



Budapest University of Technology and Economics

Az átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Magyar tapasztalatok

CSÉPES Gusztáv

MAVIR Zrt. – BME Nagyfeszültségű Laboratóriuma

NÉMETH Bálint

M.Sc., BME Nagyfeszültségű Laboratórium vezetője
OVIT ZRt., szakterület fejlesztési munkatárs



BME Department of Electric Power Engineering
High Voltage Laboratory



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Tartalomjegyzék

1. Röviden az átvezető szigetelőről és meghibásodásról
2. A CIGRE WG A2.43 munkájáról
3. Átvezetők diagnosztikája
4. Esettanulmány magyar átvezető meghibásodásról
5. Konklúziók



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Röviden a trafó átvezető szigetelőről és meghibásodásról

- Az **átvezetők meghibásodása** viszonylag magas
- Egy trafó elég sok átvezetővel rendelkezik, meghibásodási rátájuk 5-50%, **átlag 25%**.
- Átvezető hibák gyakran okoznak **tűzet**.
- Egy lengyel adat szerint **400 db** átvezetőt kellene lecserélni, jelentős költséget és kiesést okozna.
- Nagy erőfeszítéseket tettek, hogy megfelelő on-line és off-line diagnosztikával kiszűrjék a legelőször lecserélendő átvezetőket.
- Komoly tapasztalatokat szereztek átvezető felújítások területén is.
- **Polarizációs** spektrum módszer volt hatékony diagnosztika.

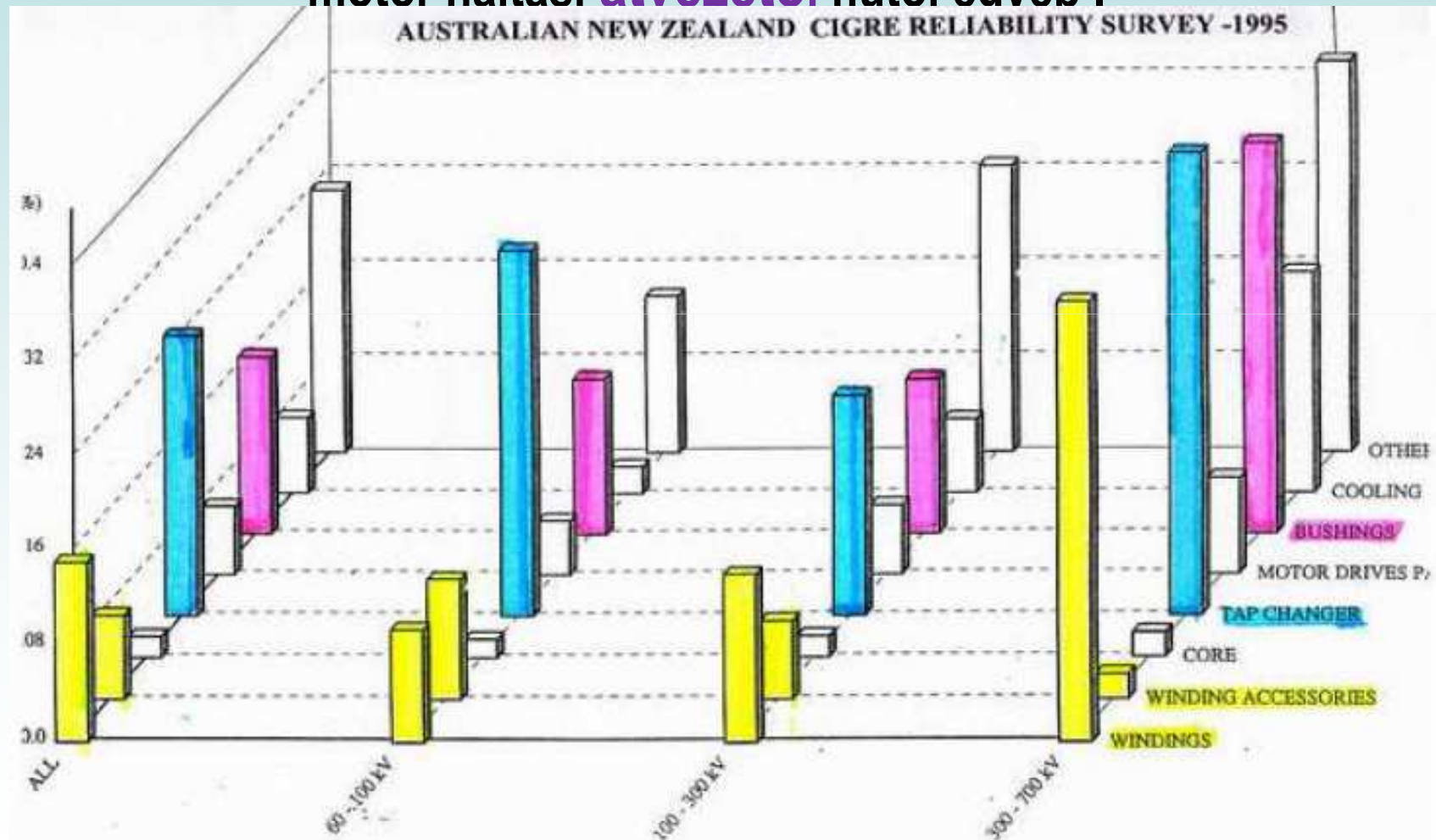
Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

- **CIGRE** is munkabizottságot hozott létre
- **WG A2.43 TRANSFORMER BUSHINGS RELIABILITY**
Transzformátor átvezető megbízhatóság
 - Megalakulás 2010-ben, záró tanulmány (TB) 2013-ban.
 - Albizottságok:
 - TF1 –bushing failure rate
 - TF 2 –bushing failure mechanisms:
 - TF 3 –bushing diagnostic and monitoring



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Trafó meghibásodási statisztika összes, 60-100kV, 100-300kV, 300-700kV : tekercs, tekercstartozékok, vasmag, fokozatkapcsoló, motor hajtás. **átvezető**. hűtő. edváb .



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

A WG A2.43 keretében két magyar tanulmány került bemutatásra

HV bushing diagnostics with particular regards of RVM method (Hungarian Experiences)

Bálint Németh*, Gusztáv Csépes**

* Budapest University of Technology and Economics, Hungary

** MAVIR Ltd. (Hungarian Transmission System Operator Company Ltd.)

Some unusual failures of bushing (Hungarian experiences)

Gusztáv **CSÉPES**

MAVIR Ltd – BME High Voltage Laboratory

Bálint NÉMETH

M.Sc., Head of High Voltage Laboratory at BME
Developmental advisor of National Power Line Ltd.



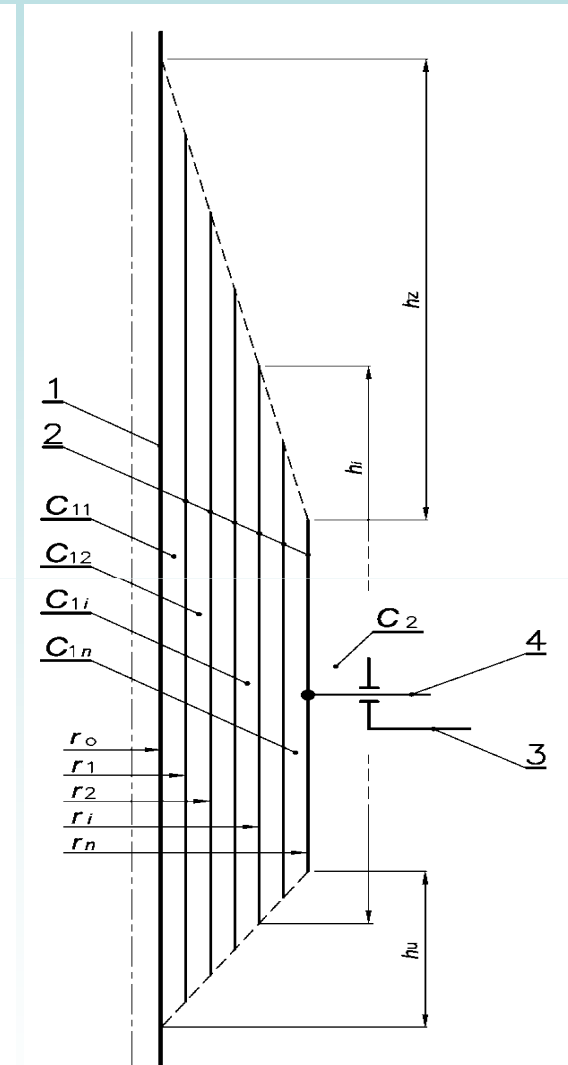
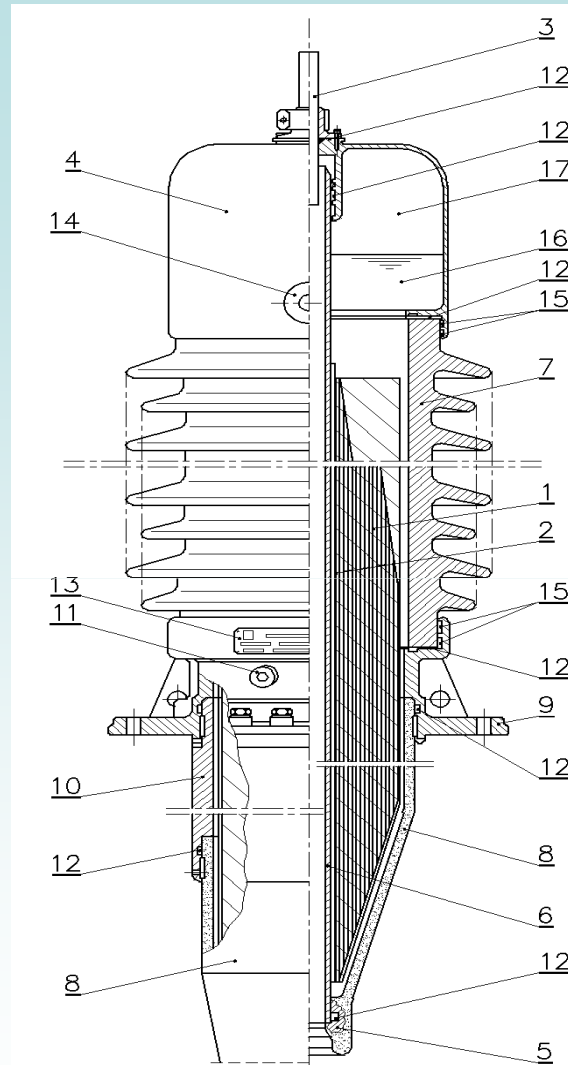
BME Department of Electric Power Engineering
High Voltage Laboratory



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

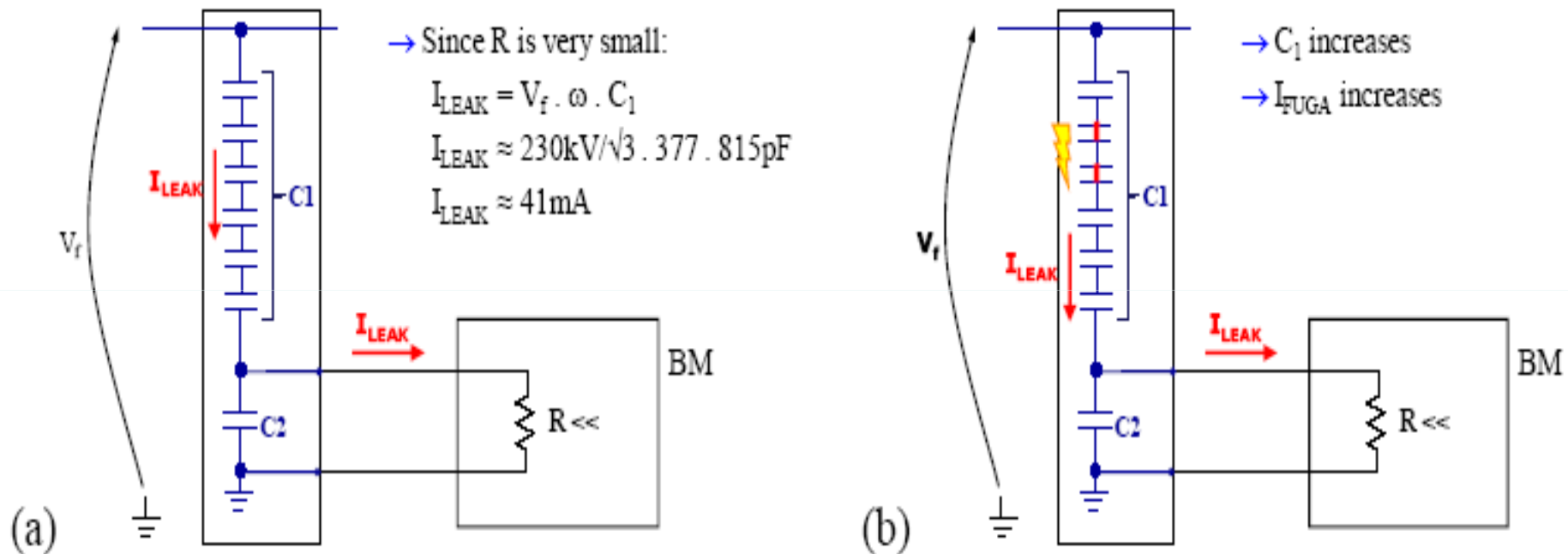
Trafó átvezetők legfőbb típusai a szigetelő anyag szerint:

- **OIP**: Oil Impregnated Paper, olajjal impregnált papír,
- **RIP**: Resin Impregnated Paper, gyantával impregnált papír
- **RBP**: Resin Bonded Paper. Gyantával ragasztott papír
- Potenciál vezérlő fóliák,
- **Főbb diagnosztikák**
- PD,
- $Tg\delta/C$
- On-line $Tg\delta/C$ mérés
- Polarizációs mérések: FDS, RVM, PDC



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

tgδ/C és PD diagnosztika: mérés a nagyfesz kivezetésen és mérőmegcsapoláson **RVM diagnosztika**: mérés a mérő elektródán, kiértékelés domináns időállandókkal



Feszültség alatti átvezető kapacitív árama jó állapotban és átütött rétegek esetén: nő a kapacitás, nő vagy csökken a **tgδ**

Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

- Egy **CRPTK 145** (no. 79A 147) átvezető robbanás volt e méréssorozat előzménye.
- Az átvezetők állapotának ellenőrzésére **5 azonos típusú** átvezető került kiválasztásra: 74B 468, 74B 471, 75A 442, 79A 146, 79A 153.
- A próbák alatt az átvezetők **olajjal töltött tankba** lettek helyezve.

Az alábbi mérések lettek végrehajtva:

- 220kV, 1 perces, 50 Hz-es **feszpróba** (sikeres)
- **RVM** mérés
- **tg δ /C és PD** 50Hz, AC 25-100kV ($>1,3U_n$) között a feszültség függvényében

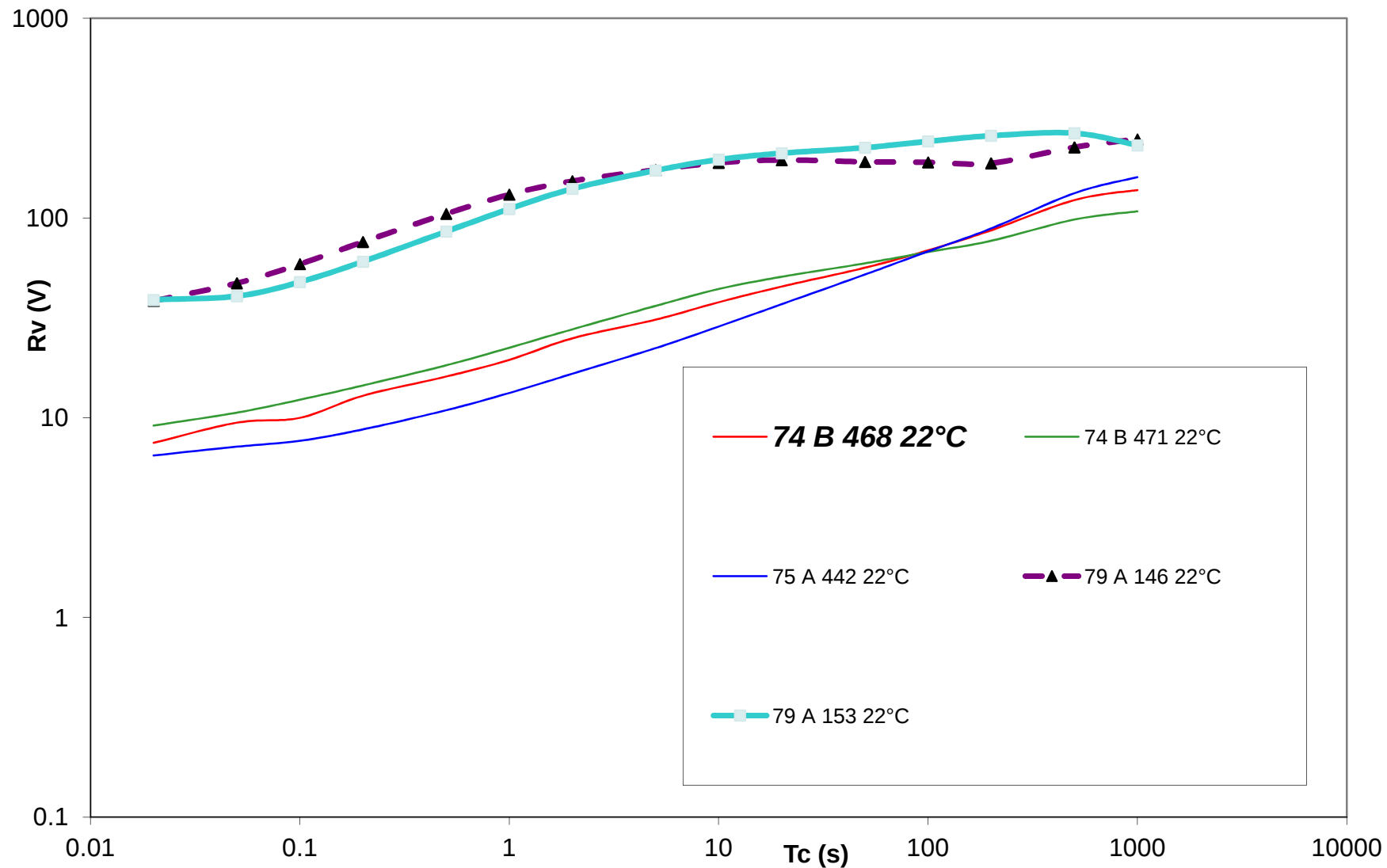


Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

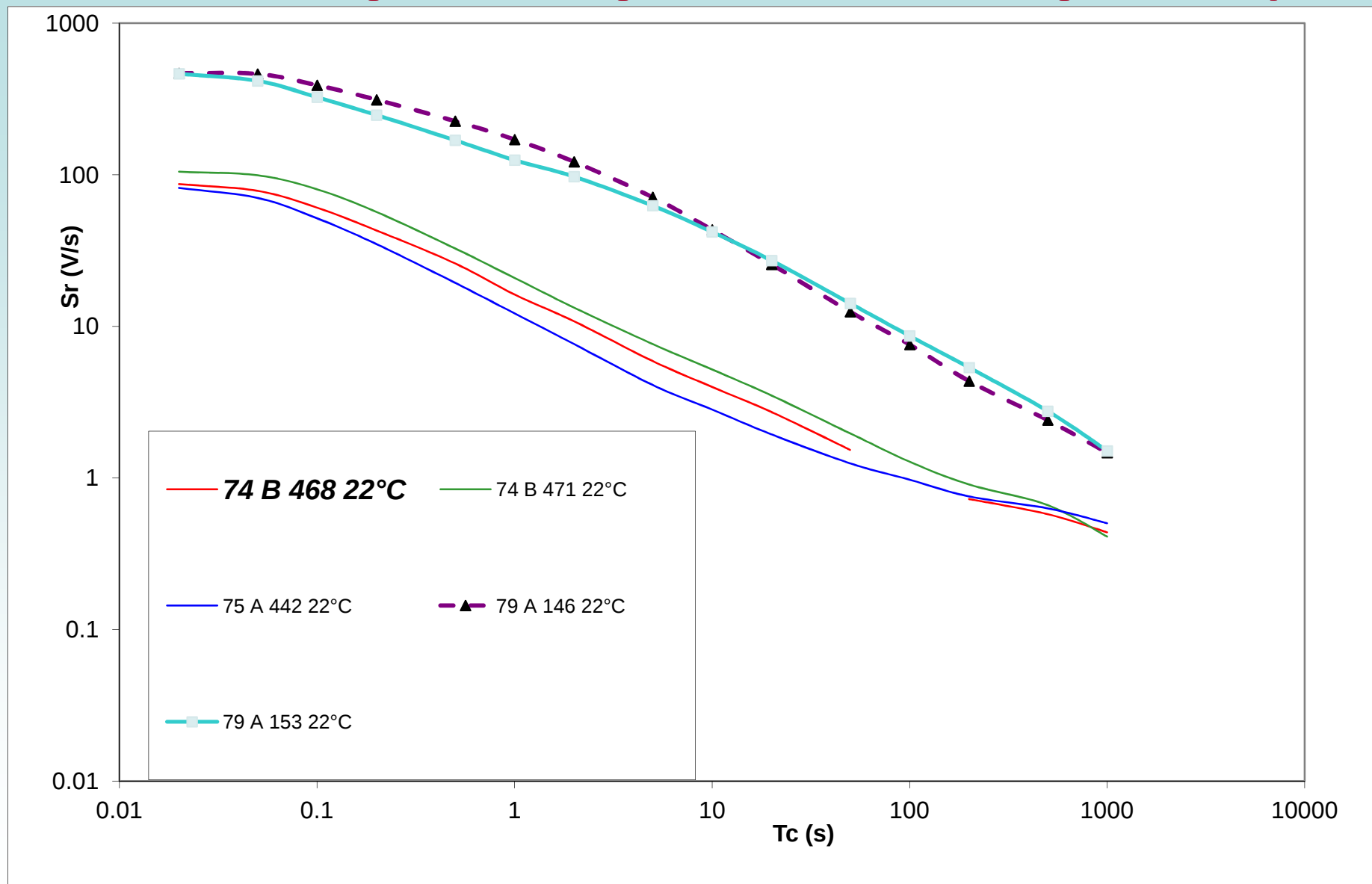
- 74B 468 átvezető diagnosztikája
- RMV diagnosztika
- Az **RVM** spektrum csak egy domináns időállandóval rendelkezik, 22°C-on nagyobb, mint 1000s at. Ez viszonylag jó állapot, nem öreg, nem nedves, egyenértékű víztartalom kisebb mint 1%.
- **tgδ/C és PD fesz függvényében 25-100 kV között.**
- A **tgδ/C** mérés alapján (ennek az átvezetőnek hiányoznak a táblázatból a mérési eredményei) alapján látható, hogy az értékek viszonylag alacsonyak (**55*10⁻⁴**) és nem volt feszfüggésük 25-100 kV között.
- A **PD** kisebb volt, mint **300 pC 50 kV-ig, de 30.000pC 100 kV-nál.**
- **Összegezve** az eredményeket: az átvezető jó állapotban van az **RVM**, (**tgδ**) and **C** alapján, de **PD** nagyon nagy, ezért kritikus a használata.



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Táblázat: tg delta és C 25-100 kV között mérve

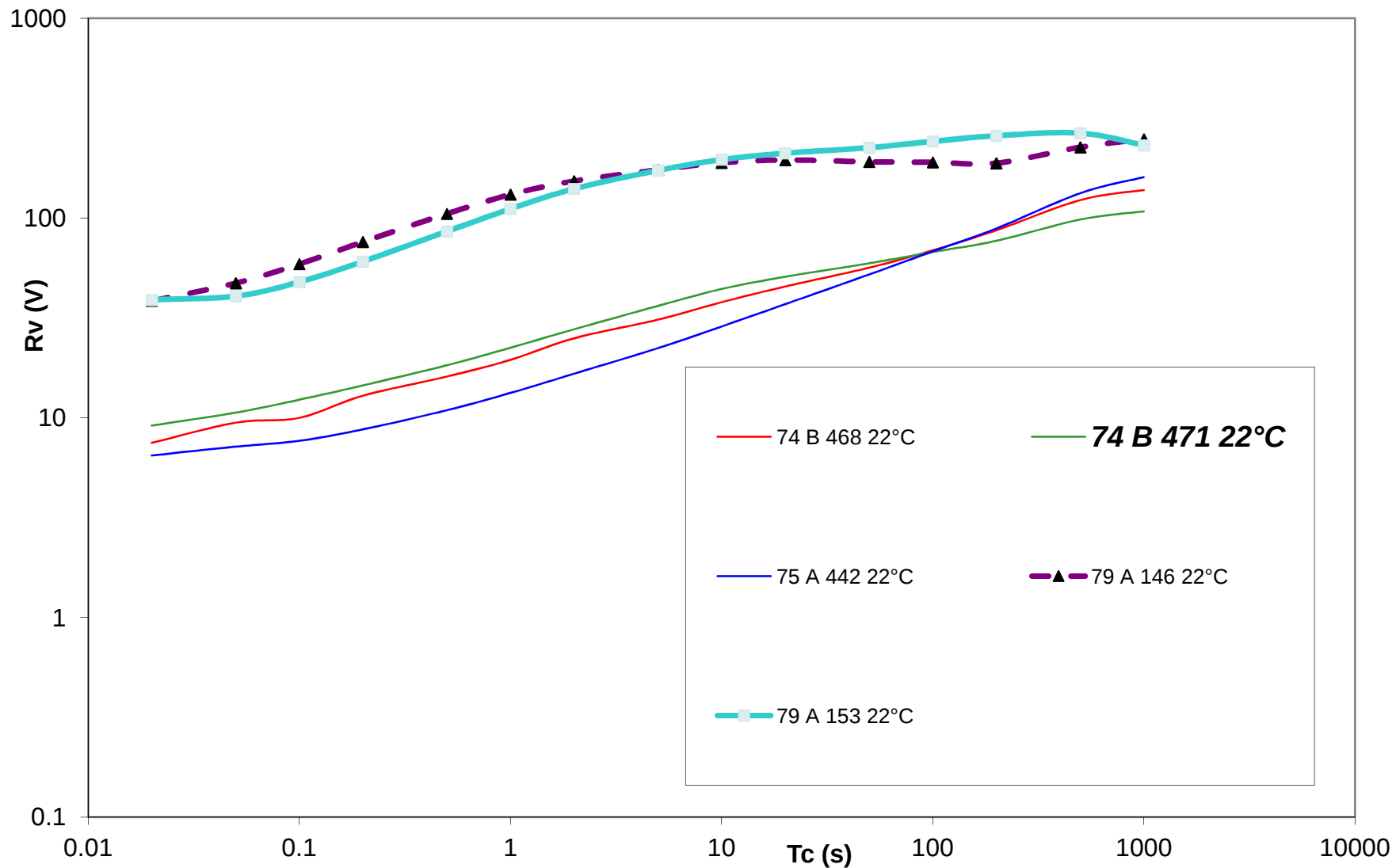
	79A 153		75A 442		79A 146	
kV	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]
25	135.1	221.922	45.9	193.75	153.5	221.56
50	135.15	221.927	49.65	193.756	153.8	221.57
70	135.2	221.934	49.7	193.758	154	221.58
90	135.25	221.94	49.8	193.76	155.4	221.6
100	135.3	221.948	49.8	193.76	155.6	221.5
90						
70						
50						

Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

- **74B 471átvezető diagnosztikája**
- **RMV diagnosztika**
- Az **RVM** spektrum csak egy domináns időállandóval rendelkezik, 22°C-on nagyobb, mint 1000s at. Ez viszonylag jó állapot, nem öreg, nem nedves, egyenértékű víztartalom kisebb mint 1%.
- **$\text{tg}\delta/\text{C}$ és PD fesz függvényében 25-100 kV között.**
- A **$\text{tg}\delta/\text{C}$** mérés alapján (ennek az átvezetőnek hiányoznak a táblázatból a mérési eredményei) alapján látható, hogy az értékek viszonylag alacsonyak (**$52 \cdot 10^{-4}$**) és nem volt feszfüggésük 25-100 kV között.
- A **PD kisebb volt, mint 300 pC 50 kV-ig, 15.000pC 70kV-nál, 40.000pC 100kV-nál, de 10 perc múlva 2-3pC 100 kV-nál.**
- **Összegezve** az eredményeket: az átvezető jó állapotban van az **RVM**, (**$\text{tg}\delta$**) and **C** alapján. **PD nagy volt, végül elfogadható értékű lett. De mivel korábban nagy PD volt, helyi hiba feltételezhető.**



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

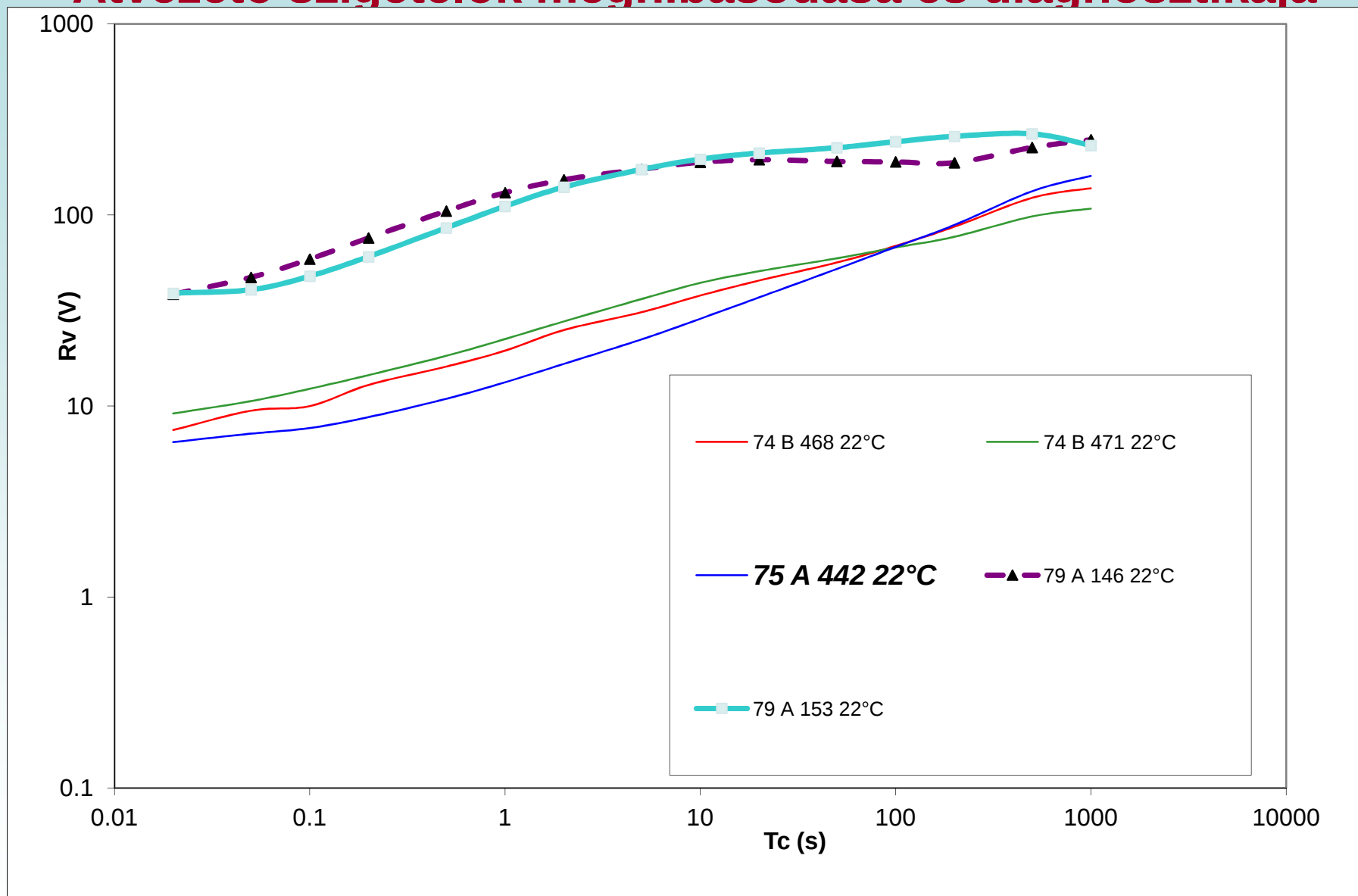
- 75A 442 átvezető diagnosztikája
- RMV diagnosztika
- Az **RVM** spektrum csak egy domináns időállandóval rendelkezik, 22°C-on nagyobb, mint 1000s at. Ez viszonylag jó állapot, nem öreg, nem nedves, egyenértékű víztartalom kisebb mint 1%.

tg δ /C és PD fesz függvényében 25-100 kV között.

- A **tg δ /C** mérés alapján (lásd az adatokat a táblázatban) látható, hogy az értékek viszonylag alacsonyak (**50*10⁻⁴**) és nem volt feszfüggésük 25-100 kV között.
- A **PD** kisebb volt, mint 300 pC 100kV-ig, 60 pC 10 perc múlva.
- **Összegezve** az eredményeket: az átvezető jó állapotban van az **RVM**, (tg δ) and C, valamint PD alapján.



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

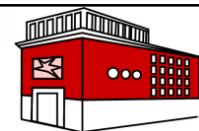
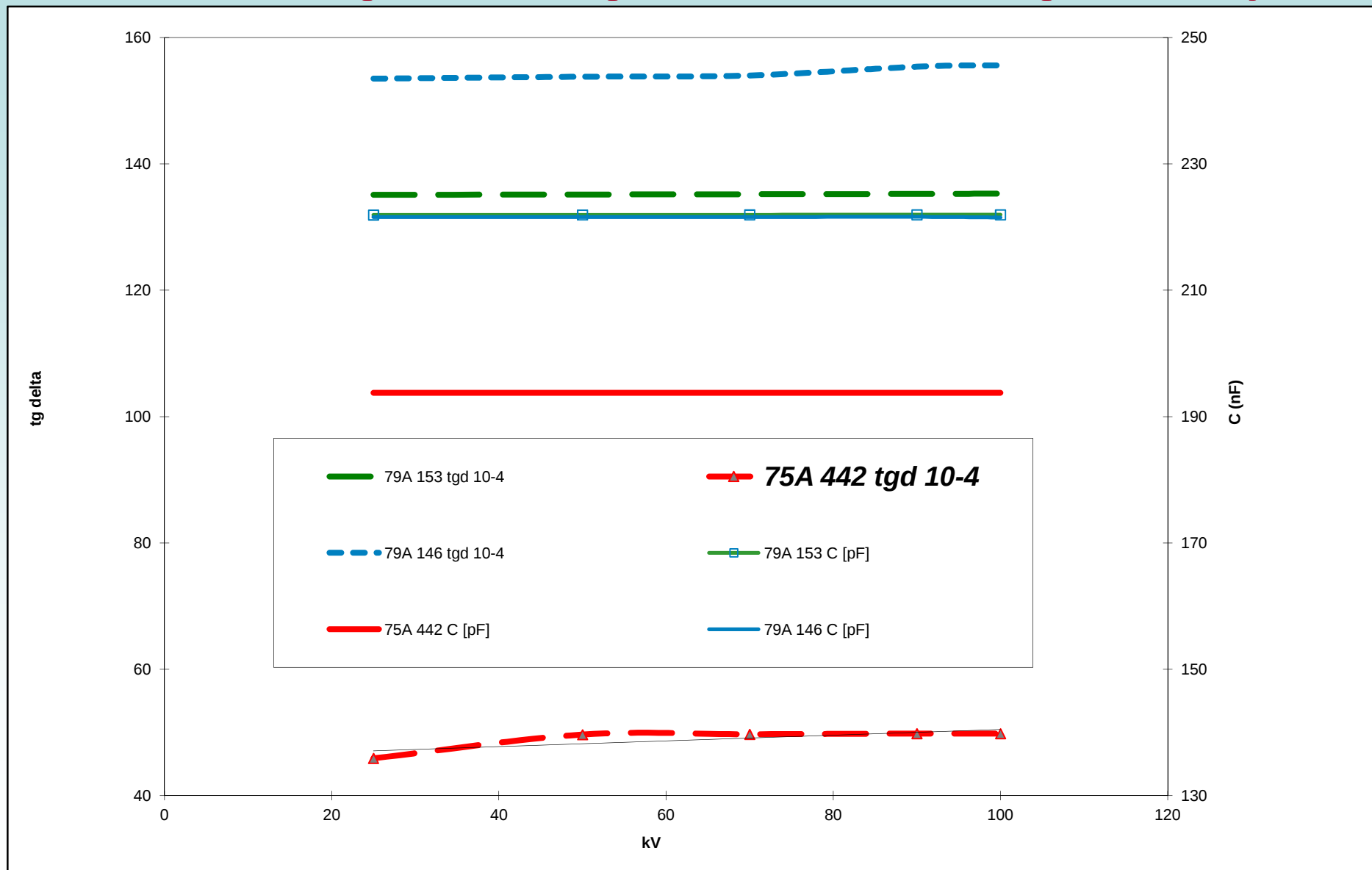


Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Táblázat: tg delta és C 25-100 kV között mérve

	79A 153		75A 442		79A 146	
kV	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]
25	135.1	221.922	45.9	193.75	153.5	221.56
50	135.15	221.927	49.65	193.756	153.8	221.57
70	135.2	221.934	49.7	193.758	154	221.58
90	135.25	221.94	49.8	193.76	155.4	221.6
100	135.3	221.948	49.8	193.76	155.6	221.5
90						
70						
50						

Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

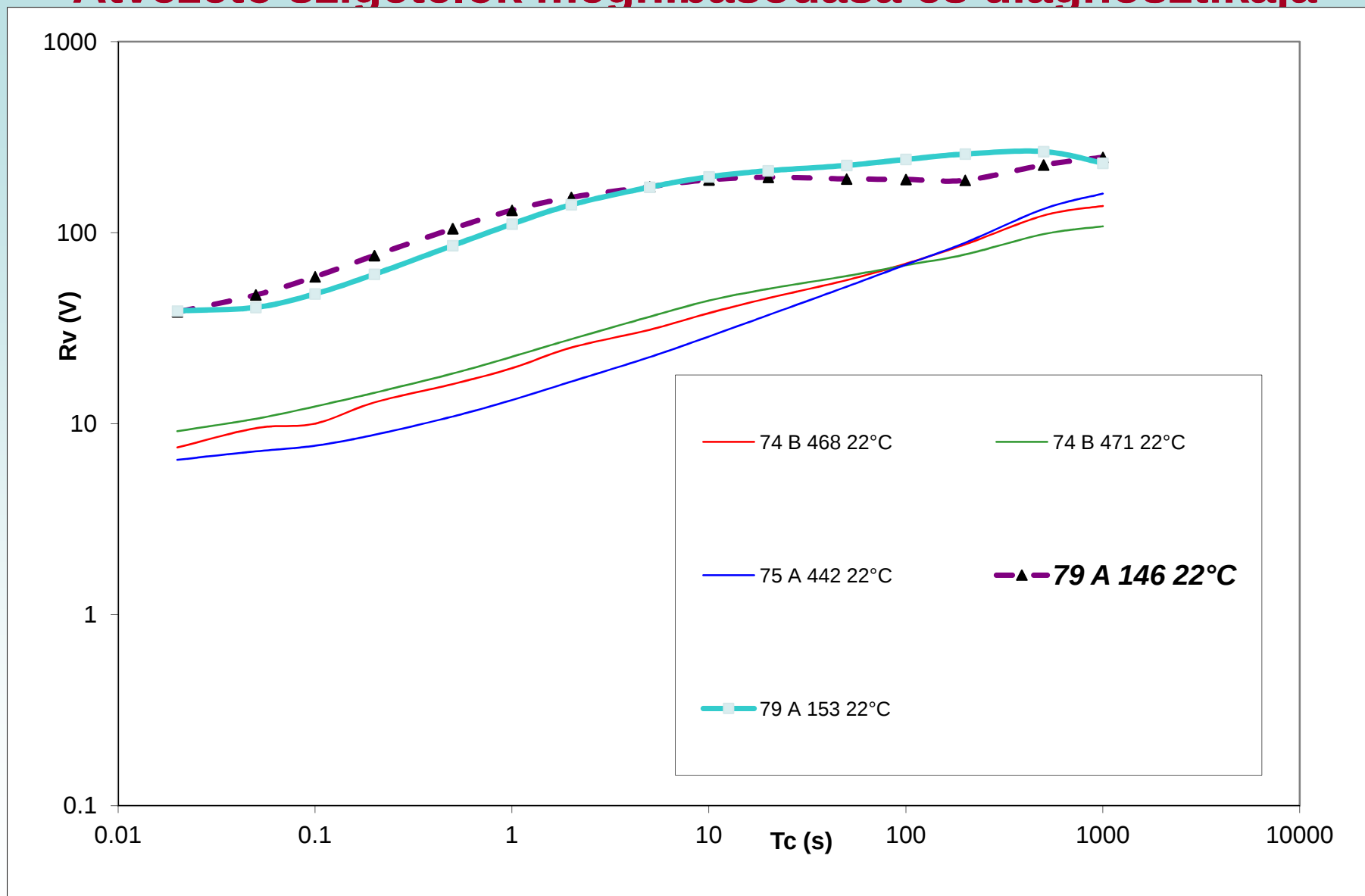


Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

- **79A 146 átvezető diagnosztikája**
- **RMV diagnosztika**
- Az **RVM** spektrum két időállandós: 22°C-on a kisebbik 10s, a nagyobb 1000s. A szigetelés nem homogén állapotú: egy része jó állapotban van, az egyenértékű víztartalom kisebb mint 1%. De egy része lehet öreg, nedves, vagy lerakódás van a felületen, amit 3% egyenértékű víztartalommal lehet jellemezni.
- **tgδ/C és PD fesz függvényében 25-100 kV között.**
- A **tgδ/C** mérés alapján (lásd az adatokat a táblázatban) látható, hogy a tg értéke nagyobb mint előzőekben, **150*10⁻⁴** de **nincs feszfüggés** 25-100 kV között.
- A **PD** kisebb volt, mint **300 pC 100kV-ig (25 pC 10 percen keresztül)**.
- **Összegezve** az eredményeket: az átvezető nincs jó állapotban van az **RVM**, (**tgδ**) alapján, de a **PD** alapján jó is lehetne. **Valószínűleg kezdődő hiba lesz az átvezetőben, pl. vízbehatolás.**



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

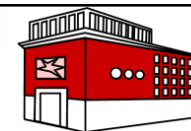
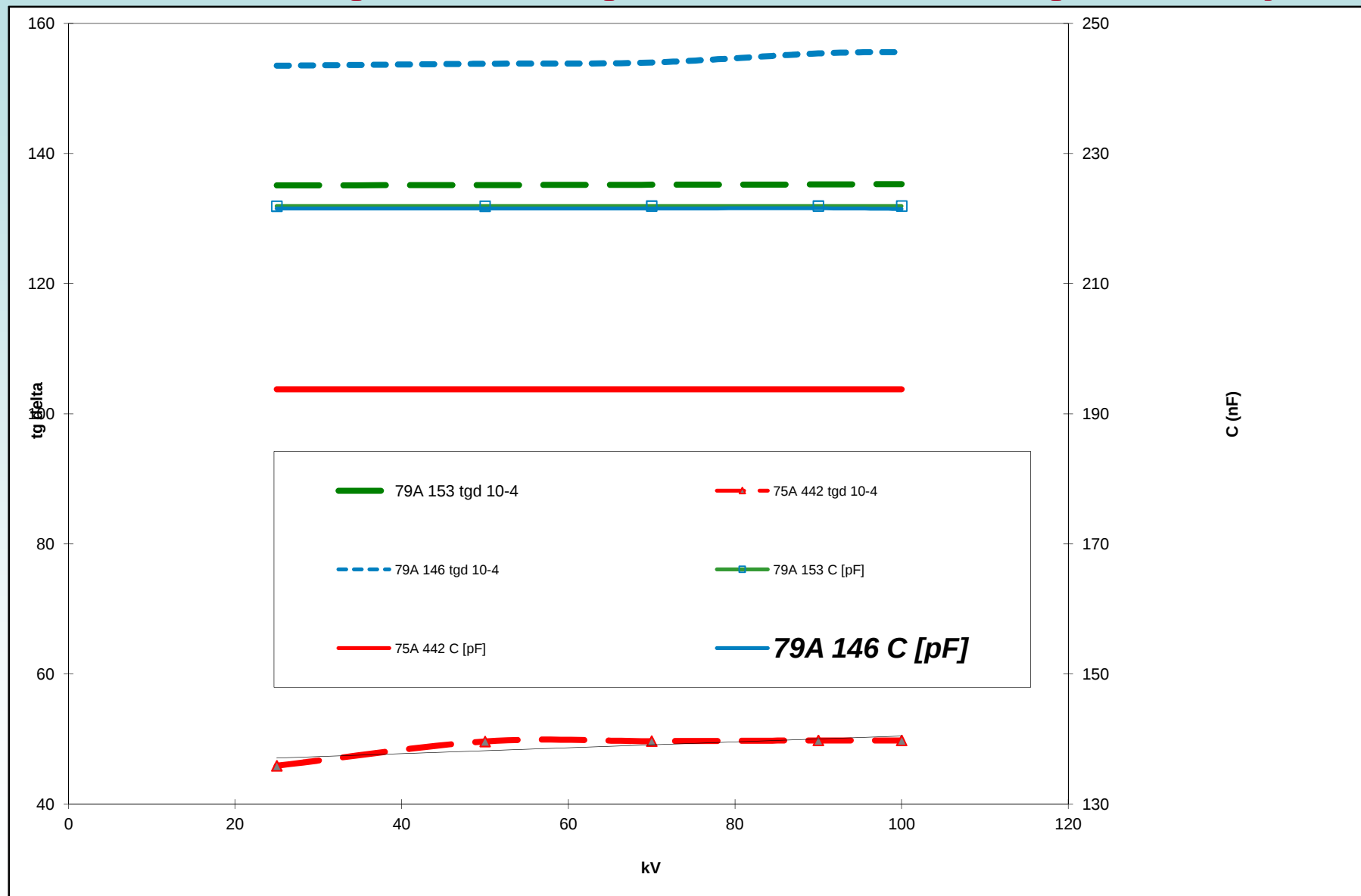


Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Táblázat: tg delta és C 25-100 kV között mérve

	79A 153		75A 442		79A 146	
kV	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]
25	135.1	221.922	45.9	193.75	153.5	221.56
50	135.15	221.927	49.65	193.756	153.8	221.57
70	135.2	221.934	49.7	193.758	154	221.58
90	135.25	221.94	49.8	193.76	155.4	221.6
100	135.3	221.948	49.8	193.76	155.6	221.5
90						
70						
50						

Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

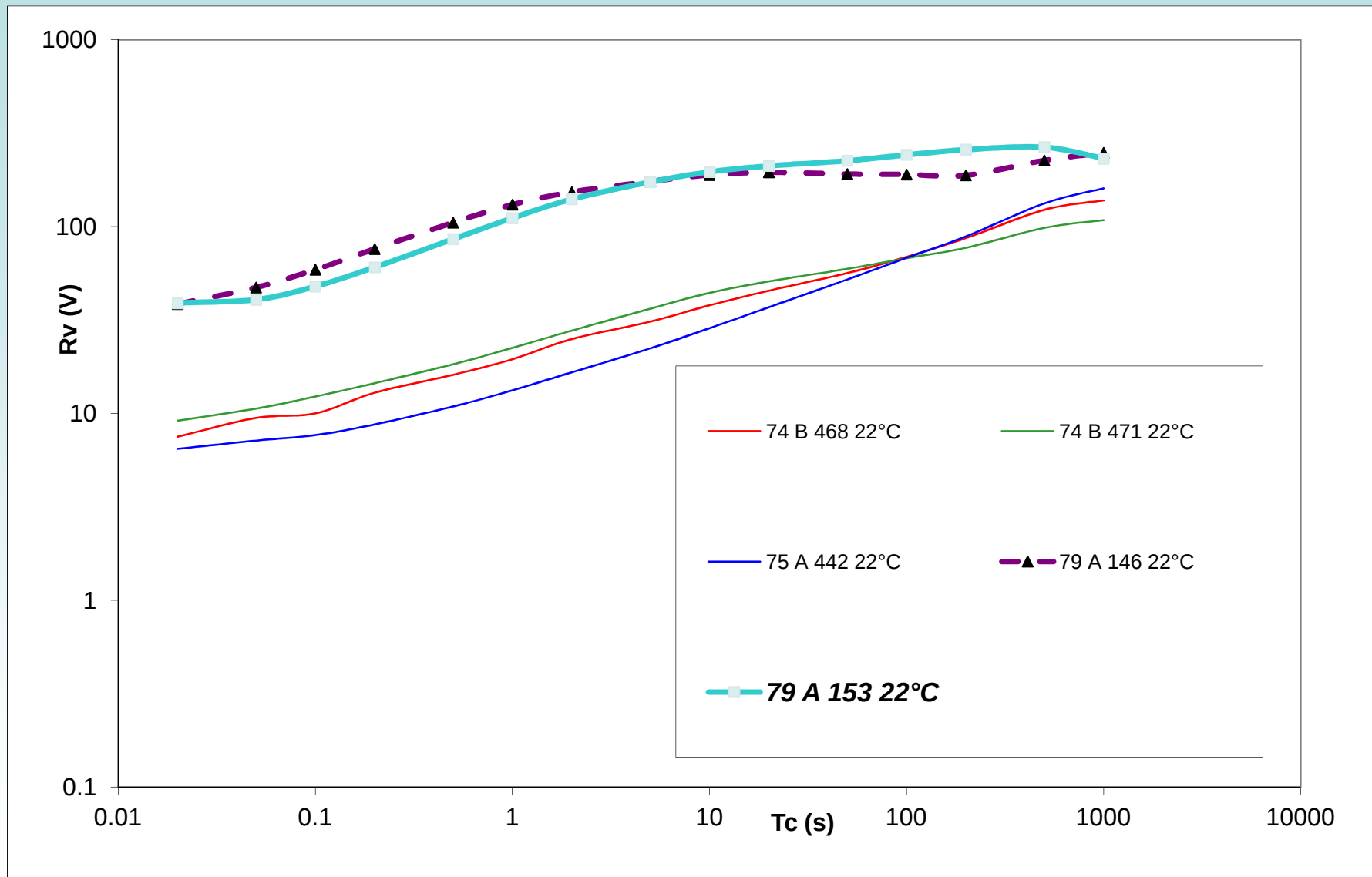


Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

- **79A 153 átvezető diagnosztikája**
- **RMV diagnosztika**
- Az **RVM** spektrum két időállandós: 22°C-on a kisebbik 20s, a nagyobb 900s felett. A szigetelés nem homogén állapotú: egy része jó állapotban van, de nem új állapotban, az egyenértékű víztartalom kisebb 1-1,2%. De egy része lehet öreg, nedves, vagy lerakódás van a felületen, amit 3% egyenértékű víztartalommal lehet jellemezni.
- **$\text{tg}\delta/\text{C}$ és PD fesz függvényében 25-100 kV között.**
- A **$\text{tg}\delta/\text{C}$** mérés alapján (lásd az adatokat a táblázatban) látható, hogy a tg értéke kb. azonos mint az előző esetben, nagyobb, mint azt megelőzően: **$130 \cdot 10^{-4}$** de **nincs feszfüggés** 25-100 kV között.
- A **PD** kisebb volt, mint **300 pC** 100kV-ig (**70 pC** 10 percen keresztül).
- **Összegezve** az eredményeket: az átvezető nincs jó állapotban van az **RVM**, (**$\text{tg}\delta$**) alapján, de a **PD** alapján jó is lehetne. Valószínűleg kezdődő hiba lesz az átvezetőben, pl. vízbehatolás.



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

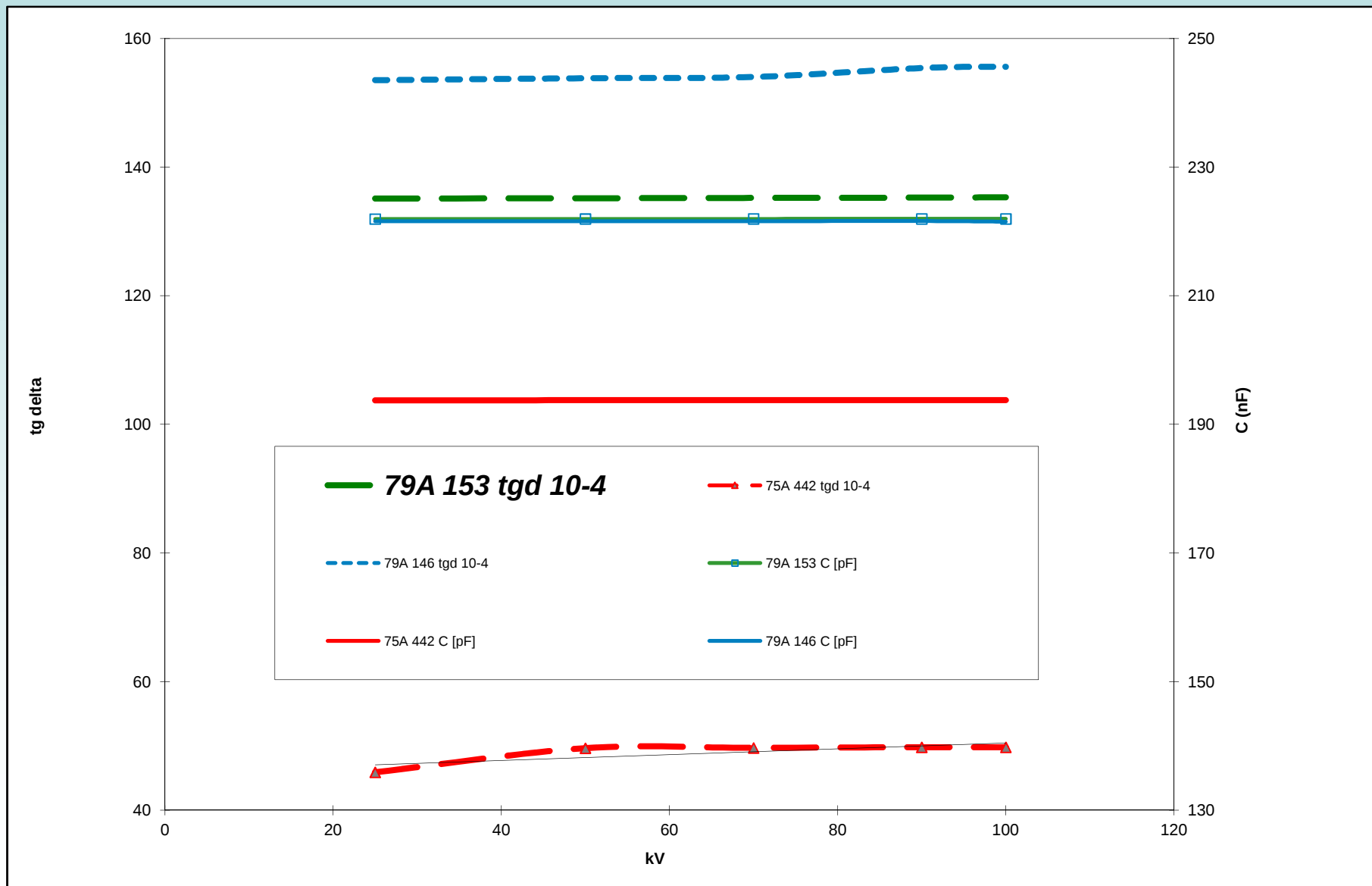


Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Táblázat: tg delta és C 25-100 kV között mérve

	79A 153		75A 442		79A 146	
kV	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]	$\text{tg}\delta \cdot 10^{-4}$	C [pF]
25	135.1	221.922	45.9	193.75	153.5	221.56
50	135.15	221.927	49.65	193.756	153.8	221.57
70	135.2	221.934	49.7	193.758	154	221.58
90	135.25	221.94	49.8	193.76	155.4	221.6
100	135.3	221.948	49.8	193.76	155.6	221.5
90						
70						
50						

Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Tanulságos 245kV-os átvezető meghibásodás esettanulmánya

- **Transzformátor:** 400/220/35 kV (500 MVA)
- Az átvezető szigetelő névleges feszültsége: 245 kV
- A gyártás éve: **1978** (átvezető szigetelő), **1979** (transzformátor)
- A vizsgálat éve: **2010**
- A transzformátor 32 éves volt, amikor az átvezető szigetelő hibája megjelent
- A transzformátort felújították a gyárban; a felújítást átvételei vizsgálati eljárások követték
- Az első üresjárási indukált feszültség próbán a névleges feszültség kb. **50%-nál** az áram elkezdett növekedni.



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

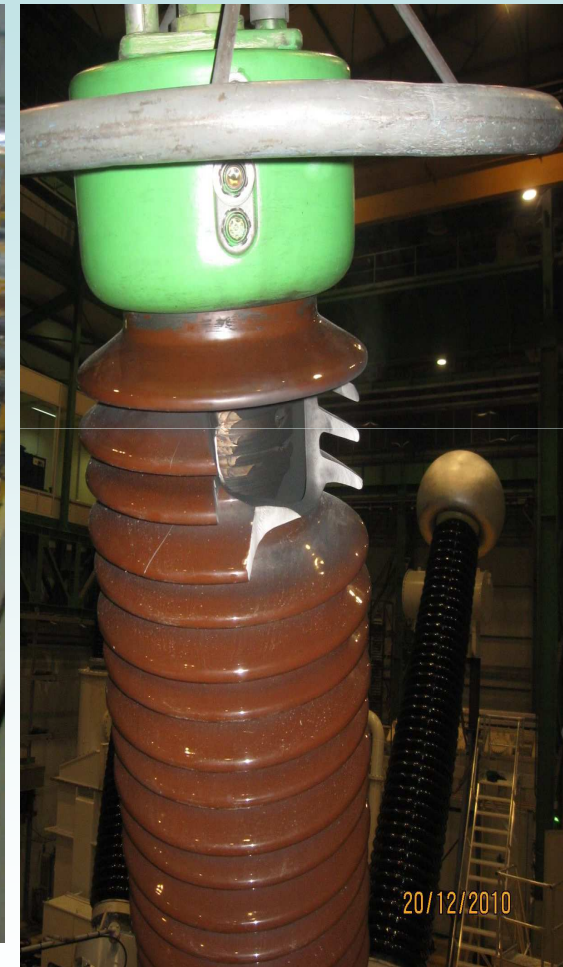
Tanulságos 245kV-os átvezető meghibásodás esettanulmánya

- *Második gerjesztés:* a névleges feszültség **90%**-ánál erős zaj és 4-5 kV feszültségesés jelent meg:
- *Bucholz-gáz vizsgálat:* nem észleltek éghető gázokat
- A gáztalanító folyamatot üresjárási feszültség vizsgálat követte. *Első gerjesztés:* a névleges feszültség **85%**-ánál a zöld fázisban a 220 kV-os átvezető szigetelőből egy darab porcellán „kirobbant”.



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Trafó átvételi próba, sérült átvezető



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Sérült átvezető



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

- A földre nem folyt olaj, az olaj szint normálisnak tűnt
- A szétszerelés után a robbanás oka kimutathatóvá vált: az átvezető szigetelő olaj hiányzott, az olaj szint mutató hibája (hibás kijelző).



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

- A gumi tömítés a fém és a porcelán részek között nem volt koncentrikus.
- Az azonos típusú átvezető szigetelő egy másik vizsgálata: nagy részleges kisülés – az ok ugyanaz volt
- Konklúzió: az előregedett gumi tömítés felelős a hibákért



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

A gumi tömítés a fém és a porcelán részek között nem volt koncentrikus.



Átvezető szigetelők meghibásodása és diagnosztikája

Konklúziók

- Trafó átvezető meghibásodások **magasak (25%)**, gyakran okoznak **tűzet**.
- Sok átvezetőt kellene cserélni, nagyon **fontos a diagnosztika**,
- **CIGRE WG alakult 2010-ben**, záró tanulmány (TB) 2013-ban.
- **RVM, tg δ /C és PD együttes** használata **hatékonyaknak** bizonyult
- A **hagyományos** módszerek nem elég megbízhatóak minden esetben a transzformátorok szokatlan hibáinak diagnosztizálásához.
- Különleges módszerek, illetve **különleges figyelem szükséges** a különböző hibák okainak feltárásához.
- A **munkatapasztalat** nélkülözhetetlen a hibák ezen szokatlan eseteiben.



Köszönöm a figyelmet!



BME
Budapest, 1111, Eötvös J. u. 18.
tel.: 1-463-2784, fax.: 1-463-3231
e-mail: nemeth.balint@vet.bme.hu

