12.számú sarokfeszítő oszlopán lévő hármas feszítőlánc középső szigetelőjén üzemzavart okozó íves zárlat történt.



2003 10 31



A hálózatról leszerelt szigetelő



Az átívelés vélhetően a fényképen látható átütéssel kezdődött és az ezt követő nedvesség behatolás miatt a szigetelő felületén kialakult tracking jelenséget



Az elvégzett vizsgálatok

A „Belső” és „Külső” jelű szigetelőkön végzett vizsgálatok

- ◆ - 50 %-os lököátívelési feszültség mérés
- ◆ - ipari frekvenciás vizsgálatok

a szigetelő száraz állapotában mért átívelési
átlagfeszültségének meghatározása

- ◆ a szigetelők esőztetett állapotában mért átívelési
átlagfeszültségének meghatározása
- ◆ A „Belső” jelű szigetelőn végzett vizsgálatok:
 - ◆ - a szigetelő üvegrúdja és a szilikongumi közötti határréteg
kapcsolódásának vizsgálata
 - ◆ - a mag vizsgálata
- ◆ A „Külső” jelű szigetelőn végzett vizsgálat:
 - ◆ mechanikai szilárdság meghatározása



Vizsgálati eredmények

- ◆ A vizsgálatok eredményei alapján megállapítottuk, hogy:
- ◆ feszítőláncban lévő két nem sérült szigetelő villamos, mechanikai paraméterei megfelelnek a szabványos követelményeknek,
- ◆ a szilikongumi lebontásával történt szerkezeti ellenőrzés során megállapítottuk, hogy a határrétegek kapcsolódása szigetelőknél megfelelő,



A sérült szigetelőn végzett vizsgálatok

- ◆ - „Sérült” szigetelő üzemi feszültségen történő vizsgálata száraz és esőztetett állapotban a hálózaton bekövetkezett meghibásodás reprodukálása céljából
- ◆ - mechanikai szilárdság meghatározása
 - szerkezeti „boncolásos” vizsgálatok



50 Hz-es vizsgálat

A szigetelő száraz állapotában 200 kV-on nem volt detektálható koronasugárzás.

A szabványos 395 kV_{eff} értékű próba feszültség 1 perces igénybevétele alatt átütés, átívelés nem következett be

Mesterséges esőztetés után a szigetelő nedves állapotában 140 kV-on jelent meg a koronasugárzás, amely a szigetelőlánc átíveléshez vezetett. A jelenséget a DayCor IITM típusú nagyérzékenységű UV kamerával detektáltuk.

50Hz-es száraz állapotú 1 perces próba





Esőztetett 50 Hz-es vizsgálat



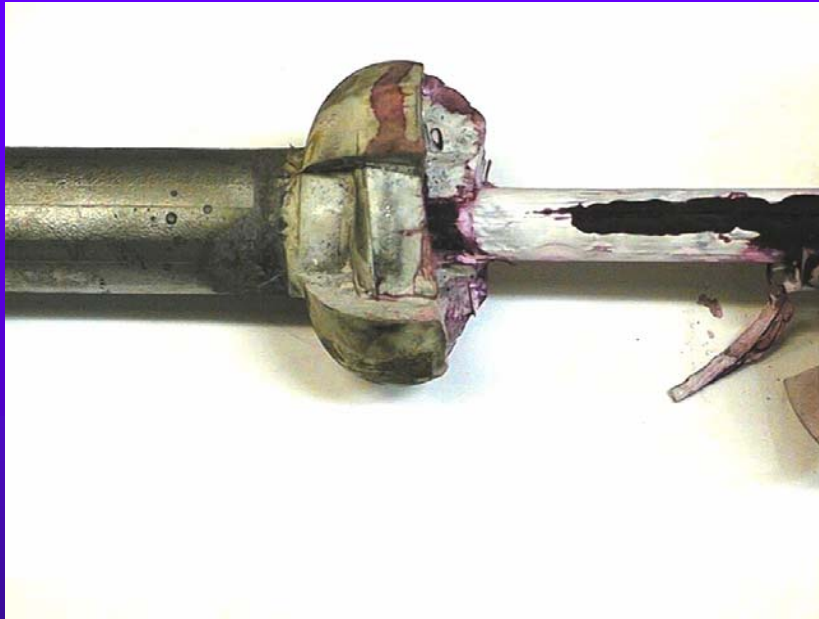
Boncolásos vizsgálatok

A repedés kezdetén kialakult
átütési talppont

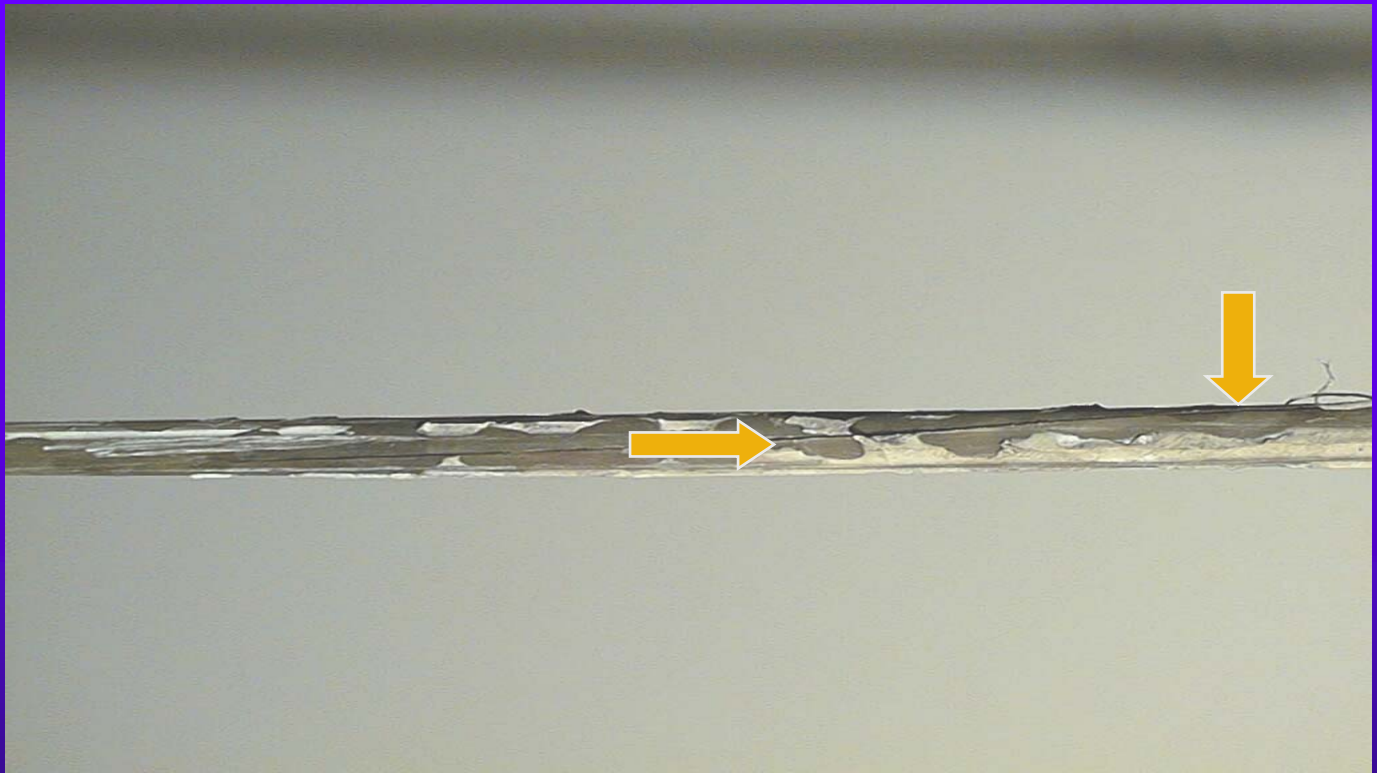


Cél, hogy a különböző határfelületek
kapcsolódásának megfelelőségét
ellenőrizzük

A repedés kezdetén kialakult átütési talppont szilikon
gumi lebontása után festéssel kimutatva



Sérült üvegszál erősítésű rúd



Az üvegszál rúdon látható spirális irányú repedések vélhetően csavaró igénybevétel hatására következtek be.



Mechanikai vizsgálat a „Sérült” szigetelőn

Mechanikai vizsgálatot a „Sérült” szigetelőn végeztünk úgy, hogy a szigetelőt, a SML 120 kN (-előírt mechanikai terhelés-) 70 %-val (80 kN) 1 percig terheltük, majd meghatároztuk a húzótörő-erő értékeket .

A „Sérült” jelű szigetelő húzótörő-erő értéke 88 kN, amely érték az előírt mechanikai terhelés 75 %-át éri el. A húzó törőerő vizsgálatot a szilikon gumitól letisztított üvegszál rúdon végeztük el.



Mechanikai vizsgálat után



88 kN



Meghibásodás jellegének leképzése laboratóriumi körülmények között

- ◆ Feltételezésünk alapján a meghibásodás oka az üvegszál erősítésű rúd hosszirányú repedése volt. Azonos szerkezetű FCI gyártmányú 120 kV-os szigetelőkön mesterségesen előidéztük a hosszirányú repedést. A roncsolás a következőképpen történt.

A roncsolási kísérletek első fázisában az üvegszál erősítésű rúdról eltávolítottuk a szilikon szigetelést és a rudat egyik végén befogva a másik végén elcsavartuk. Második lépésként a detektált sérülést okozó igénybevétellel szilikon gumival együtt végeztük el roncsolási kísérletet

A hosszanti repedés az üvegszál rúdon





A roncsolt szigetelő öregítési igénybevétele és a hiba detektálása

A kívülről sértetlen felületű, de feltehetően repedt üvegszál erősítésű rudat tartalmazó szigetelőn öregítési és villamos igénybevételi vizsgálatokat végeztünk. Az öregítési igénybevételt az IEC 61109 előírása szerinti 42 órás főzéssel végeztük. A főzést követően környezeti hőmérsékletre hűtöttük, és forszírozott villamos vizsgálatot végeztünk. A mesterséges mechanikai igénybevétellel előidézett feltételezett roncsolás előtt méréssel meghatároztuk az adott szigetelő száraz átívelési átlag feszültségét. A száraz átívelési átlag feszültség értéke 330 kV volt. Ennek a feszültségnek a 75%-ával a stressz feszültséggel 248 kV-al terheljük a szigetelőt.

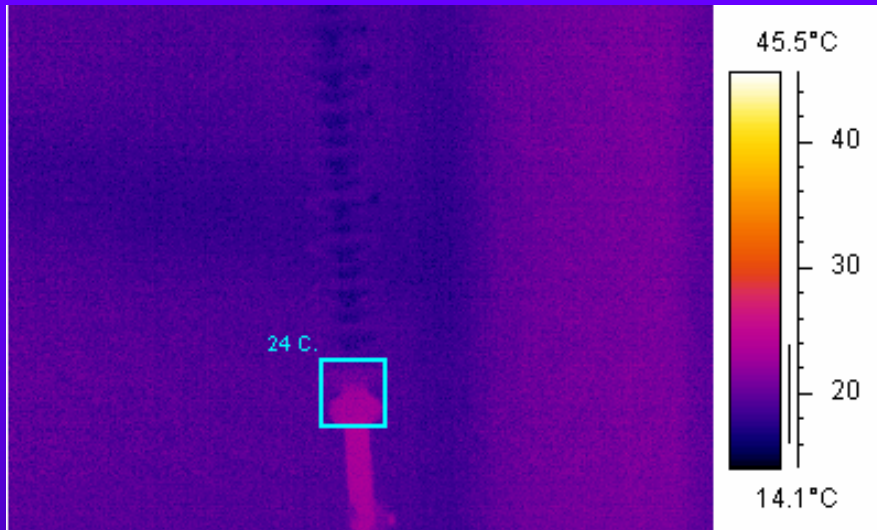


A hibajelenség detektálása infra és UV kamerával

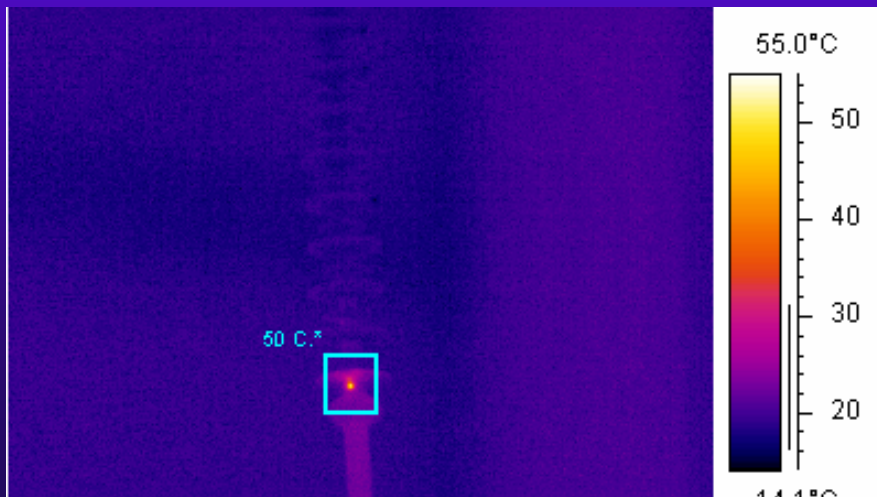
- ◆ A mérést 24 °C-on lévő szigetelőn kezdtük meg. Az infra kamerával a korona jelenség megjelenése előtt, a mesterségesen létrehozott treeing jelenség hatására a kezdődő villamos meghibásodásból adódó helyi melegedés néhány perc alatt már kimutatható volt.



A hibajelenség detektálása infra és UV kamerával

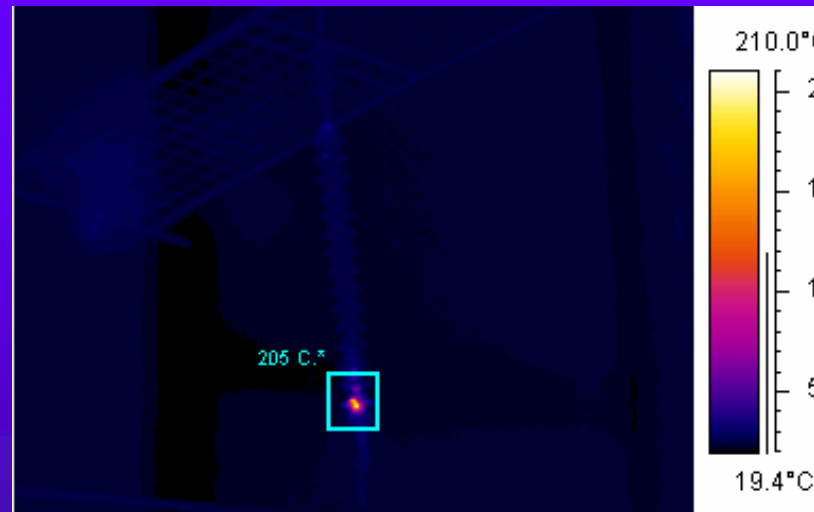


A vizsgálat
kezdetén 23 °C-os
szigetelő



A potenciálvezérlő
fölött az első nagy
ernyő alatt hibahely
50 °C-ra
megemelkedett
hőmérséklete

248 kV –os feszültség szinten látható korona kisülés a vélhető hibahely 155 °C-ra történt felmelegedésével

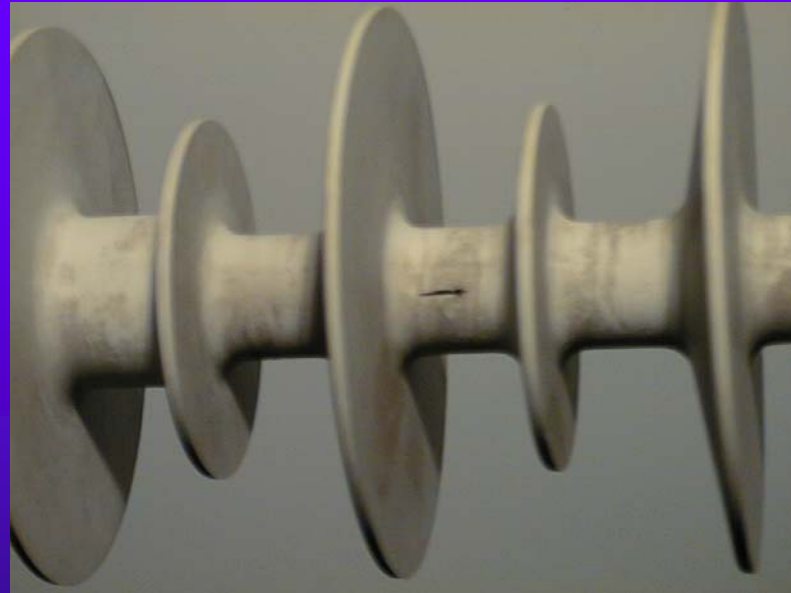
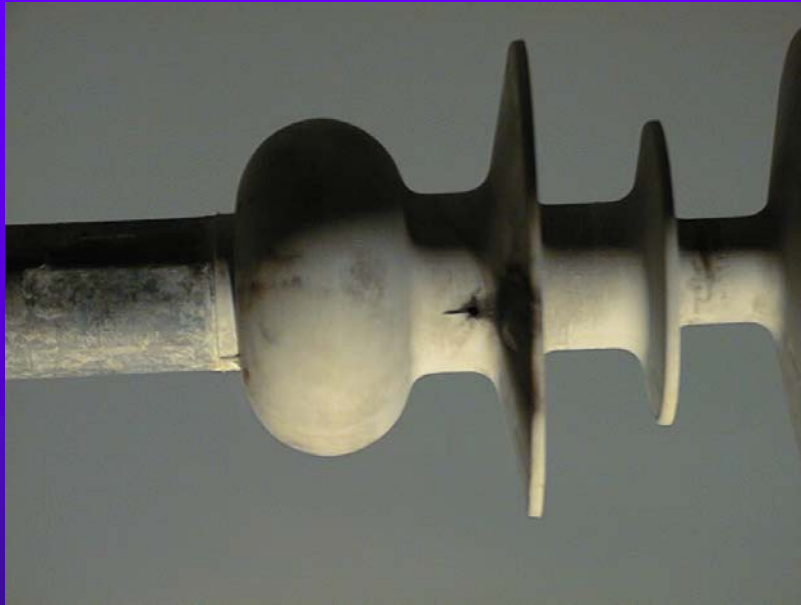


Az mérés 65. percében a szigetelő átívelt-átütött.
A megjelenő elő kisülések fokozódásával együtt a
melegedés is rohamos mértékben emelkedett,
meghaladta a 205 °C-t.





Az átívelt-átütött szigetelő szemrevételezése



A szigetelőn kialakult feszítésszerű igénybevétel hatására bekövetkezett átütések helye



A szigetelő belső szerkezetének vizsgálata



- ◆ Az elvégzett vizsgálatok igazolják, hogy a mesterségesen előidézett roncsolás azonos jellegű hibajelenséget okozott, mint ami a hálózati meghibásodás során bekövetkezett. A meghibásodást UV és infra kamerás rendszerrel is kimutattuk



A vizsgálatok összegezése

- ◆ Laboratóriumban csavaró igénybevétellel roncsolt szigetelőkön végzett vizsgálatokkal igazoltuk, hogy a hálózati hiba:
- ◆ az üvegszál erősítésű rúd repedése miatt következett be,
- ◆ a mesterségesen előidézett hiba hatása megegyezett a hálózaton tapasztalttal,
- ◆ a szigetelő szilikon felületén nem látható a belső sérülés jelenléte,
- ◆ a hiba infra és UV kamerával üzemi feszültségen is detektálható