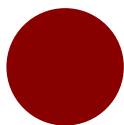




M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

**Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi
Egyetem**



Oktatás

Laboratóriumi tesztelés

Kutatás & Fejlesztés

Kompozit szigetelőkkel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok és kutatások a BME-n

A BME Nagyfeszültségű
Laboratóriumának prezentációja

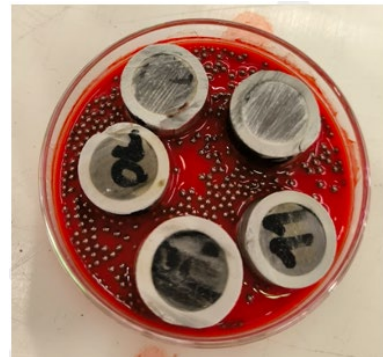
Dr. Cselkó Richárd
cselko.richard@vik.bme.hu

BME-VET



Motiváció

- A BME Nagyfeszültségű Laboratóriuma rendszeresen végez szigetelő vizsgálatokat külső megkeresésre
- A mérések a megrendelő által kért specifikus szabvány alapján (pl. IEC 62217:2012) történnek, de gyártói/üzemeltetői kérésre egyedi méréseket is végzünk
- Leggyakoribb példák:
 - Design tesztek
 - Hiba ok meghatározás
 - Állapotfelmérés



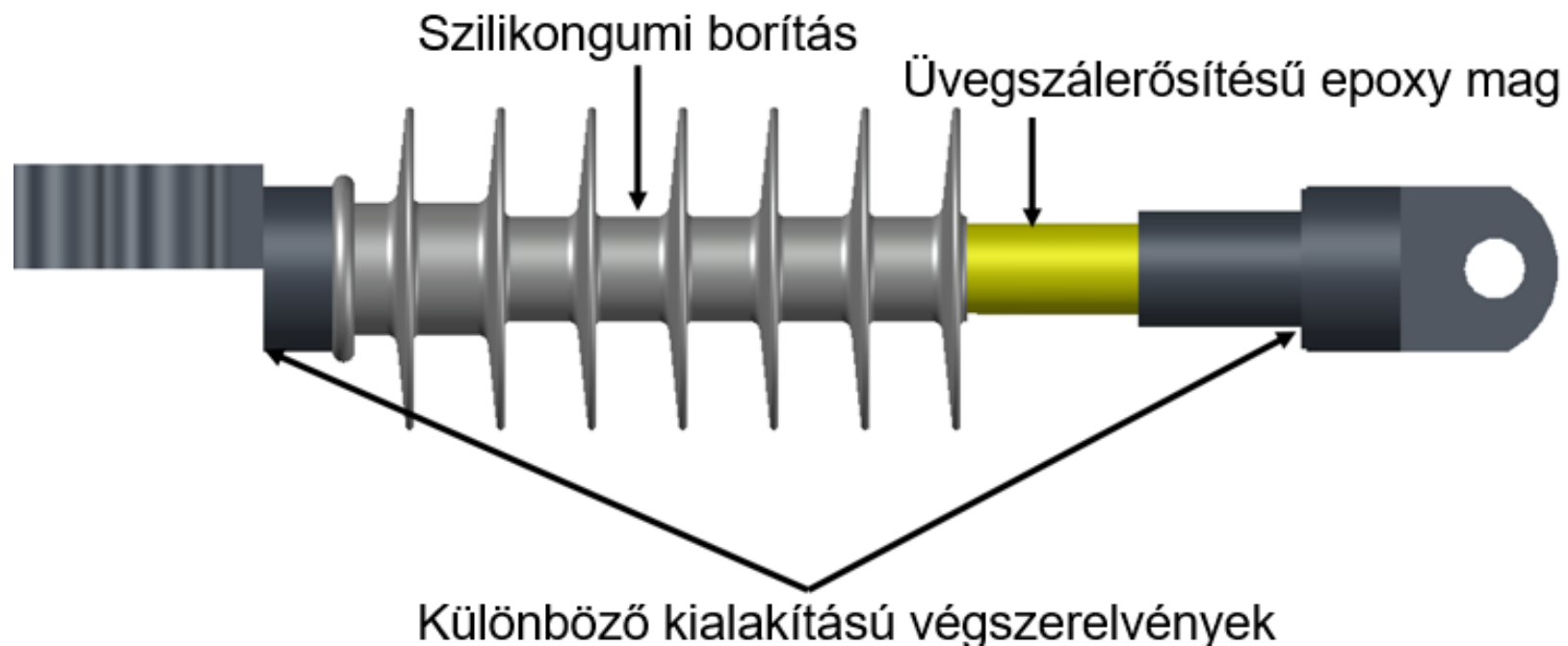
Motiváció

- Üzem közben bekövetkezett váratlan (vagy annak tekintett) meghibásodások
- Általános élettartammal kapcsolatos kételyek
- Az élettartamot befolyásoló tényezőkkel kapcsolatos kérdések
- A hosszú távú üzemeltetési tapasztaltok hiánya



Kompozit szigetelők

- Feladatok:
 - Villamos elválasztás
 - Mechanikai tartás



Kompozit szigetelők

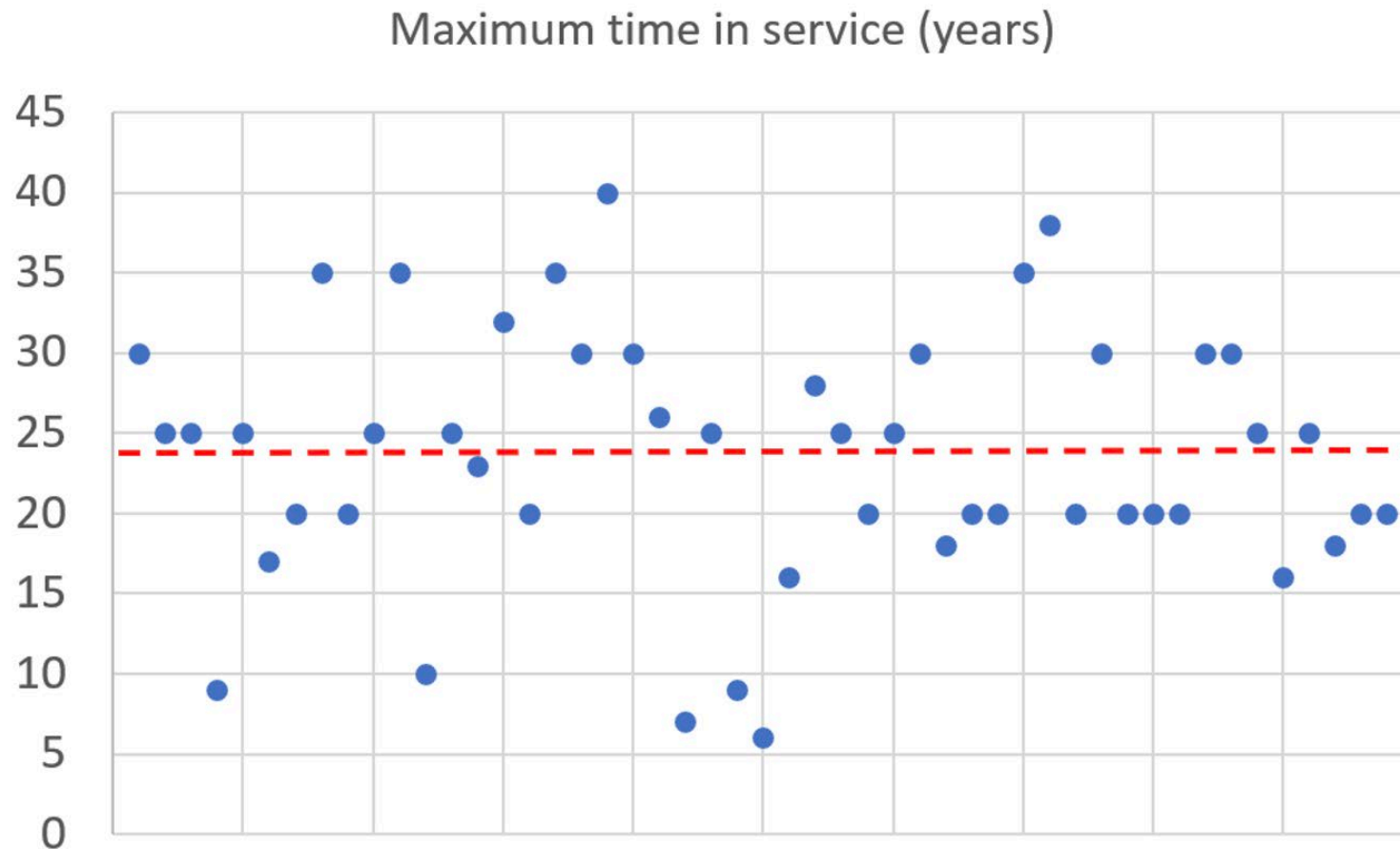


- Az első kompozit szigetelők az 1960-as években jelentek meg, ma már világszerte alkalmazzák távvezetési és alállomási környezetekben is őket
- Előnyös tulajdonságai közé sorolhatóak:
 - Nagy mechanikai szilárdság,
 - Jó szennyeződésekkel szembeni ellenálló képessége,
 - Kisebb súly,
 - Rövidebb hossz.
- A keramikus (üveg, kerámia) szigetelőket egyre nagyobb számban váltják föl, DE:
 - a hálózaton fent lévő szigetelők kora,
 - a kevés üzemeltetési tapasztalat,
 - a nagy minőségbeli szórás,
 - Valamint a diagnosztika hiányából fakadó előre nem jelezhető meghibásodások egyre nagyobb gondot jelentenek és ez bizalmatlanságra ad okot.

Nemzetközi tapasztalatok

- EPRI és CIGRE tanulmányok első „hullámában” (1989-2000) többnyire az 1. és 2. generációs szigetelőkkel foglalkoztak
 - Újabb szigetelők esetén új tapasztalatokra volt szükség
- Ez motivált 8 európai szolgáltót a 2020-as években (*50Hertz (Germany), Amprion (Germany), APG (Austria), E.ON (Germany), Fingrid (Finland), RTE (France), Statnett (Norway), and Svenska kraftnät (Sweden)*), hogy üzemeltetési tapasztalatokat gyűjtsenek kapcsolataik révén. [6]
 - A megkeresésekre **53 cég** válaszolt, akiknek szigetelő állományát kb. **8,6 millió db szigetelő** alkotta
 - Ezen cégek közül 52 alkalmazott kompozit szigetelőket és 92%-uk alállomási környezetben is.
 - A projekt során felmérésre került, hogy a cégek miért kompozit szigetelőket alkalmaznak, mik a leggyakoribb meghibásodási módok, mennyi a szigetelők átlag élettartama, valamint, hogy milyen mértékben elégedettek a szigetelőkkel a cégek.

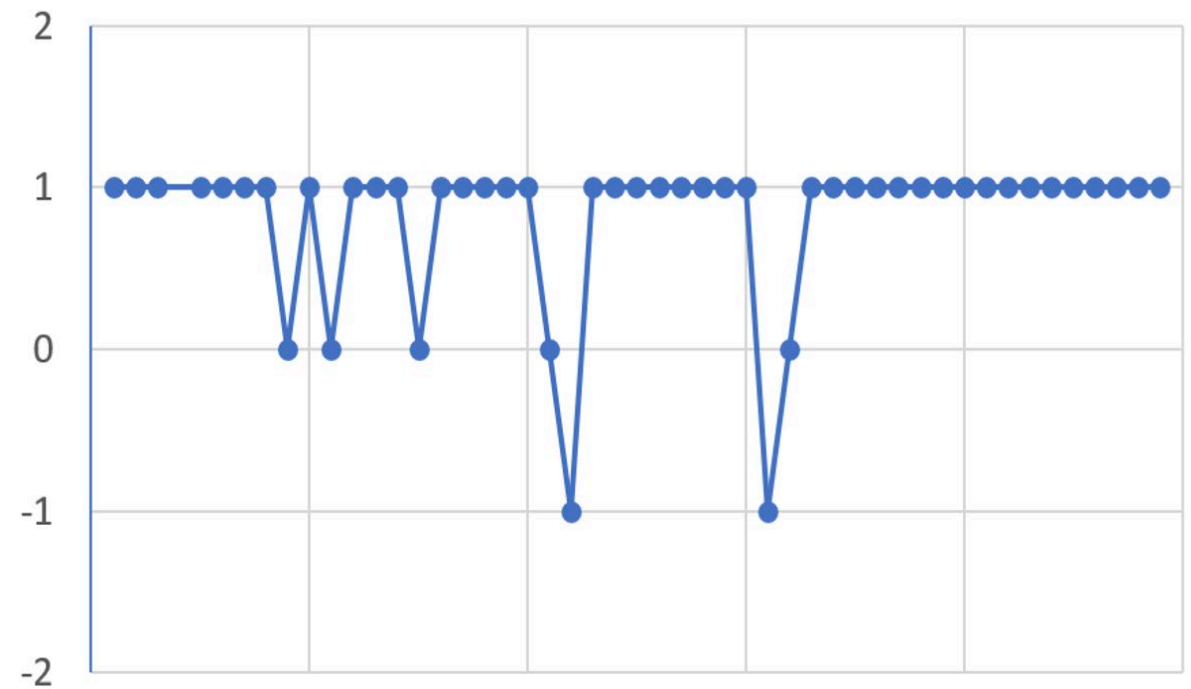
Nemzetközi tapasztalatok



https://www.inmr.com/service-experience-with-application-of-composite-insulators/?ct=t%28EMAIL_CAMPAIGN_3_5_2021_10_41_COPY_01%29 [6]

Nemzetközi tapasztalatok

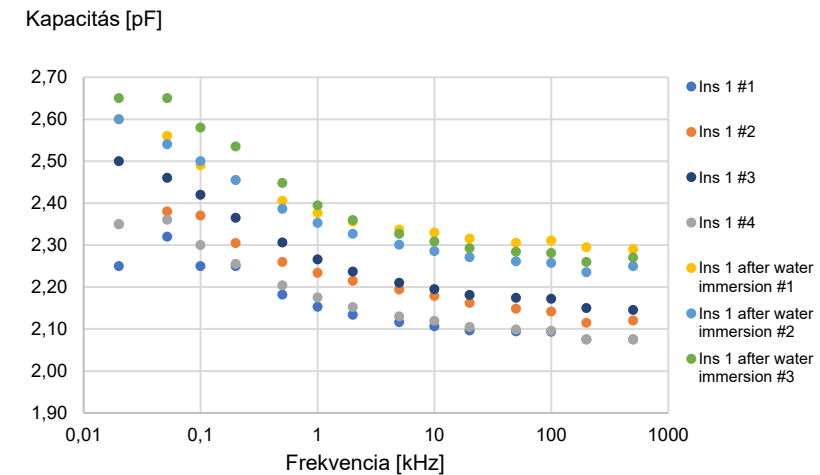
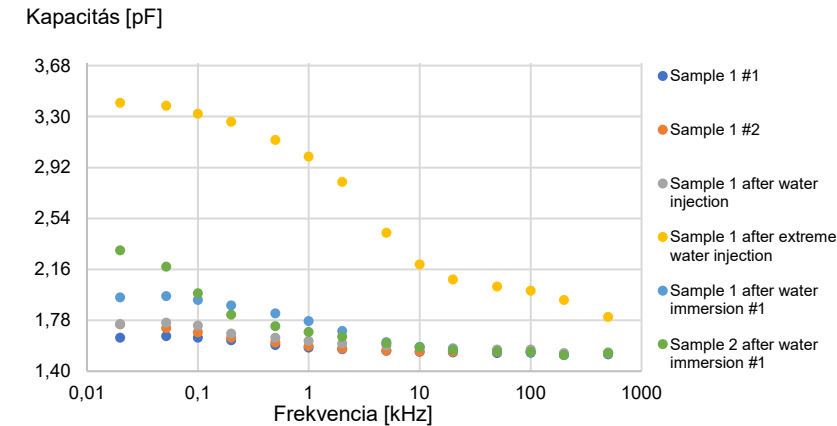
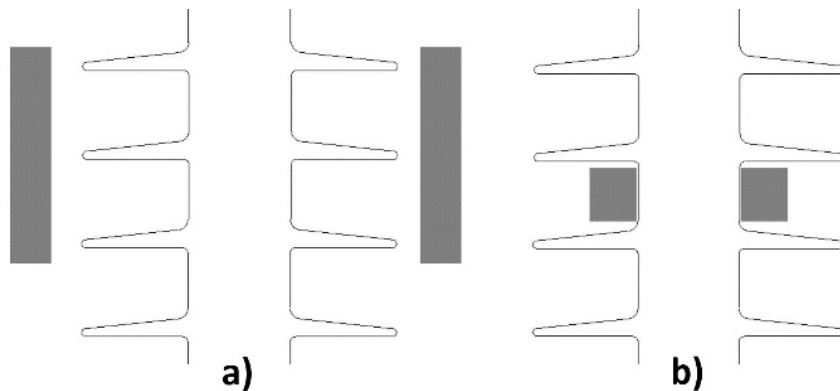
- Szolgáltatók elégedettsége a kompozit szigetelőkkel:
 - 1 – pozitív,
 - 0 – vegyes,
 - -1 – negatív.
- Az üzemeltetők 86%-a pozitív véleménnyel van a szigetelőről
- További javulás feltétele az azonosított, kritikus problémák megoldása
 - Nem látható degradáció kimutatása
 - Nedvességbehatolás
 - Mechanikai sérülés



https://www.inmr.com/service-experience-with-application-of-composite-insulators/?ct=t%28EMAIL_CAMPAIGN_3_5_2021_10_41_COPY_01%29 [6]

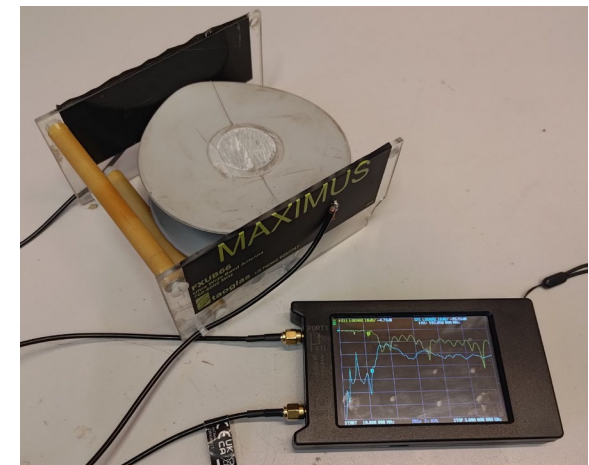
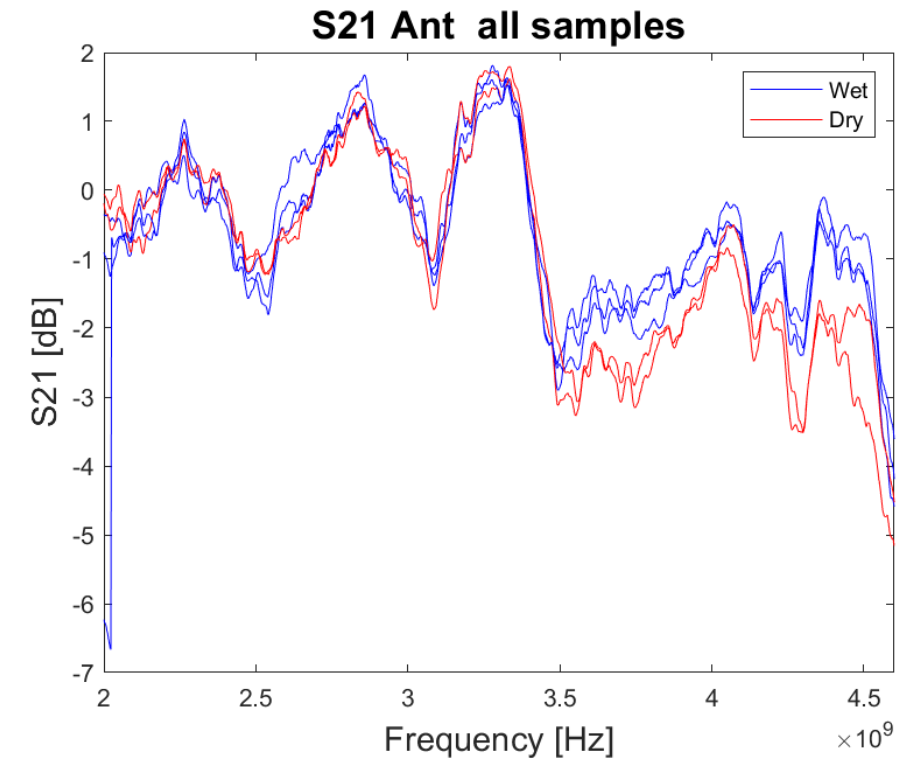
Kutatások a BME-n: Dielektromos spektroszkópia [7]

- Vízbejutás kimutatása villamos paraméterek vizsgálatával
- Kis frekvenciákon <math>< 500\text{ kHz}</math>
 - LCR mérőműszer
 - Kapacitás/impedancia, veszteségi tényező mérés
 - Kimutatható, de az eltérések kicsik
 - Kisebb frekvenciákon dominánsabb különbségek, de nagyobb zaj



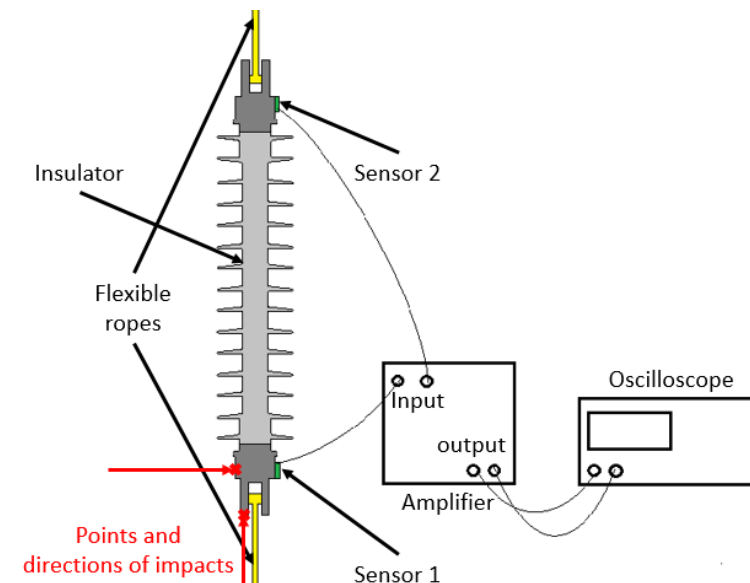
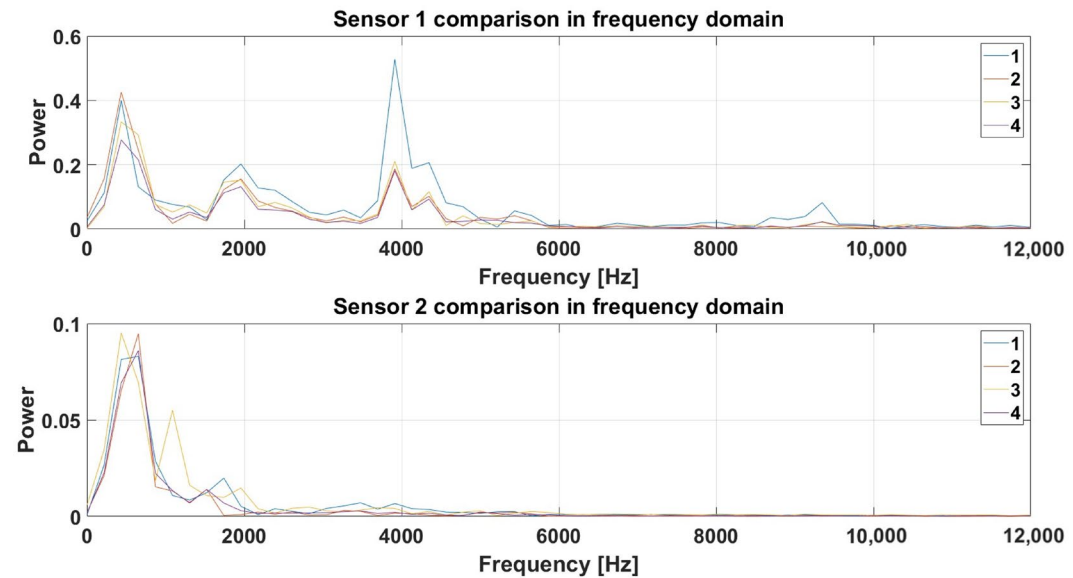
Dielektromos spektroszkópia [8]

- Nagyobb frekvenciákon < 6.3 GHz
 - VNA lite segítségével
 - Gerjesztő jel visszavert, valamint áthaladt komponensének vizsgálata
- Víz jelenléte a szigetelőkben kimutatható
- Szenzorok kialakítása és a megfelelő vizsgáló frekvencia kiválasztása kulcskérdés



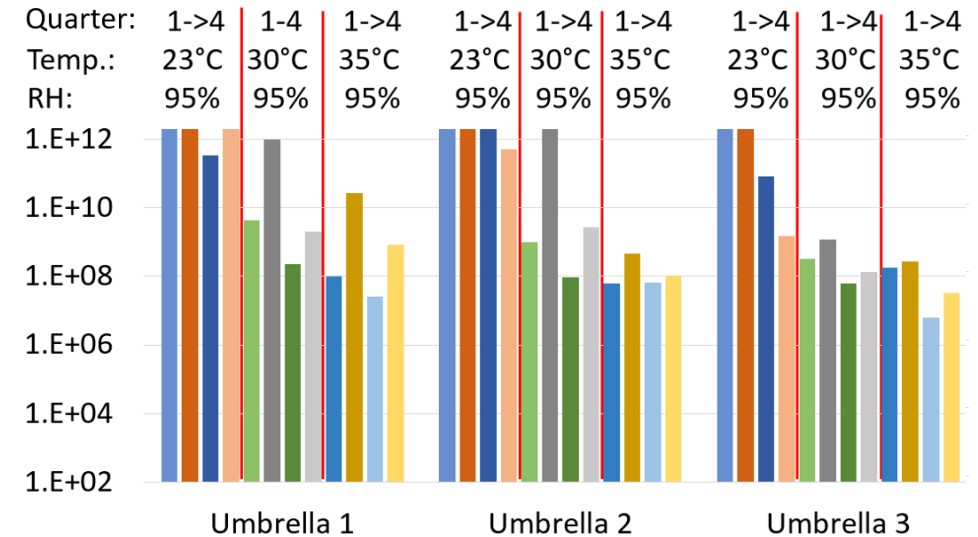
Kutatások a BME-n: Mechanikai hullám és vibráció vizsgálata [9]

- Üvegszálerősítésű mag mechanikai sérüléseinek kimutatása
 - Üregek, repedések
- Hullámterjedés és vibráció vizsgálata
 - Terjedési sebesség – nem befolyásolja
 - Amplitúdók – különbségek, gerjesztés nagysága miatt bizonytalan
 - Időtartománybeli jelalak – következtetések állapíthatóak meg
 - Spektrum vizsgálata – általában a legcélravezetőbb
- Mérés teljes standardizálása szükséges

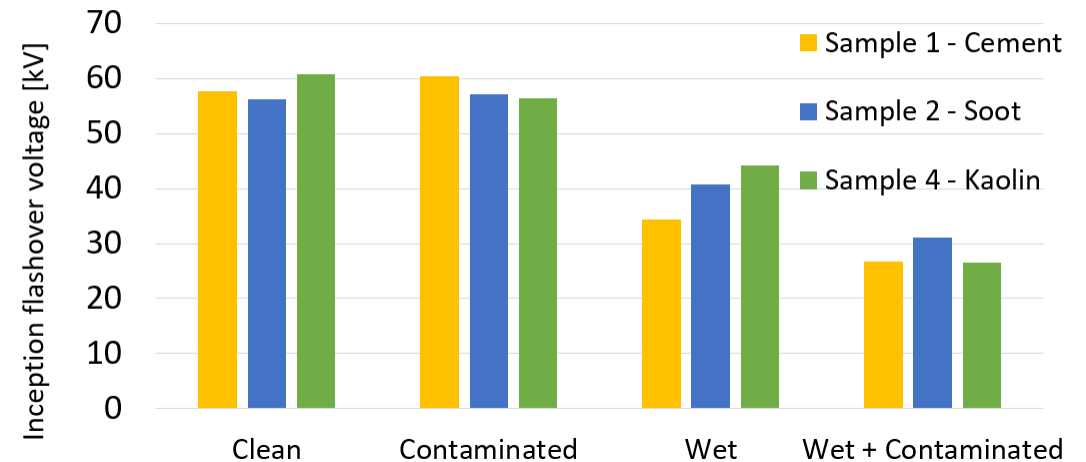


Kutatások a BME-n: Speciális felületi szennyeződések [10]

- Hagyományos szennyeződések
 - Jelenléte általános pl. szálló por,
 - Nem jelent veszélyt a szigetelőkre,
 - Hidrofobicitást nem limitálja.
- Speciális szennyeződések
 - Kevés helyen vannak jelen, de koncentráltam pl. cement, vegyi üzemek
 - Veszélyt jelenthet a szigetelőkre, roncsolhatja a felületet
 - Limitálhatja a szigetelők hidrofobicitását.
- Felületi ellenállások vizsgálata
- Átívelési kísérletek



Average values for inception flashover voltages



Tanulságok

- **Üzemben lévő kompozit szigetelők várható élettartama:**
 - Kevés a tapasztalat,
 - A tapasztalat sokszor elavult, mert általában az előző generációk élettartamáról ad információt,
 - A technológia még ma is fejlődik,
 - Nagy a minőségbeli szórás,
 - Fontosak az üzemeltetési körülmények.
- **Szigetelők beszerzése esetén fontosak a műszaki követelmények és a minőségellenőrzés**
 - Pl. előírás CTI indexre vonatkozólag
 - Adhézió ellenőrzése szűrőpróbaszerűen
- **Nemzetközileg és BME NFL-ben is folyamatban vannak terepi vizsgálatokra alkalmas módszerek kifejlesztése, ezek rendelkezésre állásával már középtávon lehet számolni**
 - Nedvességbehatolás kimutatása
 - Mechanikai sérülések roncsolásmentes kimutatása



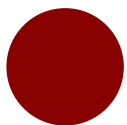
Kapcsolódó irodalom

1. H.M. Schneider et al., Nonceramic Insulators for Transmission Lines. IEEE Paper 89 WM 118-1 PWRD
2. CIGRE SC 22 WG 03.01: “Worldwide experience with HV composite insulators”, ELECTRA 130, December 1990, p.p. 69-77
3. CIGRE WG 22.03: “Worldwide Service Experience with Composite Insulators”, ELECTRA 191, August 2000, p.p. 27-43
4. CIGRE WG B2.21: “Guide for the Assessment of Composite Insulators in the laboratory after their Removal from Service”, CIGRE Technical Brochure No. 481, December 2011
5. CIGRE WG B2.57: “Experience with and Application Guide for Composite Line Insulators”, 2023
6. Dr. Igor Gutman, “Service Experience with Composite Insulators”, INMR
7. **R. Cselkó and D. Balogh, "Dielectric Testing of Composite Insulators, 2024 IEEE Electrical Insulation Conference (EIC)**
8. **R. Cselkó and D. Balogh “Detection of moisture ingress in composite insulators”, ISH2025, Karuizawa, Japan**
9. **Balogh D, Cselkó R, Csányi GM. “Vibration-Based Diagnostics of Non-Ceramic Insulators: Characterization of Signals”, VIBRATION, 1111-1125. , 15 p. (2024)**
10. **D. Balogh, G. Lőrinczi, R. Cselkó “Investigation of various contaminants on the performance of non-ceramic insulators”, ISH2025, Karuizawa, Japan**



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

**Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi
Egyetem**



Oktatás

Laboratóriumi tesztelés

Kutatás & Fejlesztés

Köszönöm a figyelmet!

Dr. Cselkó Richárd
cselko.richard@vik.bme.hu

BME-VET

